

Leica BLK
Geosystems



LEICA BLK ARC

schnell | einfach | sicher

Autonomer Workflow zur Umgebungs-
erfassung auf unterschiedlichen
Trägerplattformen



leica-geosystems.com

Zur Parametrisierung der meteorologischen Strecken- reduktion in geodätischer Auswertesoftware

E. Grillmayer

Wave Height Determination Based on Low-Cost Inertial Measurements Units: Potential and Challenges for an Innovative Environmental Monitoring System

K. Mascher, Ph. Berglez

75 Jahre Österreich in der internationalen Vereinigung der Vermessungsingenieure (FIG)

M. Hiermanseder





Österreichische Zeitschrift für **Vermessung & Geoinformation**

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

112. Jahrgang 2024

Heft: 2/2024

ISSN: 1605-1653

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Andreas Pammer

Stellvertreter: Dipl.-Ing. Ernst Zahn

Dipl.-Ing. (FH) Georg Topf

Dipl.-Ing. Hartwig Ortbauer

A-1020 Wien, Schiffamtsgasse 1-3

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

E. Grillmayer:

**Zur Parametrisierung der meteorologischen Streckenreduktion in
geodätischer Auswertesoftware**

47

K. Mascher, Ph. Berglez:

**Wave Height Determination Based on Low-Cost Inertial
Measurements Units: Potential and Challenges for an Innovative
Environmental Monitoring System**

54

M. Hiermanseder:

**75 Jahre Österreich in der internationalen Vereinigung der
Vermessungsingenieure (FIG) 1949-2024**

63

Dissertationen, Diplom- und Masterarbeiten

74

Recht und Gesetz

80

Aus dem Vereinsleben

84

Mitteilungen

85

Tagungsberichte

87

Grenzsteine – Steine erzählen Geschichte(n)

88



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

112. Jahrgang 2024 / 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, Dipl.-Ing. Hartwig Ortbauer, Tel. +43 1 21110-822715, 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. Franz Blauensteiner, Univ.-Prof. Dr. Werner Lienhart, Univ.-Prof. Dr. Norbert Pfeifer, Prof. Dr. Josef Strobl 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 25 €, Ausland 30 €; Abonnement: Inland 70 €, Ausland 90 €; alle Preise exklusive 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>

Zur Parametrisierung der meteorologischen Streckenreduktion in geodätischer Auswertesoftware



On the Parametrization of Atmospheric Correction of Electronic Distance Measurements in Geodetic Software Packages

Ekkehart Grillmayer, Garsten

Zusammenfassung

Die atmosphärischen Bedingungen während der Messung und ihre korrekte Berücksichtigung stellen immer noch eine Hürde bei der Erreichung der gemäß Gerätespezifikationen möglichen Distanzmessgenauigkeiten dar. Die dem eingesetzten Instrumentarium korrekt zugeordnete Parametrisierung der in den Auswerte-Software-Paketen benutzten Formeln für die meteorologische Streckenreduktion kommt dabei eine wesentliche Rolle zu. In der vorliegenden Arbeit wurden deshalb die heute am häufigsten in Geräte- und Auswertesoftware verwendeten Formeln zusammengestellt und die Auswirkungen einiger Fehler und Fehlannahmen, die in der Praxis öfter auftreten, werden diskutiert.

Schlüsselwörter: Meteorologische Korrektur, Entfernungsmessung

Abstract

The atmospheric conditions during the measurement and their correct consideration are still an obstacle in achieving the possible distance measurement accuracies according to the instrument's specifications. The correctly assigned to the instruments parameterization of the formulas used for the atmospheric correction in geodetic software packages, will therein be essential. In the presented work, the most frequently formulas used today in instrument and office software packages were put together, the transitions between different formulas worked out and the effects of some errors and misconceptions that occur often in practice are discussed.

Keywords: Atmospheric correction, electronic distance measurements

1. Aufgabenstellung/Motivation

In den letzten Jahren sind die Anforderungen an die zu gewährleistenden Genauigkeiten bei ingenieurgeodätischen Fragestellungen (insbesondere bei Deformationsmessungen) stetig gewachsen. Nicht selten werden von Auftraggebern, aber auch Gutachtern und Sachverständigen benachbarter Disziplinen, Genauigkeiten von besser als 3 ppm gefordert. Die praktische Erfahrung zeigt, dass die erzielbaren Genauigkeiten, besonders bei Monitoringaufgaben, heute weniger durch die Messtechnik, denn ursächlich durch die meteorologischen Bedingungen während der Messung limitiert sind. Da die epochenweisen Beobachtungen oftmals über den Jahreslauf verteilt ausgeführt werden müssen, ergibt sich auch eine entsprechende Vielfalt atmosphärischer Zustände, denen in der Auswertung Rechnung getragen werden muss. In den seltensten Fällen wird es, insbesondere im alpinen Raum, möglich sein, die Beobachtungen bei konstanten Umweltbedingungen auszuführen, so dass die Beeinflussung in der Differenzbildung eliminiert würde.

Ein, wenn vielleicht nur kleiner, Beitrag dieses Ziel zu erreichen, ist eine möglichst den realen Messbedingungen entsprechende meteorologische Reduktion der Strecken. Die Bestimmung der notwendigen Parameter ist aufwändig bis schwierig. Hier entsprechenden Aufwand zu betreiben ergibt nur Sinn, wenn in der Auswertesoftware die für das eingesetzte Instrumentarium und die benutzten Formeln korrekten Parameter verwendet werden. Die Erfahrung zeigt, dass dies sehr oft auf Grund von Missverständnissen zwischen den Hard- und Softwareherstellern und den Anwendern nicht der Fall ist.

Diese Publikation hat daher das Ziel, dem Anwender zu vermitteln, wie die meteorologische Streckenkorrektur heute in Softwareprodukten umgesetzt ist. Dazu werden die gebräuchlichsten Formeln zusammengestellt, die Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Lösungsansätzen aufgezeigt und die Größenordnung einiger möglicher systematischer Fehler infolge unzureichender Sorgfalt bei der Benutzung dieser Formeln abgeschätzt.

2. Refraktivität und Brechungsindizes

Die Ausbreitungsverzögerung einer elektromagnetischen Welle in einem Medium hängt im Wesentlichen von ihrer Wellenlänge λ und der Dichte des Mediums ab. Die Abhängigkeit von der Wellenlänge wird als Dispersion bezeichnet.

Die Dichte hängt neben der chemischen Zusammensetzung des Mediums vor allem von der Temperatur und dem vorherrschenden Druck ab, wie sich aus der Zustandsgleichung für ideale Gase ablesen lässt (siehe dazu z.B. [1] S. 11 ff):

$$p \cdot V = m \cdot R_s \cdot T \rightarrow \rho = \frac{p}{R_s \cdot T} \quad (1)$$

mit

T ... Temperatur [°K] V ... Volumen
 p ... Luftdruck [hPa] m ... Masse
 R_s ... spezifische Gaskonstante ρ ... Dichte.

Die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit verändert die Zusammensetzung des Gases, was zu einer Veränderung der Dispersion führt. Da die Änderungen im Bereich der für Distanzmessgeräte benutzten Wellenlängen aber von vergleichsweise geringer Größenordnung sind, kann die Dispersion der feuchten Luft für die geodätische Anwendung als Konstante angesetzt werden.

Für die praktische Anwendung wird zuerst die Dispersion, also die Refraktivität für die benutzte Wellenlänge, in einer standardisierten Atmosphäre berechnet. Dieser Wert kann für ein konkretes Instrument als weitgehend konstant angesehen werden. Die tatsächlich vorliegende Dichte der Messumgebung (parametrisiert durch Temperatur und Luftdruck) wirkt wie eine Skalierung auf die Refraktivität. Die Luftfeuchtigkeit wird meist mit Hilfe eines wellenlängenunabhängigen Korrekturterms für die Berechnung der faktisch vorliegenden Refraktivität berücksichtigt, der in der geodätischen Literatur auch als Feuchtanteil bezeichnet wird. Diese Vorgehensweise wird ausführlich in [2] und [3] beschrieben.

2.1 Dispersion in einer standardisierten Atmosphäre

Unter einer standardisierten Atmosphäre versteht man trockene Luft (0 % relative Luftfeuchtigkeit RF) mit einem definierten (aktuell repräsentativen) CO₂-Gehalt bei standardisierten Werten für die Temperatur t und den Luftdruck p .

Unter den verfügbaren Lösungsansätze für die Dispersion findet der Ansatz nach Cauchy

$$(n_{ph} - 1) \cdot 10^6 = N = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \dots \quad (2)$$

für den Phasenbrechungsindex n_{ph} , und

$$(n_g - 1) \cdot 10^6 = N = A + 3 \cdot \frac{B}{\lambda^2} + 5 \cdot \frac{C}{\lambda^4} + \dots \quad (3)$$

für den Gruppenbrechungsindex n_g die häufigste Verwendung. Er liefert für den in der elektronischen Distanzmessung lange Zeit verwendeten Wellenlängenbereich zwischen 0,650 und 0,850 μm eine Übereinstimmung zu Messungen mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ ppm. Neuere Distanzmessgeräte und im besonderen Laserscanner benutzen wesentlich größere Wellenlängen (bis zu 1,5 μm , weshalb für diese Instrumente der Ansatz nach Cauchy nur eingeschränkt nutzbar sein wird. Trotz einer Vielzahl von Arbeiten zu diesem Thema in den letzten Jahren findet es in der Praxis bisher weitgehend keinen Niederschlag.

Auf der General Assembly der IAG 1999 wurde in [4] festgehalten, dass für die Berechnung der Refraktivität bei Standardwerten der Atmosphäre ($T = 273,15$ K (0°C), $p = 1013,25$ hPa, $e = 0,0$ hPa und einem CO₂-Gehalt von 375 ppm) und für Wellenlängen zwischen 650 und 850 nm mit geringen Genauigkeitsverlusten die folgende Parametrisierung von (2) benutzt werden kann:

$$\begin{aligned} N_\lambda &= (n_\lambda - 1) \cdot 10^6 = \\ &= 287,6155 + 3 \cdot \frac{1,62887}{\lambda^2} + 5 \cdot \frac{0,0136}{\lambda^4} \end{aligned} \quad (4)$$

Die ist auch die derzeit am häufigsten in Software-Produkten anzutreffende Umsetzung, welche auch in vielen Lehrbüchern (wie z.B. [5]) wiedergegeben wird. In den meisten Softwarepaketen muss der Anwender die Refraktivität N_λ derzeit selbst berechnen und eingeben. λ ist dabei in μm einzuführen.

Es muss noch darauf hingewiesen werden, dass der den Parametern zu Grunde liegende CO₂-Gehalt ständig ansteigt. Im Sommer 2022 lag er in Österreich bei durchschnittlich 415 ppm (mit einer saisonal bedingten Schwankungsbreite von ± 2 ppm (siehe dazu [6])).

2.2 Konkrete atmosphärische Umgebungsbedingungen

Die aus der Dispersionsformel (4) folgende Refraktivität N_λ ist die Grundlage für die Berechnung des Brechungsindex für eine konkrete meteorologische Situation. In der geodätischen Literatur

und in den Empfehlungen der IAG wird dabei meist auf die Formel aus Kohlrausch [7] S. 387 (siehe auch z.B. [8] S. 54) verwiesen:

$$(n_M - 1) \cdot 10^6 = \frac{N_\lambda}{1 + t \cdot \alpha} \cdot \frac{p}{1013,25} - \frac{4,125 \cdot 10^{-2}}{1 + t \cdot \alpha} \cdot e \quad (5)$$

Darin sind

t ... Umgebungstemperatur [$^{\circ}\text{C}$]

p ... Luftdruck [hPa]

e ... Partieller Wasserdampfdruck [hPa]

α ... $1/273,15$

Der partielle Wasserdampfdruck e kann nach der Psychrometer-Formel von A. Sprung ([9], siehe dazu auch [8], S. 55 und 62 ff) wie folgt berechnet werden:

$$e = E' - A \cdot p \cdot (t - t') \quad (6)$$

worin

E' ... Sättigungsdampfdruck

t' ... Feuchttemperatur

A ... Psychrometerkonstante

sind. Für Messungen der Feuchttemperatur über „Wasser“ ($t > 0^{\circ}\text{C}$) ist A mit $662 \cdot 10^{-6}$, über „Eis“ ($t \leq 0^{\circ}\text{C}$) mit $583 \cdot 10^{-6}$ anzusetzen. Der Sätti-

gungsdampfdruck wird nach Magnus-Tetens ([10], S. 299) mit

$$\log E' = \frac{a \cdot t'}{t' + b} + c \quad (7)^1$$

berechnet. Auch hier sind die Konstanten a und b wiederum für „Wasser“ und „Eis“ unterschiedlich:

„Wasser“ ... $a = 7,5$, $b = 237,3$

„Eis“ ... $a = 9,5$, $b = 265,5$

c ist in beiden Fällen konstant: 0,7858 (Angaben aus [8], früher wurde hier nach Magnus-Tetens 0,6609 verwendet).

2.3 Feuchtanteil

Der zweite Teil von Formel (5) stellt uns einerseits in der Praxis vor das Problem, dass wir nur sehr selten in der Lage sind, die Feuchttemperatur messen zu können. Häufig wird argumentiert, dass der Fehler durch Nichtberücksichtigung des Feuchtanteils bei der meteorologischen Reduktion (für die heute gebräuchlichen Distanzmessgeräte) nur eine kleine Fehlerquelle darstellt, da ein wesentlicher Teil durch die Benutzung herstellerspezifischer Referenzwerte (siehe dazu Abschnitt 3) ohnehin eliminiert wird und sich der

1) \log steht hier für den dekadischen Logarithmus.

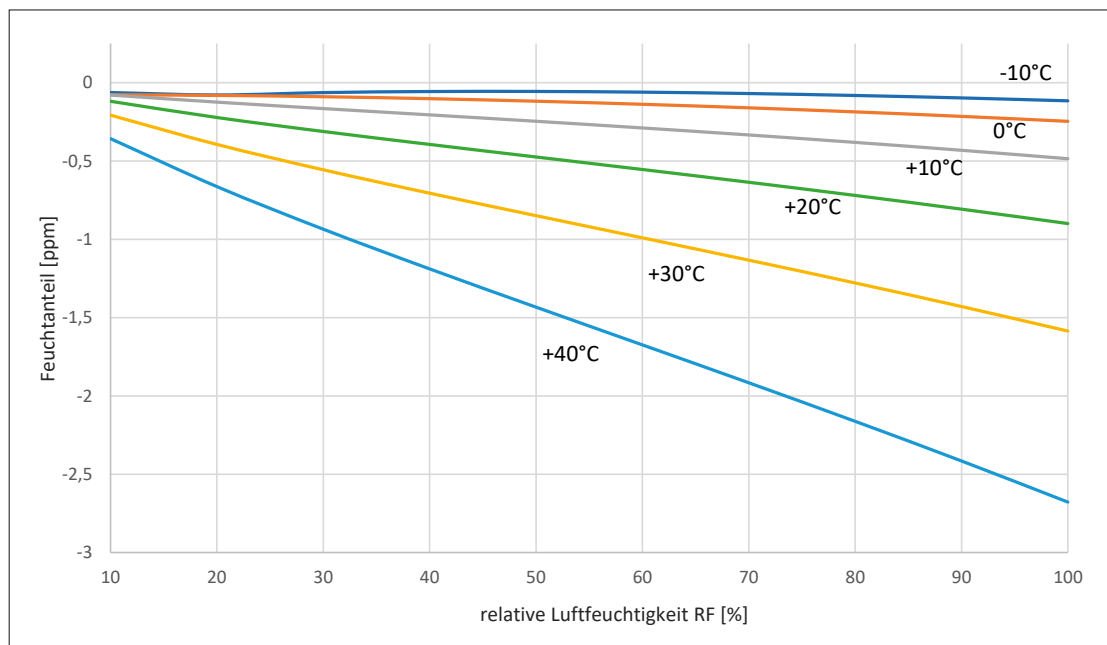


Abb. 1: Beitrag des Feuchtanteils zur Refraktivität in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit für verschiedene Umgebungstemperaturen

Anwender deshalb nicht mit dieser Problematik befassen muss.

In [11] wird gezeigt, dass der Beitrag des Feuchteanteils zur Refraktivität bis zu -3 ppm ausmachen kann. Aus Abbildung 1 lässt sich ablesen, unter welchen Bedingungen der Feuchteanteil welche Werte annehmen kann.

Die Variabilität dieses Werts hängt nur in geringem Maß mit der Höhenlage des Messgebiets (bzw. dem Luftdruck) zusammen. Er ist hauptsächlich von der Temperatur und natürlich der Luftfeuchtigkeit abhängig.

Mit den Werten aus Abbildung 1 und den Ausführungen in Abschnitt 3.2 ergibt sich, dass die oben getroffene Annahme zu Fehlern des meteorologischen Korrekturfaktors führen kann, welche wesentlich größer als die potenzielle Genauigkeit moderner Distanzmessteile werden können.

In den mir verfügbaren Geräte- und Bürosoftwarepaketen finden sich derzeit drei unterschiedliche Herangehensweisen mit dem Feuchteanteil umzugehen:

1. Es wird dem Anwender überlassen, die Feuchtemperatur zu bestimmen,
2. es wird eine Näherungsformel unter Einbeziehung der Luftfeuchtigkeit (welche sich erheblich leichter bestimmen lässt als die Feuchtemperatur) verwendet (z.B. bei Leica), siehe dazu 2.3.1,
3. der Feuchteanteil wird ganz vernachlässigt. Hierzu findet sich eine Abschätzung bzw. Anmerkung am Ende dieses Abschnitts unter 2.3.2.

2.3.1 Einbeziehung des Feuchteanteils über die relative Luftfeuchtigkeit

Leica verwendet in den Gerätehandbüchern eine abgewandelte Form von (5):

$$(n_M - 1) \cdot 10^6 = \frac{b \cdot p}{1 + t \cdot \alpha} - \frac{4,125 \cdot 10^{-4} \cdot RF}{1 + t \cdot \alpha} \cdot E \quad (8)$$

Darin steht RF wieder für die relative Luftfeuchtigkeit in % und

$$b = N_\lambda / 1013,25 \quad (9)$$

(8) ergibt sich aus (5) nach [8] S 65 in dem für den Feuchteanteil mit

$$e = RF \cdot E \cdot 10^{-2} \quad (10)$$

substituiert wird. Die Berechnung von E erfolgt nach (7), indem E' durch E und t' durch t ersetzt werden.

In [8] S. 65 findet sich eine Abschätzung, dass die Abweichung durch diese Vereinfachung bei 20 % und RF zwischen 50 und 100 % $\pm 0,03$ ppm beträgt, sofern die Temperatur t mit einer Genauigkeit von $\pm 0,2^\circ\text{C}$ und RF auf $\pm 3\%$ bestimmt werden können.

In [11] wird gezeigt, dass die Unterschiede der Berechnung des Feuchteanteils nach (5) und (8) zwischen $+0,015$ und $-0,144$ ppm liegen, weshalb die Benutzung von (8) in den praktischen Anwendungen derzeit als ausreichend genau angesehen werden darf.

2.3.2 Vernachlässigung des Feuchteanteils

Formel (5) wird für diesen Fall zu

$$\begin{aligned} (n_M - 1) \cdot 10^6 &= \frac{(n_\lambda - 1) \cdot 10^6}{1 + t \cdot \alpha} \cdot \frac{p}{1013,25} = \\ &= \frac{N_\lambda}{1 + t \cdot \alpha} \cdot \frac{p}{1013,25} \end{aligned} \quad (11)$$

verkürzt.

Meistens wird zur weiteren Vereinfachung wie folgt substituiert:

$$N = N_\lambda \cdot \frac{273,15}{2013,25} \quad (12)$$

Dadurch vereinfacht sich (11) zu

$$(n_M - 1) \cdot 10^6 = N \cdot \frac{p}{273,15 + t} = N \cdot \frac{p}{T} \quad (13)$$

wobei T nun die Umgebungstemperatur in $^\circ\text{K}$ wäre.

Die in Österreich am weitesten verbreiteten Softwareprodukte der Firmen IDC-EDV und rm-Data verwenden, ebenso wie der Gerätehersteller Trimble, diesen Ansatz. Wie noch unter 3.2 gezeigt wird, kann diese Vernachlässigung zu erheblichen, die Streckenmessgenauigkeit des Distanzmessteils überschreitenden Abweichungen führen.

3. Berechnung der Streckenreduktion

Grundsätzlich werden Distanzmesseinheiten herstellerabhängig auf eine Bezugstemperatur (bei Leica sind dies 12°C , bei Trimble 20°C) und einen Bezugsdruck (1013,25 hPa) kalibriert, sodass die faktische Streckenreduktion als Maßstab relativ dazu bestimmt werden kann. Bei Leica kommt zusätzlich ein Bezugswert für die relative Luftfeuchtigkeit von 60% hinzu. Mit diesen Werten wird nach (5), (8) oder (11) der Referenz-Brechungsindex n_B berechnet. Auf die Auswirkung der Verwendung falscher Bezugswerte wird hier nicht eingegangen.

Für die konkrete Messsituation wird dann nach diesen Formeln und mit den aktuellen Werten der notwendigen (in den Formeln genutzten) meteorologischen Parameter der aktuelle Brechungsindex der Atmosphäre n_M berechnet.

Die eigentliche meteorologische Reduktion wird als Maßstab

$$\mu_{met} = n_B - n_M \quad (14)$$

berechnet. Korrekterweise wäre in (14) noch die Division mit n_M erforderlich. Dies wird jedoch aus numerischen Gründen in der Regel vernachlässigt, siehe zum Beispiel [12], S. 118.

Der meteorologische Korrekturfaktor ergibt sich somit als

$$k_{met} = (\mu_{met} - 1) \cdot 10^6 = N_B - N_M \quad (15)$$

Um Fehler zu vermeiden ist darauf zu achten, dass es zu keiner Vermengung der unterschiedlichen Formeln kommt, dass also n_B und n_M jeweils mit den selben Formeln berechnet werden. Bei Einsatz kommerzieller Auswertsoftware müssen die Parameter der benutzten Distanzmesseinheit in der Regel in der Konfiguration durch den Anwender selbst eingetragen werden. Dies betrifft meistens die beiden Werte n_B (bzw. eigentlich ein N_B) und N_λ aus (4), manchmal auch b aus (9) oder N aus (12).

3.1 Mischen der Reduktionsansätze

Sofern von der Auswertsoftware die verkürzte Formel (11) für die Berechnung von n_M benutzt

wird, sollte für Leica-Instrumente darauf geachtet werden, diese Parameter nicht aus dem Datenblatt oder Handbuch zu übernehmen, da sich die Angaben für n_B auf eine Berechnung mit Formel (8) beziehen. Dadurch kann in weiterer Folge ein systematischer Fehler in der Streckenreduktion von bis zu -3 ppm verursacht werden, siehe dazu [11] beziehungsweise 2.3.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Berechnung für ein Leica-Gerät (Wellenlänge 658 nm, Bezugstemperatur 12 °C, Bezugsdruck 1013,25 mbar und Bezugsfeuchte von 60 %) durchgeführt wurde. Die Unterschiede zu Geräten mit anderen Wellenlängen sind naturgemäß gering. Eine andere Bezugstemperatur, wie z.B. 20 °C für Trimble-Geräte, würde die Werte um maximal 0,5 ppm ändern.

Für die Berechnung der korrekten Parameter finden sich in Tabelle 1 entsprechende Verweise.

3.2 Vernachlässigung der Luftfeuchtigkeit

Der vernachlässigte Feuchteterm verursacht im Maßstab Abweichungen zwischen $+0.5$ und -2.7 ppm. Der Grund liegt darin, dass der Einfluss des Feuchtanteils für die Bezugswerte von Druck, relativer Luftfeuchtigkeit und Temperatur noch eher gering (-0.3 ppm für Leica- und -0.5 ppm für Trimble-Instrumente) ist, wohingegen der Feuchtanteil selbst unter realen Messbedingungen Werte von bis zu -3 ppm annehmen kann, wie in [11] gezeigt wird.

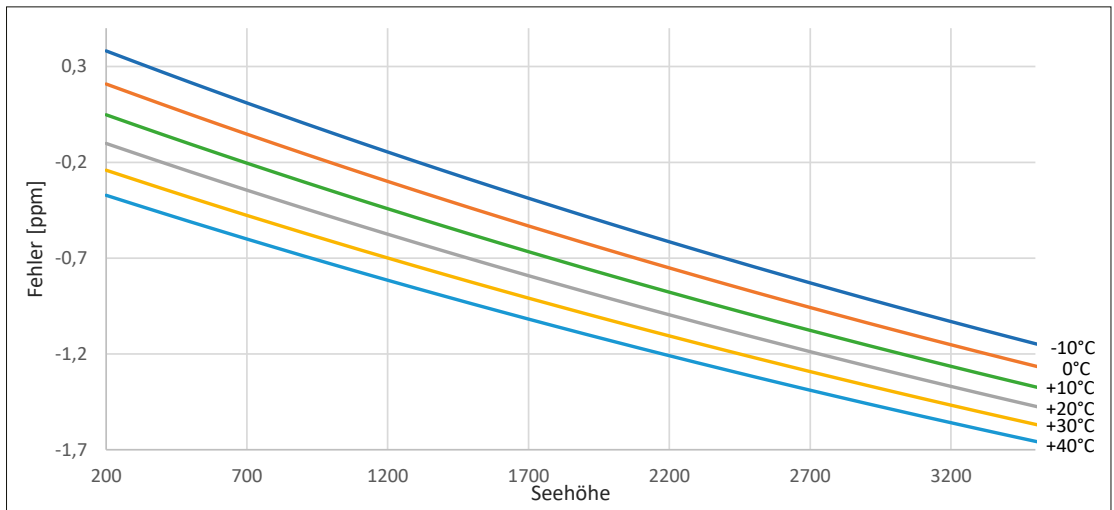


Abb. 2: Differenzen zwischen den Werten der meteorologischen Reduktion für die Wellenlängen 658 bzw. 905 nm in Abhängigkeit von der Seehöhe für verschiedene Umgebungstemperature

3.3 Falsche Wellenlänge

Über die letzten 25 Jahre wurden die benutzten Wellenlängen aus technischen Gründen mehrfach verändert. Heute befinden sich hauptsächlich Instrumente im Einsatz, die mit Wellenlängen zwischen 658 und 905 nm arbeiten. Um den maximalen Fehler, der durch Benutzung einer nicht dem verwendeten Instrument entsprechenden Wellenlänge entsteht, abzuschätzen, wurden mit diesen beiden Randwerten die meteorologischen Reduktionen für einen Temperaturbereich von -10 bis $+40^{\circ}\text{C}$ und den im Alpenraum auftretenden Höhenlagen berechnet. Abbildung 2 zeigt die Differenzen der für diese beiden Wellenlängen berechneten Reduktionen.

4. Parametrisierung in Software-Produkten

In den in Österreich gängigsten Office-Software-Paketen rmGEO und GeosIVERM finden sich die Parameter zu Berechnung der Streckenreduktion in Konfigurationsdateien, die der Anwender selbst anpassen kann, um die Auswertung für das von ihm eingesetzte Instrumentarium korrekt durchzuführen. In GeosIVERM gibt es darüber hinaus auch die Möglichkeit, diese Konfiguration über einen entsprechenden Dialog in der Software anzupassen. Leider ist in den derzeitigen Versionen nicht die Eingabe von Wellenlänge und Bezugswerten möglich, sondern es müssen bereits abgeleitete Parameter eingegeben werden. In Tabelle 1 finden sich Angaben, wie die jeweils verwendeten Parameter mit den Formeln in dieser Arbeit zusammenhängen:

rmGEO	GeosIVERM	Formel
P.A	a	(11) mit Bezugsparametern
P.B		(12)
	P	(9)
P.C		273,15
	t	α in (5) bzw. (8)

Tab. 1: Korrekturparameter in Software-Produkten und Nummer der Formel, um sie zu berechnen

Für die am weitesten verbreiteten Geräte der Hersteller Leica und Trimble sind in Tabelle 2 die korrekten Werte angeführt.

Es wurde jene Bezeichnung der Parameter gewählt, die den Handbüchern der Software-Pakete entspricht. Die jeweiligen Speicherorte der Konfigurationsdateien können den Software-Handbüchern entnommen werden beziehungsweise finden sich diese auch auf den Hilfe-Seiten.

In Vermessungsinstrumenten sind die korrekten Parameter für die meteorologische Streckenreduktion hinsichtlich Wellenlänge, Bezugsparametern und benutzten Formeln im internen, nur dem Service zugänglichen Speicher der Instrumente hinterlegt und können vom Anwender auch nicht verändert werden. Da sich die Wellenlänge auf Grund der Alterung des Instruments auch individuell ändern kann, wird sie im Zuge eines Instrumentenservices kontrolliert und der verspeicherte Wert gegebenenfalls im Instrument angepasst.

In der Regel werden die aktuellen Parameter in der Messdatendatei mitgespeichert und sind im Zuge des Datenexports für den Anwender abrufbar. Die Anbieter von Office-Software-Produkten haben somit eine einfache Möglichkeit, die von ihnen verwendeten Parameter zu kontrollieren beziehungsweise gegebenenfalls vom Anwender korrigieren zu lassen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die genannten Software-Pakete nicht immer die gleichen Formeln für die Berechnung des Reduktionsmaßstabs verwenden, wie die Gerätehersteller beziehungsweise die Parameter aus den Geräten unter Umständen noch umgerechnet werden müssen.

Viele Anwender umgehen die dargelegten Fragen, indem sie während der Messung bereits die meteorologischen Parameter am Instrument eingeben und die damit korrigierten Strecken direkt in ihre Auswertung übernehmen. Ob dieses Vorgehen bei komplexeren Aufgabestellungen wie einer Netzmessung zielführend ist, muss hinterfragt werden, da einerseits die meteorologischen

Hersteller	Instrumenten-Serie	Wellenlänge [nm]	P.A a	P.B	P	P.C	t	N_{λ}
Leica	TS/TM/MS ab Serie Viva	658	286,671	80,675	0,295351	273,15	0,003661	299,265
Trimble	S3/7/9 DR Plus	905	273,648	79,171	0,289843	273,15	0,003661	293,684
	S3/7/9 HP	660	278,780	80,656	0,295280	273,15	0,003661	299,192

Tab. 2: Parameter für die Umsetzung der meteorologischen Streckenreduktion in rmGEO und GeosIVERM

Bedingungen am Instrumentenstandort nicht immer repräsentativ für alle Messstrecken sein werden und während einer Satzmessung nicht stabil sein müssen.

5. Zusammenfassung

Auch wenn damit argumentiert werden kann, dass alle diese Anteile und Effekte tatsächlich klein sind, erscheint es unangebracht, diese nicht sorgfältig zu berücksichtigen. Wie gezeigt wurde, erscheint besonders die Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit in Präzisionsanwendungen als unerlässlich und ist mit einfachen Mitteln auch möglich. Nur wenn die formalen Möglichkeiten der Streckenreduktion vollständig ausgeschöpft werden, in dem eine korrekte Implementierung in der Software erfolgt und der Anwender diese auch entsprechend dem von ihm eingesetzten Instrumentarium richtig parametrisiert, können systematische Fehler, deren Größenordnung die Spezifikationen der Instrumente rasch überschreitet, vermieden werden.

Um den Schwierigkeiten bei der Berücksichtigung der meteorologischen Einflüsse zu begegnen, wird bei Netzmessungen oftmals ein sehr hoher Aufwand betrieben, um durch hohe Redundanz die vorhandenen systematischen Fehler auszumitteln und – mit anderen Worten – in den stochastischen Modellen verschwinden zu lassen. Dass Teile dieser systematischen Fehler durch Fehler in der Handhabung der benutzten Software verursacht werden, kann und sollte vermieden werden. Der Anwender wird dadurch auch in die Lage versetzt, Abweichungen im Datenmaterial exakter mit den Beobachtungsbedingungen in Zusammenhang zu bringen und ggf. darauf zu reagieren. Im Idealfall kann er sogar seinen Messaufwand reduzieren oder steigert die erreichbaren Genauigkeiten.

Danksagung

Für die Unterstützung bei dieser Publikation möchte ich folgenden Personen besonders danken:

Den Herren Dipl.-Ing. Robert Riser (IDC-EDV, Geosi) und Dipl.-Ing. Paul Plank (rmData, rmGEO/rmNETZ), mit denen ich intensiven Diskussionen darüber führen durfte, welche Möglichkeiten bestehen, die meteorologische Streckenreduktion in künftigen Software-Releases entsprechend den Vorschlägen in dieser Arbeit neu zu implementieren.

Herrn Dipl.-Ing. Franz Blauensteiner (BEV/G1) danke ich für das geduldige Korrekturlesen und die eingebrachten Verbesserungsvorschläge.

Referenzen

- [1] *Etling, D.*: Theoretische Meteorologie, eine Einführung. Berlin, Heidelberg: Springer 2002
- [2] *Barrell, H. u. Sears, J.*: The refraction and dispersion of air for the visible spectrum. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences 238 (1939) 786, S. 1–64
- [3] *Edlén, B.*: The Refractive Index of Air. Metrologia 2 (1966) 2, S. 71–80
- [4] *International Association of Geodesy: IAG Resolutions. General Assembly 1999. Resolution 3, Birmingham 1999.* <https://office.iag-aig.org/doc/5d7b8fda0c032.pdf>
- [5] *Joeckel, R., Stober, M. u. Huep, W.*: Elektronische Entfernungs- und Richtungsmessung und ihre Integration in aktuelle Positionierungsverfahren. Heidelberg: Wichmann 2008
- [6] *Deutsches Umweltbundesamt*: Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen
- [7] *Kohlrausch, F.*: Praktische Physik: Band 1. Zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Leipzig: B. G. Teubner Verlagsgesellschaft 1955
- [8] *Rüeger, J. M.*: Electronic distance measurement. An introduction; with 18 tables. Berlin, Heidelberg: Springer 1996
- [9] *Sprung, A.*: Über die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit mit Hilfe des Assmannschen Aspirationspsychrometers. Zeitschrift für Angewandte Meteorologie – Das Wetter 5 (1888), S. 105–108
- [10] *Tetens, O.*: Über einige meteorologische Begriffe. Zeitschrift für Geophysik 6 (1930) 6, S. 297–309
- [11] *Grillmayer, E.*: Zur meteorologischen Streckenreduktion. avn (2023) 5, S. 157–162
- [12] *Kahmen, H.*: Vermessungskunde. Sammlung Göschen, Bd. 2161. Berlin: de Gruyter 1986

Anschrift des Autors

Dipl.-Ing. Dr. Ekkehart Grillmayer, Ingenieurkonsulent, geoAT. OG, Lektor an der Universität für Bodenkultur und der FH Oberösterreich, Reithofferstraße 63, A-4451 Garsten.
E-Mail: grillmayer@zivilgeometer.at 

Wave Height Determination Based on Low-Cost Inertial Measurements Units: Potential and Challenges for an Innovative Environmental Monitoring System



Wellenhöhenbestimmung auf der Basis von kostengünstigen inertialen Messeinheiten: Potenziale und Herausforderungen für ein innovatives Umweltüberwachungssystem

Karin Mascher and Philipp Berglez, Graz

Abstract

The quantity of aquatic plants and subsequent biodiversity at Lake Wörthersee, Carinthia's largest lake, is showing a declining trend. Local aquatic ecologists suggest that the rising boat traffic on the lake might be one of the reasons behind this decline. Increased wave action at the shore leads to the stirring up of more sludge particles, disturbing plant growth and causing a corresponding reduction in biodiversity. To address this research question, capturing the energy emitted by passing boats and the energy reaching the shore is crucial; with key parameters being wave height and wave period.

This study conducted test measurements at Lake Wörthersee to demonstrate the capability of buoys equipped with low-cost inertial sensors in capturing wave heights. While showcasing their potential, the study also addresses the challenges involved. To validate the obtained results, comparisons were made with reference measurements obtained from a total station. Additionally, the study presents an approach aimed at distinguishing boat-induced waves from wind-induced waves using the wavelet transform.

Keywords: inertial measurement unit, trend determination, wavelet transform

Kurzfassung

Der Bestand an Wasserpflanzen und die damit verbundene Artenvielfalt des Wörthersees in Kärnten nimmt stetig ab. Ein möglicher Grund dafür könnte, laut örtlichen Gewässerökologen, der steigende Bootsverkehr am See sein. Erhöhte Wellenaktivität am Ufer führt dazu, dass mehr Schlammteilchen aufgewirbelt werden, was das Pflanzenwachstum stört und zu einer entsprechenden Verringerung der Biodiversität führt. Um diese Forschungsfrage beantworten zu können, muss die von den vorbeifahrenden Booten ausgehende und die am Ufer eintreffende Energie gemessen werden; wichtige Parameter sind dabei die Wellenhöhe und -periode.

Basierend auf Testmessungen am Wörthersee wird das Potential von Messbojen, welche mit kostengünstiger Inertialsensorik ausgestattet sind, zur Erfassung von Wellenhöhen aufgezeigt. Die damit verbundenen Herausforderungen werden ebenfalls angesprochen. Zur Validierung der Ergebnisse wurden Referenzmessungen mittels einer Totalstation durchgeführt. Darüber hinaus wird ein Ansatz vorgestellt, der darauf abzielt, mithilfe der Wavelet-Transformation, Boots- von Windwellen zu unterscheiden.

Schlüsselwörter: inertielle Messeinheit, Trendbestimmung, Wavelet-Transformation

1. Introduction

The ecological condition and quality of Lake Wörthersee (Carinthia/Austria) worsens increasingly over time [1]. Certain aquatic plants, and thus the biodiversity, are falling, which alarms local aquatic ecologists. One assumption is that boat traffic may be related to the extinction of plant species.

Waves are hitting the shore and stir up fine sludge particles and sediments. These, in turn, settle on the aquatic plants. If the sludge layer becomes too thick, aquatic plants cannot

carry out photosynthesis leading to dying [1]. A key research question is whether, and if so, how strongly – aquatic plants are affected by wave action and, thus, if boat traffic represents an environmental threat.

Hence, the determination of wave heights and periods gives valuable information about wave action at the lake. Wave heights and periods are determinable by several effective methods. One way is to analyze the signal-to-noise ratio signal of Global Navigation Satellite System (GNSS) reflectometry to obtain wave heights [2]. Another

possibility represents GNSS buoys using precise point positioning (PPP) [3,4]. Although PPP provides centimeter accuracy, such systems are cost-intensive and do not take into account the changing attitude of a buoy at sea [5].

Other studies determine wave parameters based on micro-electro-mechanical system (MEMS) inertial measurement units (IMUs) attached to buoys [6,7]. An IMU is characterized by its high output rate and its high short-time stability – but low long-time stability. Thus, the main issue concerning IMU data processing refers to the mitigation of the accumulation of sensor errors [8], which results in a drift. Typically, when integrating an INS, other systems, such as GNSS, or mathematical methods are used for aid. By coupling GNSS with INS, missing attitude information is incorporated into the processing, and thus, the solution can be significantly improved [5]. Zhang et al. [6] propose a method for measuring wave heights and periods only using a MEMS IMU. They utilized frequency domain integration methods to transform the detrended and denoised acceleration data to wave heights and periods. Simulating wave eigenvalues using a sinusoidal simulation mechanism showed that statistical wave properties are accurately extractable. A master's thesis from Alfens [7] deals with the IMU-based sea state estimation using machine learning methodologies for vessels. He presents a robust algorithm but also addresses the difficulties connected to the real-life dynamics of a vessel.

Numerous methods for determining wave characteristics are often costly, impractical, reliant solely on simulations, or tailored exclusively for oceanic environments. Thus, to date, such measurement buoys have not been applied in contexts related to lake ecosystems. A primary objective is to evaluate the feasibility of extracting wave heights utilizing a conventional strap-down algorithm along with advanced data processing techniques to detrend and denoise the time series.

The trend determination process involves two phases: the initial phase focuses on trend elimination via moving averages, while the subsequent phase utilizes methods of local regression to eliminate residual trends. Wavelet methodologies are then employed to denoise distorted segments, integrating neighboring coefficients. This denoising process aims to filter out wind-induced waves, leaving behind only boat-generated waves. One of the primary challenges involves coping with fluctuating temperatures throughout the day

while accurately capturing wave heights that are mere centimeters in magnitude. To validate this approach, a field test was conducted at Lake Wörthersee, outfitting a total of eight buoys with MEMS IMUs. One buoy was tracked using a total station to verify the developed algorithm.

This paper is divided into three sections: Section 2 delineates the methodologies employed, the selected sensor, and details regarding the measurement campaign. Section 3 focuses on presenting the results obtained. The final Section 4 concludes the paper by providing a summary as well as a discussion.

2. Materials and Methods

The following sections introduce the selected MEMS IMU for measuring wave heights and give an overview of the analysis methods. Furthermore, the field measurement is described.

2.1 Selected Sensors

Inertial data samples of MEMS IMUs are collected via the XSens Dots [9] from the company XSens. The XSens DOT is composed of a triaxial accelerometer, a triaxial gyroscope, and a triaxial magnetometer, which measures accelerations, angular rates, and magnetic field strength, respectively. With its dimensions of 36.30 x 30.35 x 10.80 mm, output rates up to 120 Hz, battery life of up to 9 hours, and internal storage of 64 MB, it features a wearable sensor suitable for many applications. The sensor's bias instability, which denotes the extent of sensor output drift over time under consistent operating conditions and steady temperature, is relatively high at 10°/h, thus, impacting its stability and reliability during operation. Nonetheless, given the focus solely on short-term changes, this level of stability proves sufficient.

2.2 Definition of wave height and period

The wave heights are defined for up-crossing waves. The wave period refers to the crest period, thus, the time span between an up-crossing and the next down-crossing is measured. The definitions are illustrated in Figure 1. Those statistical values can be extracted via the WAFO (Wave Analysis for Fatigue and Oceanography) toolbox for Python [10].

2.3 Strapdown Integration

The parameter of interest in this study is the relative height component, which is computed via the conventional strap-down integration. Thus, inertial

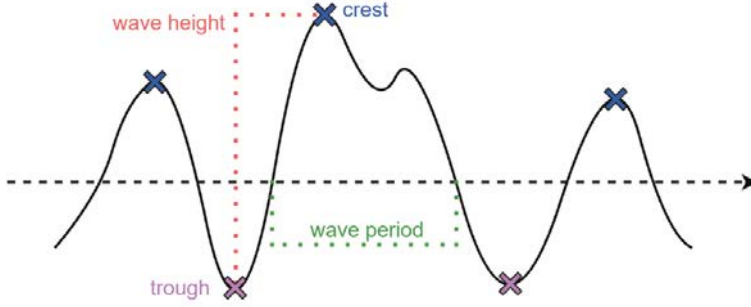


Fig. 1: Definition of wave height and period

data (accelerations f^b and angular rates Ω_{ib}^b) are converted into relative position/velocity/attitude (PVA) changes. The used mechanization equation reads as follows [11,12]:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}^l \\ \dot{v}^l \\ \dot{R}_b^l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v^l \\ R_b^l f^b - (2\Omega_{ie}^l + \Omega_{el}^l)v^l + \bar{g}^l \\ R_b^l(\Omega_{ib}^b - \Omega_{il}^b) \end{bmatrix} \quad (1)$$

where x^l contains the position in the local-level frame (l -frame). The definition of the axes of the l -frame corresponds to an east-north-up system. The vector v^l is the velocity vector, where the normal gravity vector \bar{g}^l [13] and the Coriolis part $(2\Omega_{ie}^l + \Omega_{el}^l)v^l$ are taken into account. R_b^l is the rotation matrix that transforms a vector from the body frame (b -frame) to the l -frame. The rotation matrix is parameterized by quaternions to increase the numerical stability. Basically, Ω is associated with a skew-symmetric cross-product matrix, where, e.g., Ω_{ib}^b corresponds to the skew-symmetric matrix containing the angular rate vector. A more detailed description can be found in Mascher et al. [14]. Integrating the mechanization equation based on the rectangular rule yield the desired states. Note that the raw acceleration measurements are corrected by pre-determined acceleration biases and scale factors. The gyroscope bias is calculated in the initialization process, and in parallel with the initial alignment, where the initial roll and pitch values are computed based on the accelerometer data. The initial heading is derived from magnetometer data. The initial position, as well as the initial velocity vector, are the null vector.

Despite the pre-calibration process of the IMU, other deterministic and cumulative stochastic sensor errors are present, which results in a rapid drift of the INS position solution [15]. The major environmental factor is varying temperature con-

ditions. Its modeling presents a time-consuming process. However, in post-processing, the drift of the IMU can be eliminated by time series analysis to a large extent. Alignment errors are another challenge for a standalone INS. Primarily, tilt errors and heading errors cause a miscalculation of the gravitational component. As a result, the Schuler oscillations (84.4 minute cyclic responses) are evoked [16].

2.4 Filtering

The filtering procedure consists of two main steps: The first one deals with the trend (drift) elimination of the INS height solution. The second one focuses on denoising the signal to extract wave heights that are associated with boat traffic.

2.4.1 Trend determination

An iterative process determines the trend, where different trend determination methods are considered:

As a first step, an initial trend (main drift) is determined using a centered moving average of the time series based on a 1-D convolution filter. As window length, 45 samples are chosen, which corresponds to 1.5 s of inertial data. After removing this initial trend, a more sophisticated method, namely Seasonal-Trend decomposition using locally weighted regression (LOESS), or in abbreviated form “STL” [17], is used for determining the remaining trend. According to Cleveland et al. [17], STL is an advanced filtering method that divides the signal into a trend, seasonal, and remainder (noise) component. Mainly, it is based on iteratively adjusting local regression models. The seasonal component is neglected and only the trend is again subtracted from the time series.

2.4.2 Wavelet Transform

One popular frequency analysis/filtering tool represents the Fast Fourier Transform (FFT). This

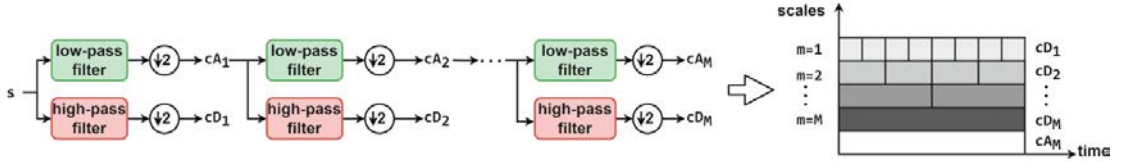


Fig. 2: Multiresolution signal decomposition and transform plot with scale indexing

approach is well suited for stationary time series. However, for non-stationary signals, which vary strongly over time, the FFT causes difficulties. Another issue that plays a central role in this study is that waves caused by wind show similar frequency characteristics to waves caused by boats. Thus, if the noise is within the desired spectral content, Fourier filters fail to work. The Wavelet Transform (WT) resolves these limitations. For the WT, the signal is correlated with so-called wavelets, which represent shifted and scaled versions of the mother wavelet ψ . The WT of a continuous signal $s(t)$ reads as follows [18,19]:

$$T(a, b) = \langle s, \psi_{a,b} \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \psi_{a,b}^* dt, \quad (2)$$

where a and b are the dilation and translation parameters, respectively. The complex conjugate of the scaled and shifted wavelet is denoted as $\psi_{a,b}^*$. By discretizing the dilatation and translation parameters, the discrete wavelet transform (DWT) is obtained:

$$T(m, n) = \langle s, \psi_{m,n} \rangle, \quad (3)$$

where m and n are the corresponding control parameters for the dilation and translation.

In 1998, Mallat [20] introduces the theory for fast wavelet decomposition and reconstruction algorithms using a wavelet orthonormal basis yielding to the fast wavelet transform (FWT). His idea of the multiresolution signal decomposition is based on the pyramid algorithm that utilizes quadrature mirror filters. The implementation can be interpreted as a cascade of high-pass and low-pass filters based on the discrete wavelet transform (DWT): A finite signal s can be decomposed into so-called approximation coefficients cA_1 and detail coefficients cD_1 , by applying low-pass and high-pass filtering, respectively, followed by dyadic decimation. These coefficients refer to the first level of decomposition at the scale index $m = 1$. The filtering process (Figure 2) is repeated for the approximation coefficients until the desired level

m or the maximum level M of decomposition is reached ($0 < m < M$).

The bandwidths at each scale m are equal to

$$\left[\frac{f_s}{2^{m+1}}, \frac{f_s}{2^m} \right] \quad (4)$$

for cD_m and

$$\left[0, \frac{f_s}{2^{m+1}} \right] \quad (5)$$

for cA_m [21]. f_s denotes the sampling frequency.

As also seen in Figure 2, the resulting dyadic grid wavelet transform coefficients yield a 2D discrete transform plot, which gives an impression of the frequency distribution. High frequencies refer to small scales and provide a high time resolution and low frequency resolution. Conversely, high scales are associated with low frequencies, which have a low time resolution, but a high frequency resolution.

Similarly, the discrete signal is reconstructed with the pyramid transform, also known as the inverse Fast Wavelet Transform (IFWT). Taking cA_m and cD_m , the original signal is reconstructed by inverting the pyramid algorithm [20].

2.4.3 Wavelet Denoising

Wind and heavy boat traffic are potential sources of interference. They result in a superposition of the individual waves, thus, outgoing energy from single boats is hardly identifiable. By denoising the signal, the distorted parts are minimized, and the determination of wave heights and periods is facilitated.

Wavelet denoising consists of the following parts:

- **Decomposition:** Decompose signal into multiple frequency bands using the FWT.
- **Thresholding:** Reduce the relative importance of transform coefficients with low absolute values.
- **Reconstruction:** Reconstruct the signal from the denoised coefficients using the IFWT.

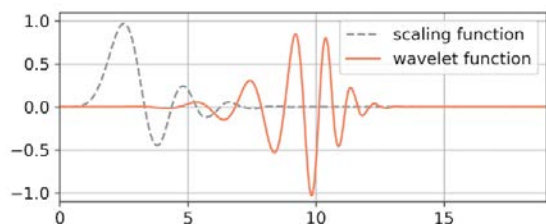


Fig. 3: Daubechies' wavelets with ten vanishing moments

Standard approaches use hard or soft thresholding functions, which are applied to each wavelet coefficient, to denoise a signal. However, Cai and Silverman [22] proposed an advanced denoising method called the “*NeighBlock*”. This approach includes information on neighboring coefficients in overlapping blocks (block thresholding) in the decision-making. The basic assumption of block thresholding is that if some coefficients contain a signal, it is likely that coefficients in the near vicinity also have some information.

The chosen wavelet for denoising the signal is the Daubechies' wavelet with ten vanishing moments (Figure 3).

2.5 Field Tests

Field tests were conducted at the Lake Wörthersee on 31. July 2022 between 06:30 and 18:00. Therefore, eight buoys and three anchor buoys were well-placed south of the “Schlangeninsel”. The test setup is sketched in Figure 4.

The anchor buoys are positioned 100 meters apart from one another forming a L-shape. Secured with velcro fasteners, one IMU was attached centrally to each yellow buoy. However, a central attachment of the IMU for the number one buoy, the orange one, was not possible, since this buoy was additionally equipped with a Leica GRZ101 360-degree Mini Prism. From the shore, the prism was tracked using a Leica Nova MS60 MultiStation to obtain a reliable ground truth for selected periods. The IMU data was recorded and stored within the sensor's internal storage at 30 Hz. Due to the limited battery life of each sensor (up to 9 hours @ 30 Hz), the IMUs were exchanged shortly before 14:00. Since it cannot be assumed that the buoys in the lake are stationary, the initialization process of the IMU was done on land. After a successful initial alignment, the buoys were reached by boat to attach the sensors.

The morning session focused on individual boat trips. From 07:15 until 08:30 single boats up

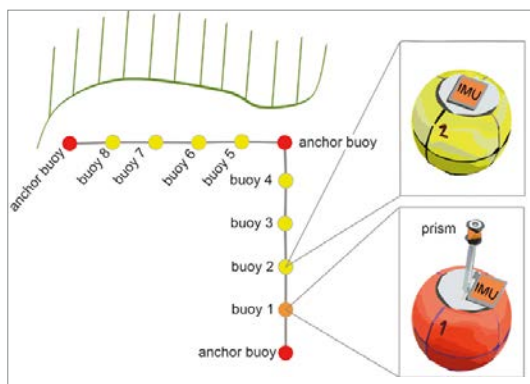


Fig. 4: Test setup. The distance between the buoys measures roughly 20 m. Buoy 1 was additionally equipped with a Leica 360° mini prism.

to 7.3 m in length were passing by the buoys to obtain an isolated data set. This session featured still air atmospheric conditions. After 10 o'clock more boat traffic and the rising wind were present. In the afternoon, gusts of winds were sensed occasionally. Under sunny weather conditions, the temperature range was approximately between 17°C and 27°C on land. Due to the strong solar radiation on the water, the sensor experienced higher temperatures.

3. Results

This section presents the final and intermediate results of the wave height determination. By comparing the INS solution with the reference, meaningful results and evaluations can be obtained.

3.1 Trend Elimination

As seen in Figure 5, the pure strapdown integration results in a rapid drift in the PVA. Due to tilting as well as sensor errors of the MEMS IMU, the Schuler oscillation (~84 min) becomes visible. Since the INS shows great short-time stability, height information can be obtained by detrending the time series in post-processing. After subtracting the initial trend (moving average) from the original time series, several small trends remain. Those trends are likely a result of temperature changes and tilting errors. However, after applying the STL analysis, wave heights are noticeable.

3.2 Comparison with reference

Figure 6 indicates an example of waves that originates from a passing boat (Super Air Nautique Gs 22) for all buoys. The arrangement of the buoys

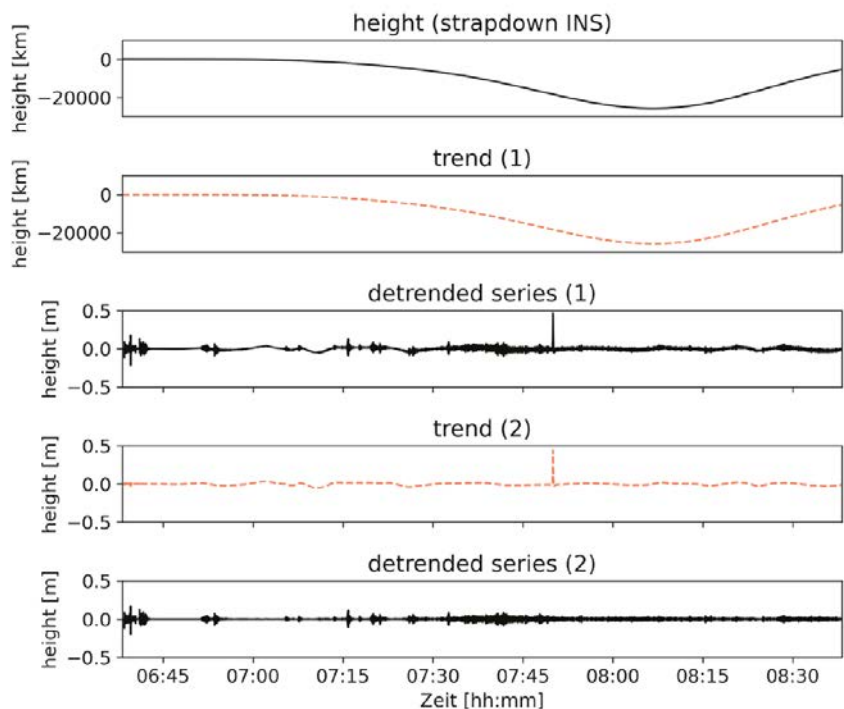


Fig. 5: Trend elimination. Trend (1) refers to the moving average, trend (2) to STL.

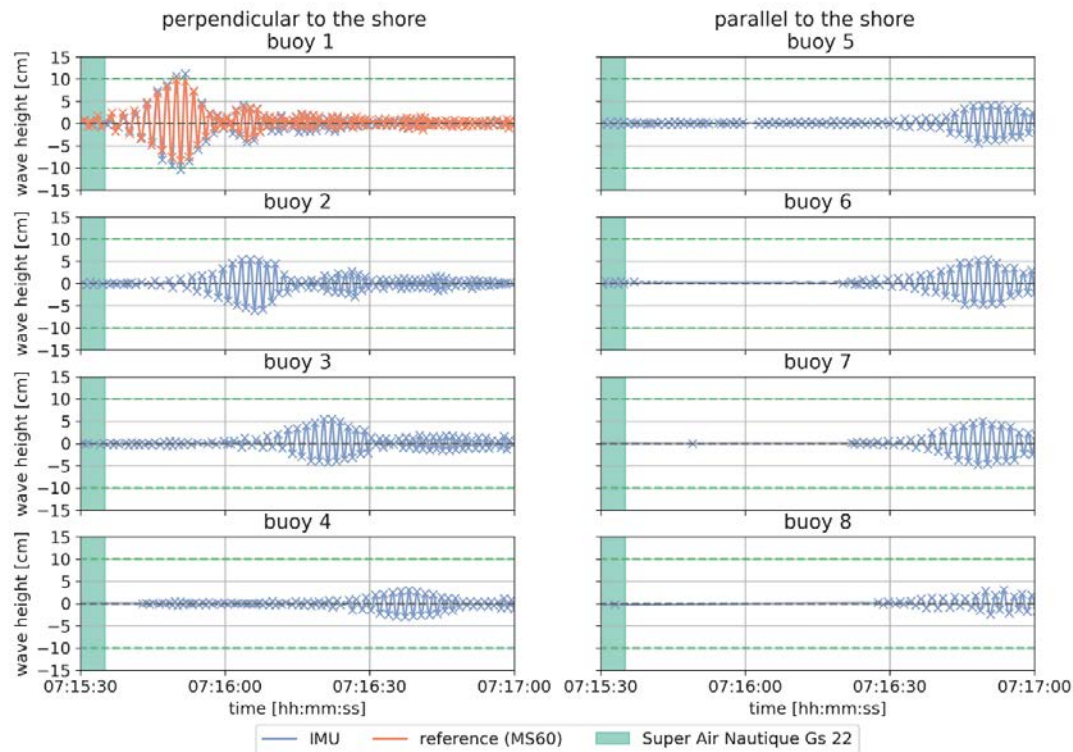


Fig. 6: Computed wave heights. The detail shows the transmitted energy based on the Super Air Nautique Gs 22, a boat with a length of 6.7 m. The cyan patch indicates the transit time of the boat near the buoys.

is illustrated in Figure 4. The signal refers to the detrended time series obtained by the inertial data. The wave reaches the buoys, which are perpendicular to the shore, with decreasing energy and delay. Since the parallel aligned buoys are close to the shore, the waves regain height. The wave height of buoy one matches the measured reference within 7 mm. However, this example shows the result under perfect conditions (no wind, no other boat traffic).

In Table 1, the average root-mean-square errors (ARMSEs) of buoy number one are listed. Conditions, like no wind and nearly no boat traffic, result in low ARMSE values. Rising wind and boat traffic cause more movement on the water's surface, thus, independent waves are superimposed. The buoy is tilted heavily, which results in higher ARMSE values around 4 cm. However, the ARMSE values should be interpreted with care since the prism and IMU are not affected identically by incoming waves due to their different mountings.

3.3 Frequency Analysis

Since wind and heavy boat traffic are potential sources of interference, the signal is denoised based on wavelet methodologies. The goal is to isolate waves that originate from boats and are not affected by wind. That data shall serve as the basis for the determination of wave periods and wave heights. In one initial approach, a discrete

reference	conditions	ARMSE [cm]	time span
1	nearly no wind nearly no boat traffic	1.5	07:10 08:30
2	rising wind rising boat traffic	2.1	09:15 11:15
3	heavy wind heavy boat traffic	4.3	12:07 13:45
4	heavy wind heavy boat traffic	3.0	14:15 16:10

Tab. 1: Average root-mean-square error (ARMSE) of the height component

Scale Index	Frequency range [Hz]	
$m = 4$	0.94	1.88
$m = 5$	0.47	0.94
$m = 6$	0.22	0.47

Tab. 2: Frequency ranges corresponding to decomposition levels of interest. The sampling rate is 30 Hz.

transform plot of the detrended time series (Figure 7) over the entire measurement day is analyzed.

Wave energy is transmitted between 0.2 and 1.9 Hz (Formula (4)). The context between the scales and sub-frequency bands is stated in Table 2.

However, the signal is still distorted by wind waves that are in a similar frequency band to waves caused by boats. By denoising the signal with the “NeighBlock”

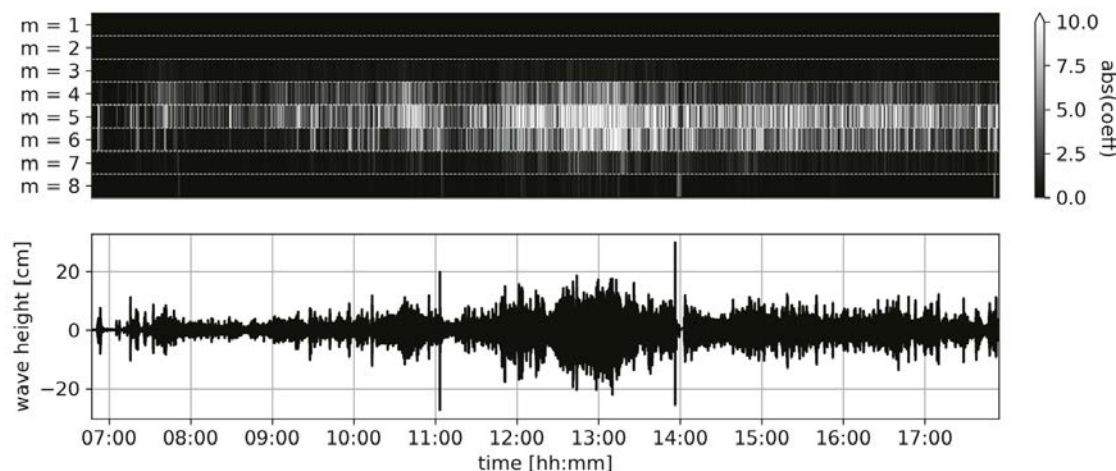


Fig. 7: Discrete transform plot with scale indexing of one selected buoy. Note that the IMU was exchanged shortly before 14:00 o'clock.

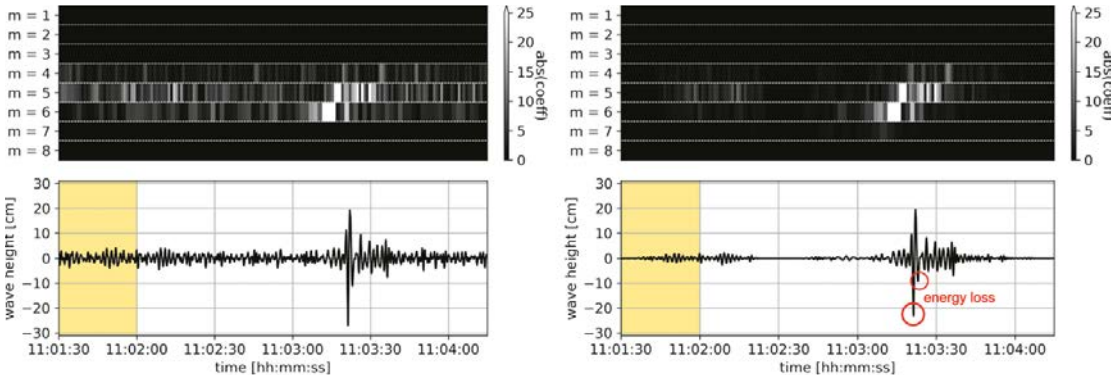


Fig. 8: Wave caused by ferry. The yellow patch indicates the approximate transit time of the ferry near the buoys. Noisy signal (left). Denoised signal (right).

method based on the Wavelet Daubechies 10, the wave can be highlighted. The assumption is that waves caused by wind yield less energy than waves, which are a result of passing boats. Hence, the relative importance of coefficients with low energy is decreased. Figure 8 compares the noisy signal with the denoised one caused by a ferry, which passed the buoys during windy conditions. The distorted parts could be minimized. Nevertheless, there is also a slight decrease in amplitude, notably concerning the troughs by a few millimeters. To improve/calibrate the filtering methods, further information, such as wind speed and direction would be needed.

4. Conclusion and Discussion

Since IMUs have great short-time stability, a stand-alone INS can determine wave heights through advanced data processing. Different trend determination methods are applied to eliminate the drift. A comparison of the INS with reference measurements of a total station showed that wave heights, under good conditions, are determinable within 1 cm. However, when the waves get rough out on the lake due to wind or heavy boat traffic, the accuracy degrades. Distorted parts, which are a result of wind and noise, are filtered by wavelets. The methodology for wavelet denoising is based on the assumption that waves caused by wind contain less significant energy than waves caused by passing boats. Wave heights and periods of specific events can be further extracted using, e.g., the WAFO toolbox [10]. The propagation of wave heights and periods yields valuable information that can be extended to other areas of Lake Wörthersee through models and simulations. The required accuracy for these models should not

surpass five centimeters, a requirement that the proposed approach successfully met.

Although the MEMS IMU sensed inertial data over several hours, tilting errors due to inaccurate initialization seem to have no substantial impact on the height determination. In part, this could be in recognition of the fact that waves are based on harmonic movements.

However, these results are based on an initial feasibility study, and further information and measurement campaigns are required to establish a scientifically supported statement regarding whether boat traffic correlates with the decreased biodiversity in Lake Wörthersee. Despite encountering various challenges, including tilting errors, temperature gradients, and wind, it has been demonstrated that MEMS IMUs hold significant potential in accurately capturing wave energy. Moreover, these low-cost measurement buoys exhibit high scalability, enabling a broad spectrum of applications.

Consequently, the research project WAMOS (WAVE MONITORING SYSTEM) was initiated in October 2023. The primary objective of this project is to develop an interdisciplinary monitoring system that analyzes and links together wave heights, boat traffic, meteorology, sediment content, and macrophyte vegetation. This investigation seeks to understand the impact of boat traffic on vegetation and to identify necessary countermeasures, such as wave protection measures. Therefore, an integral aspect involves enhancing the measurement buoys, including the integration of the free-of-charge Galileo High Accuracy Service and capturing wave heights in near-real-time.

Acknowledgement

Many thanks to the Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management (Graz University of Technology), especially Univ.-Prof. Gerald Zenz, for the cooperation and support during this feasibility study. Thanks to the Carinthian Institute for Lake Research for initializing and supporting this study.

Together with the Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management (Graz University of Technology), the SIENA research group (Carinthia University of Applied Sciences), Systema Bio- and Management Consulting GmbH, Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH, and the Carinthian Institute for Lake Research, the Working Group of Navigation from the Institute of Geodesy (Graz University of Technology) is currently conducting further investigations and developing a wave monitoring system within the scope of the research project "WAMOS". The project "WAMOS" is funded by the Austrian Promotion Agency (FFG) within the "Austrian Space Application Programme (ASAP)".

References

- [1] kaernten.ORF.at. Wasserpflanzensterben wird erforscht. Available online: <https://kaernten.orf.at/stories/3167158/> (accessed on 3 October 2022).
- [2] Roggenbuck, O.; Reinking, J.; Lambertus, T.: Determination of Significant Wave Heights Using Damping Coefficients of Attenuated GNSS SNR Data from Static and Kinematic Observations. *Remote Sensing* 2019, 11, doi:10.3390/rs11040409.
- [3] Zhu, L.; Yang, L.; Xu, Y.; Yang, F.; Zhou, X.: Retrieving Wave Parameters From GNSS Buoy Measurements Using the PPP Mode. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* 2022, 19, 1–5, doi:10.1109/LGRS.2020.3041846.
- [4] F. Fund; F. Perosanz; L. Testut; S. Loyer.: An Integer Precise Point Positioning technique for sea surface observations using a GPS buoy. *Advances in Space Research* 2013, 51, 1311–1322, doi:10.1016/j.asr.2012.09.028.
- [5] Zhou, B.; Watson, C.; Legresy, B.; King, M.A.; Beardsley, J.; Deane, A.: GNSS/INS-Equipped Buoys for Altimetry Validation: Lessons Learnt and New Directions from the Bass Strait Validation Facility. *Remote Sensing* 2020, 12, doi:10.3390/rs12183001.
- [6] Zhang, Y.; Qi, L.; Dong, J.; Wen, Q.; Lv, M.: Data Processing Based on Low-Precision IMU Equipment to Predict Wave Height and Wave Period. In 2019 2nd International Conference on Data Intelligence and Security (ICDIS). 2019 2nd International Conference on Data Intelligence and Security (ICDIS), South Padre Island, TX, USA, 28/06/2019–30/06/2019; IEEE, 2019–2019; pp 103–107, ISBN 978-1-7281-2080-5.
- [7] Jens Nikolai Alfsen: IMU-based sea state estimation using IMU-based sea state estimation using convolutional neural networks for DP vessels; Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, 2020.
- [8] Ren, M.; Pan, K.; Liu, Y.; Guo, H.; Zhang, X.; Wang, P.: A Novel Pedestrian Navigation Algorithm for a Foot-Mounted Inertial-Sensor-Based System. *Sensors* 2016, 16, 1–13, doi:10.3390/s16010139.
- [9] Xsens DOT User Manual, Document XD0502P, Revision D. Available online: <https://www.xsens.com/xsens-dot>.
- [10] WAFO group. WAFO – a Matlab Toolbox for Analysis of Random Waves and Loads: Tutorial for WAFO version 2017, 2017.
- [11] Noureldin, A.: Fundamentals of Inertial Navigation, Satellite-based Positioning and their Integration; Springer: Berlin, Heidelberg, 2013, ISBN 978-3-642-30465-1.
- [12] Hofmann-Wellenhof, B.; Legat, K.; Wieser, M.: Navigation: Principles of Positioning and Guidance; Springer Vienna: Vienna, s.l., 2003, ISBN 978-3-7091-6078-7.
- [13] Vajda, P.; Panisova, J.: Practical comparison of formulae for computing normal gravity at the observation point with emphasis on the territory of Slovakia. *Contributions to Geophysics and Geodesy* 2005, 35, 173–188.
- [14] Mascher, K.; Wieser, M.: Foot-Mounted Inertial Navigation – Implementation and Fusion Concept into a Bayesian Filtering Framework. In 2021 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN).
- [15] Altinoz, B.; Unsal, D.: Determining efficient temperature test points for IMU calibration. In 2018 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS). 2018 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS), Monterey, CA, 23/04/2018–26/04/2018; IEEE, 2018–2018; pp 552–556, ISBN 978-1-5386-1647-5.
- [16] Grewal, M.S.: Global positioning systems, inertial navigation, and integration, 2nd ed.; Wiley-Interscience: Hoboken, N.J., 2007, ISBN 978-0-470-04190-1.
- [17] Cleveland, R.B.; Cleveland, W.S.; Terpenning, I.: STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics* 1990, 6, 3.
- [18] Addison, P.S.: The illustrated wavelet transform handbook: Introductory theory and applications in science, engineering, medicine and finance, Second edition; CRC Press Taylor & Francis Group: Boca Raton, Fla., 2017, ISBN 1482251329.
- [19] Rhif, M.; Ben Abbes, A.; Farah, I.; Martínez, B.; Sang, Y.: Wavelet Transform Application for/in Non-Stationary Time-Series Analysis: A Review. *Applied Sciences* 2019, 9, 1345, doi:10.3390/app9071345.
- [20] Mallat, S.G.: A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation. *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.* 1989, 11, 674–693, doi:10.1109/34.192463.
- [21] Haqshenas, S.R.; Saffari, N.: Multi-resolution analysis of passive cavitation detector signals. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2015, 581, 12004, doi:10.1088/1742-6596/581/1/012004.
- [22] Cai, T.T.; Silverman, B.W.: Incorporating Information on Neighbouring Coefficients into Wavelet Estimation. *Sankhyā: The Indian Journal of Statistics, Series B* (1960–2002) 2001, 63, 127–148.

Contacts

Dipl.-Ing. Karin Mascher, Graz University of Technology, Institute of Geodesy, Steyrergasse 30/III, 8010 Graz, Austria. E-Mail: karin.mascher@tugraz.at

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Philipp Berglez, Graz University of Technology, Institute of Geodesy, Working Group Navigation, Steyrergasse 30/II, 8010 Graz, Austria. E-Mail: pberglez@tugraz.at

75 Jahre Österreich in der internationalen Vereinigung der Vermessungsingenieure (FIG) 1949-2024



75 years of Austria in the International Federation of Surveyors (FIG) 1949-2024

Michael Hiermanseder, Wien

„Per aspera ad astra.“¹

Kurzfassung

Die internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure (FIG) ist einer der wichtigsten Verbände für Geodäten weltweit. Die österreichischen Beiträge zu den Zielen, Aufgaben, sowie in der Struktur dieser Gesellschaft in den 75 Jahren von 1949 bis 2024 werden im Beitrag vorgestellt.

Schlüsselwörter: FIG, Österreich, Geschichte

Abstract

The international Federation of Surveyors (FIG) is one of the most important unions for surveyors worldwide. In this paper the Austrian contributions to the objectives, tasks, and the structure of this society in the 75 years from 1949 to 2024 are presented.

Keywords: FIG, Austria, history



Quelle: Claret 2008, S. 26

Abb. 1: Teilnehmer des VII. FIG Kongresses 1949 in Lausanne

1. Österreichischer Beitritt zur FIG am VII. Kongress 1949 in Lausanne

Nach der durch den zweiten Weltkrieg bedingten Pause wurde 1946 die Neugründung des Internationalen Geometervereines (FIG) und die Veranstaltung eines Kongresses für das Jahr 1949 in Lausanne beschlossen, dessen Organisation dem Schweizerischen Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik übertragen wurde. Der VII. FIG-Kongress fand von 22.-27. August 1949 statt.

1) cf. Seneca, Hercules furens: „Non est ad astra mollis e terris via“ (Es gibt keinen bequemen Weg von der Erde zu den Sternen).

Auf diesem Kongress wurde die Aufnahme des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen (ÖVW) in die FIG beschlossen, was besonders vom Schweizerischen Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik und vom Eidgenössischen Vermessungsdirektor in Bern Hans Härry² befürwortet wurde.³

Die österreichische Delegation unter Führung des Präsidenten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Dipl.-Ing. Karl Lego⁴ fand herzliche Aufnahme. Ihr gehörten an: Präsident

2) Hans Härry (*1895 in Zürich; †1980 in Bern), 1920 Patent als eidgenössischer Grundbuchgeometer, Ingenieur im Bundesamt für Landestopographie, Landesnivelements, Triangulation und Photogrammetrie. 1926 Eidgenössischen Vermessungsdirektion, bis 1948 Vermessungsaufsicht in den Kantonen Glarus, Basel-Stadt, Genf und im Fürstentum Liechtenstein, Einführung neuer Vermessungsmethoden wie der Luftbildphotogrammetrie und des Vermessungsflugdienstes. 1949 vom Bundesrat zum Eidgenössischen Vermessungsdirektor gewählt. Ehrendoktor der Universität Lausanne (1953), Ehrenmitglied der Sektion Bern des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins, des Deutschen Vereins für Vermessungswesen und des Österreichischen Vereins für Vermessungswesen.

3) Am VII.FIG-Kongress in Lausanne im August 1949 (Abbildung 1) nahmen drei deutsche Teilnehmer als Gäste teil, die sich auch an der fachlichen Arbeit der zehn Kommissionen beteiligten. Der DVW hebt die gute Zusammenarbeit mit den Freunden aus Österreich hervor, die 1949 als neu gegründeter Österreichischer Verein für Vermessungswesen (ÖVW) in die FIG aufgenommen wurden.

4) Karl Lego (1884-1973 in Wien), Studium der Geodäsie an der TH Wien, 1908 Assistent für „Praktische Geometrie“ unter Prof. Eduard Doležal, Evidenzhaltung des Grundsteuerkatasters in Bregenz, 1911 Leiter des Vermessungsbezirktes Waidhofen a.d. Thaya, 1912 Triangulierungs- und Kalkülbüro der Generaldirektion des Grundsteuerkatasters in Wien, 1914 als Leutnant Kommandant eines Vermessungstrupps, 1915 Kriegsgefangenschaft nahe Chabarowsk (Russland). 1917 in den Wirren der Oktoberrevolution abenteuerliche Flucht über 10000 km zurück nach Österreich. 1918 Triangulator beim Kommando des Kriegsvermessungswesens. 1919 Neuvermessung Hollabrunn, 1921 Präzisionsnivelement im Bundesvermessungsamt, 1927 Katastralaufnahme von Mayerhofen im Zillertal, 1930 photogrammetrische Aufnahme des Drahtseils der Kanzelbahn bei Villach. 1932 Leiter des Vermessungsamtes Neusiedl am See, Reambulierung des ungarischen Katasters. 1934 Leiter der Abt. V/6 Bildmessung im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 1936 Leiter der Gruppe Vermessungswesen, wirkli. Hofrat. 1938 Versetzung in den Ruhestand. 1941 Amtsleiter des Vermessungsbezirktes Kaplitz (Böhmen). 1945 wieder Leiter der Vermessungsgruppe, 1947 Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen. Präsident der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung, Honorarprofessor und Ehrensenator der TH Wien, Ehrenmitglied des Deutschen Vereins für Vermessungswesen und Kulturtechnik, des Österreichischen Vereins für Vermessungswesen und der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie.

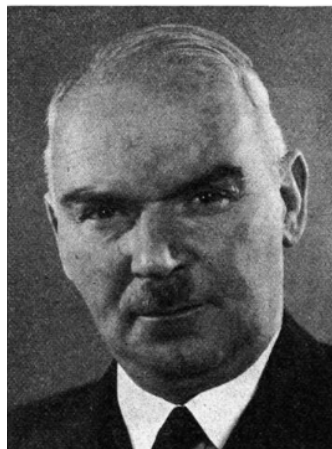


Abb. 2: Dr. h. c. Hans Härry (1955)



Abb. 3: Prof. Karl Neumaier (1.v.l.) und Präsident Karl Lego (3.v.l.) (1949)

Lego, Dr. Ing. Barvir, Dr. Eder, Dr. Löschner, Dr. Meixner, Hofrat Ing. Neumaier, Prof. Dr. Rohrer, Fabrikant Rost⁵, Dr. Rinner⁶, Dipl.-Ing. Stoier, Tröbinger, Dipl.-Ing. Widhalm.

5) Rudolf Rost jun. (1890-1951 in Wien), Inhaber des mathematisch-mechanischen Instituts Rudolf & August Rost 1923-1951

6) Karl Rinner (*1912 in Gratkorn; †1991 in Graz), österreichischer Geodät, Hochschullehrer in Berlin und Graz sowie Zivilingenieur. 1939 z.B., als Kapitänleutnant Aufbau der Abteilung „Photogrammetrie und Vermessung“ bei der Kriegsmarine, zuletzt Oberregierungsrat (Fregattenkapitän). Dozent an der TH Berlin-Charlottenburg Grundlagen der neuen Disziplin Meeresgeodäsie. 1957 Direktor des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts in München. 1959 Ruf TH Wien, im Tausch mit Alois Barvir an die TH Graz. Forschungen in Photogrammetrie, Messung von Erdzeiten, EDM-Distanzmessung und in der Satellitengeodäsie, Leitungsfunktionen in IAG und IUGG, 4 Ehrendoktorate. Wegen seiner umfassenden Leistungen in der Photogrammetrie, Ingenieur- und Höheren Geodäsie erhielt er in Fachkreisen den Titel „Universalgeodät“.

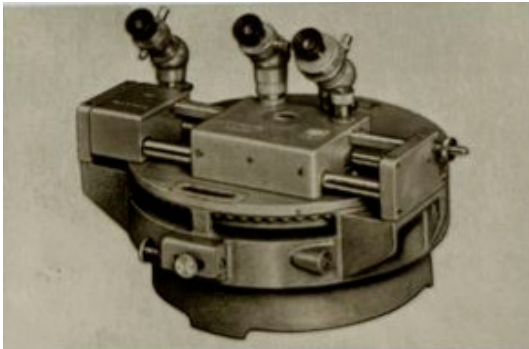


Abb. 4: Rost Coorapid



Abb. 5: Dipl.-Kfm. Peter Schlögl mit Coorapid, Ausstellung beim FIG 1953 in Paris

Vermessungsdirektor Härry berichtete über die Anwendung der Photogrammetrie in verschiedenen Ländern, Prof. Hallert über neue photogrammetrische Arbeiten in Schweden und Dr. Rinner hielt ein Referat über den von der Fa. Rost ausgeführten Coorapid. Weiters wurde von Ing. Huguenin über die Polygonierung von Paris, von Ing. Berchtold über Präzisionsdistanzmessung und über verschiedene Fragen der Anwendung der Photogrammetrie im Kataster berichtet.

Mit dem Kongress war eine große Ausstellung im Polytechnikum der Universität Lausanne verbunden, die von staatlichen und privaten Ämtern der Schweiz und den größten geodätischen Firmen der Kongressländer beschickt war. Sie zeigte den Stand des Plan- und Kartenwesens der einzelnen Staaten sowie die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete des Instrumentenbaues. Die österreichische Ausstellung brachte etwas ganz Neues, den „Coorapid“, ein Gerät zur mechanischen Koor-

dinatenrechnung, welches nach den Ideen der österreichischen Vermessungsingenieure Avanzini und Bohrn⁷ von der Firma Rost⁸ hergestellt wurde und sehr große Beachtung fand.⁹

Anlässlich der Teilnahme am FIG-Kongress 1949 gaben das Bundesamt für Eich und Vermessungswesen und der Österreichische Verein für Vermessungswesen ein Sonderheft der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen heraus, das dem „Altmeister der Geodäsie in Österreich“ Prof. Dr. Eduard Doležal¹⁰ gewidmet ist. Es soll als nationaler Bericht die Bestrebungen der FIG unterstützen und stellt auf über 60 Seiten die Entwicklung und Organisation des Vermessungswesens in Österreich bis zum ersten Weltkrieg dar.

- 7) Koordinatenrechenmaschine „Coorapid“ nach DI Leander Avanzini und DI H. Bohrn zur mechanischen Ermittlung der rechtwinkligen Koordinaten aus den Messwerten einer Polaraufnahme, ohne Rechenmaschine, Winkelfunktionstabelle, 140 Punkte/h. Lösung vieler Probleme der ebenen Geodäsie.
- 8) Die Firma Rudolf & August Rost nahm als einzige österreichische Fachfirma mit den von ihr erzeugten Instrumenten an den Ausstellungen der FIG-Kongresse 1949 in Lausanne, 1953 in Paris, 1962 in Wien, 1971 in Wiesbaden, 1974 in Washington, 1977 in Stockholm, 1981 in Montreux und 1983 in Sofia, teil.
- 9) Tagungsbericht aus der ÖZ 1949, S 141 ff
- 10) Eduard Doležal (*1862 in Mährisch Budwitz; †1955 in Baden), Studien der Mathematik, Physik und darstellenden Geometrie an der Technischen Hochschule und der Universität Wien. 1887 Assistent für Praktische Geometrie bei Anton Schell an der TH Wien, 1889 Technische Mittelschule in Sarajevo, 1896 Konstrukteur an der TH Wien, 1899 Professor für Darstellende und Praktische Geometrie, später auch Markscheidekunde an der Bergakademie in Leoben. 1905-1930 Professor für Niedere Geodäsie an der TH Wien, 1907/08 Dekan, 1908/09 Rektor der TH Wien. Eduard Doležal gilt als Begründer des modernen österreichischen Vermessungswesens, er gründete 1907 die Österreichische, 1910 die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie. Er gab von 1908 bis 1923 das Internationale Archiv für Photogrammetrie sowie von 1907 bis 1938 die Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen heraus. Mitarbeit an der Reform des montanistischen Studiums, Reform des geodätischen Unterrichtes an den Technischen Hochschulen in Österreich, Schaffung eigener Abteilungen für Vermessungswesen, Zentralisierung des staatlichen Vermessungswesens und Gründung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, das die Erdmessung, die Triangulierung, den Grundkataster sowie die topographische Landesaufnahme umfasst. Eduard Doležal erhielt mehrere Ehrendoktorate und 1942 die Goethe-Medaille für Kunst und Wissenschaft, 1918 Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, 1924 der Spanischen Akademie der Wissenschaften, 1942 der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Zu seinem Gedenken wurde von seinem Nachfolger Karl Kraus der Eduard Doležal Award ins Leben gerufen, der an Personen aus Entwicklungs- oder Reformländern vergeben wird, um ihnen damit die Teilnahme am ISPRS-Kongress zu ermöglichen.

von Rudolf und August Rost in Wien aus. Ein weiteres Gerät mit erhöhter Präzision wurde 1909 bei der Firma Karl Zeiß in Jena unter der Bezeichnung «Orel-Zeiß'scher Stereoaograph» hergestellt.¹⁴



Abb. 8: Olt. Eduard v. Orel mit Rost-Autostereograph M1908

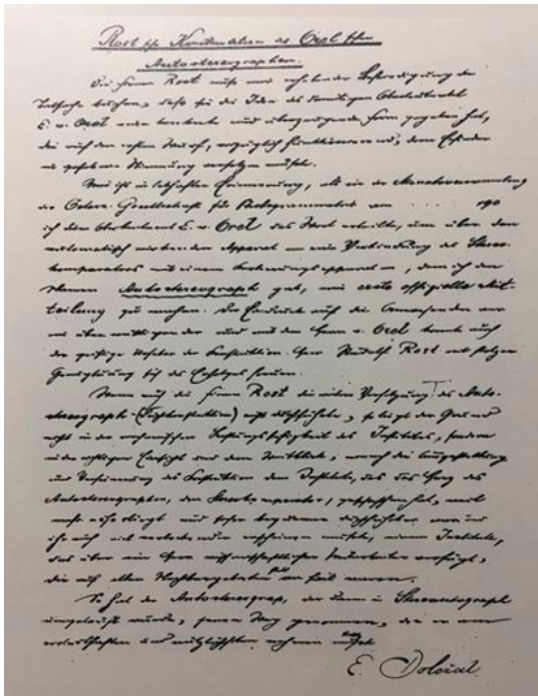


Abb. 9: Konstruktionsbeschreibung von Prof. Doležal



Abb. 10: FIG 1962 in Wien

2. X. Internationaler Geometerkongress Wien 1962

Die Fédération Internationale des Géomètres (FIG) hielt ihren Jubiläumskongress, den X. Kongress, vom 24. August bis 1. September 1962 in Wien ab. Er stand unter dem Ehrenschutz des Bundespräsidenten, der gesamten österreichischen Bundesregierung, des Bürgermeisters der Bundeshauptstadt Wien und der Magnifizenzen der österreichischen Hochschulen technischer Richtung. Die Organisation dieses Kongresses oblag dem Österreichischen Verein für Vermessungswesen, aus dessen Reihen sich das Organisationskomitee bildete.



Abb. 11: Präsident Prof. Ing. Dr. h.c. Karl Neumaier (1997)

14) Sonderheft 9 der ÖZ (1949)



Abb. 12: Wiener Stadthalle



Abb. 13: Wiener Rathaus 1962

Am Abend vor der feierlichen Eröffnung im Festsaal der Wiener Hofburg begrüßte der Verein die Kongressteilnehmer und ihre Begleitpersonen als seine Gäste im Wiener Konzerthaus. Die Vorträge, Beratungen und Diskussionen der zehn technischen Kommissionen der FIG – mit einer Gesamtdauer von 60 Stunden – bezeugten den ernstesten Willen zu gemeinsamer internationaler fachwissenschaftlicher Arbeit. Diese Arbeitssitzungen wurden in fünf Sälen der Wiener Stadthalle abgehalten. Die im selben Gebäude veranstalteten Fach- und Firmenausstellungen haben in seltener Reichhaltigkeit, Geschlossenheit und Übersichtlichkeit eine repräsentative Schau des internationalen Vermessungswesens gegeben.

Die Sitzungen des eigentlichen Verwaltungskörpers der Fédération, des „Comité Permanent“, nahmen insgesamt 12 Stunden in Anspruch. In ihnen wurden die der Generalversammlung zur Ratifizierung vorzulegenden Resolutionen beraten und beschlossen. So wurde nach dem verstorbenen Präsidenten der FIG Herrn Dipl.-Ing. Dr. jur. Franz Schiffmann, der damalige Präsident des Bundesamtes für Eich und Vermessungswesen Dr. h. c. Ing. Karl Neumaier zum Präsidenten der FIG gewählt, ein Preis von 25 Englischen Pfund für die beste Abhandlung oder fachliche Leistung junger Geodäten (bis 35 Jahre) ausgesetzt und die italienische Landesgesellschaft mit der Veranstaltung des nächsten Kongresses im Jahre 1965 betraut.

In der Generalversammlung hielt der Präsident der Ingenieurkammer für Wien, Niederösterreich und Burgenland, Herr Arch. Ing. Johannes Lust, den mit großem Interesse aufgenommenen Vortrag „Die beruflichen Aufgaben und die Stellung des Ingenieur-Konsulenten für Vermessungswesen in Österreich“.

Folgende wesentliche Beschlüsse der Generalversammlung wurden gefasst:

- Die FIG begrüßt die Entwicklung der Vermessungs- und Rechentechnik, die durch die Vervollkommen der technischen Hilfsmittel, insbesondere der elektronischen Entfernungsmessgeräte und der modernen Rechenanlagen, im Sinne einer Automatisierung eingeleitet worden ist. Die Ausnutzung dieser modernen Möglichkeiten ist geeignet, die Leistungsfähigkeit des Vermessungswesens nach Quantität und Qualität in früher nicht geahntem Maße zu steigern. Die FIG befürwortet daher eine zielbewusste, intensive Förderung dieser Entwicklung durch alle zuständigen Stellen und empfiehlt allen Berufsangehörigen eine positive Einstellung zu dieser Entwicklung.
- Die FIG stellt fest, dass auf dem Gebiet der Ingenieurvermessungen einschließlich derjenigen des Bergbaues immer größere Anforderungen bezüglich der Vielfältigkeit der Verfahren und der erforderlichen Genauigkeit an den Vermessungsingenieur gestellt werden. Andererseits bietet dieses Gebiet außer den Behörden auch dem Vermessungsingenieur im freien Beruf ein großes Feld der Betätigung. Es erscheint daher notwendig, dass die FIG die Erfahrungen auf diesem Gebiet sammelt und den Berufsangehörigen vermittelt.

- Die erfolgreiche kombinierte Verwendung von Photogrammetrie und photographischer Interpretation bei der forstlichen Umlegung lässt es empfehlenswert erscheinen, die Anwendung dieser Kombination auch für andere ähnliche Aufgaben in Erwägung zu ziehen. Sie verspricht vielseitige Ergebnisse auf rationellem und ökonomischem Wege.
- Angesichts der Tatsache, dass die Herstellung von Karten und Plänen mit der durch die modernen Verfahren der Vermessungstechnik und Photogrammetrie erheblich beschleunigten Bereitstellung der Daten nicht Schritt hält, begrüßt die FIG die bemerkenswerten Fortschritte, die bei der Automatisierung der Kartenherstellung erzielt worden sind. Sie hält es für sehr wünschenswert, dass diese Automatisierung eine schnelle Entwicklung nimmt, damit der Engpass zwischen der Bereitstellung der Vermessungsergebnisse und der Herstellung der Karten beseitigt wird.
- Der FIG erscheint es wünschenswert, dass die dafür zuständigen Berufsangehörigen und Dienststellen darauf bedacht sind, zum Zwecke der Übersichtlichkeit und der Rationalisierung die große Zahl der in Anwendung befindlichen Maßstäbe auf eine kleine Zahl von Grund- und Hauptmaßstäben zu beschränken.
- Jede Angabe über die geometrischen Eigenschaften von Messungen und Ergebnissen von Messungen sollte in klaren und gut definierten Ausdrücken gemacht werden. Diese Angaben sollten immer mit Daten über ihre Zuverlässigkeit verbunden werden, d. h. durch Angabe der Zahl der überschüssigen Beobachtungen oder der Kontrollpunkte.
- Die heutigen Verhältnisse machen eine systematische und progressive Planung und Stadterneuerung unbedingt notwendig. Wie auch immer die Gesellschaftsform eines Landes geartet sein mag, so muss doch für alle Planungsträger eine übergeordnete Koordinierungsstelle vorhanden sein.
- Für jede Art der Planung ist die Qualität und Genauigkeit der vermessungstechnischen Planungsunterlagen von grundlegender Bedeutung. Für die Stadterneuerung sind Pläne möglichst großen Maßstabes unentbehrlich, die überdies in ihrem Inhalt möglichst vollständig, genau und klar sein müssen. Doch liegt die Aufgabe des Geometers in der Planung keineswegs nur in der Herstellung dieser Pläne. Er hat vielmehr auch sehr wesentlich zum Entstehen einer guten Zusammenarbeit zwischen den Planungsbehörden und den Grundeigentümern beizutragen. Wirksame Planungsmaßnahmen treffen schließlich immer auf die damit verbundenen wirtschaftlichen Probleme. Die mit Planungsmaßnahmen einhergehenden oder durch sie hervorgerufenen Bodenwertsteigerungen müssen unbedingt kontrolliert werden und in geeigneter Weise dem öffentlichen Wohl zugutekommen. In allen Ländern muss zur Bewältigung dieser Aufgaben noch viel getan werden. Es ist unbedingt erforderlich, beim Studium dieser technischen Fragen in den Planungskörperschaften den Fachleuten die Entscheidungen zu überlassen.
- In jedem Land sollen für die jungen Geometer Möglichkeiten geschaffen werden, Praxis zu erwerben, sei es bei öffentlichen Dienststellen oder bei Zivilingenieuren. Die Auslandspraxis soll in jedem Land angerechnet werden.
- Die Kommission VI wird auch weiterhin die vergleichende Übersicht über Stellung und Wirkungsbereich des Geometers in den verschiedenen Ländern auf dem Laufenden halten. Sie wird weiterhin die Möglichkeiten einer engen Zusammenarbeit der beamteten und freischaffenden Geometer in den einzelnen Ländern studieren.
- Die Kommission VII regt an, die FIG möge sich in die Unterstützungsaktion für die Entwicklungsländer einschalten durch Erstellung eines Studienprogrammes für Geodäsiestudenten und eines Fortbildungsprogrammes für Praktiker.
- Die Generalversammlung ermächtigt das Bureau der FIG, im Einvernehmen mit der „Association Internationale de Géodésie“, der „Société Internationale de Photogrammétrie“ und der „Association Internationale de Cartographie“ eine aus Vertretern der vier Gesellschaften bestehende Kommission einzusetzen zur Beratung der Richtlinien für eine gemeinsame Dokumentation und sämtliche Landesgesellschaften um ihre spätere Mitarbeit zu ersuchen.
- Das dreisprachige geodätische Wörterbuch wird nach mühevoller langjähriger Arbeit noch Ende dieses Jahres erscheinen.



Abb. 14: BEV, A-Gebäude, Friedrich-Schmidt-Platz



Abb. 15: Wiener Stadtplanungshaus (Stadtvermessung)

■ Das „Office International du Cadastre et du Régime Foncier“ (O.I.C.R.F.)¹⁵ soll auch weiterhin das Dokumentationsmaterial, insbesondere aus den nichteuropäischen Ländern sammeln. Das O.I.C.R.F. soll weiterhin seine vergleichenden Studien der verschiedenen Kataster- und Grundbuchssysteme fortsetzen. Insbesondere soll es in Zusammenarbeit mit der Kommission II die Bedeutung des Katasters und der Grundstücksmappe für die Grundbesitzer und das Grundbuch studieren. Das O.I.C.R.F. soll die Zusammenarbeit mit der „Food and Agriculture Organization of the United Nations“ (FAO) intensivieren.

■ Das Bureau der FIG wird ersucht: die Funktionen der administrativen und der technischen Kommissionen zu revidieren; dem Comité Permanent bei seiner Versammlung 1963 Empfehlungen für eine revidierte Struktur dieser Kommissionen vorzulegen; für die Konstituierung eines beratenden Komitees zu sorgen.

■ Von den mit dem Kongress verbundenen fachlichen Exkursionen und gesellschaftlichen Veranstaltungen seien erwähnt: die Führung durch das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen und das Stadtvermessungsamt der Bundeshauptstadt Wien sowie der repräsentative Empfang im Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau und im Rathaus der Stadt Wien. Die internationale Teilnahme war besonders zahlreich, aus 41 Ländern waren 725 Fachleute mit 185 Begleitpersonen nach Wien gekommen.¹⁶

3. FIG Kongresse 1878-2026 und ihre Präsidenten

- I. FIG Congress, 18.-20. Juli 1878, Paris (France); Estimateur-Expert E. Lefevre de Sucey, President.
- II. FIG Congress, 6.-10. August 1910, Brussels (Belgium); Géomètre-Expert A. Pereboom, President.
- III. FIG Congress, 15.-18. Oktober 1926, Paris (France); Géomètre-Expert Ph. Jarre, President 1927-30.
- IV. FIG Congress, 11.-14. September 1930, Zurich (Switzerland); Prof. Dr.-Ing. S. Bertschmann, 1931-34.
- V. FIG Congress, 18.-21. Juli 1934, London (England); Mjr Gen Sir Herbert C. Cole, KBE, CB, 1935-1938.
- VI. FIG Congress, 5.-10. October 1938, Rome (Italy); On. Geom. Ezio Fanti, 1939-42.
- VII. FIG Congress, 22.-27. August 1949, Lausanne (Switzerland); Col Marcel Baudet, 1948-51.
- VIII. FIG Congress, 28. August–6. September 1953, Paris (France); Géomètre-Expert H. Peltier, 1952-55.
- IX. FIG Congress, 28. August–4. September 1958, Scheveningen /Delft (Netherlands); Prof. Dr. Roelof Roelofs, 1956-59.
- X. FIG Congress, 24. August–1. Sept. 1962, Vienna (Austria); Prof. Dr.techn. Karl Neumaier, 1960-63
- XI. FIG Congress, 25. Mai.–3. Juni 1965, Rome (Italy); On. Géom. Ennio de Biagi, 1964-66.

15) OICRF, Dipl.-Ing. Eva-Maria Unger, Director, NL-7311 KZ Apeldoorn, <https://www.oicrf.org/links>

16) Hans Rohrer, ÖZ 05/1962, S 173 ff.



Abb. 16: XVI. FIG Kongress 1981 in Montreux

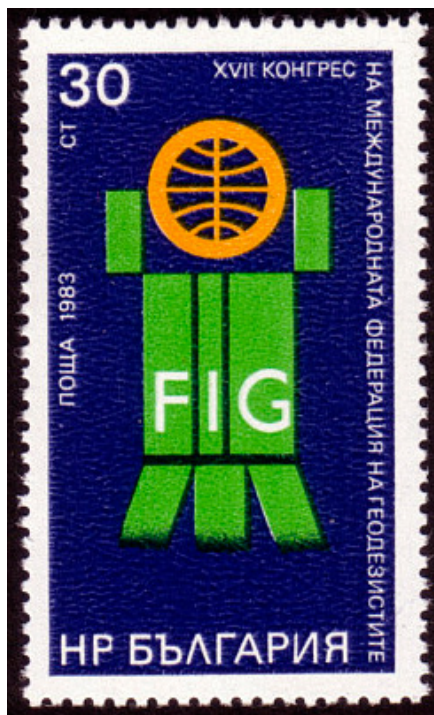


Abb. 17: XVII. FIG Kongress 1983 in Sofia



Abb. 18: XX. FIG Kongress 1994 in Melbourne



Abb. 19: XXIII. FIG Kongress 2006 in München

- XII. FIG Congress, 2.-12. September 1968, London (England); Bernard J. Collins, CBE, Director of Planning Greater London Council, 1967-69.
- XIII. FIG Congress, 1.-10. September 1971, Wiesbaden (Germany); Prof. Dr. Ing. Heinz Draheim, Dean Univ. of Karlsruhe, 1970-72
- XIV. FIG Congress, 7.-16. September 1974, Washington D.C. (USA); President William A. Radlinski, US Geological Survey, Office tenure 1973-75.

- XV. FIG Congress, 6.-14. Juni 1977, Stockholm (Sweden); Dr.-Ing. Carl-Olof Ternryd, Director of the Swedish National Road Administration, 1976-78
- XVI. FIG Congress, 9.-18. August 1981, Montreux (Switzerland)*
- XVII. FIG Congress 1983, Sofia (Bulgaria); Prof. Peevski*
- XVIII. FIG Congress 1986, Toronto (Canada)*
- XIX. FIG Congress 1990, Helsinki (Finland)*
- XX. FIG Congress 1994, 5.-12. März, Melbourne (Australia)*
- XXI. FIG Congress, 19.-25. Juli 1998, Brighton (UK)*¹⁷
- XXII. FIG Congress 2002, 19.-26. April, Washington DC (USA)
- XXIII. FIG Congress 2006 in Munich (Germany)

17) an den mit * bezeichneten Kongressen durfte der Verfasser persönlich teilnehmen.

XXIV. FIG Congress 2010 in Sydney (Australia)

XXV. FIG Congress, 16.-21. Juni 2014,
Kuala Lumpur (Malaysia)

XXVI. FIG Congress 6.-11. Mai 2018,
Istanbul (Turkey)

XXVII. FIG Congress 2022, Warsaw (Poland)

XXVIII. FIG Congress 2026,
Cape Town (South Africa)

4. Résumé

Seit seiner Gründung 1903 hat sich der Österreichische Verein für Vermessungswesen neben seinen nationalen Aufgaben nach Kräften immer auch internationalen Themen gewidmet. Einen Schwerpunkt des internationalen Engagements bildet die Mitwirkung in der FIG. Die FIG, die Internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure (Fédération Internationale des Géomètres, International Federation of Surveyors) ist ein Zusammenschluss nationaler Vereine und die einzige internationale Körperschaft, welche alle Vermessungsdisziplinen repräsentiert, vor allem die zentralen Bereiche Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement. Die FIG ist eine UNO-weit anerkannte NGO, hat Beraterstatus beim UN Sozial- und Wirtschaftsrat (ECOSOC) und eine enge Kooperation mit dem UN-Center for Human Settlements (UNCHS) und der Food and Agricultural Organisation (FAO).¹⁸

Der ÖVW hat sich seit 1949 konsequent in die FIG-Arbeit eingebracht. Dies ist vor allem dem Einsatz der handelnden Personen zu verdanken. Gerade im internationalen Kontext ist es entscheidend, dass geeignete Persönlichkeiten über einen längeren Zeitraum ein internationales Netzwerk aufbauen und pflegen. In den technischen FIG-Kommissionen sind stets namhafte Wissenschaftler und OVG(ÖVW)-Mitglieder über lange Jahre tätig gewesen. Sie sorgten für Kontinuität im internationalen Wissenstransfer. Eine besondere Herausforderung für einen FIG-Mitgliedsverband ist es, den FIG-Präsidenten zu stellen. Die OVG(ÖVW) hat in den 75 Jahren Zugehörigkeit zur FIG auch einmal diese herausragende Aufgabe durch Prof. Ing. Dr.techn. h.c. Karl Neumaier¹⁹ (Ehrenpräsident 1965) übernommen (1960-1963).

¹⁸⁾ Mansberger Reinfried / Höflinger Ernst / Muggenhuber Gerhard, Die internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure (FIG), vgi 1999, S 28 f

¹⁹⁾ Karl Neumaier, (1898-1999 Wien), Professor Ing. Dr.techn. h.c., Studium der Geodäsie an der TH Wien, Assistent bei Prof. Dokulil und Schüler des ISP-Gründers Prof. Eduard Doležal, 1928/1936 Berater

FIG Ehrenmitglieder (Ehrenpräsident) aus Österreich

- 1965 Prof. Ing. Dr.techn. h. c. Karl Neumaier (Ehrenpräsident)
- 1966 Prof. Dr.-Ing. Alois Barvir,
1967 Dipl.-Ing. Gustav Höllhuber,
1998 Dipl.-Ing. Ernst Höflinger

FIG Kommissionspräsidenten aus Österreich

- 1969-1971 O.Univ.-Prof. Dr. Hans Schmidt, Kommission 2 – Berufsausbildung
- 1978-1981 HR Dr. Josef Mitter, Kommission 3 – Fachliteratur/Landinformationssysteme
- 1991-1994 Dipl.-Ing. Ernst Höflinger, Kommission 3 – Landinformationssysteme
- 2002-2006 Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Muggenhuber, Kommission 3 – Spatial Information Management
- 2015-2018 HR Dipl.-Ing. Gerda Schennach, Kommission 7 – Kataster und Landmanagement
- seit 2023 Prof. Dr. Werner Lienhart, Kommission 6 – Ingenieurvermessung

Derzeitige österreichische Delegierte zu den Kommissionen der FIG (2024)

- Kommission 1 – Professional Standards and Practice, Dr. Herbert Döller
- Kommission 2 – Professional Education, Dr. Reinfried Mansberger
- Kommission 4 – Hydrography, Dr. Erwin Heine
- Kommission 5 – Positioning and Measurement, Dr. Helmut Woschitz
- Kommission 6 – Engineering Surveys, Prof. Dr. Werner Lienhart (Chair)

der Provinzregierung Chekiang (China), 1931 Berater der Chinesischen Zentralregierung für die Reform des chinesischen Vermessungswesens und die Einführung der Photogrammetrie, 1934 Professor an der Tung-Chi University in Woosong und der Chiao-Tung University in Shanghai. 1938 auf Einladung von Willem Schermerhorn, später Gründer des ITC, Rückkehr nach Europa als Professor für Photogrammetrie und Katastervermessung in Delft. 1941 Gründung des photogrammetrischen Südosteuropa-Instituts in Wien, ab 1945 Leiter der Abt. Photogrammetrie, dann der Gruppe Vermessungswesen, zuletzt Präsident des BEV. Österreichische Karte 1:50.000, 1955 erster Computer (IBM 604/2), erstes Vermessungsflugzeug, Reformator des Österreichischen Katasters, Gründer und Präsident der OEEPE, 1952-1956 Präsident der ISP Kommission VI, 1960-1963 FIG Präsident, Professor für Photogrammetrie an der TH Wien, Dr. h. c. TH Graz (1960).

■ Kommission 9 – Valuation and Management of Real Estate, Mag. Dipl.-Ing. Bernhard Futter

Referenzen

Ahrens Herbert, Die FIG und ihre geschichtliche Entwicklung/The historical development of FIG, 1974, <https://www.oicrf.org/-/fig-xivth-international-congress-of-surveyors>, <https://www.fig.net/about/general/FIG-HISTORY-ahrens.pdf>

Hiermanseder Michael, Von der Gestalt der Erden, Gradmessungen im 18. Jh., VGI 2022, S 213-233

Hiermanseder Michael, Internationale Grad- und Erdmessung im 19. Jh., VGI 2023, S 67-87

Hiermanseder Michael, 150 Jahre Franz-Josef-Land 1873-2023, Die Österreichisch-Ungarische Nordpolexpedition 1872-1874, Eduard von Orel (sen.u. jun.) und die Militärtopographie in Eis und Hochgebirge, VGI 2023

Hiermanseder Michael, 100 Jahre »Missão Cartográfica Austriaca« 1920-1924 in Brasilien, VGI 2024

Hiermanseder Michael / König Heinz, Johann Jakob von Marinoni – geodet und getadelt, Schöpfer des Mailänder Katasters, Kartograph, Wissenschaftler, VGI 2017, S 60-141

Lego Karl (ÖVV), Sonderheft 9 der ÖZ, 1949

Mansberger Reinfried / Höflinger Ernst / Muggenhuber Gerhard, Die internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure (FIG), vgi 1999, S 28 ff

Rohrer Hans, Tagungsbericht X. Internationaler Geometerkongreß Wien 1962, ÖZ 1962, S 174 ff

Schlögl Michaela, Festschrift 100 Jahre Rudolf & August Rost 1888-1988, 1989

Schlögl Michaela, Der Vater der Bilder, Ein Porträt von Eduard Doležal, 1996

Stoier Othmar, Bericht ü.d. 7. Internationalen Geometerkongreß in Lausanne 1949, ÖZ 1949, S 141 ff

Wydera Markus, Geodäsie i.d.Philatelie, http://www.wydera.de/vermessung/kap_10_01_01_fig.html

Ziem Eberhard, Die internationalen Beziehungen des DVW im Wandel der Zeit, zfv 3/2021, S 152 ff

Anschrift des Autors

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

E-Mail: hiermanseder@gmx.net

vgi

Jetzt Mitglied werden!



Wir bieten vieles..

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

➡ Näheres unter www.ovg.at ⬅

:: Be part of it! ::



Dissertationen, Diplom- und Masterarbeiten

Modellierung der atmosphärischen Anregung der Polbewegung für das 21. Jahrhundert unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Klimaentwicklungsszenarien

Anne Strümpf

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2024

Betreuer: Dipl.-Ing.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Sigrid Böhm

Bezogen auf den Erdkörper wird die zeitlich variable Lageveränderung der Erdachse als Polbewegung bezeichnet. Die Polbewegung zeigt sich als Schwingung mit vielen unterschiedlichen Perioden und wird zu einem erheblichen Teil von der Atmosphäre angeregt. Die Atmosphäre weist zwar verglichen mit dem Erdkörper eine sehr geringe Masse auf, unterliegt aber aufgrund der vielen Luftbewegungen, die in ihr stattfinden, großen Drehimpulsschwankungen, die sie zu einem Großteil an die feste Erde weitergibt.

In der vorliegenden Arbeit wird diese Anregung der Polbewegung mithilfe von atmosphärischen Drehimpulsfunktionen modelliert und bis zum Jahr 2100 prognostiziert. Dabei wird besonders auf die zukünftige Entwicklung des Klimas aufgrund von anthropogenem Treibhausgasausstoß Bezug genommen. Die Drehimpulsfunktionen werden mit Luftdruck- und Windgeschwindigkeitsdaten ausgewertet. Diese Daten stammen aus elf unterschiedlichen Klimamodellen des Coupled Model Intercomparison Project (CMIP), die jeweils für fünf Klimaentwicklungsszenarien berechnet wurden.

Das Hauptziel ist, eine Prognose für die Veränderung der atmosphärischen Anregung der Polbewegung über das 21. Jahrhundert zu berechnen und zu untersuchen, ob sich die Entwicklung der atmosphärischen Anregung zwischen den Klimaentwicklungsszenarien unterscheidet. Pro Klimaszenario wird aus den elf Modellen eine Multi-Model-Mean (MMM) Zeitreihe der atmosphärischen Drehimpulsfunktionen berechnet. Die atmosphärische Anregung der Polbewegung ist zum größten Teil von Druckveränderungen angetrieben. Weil die Ozeane Unterschiede im Oberflächendruck durch Heben und Senken der Wasseroberfläche ausgleichen, ist die Polbewegung in einer Richtung deutlich stärker gedämpft, was zu einer elliptischen Form ihrer Schwingung führt. Die am stärksten ausgeprägte Periode der atmosphärischen Anregung ist die jährliche. Die Amplitude bewegt sich zwischen 14 und 18 Millibogensekunden, was projiziert auf die Erdoberfläche etwa 50 cm entspricht.

Der Vergleich der MMM Zeitreihen zeigt, dass die Amplitude der atmosphärischen Anregung stärker

ansteigt, je intensiver der Treibhausgasausstoß für das Klimaszenario angenommen wird. Am Beginn der Zeitreihe unterscheiden sich die Amplituden der Szenarien nur um etwa eine Millibogensekunde, am Ende driften die Szenarien um bis zu drei Millibogensekunden auseinander. Das bedeutet, dass die Atmosphäre die Polbewegung mit fortschreitendem Klimawandel stärker anregt als bei einer treibhausgasarmen Entwicklung.

Comparing snow melt methods from multi-temporal Sentinel-1 SAR backscatter data

Melina Frießenbichler

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2024

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

Niederschlag zählt zu den wichtigsten Klimavariablen und ist von der GCMO mit Unterstützung der WMO definiert worden. Dies betont die Bedeutung von Forschungsfragen im Zusammenhang mit Schnee, insbesondere in Zeiten des Klimawandels. Weltweit sind zahlreiche Menschen auf Schmelzwasser aus höher gelegenen hydrologischen Einzugsgebieten angewiesen. Trotzdem gibt es bisher nur wenige Ansätze zur Analyse der Schneeschmelze mit Fernerkundungsdaten. Die bestehenden Ansätze konzentrieren sich hauptsächlich auf punktuelle in-situ Messungen als Groundtruth.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, Sentinel-1 Rückstreudaten mit Oberflächenpegeldaten für vier aufeinanderfolgende hydrologische Jahre zu vergleichen. Dazu wurden zwei verschiedene Ansätze gewählt, um den Tag der Schmelzwasserfreisetzung für das jeweilige hydrologische Einzugsgebiet in der Schneedecke zu ermitteln. Diese Ansätze unterscheiden sich hauptsächlich durch die Schwellwertklassifikation von Nassschnee und in der Analyse der mathematischen Ableitung der jeweiligen Zeitreihe. Es wurden 35 verschiedene Einzugsgebiete analysiert und festgestellt, dass die Definition des absoluten Minimums der Zeitserie besser geeignet ist, um den Tag der Schmelzwasserfreisetzung zu bestimmen.

Zusätzlich wurde versucht, einen Höhenschwellwert einzuführen, um den Unterschied des Tages der Schmelzwasserfreisetzung in verschiedenen Höhen zu untersuchen. Dabei zeigt sich in den Fernerkundungsdaten deutlich, dass höher gelegene Einzugsgebiete weitaus später Nassschnee erkennen als niedriger gelegene Einzugsgebiete.

Azimuthale Anisotropie in ASCAT Rückstreuungsmessungen

Roland Lindorfer

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2024

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

Bei Scatterometer-Beobachtungen der Landoberfläche der Erde wird der Rückstreukoeffizient (σ^0) erheblich von der Abbildungsgeometrie des Satelliteninstruments beeinflusst, unter der die Messungen durchgeführt werden. Um geophysikalische Parameter wie die Bodenfeuchte genau bestimmen zu können, ist es wichtig, die Auswirkungen der azimuthalen Signalabhängigkeit zu berücksichtigen und zu korrigieren.

In dieser Arbeit wird eine dynamische azimuthale Korrekturmethode im Vergleich zur traditionellen statischen Korrekturmethode für C-Band-Rückstreuungsmessungen des Advanced Scatterometers (ASCAT) an Bord der Metop-Satelliten vorgestellt und bewertet. Durch die Ermittlung der geschätzten Standardabweichung (Estimated Standard Deviation, ESD) von σ^0 analysieren wir die Wirksamkeit beider Korrekturmethoden bei der Abschwächung der azimuthalen Variabilität. Darüber hinaus entwickeln wir drei Indikatoren, um die zeitlichen Veränderungen der ESD sowie die geometrische und zeitliche Variabilität der Korrekturpolynome zu untersuchen. Unsere Analyse zeigt, dass die dynamische Korrekturmethode nicht nur azimuthale Fehler deutlich verringert, sondern auch zeitliche Rückstreuungstrends beibehält und Signale, die durch Funkfrequenzstörungen (Radio Frequency Interference, RFI) beeinträchtigt werden, besser korrigiert. Daher plädieren wir für die Integration dieser Methode in den TU Wien Soil Moisture Retrieval (TUW-SMR) Algorithmus. Neben der Verbesserung der Bodenfeuchtebestimmung unterstreichen wir das Potenzial von ESD für die Kartierung von Sanddünen. Außerdem bieten unsere neu entwickelten zeitlichen Indikatoren zusätzliche Einblicke in Landoberflächen, die strukturellem Wandel unterliegen, von der Vegetationsdynamik in der Sahelzone bis hin zu den Mustern der städtischen Expansion in China.

Positionsänderung der nördlichsten VLBI-Teleskopen in Ny-Alesund, Spitzbergen

Gentrit Krasniqi

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2024

Betreuer: Ass.-Prof. Dipl.-Ing.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Hana Krasna, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Böhm

Very Long Baseline Interferometry (VLBI) is a space geometric observing technique, the goal of which is to monitor the kinematics of interest points on Earth and in space. The observing instruments of VLBI are approximately 40 radio telescopes distributed throughout the world that simultaneously receive electromagnetic radiation emitted by compact objects in space, such as quasars. This technique has applications in geodesy, astrometry and astronomy (Nothnagel et al., 2023). This master thesis aimed to analyze time series data from two of the northernmost VLBI telescopes, namely Nyales20 and Nyale13s, which are located in Svalbard, Norway.

The thesis provided position time series data for both stations, which helped us to understand their position over the study period; to determine whether they exhibit discrepancies, especially in height biases; and finally, to analyze whether these changes could be related to factors such as glacier melting. Furthermore, this thesis evaluated the availability of sufficient parallel sessions for transferring velocity information from the legacy system (Nyales20) to the VGOS new generation (Nyale13s); then, it analyzed whether extending the working time of the legacy telescope Nyales20 is beneficial even though its working timespan has surpassed 30 years. Finally, this thesis compared the observed uplift trends from the VLBI and GNSS time series. The analysis was conducted using the Vienna VLBI Software (VieVS), which is a VLBI analysis software for geodesy and astrometry. Additionally, Vienna Scheduling software (VieSched++), which is part of VieVS, was used to generate and simulate IVS-R1 and IVS-R4 schedules, to address the objective of this study concerning the prolongation consideration of the legacy telescope Nyales20.

The real data sets were directly downloaded in open-source vgosDB format, which is the IVS standard format for storing, transmitting, and archiving VLBI data (Webiste: NASA Earth Data). The results revealed height biases in the VLBI and GNSS time series data with respect to a priori catalog positions. This supported geophysical processes (e.g., glacier melting) as potential contributing factors. Furthermore, based on the velocities obtained for both stations, while also considering the number of parallel sessions (77 sessions), we were able to confirm that the transfer of velocities from the legacy telescope Nyales20 to the VGOS telescope Nyale13s can be achieved. Finally, addressing the impact of the Nyales20 telescope, our analysis revealed that excluding Nyales20 telescope led to an increase in mean formal error and repeatability values of several percent for Earth orientation parameters. This suggests that maintaining both telescopes within the network enhances accuracy. However, economic concerns and safety reasons influenced the decision to dismantle Nyales20 on August 14, 2023 (Garcia-Espada et al., 2022). Despite its positive impact on quality of the data, the practical implications encourage its cancellation.

Überwachung und Verfolgung von Dürre mit Hilfe der Fernerkundung – eine Bewertung bodenwasserbasierter Dürreindizes

Alina Reichert

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

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Wagner, Dr.ⁱⁿ Mariette Vreugdenhil MSc

Ein Anstieg an Extremwetterereignissen auf der einen Seite sowie neuartige Technologien auf der anderen Seite führen zur Entwicklung neuer Methoden für das Erkennen und Nachweisen von Dürre. Große Hoffnungen ruhen dabei auf der Fernerkundung, welche Beobachtungen von nie dagewesener räumlicher Abdeckung ermöglicht. Seit den Anfängen der Fernerkundung hat sich die räumliche und zeitliche Auflösung der Beobachtungen erheblich gesteigert. Mit stetig wachsender Verfügbarkeit von Langzeitdaten wird es schon bald möglich sein, daraus Klimatologien abzuleiten, welche den Normalzustand eines Parameters innerhalb einer bestimmten Region widerspiegeln. In Kombination mit innovativen Analysemethoden sowie durch die Integration künstlicher Intelligenz eröffnen sich neue Möglichkeiten für die Erfassung und Überwachung von Umweltprozessen. In Folge dessen ist es auch möglich, Umweltkatastrophen mittels Satelliten zu beobachten. Trotz ihrer Komplexität steht dabei die Erkennung von Dürren im Fokus, da mit ihnen große ökonomische Verluste einhergehen. Folglich sind Regierungen und Versicherungen sehr daran interessiert, Dürren zu detektieren und zu quantifizieren.

Zu diesem Zwecke wurden zahlreiche Ansätze verfolgt. Neben den bereits etablierten, auf meteorologischen Parametern basierenden Indizes, wie etwa dem Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), der aus Niederschlags- und Temperaturmessungen abgeleitet wird, zielen andere darauf ab, Niederschlagsdefizite aus Auffälligkeiten innerhalb der Vegetation abzuleiten. Zu diesen Vegetationsindizes zählt auch der Leaf Area Index (LAI). Parallel dazu wird momentan ein auf Oberflächenfeuchte beruhender Index evaluiert, der rein aus Satellitenbeobachtungen abgeleitet werden kann. Dabei handelt es sich um den Soil Water Index (SWI), welcher 1998 durch Wagner et al. im Rahmen der Gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission (European Commission Joint Research Center, JRC) konzipiert und an der Technischen Universität Wien weiterentwickelt wurde. Der SWI bildet die Basis für die Berechnung zahlreicher Dürreindizes. Durch die Extrapolation von Oberflächenfeuchte, welche sich gut mithilfe von Satelliten beobachten lässt, kann der Wassergehalt innerhalb des ersten Meters des Bodens berechnet werden. Diese Schicht entspricht der Wurzelzone der meisten Pflanzen und ist daher entscheidend für deren Vitalität.

Im Rahmen dieser Arbeit wird das Potential des SWI zur Beobachtung von Dürre in Österreich evaluiert. Dafür wird der vom SWI abgeleitete Soil Water Deficit Index (SWDI) mit dem SPEI und dem LAI verglichen. Dabei erzielt der SWDI hinsichtlich der Detektion der agrarwirtschaftlichen Dürre vielversprechende Resultate, sofern gewisse klimatische und topografische Voraussetzungen erfüllt werden. Der SWDI klassifiziert Dürren in Abhängigkeit der Wassermenge, die der Vegetation tatsächlich zur Verfügung steht. Anders als der SPEI liefert der SWDI damit einen direkten Einblick in die vorherrschende Bodenfeuchte, welche in Bezug auf die Vegetation den größten Einfluss hat. Aufgrund der absoluten Skala des SWDI sind für diesen Index keine Klimatologien und damit auch keine Langzeitdaten erforderlich. Dies ist ein klarer Vorteil im Vergleich zu den meisten anderen Dürreindizes, welche jeweils nur in Relation zu den Normalbedingungen im Beobachtungsgebiet aussagekräftig sind. Die Ableitung solcher Normen erfordert Daten mit einer Historie von zumindest 30 Jahren, die in vielen Regionen auf der Erde zur jetzigen Zeit noch nicht vorhanden sind.

Inundation–Desiccation State Prediction for Salt Pans in the Western Pannonian Basin using Remote Sensing, Groundwater, and Meteorological Data

Henri Schauer

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2024

Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Wouter Arnoud Dorigo MSc, Emanuel Büechi MSc

Salt pans are unique wetland ecosystems. In the Austrian Seewinkel region, salt pans are in an increasingly vulnerable state due to groundwater drainage and heightened climatic pressures. It is crucial to model how seasonal and long-term hydrological and climatological variations affect the salt pan dynamics in Seewinkel, yet a comprehensive understanding of the driving processes is lacking. The goal of this study is to develop random forest machine learning models driven by hydrological and meteorological data that allow us to predict in early spring (March) of each year the inundation state in the subsequent summer and fall. We utilize Earth observation data from Landsat 5 (L5), 8 (L8), and 9 (L9) to derive the time series of the inundation state for 34 salt pans for the period 1984–2022. Furthermore, we demonstrate that the groundwater level observed in March is the strongest predictor of the salt pan inundation state in summer and fall. Utilizing local groundwater data yields a Matthews correlation coefficient of 0.59. Models using globally available meteorological data, either instead of or in addition to groundwater data, provide comparable results. This allows the global transfer of the approach to comparable ecosystems where no in situ data are available.

Evaluierung einer Software für die semi-automatische Detektion und 3D-Modellierung von Dachlandschaften

Alexandra Muraleva

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Photogrammetrie, Technische Universität Wien, 2024

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer, Dipl.-Ing. Dr. Johannes Otepka-Schremmer

The 3D models of buildings and their roofs are very common in today's architectural planing and analysing tasks. There are three main groups of software for 3D roof and building modeling: manual, semi-automatic and automatic.

This study presents a comprehensive review and evaluation of the semi-automatic stand-alone module, CityGRID Shaper, integrated within the CityGRID software framework. A notable advantage of this module is its additional support while modeling through aerial images aligned with the point cloud. The primary focus of this work revolves around functionality and accuracy concerning roof recognition and its 3D model creation, utilizing CityGRID Shaper. The work begins with an overview of diverse software and methodologies employed in 3D roof and building modeling. It proceeds to introduction of the UVM SYSTEMS GmbH and provides a detailed description of CityGRID Shaper, including the underlying principles of the OPALS system for automated roof detection, plane segmentation, and α -shape calculations. Furthermore, CityGRID Shaper's methodology for generating intersection lines and base-lines is described. Theoretical background on different LODs and roof shapes is presented, outlining relevant information for this work. Additionally, the required and optional input data sources for CityGRID Shaper are discussed, followed by a presentation of the input data utilized in this work, including details on the location and data collection procedures for two CityGRID Shaper projects.

The results of 3D roof modeling demonstrate the capability of the CityGRID Shaper module in recognition of straight roof planes, their segmentation and further 3D modeling, although it exhibits limitations in segmentation of rounded roof shapes. Moreover, the smart-preview function streamlines the rapid modeling of most roof shapes with minimal manual intervention, although it does not extend to flat and shed roof configurations, which must be modeled manually. The evaluation methodology encompasses several phases to address each examined parameter independently. This includes a detailed examination of individual parameters within Realtime Calculation mode, an investigation into the influence of area type on modeling capabilities, and an examination of the impact of different LOD on modeling

speed. Finally, a quality assessment of the resulting roof models is provided, based on distances calculations between modeled roofs and the original point cloud data. Furthermore, insights into modeling experiences with CityGRID Shaper are shared, highlighting significant observations for this work. Recommendations for potential future enhancements to CityGRID Shaper conclude the study, offering possible further development and refinement.

Comparison of Tropospheric Delay Modeling Approaches in VLBI Analysis

Leo Baldreich

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2024

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Böhm, Ass.Prof. Dipl.-Ing.in Dr.in Hana Krasna

In VLBI analysis, the tropospheric signal delay is modeled using so-called mapping functions and gradients. They relate a delay in zenith direction to the delay at the elevation and azimuth at which an observation takes place. The objective of this thesis is to investigate how different settings for modeling of the tropospheric delays and for the estimation of tropospheric parameters in the Vienna VLBI and Satellite Software (VieVS) affect the results of VLBI analysis. To do this, 3296 legacy S/X sessions from 2000 until 2020 and 36 VGOS sessions from 2017, 2019 and 2020 are analyzed. A main focus of investigation are baseline length repeatabilities (BLRs), which serve as a good measure of the accuracy achievable with a specific setting.

The first part of the thesis deals with testing different choices of mapping functions for the hydrostatic and wet delays. It is found that the differences between any combination of the Vienna Mapping Functions (VMF1 and VMF3) are negligible when comparing baseline length repeatabilities. However, it is further revealed that using VMF3 for the hydrostatic and VMF1 for the wet delay component will introduce a bias to the estimated stations heights of about one to two millimeters height decrease on average, compared to either using VMF1 or VMF3 consistently for both delay components. This result is important because this inconsistent approach was used as default by the Vienna Analysis Center at the start of this investigation. A section of the thesis is then dedicated to the differences between VMF1 and VMF3 which give rise to this bias in a mixed application.

In the second part, the influence of the estimation intervals for zenith wet delays and gradients on baseline length repeatabilities are investigated. A small influence is observed. Here, shorter estimation intervals improved average baseline length repeatabilities for S/X sessions, while longer intervals did so for VGOS sessions.

Risikoabschätzung für mechanische Störungen an Strom-Freileitungsinfrastrukturen für ein Energieversorgungsunternehmen auf Basis von Airborne-Laserscandaten

Julia Krampfl

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Arbeitsgruppe Fernerkundung und Photogrammetrie, Technische Universität Graz, 2024

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

Das Ziel der Masterarbeit ist es, Methoden für Risikoabschätzung für mechanische Störungen entlang von Strom-Freileitungsinfrastruktur auf Basis von Airborne-Laserscandaten zu entwickeln. Im Fokus stehen dabei insbesondere die durch Vegetation entlang der Trassen verursachten Störungen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden auf Basis von ALS (Airborne-Laserscan)-Daten für zwei Testgebiete Funktionen zur Risikoabschätzung generiert. Die ausgewählten Testgebiete umfassen sowohl einen homogenen Nadelwald als auch einen Laubmischwald.

Zuerst mussten die ALS-Punktwolkendaten aufbereitet werden, um ein normalisiertes digitales Oberflächenmodell (nDOM) zu generieren. Anschließend erfolgte auf Basis des erstellten nDOM die Detektion von Baumkronenspitzen. Für die Kronenspitzendetektion im Laubwald kamen zwei unterschiedliche Methoden zum Einsatz. Einerseits wurde die Bibliothek lidR aus der Software R genutzt, andererseits wurde eine Segmentierung mittels eines Watershed-Algorithmus mit anschließender Suche der lokalen Maxima in den erhaltenen Segmenten durchgeführt. Für Nadelwald wurde mit einer Methode, die in der Software lidR zur Verfügung stand, gearbeitet.

Anhand der identifizierten Kronenspitzen wurde eine Baumfall-Simulation durchgeführt. Auch hier wurden zwei verschiedene Ansätze verglichen. Zum einen wurde die euklidische Distanz zwischen Baumfußpunkt und nächstgelegenen Leiterseil ermittelt und als Risiko gewertet, wenn die Baumhöhe größer war als die berechnete euklidische Distanz. Zum anderen wurde eine vertikale Risikoanalyse unter Einbeziehung von Abstandsberechnungen durchgeführt.

Des Weiteren wurde eine Bewuchs-Analyse implementiert, welche auf einer Höhendifferenzberechnung zwischen dem Bewuchs und dem Leiterseil basiert. Unter Berücksichtigung eines definierten Schwellenwerts visualisiert diese Analyse grafisch, ob Vegetation innerhalb eines festgelegten Pufferbereichs unterhalb der Leitung eine potenzielle Gefahr für den betreffenden Abschnitt der Freileitung darstellen könnte.

Die erzielten Ergebnisse bieten wertvolle Einblicke und zeigen auch Potenzial für weitere Entwicklungen und Verbesserungen.

Visualisierung von Deformationsmessungen: Evaluierung von kommerzieller Software und normenkonforme Eigenentwicklung

Katharina Göschl

Diplomarbeit: Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, Technische Universität Graz, 2024

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

Diese Masterarbeit untersucht drei verschiedene kommerzielle Softwarepakete: rmGEO, Canary Sytems und GeoMoS Now!. Hierbei spielt nicht nur der Vergleich eine Rolle, sondern der Fokus liegt auch auf der Überprüfung der Einhaltung der Normen und Prinzipien des Information Designs. Weiteres geht die Arbeit über die reine Analyse hinaus, indem eigene Entwicklungen präsentiert werden. Dazu werden zwei Datensätze verwendet: eine Deformationsmessung einer simulierten Mauer am Dach des Geodäsie Gebäudes, Steyrergasse 30 in Graz, und der Bruch der linken Wehrwange des KW Palten in Rottenmann aus dem Jahr 2020.

Die Motivation der Arbeit liegt in der kritischen Überprüfung und Verbesserung von bereits bestehenden Lösungen in der Software. Eine klar verständliche Darstellung von Deformationsmessungen ist wichtig, um frühzeitig Risiken zu erkennen. Mithilfe der Normen und Prinzipien des Information Designs gibt es die Möglichkeit, bestehende Lösungen zu optimieren beziehungsweise neue Entwicklungen zu generieren. Die Arbeit gliedert sich in den Stand der Technik, einer Analyse der Visualisierungsmöglichkeiten kommerzieller Softwarelösungen, eigene Entwicklungen sowie eine abschließende Schlussfolgerung.

Beim Vergleich der Softwarepakete wurden verschiedene Stärken und Schwächen offenbart. Die eigenen Entwicklungen, die mit Python umgesetzt wurden, ermöglichen eine grafische Darstellung von Monitoringdaten mit dem Fokus auf die Normen und dem Information Design. Insgesamt bietet das entwickelte Programm eine aussagekräftige Visualisierung von Deformationsmessungen. Die Wahl, welches kommerzielle Softwarepaket am besten geeignet ist, hängt von den individuellen Anforderungen ab.

Bestimmung von Brückenvibrationen mittels bodenbasiertem Radar

Alexander Voller

Diplomarbeit: Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, Technische Universität Graz, 2024

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

Durch die Überalterung von Infrastrukturbauten gewinnt die Überwachung dieser immer mehr an Bedeutung. Während des Baubooms in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde der Großteil unserer heutigen Infrastruktur errichtet. Heutzutage fließen immer mehr Ressourcen in die Instandsetzung als in den Neubau von Ingenieurbauten. Die meisten Bauwerke befinden sich mittlerweile in einer kritischen Phase ihres Lebenszyklus, um diese noch einige Jahre sicher und ohne zu großen finanziellen Aufwand betreiben zu können, bedarf es einer genauen Überwachung der Infrastruktur. Als einer der Sensoren zur Überwachung kann hierfür ein Ground Based Synthetic Aperture Radar (GBSAR) verwendet werden. Zu Beginn wurden Radarsysteme meist nur an Flugzeugen und Satelliten verwendet, doch im Laufe der letzten Jahrzehnte konnten sich diese, auch auf dem Boden durchsetzen. Heutzutage werden diese Sensoren häufig im Fall von Rutschhängen oder der Überwachung von Minen verwendet und haben sich mittlerweile auch ihren Platz in der Bauwerksüberwachung gesichert. Durch die hochfrequente Messung ist es möglich, die Eigenfrequenzen zu bestimmen und so bereits Schäden zu erkennen, bevor sie mit dem freien Auge sichtbar werden. Der große Vorteil des Radars ist, dass keinerlei Betreten des Bauwerkes notwendig ist, da natürliche Reflektoren ausreichen, um die Verformung in Sichtlinie messen zu können.

In dieser Arbeit werden zwei Versuche mittels IBIS-FS an unterschiedlichen Objekten durchgeführt. Der erste Versuch wurde am Messdach des IGMS mit Hilfe eines Verschiebeapparates vollzogen. Hierbei wurde ein Corner Cube auf diesem Verschiebeapparat montiert und eine Messung in zwei unterschiedlichen Distanzen ausgeführt. Beim zweiten Versuch wurden Messungen mit GBSAR an einem realen Brückenbauwerk, der Tiroler Gschnitztalbrücke, durchgeführt. An der Brücke wurden durch zwei LKWs verschiedene Lastfälle realisiert. Neben der Messung mittels GBSAR wurde auch mit einer Robotic Totalstation (RTS), einem Terrestrischer Laserscanner (TLS), einem Distributed Acoustic Sensing (DAS) und einem Beschleunigungssensor gemessen.

Aus der Arbeit geht hervor, dass eine Bestimmung der Eigenfrequenz ohne die Montage eines Sensors oder Zieles möglich ist. Auch die zeitliche Auflösung und die Detektion einer Bewegung sind bereits sehr früh möglich, jedoch ist es nicht möglich die Amplitude eindeutig zu bestimmen.

Erstellung einer Visualisierung und Prozessierung Software Struktur für analoge Mars Simulationen

Rudolf-Martin Gradingner

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Arbeitsgruppe Geoinformation, Technische Universität Graz, 2024

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

Diese Masterarbeit analysiert den Ansatz der Erstellung eines WebGIS und einer Prozessierung Software für die Amadee 20 Mars Simulation des ÖWFs in Israel, unter Verwendung von Open Source Technologien. Als Teil des Team Exoscot müssen verschiedene Aufgaben der Geoinformatik auf Basis von Raster und Vektordaten erfüllt werden. Hierfür wird der Ablauf der Amadee 20 Mission und die Einbindung der erstellten Software, unter Beachtung aller Aspekte und Möglichkeiten, genauer beschrieben. Eine passende Softwarearchitektur für die Applikationen und dem Datenprovider wird erstellt um eine nahtlose Interaktion von Mission Support zu gewährleisten. Zwei Hauptaufgaben werden hierbei genauer beleuchtet:

Während der Zeit der Simulation visualisiert und analysiert Mission Support verschiedene räumliche Datensätze, auf deren Basis eine Vielzahl von verschiedenen Aufgaben geplant wird. Um die Produktivität von Mission Support in Innsbruck zu maximieren, muss die Applikation für nicht GIS Experten designed werden. Um eine nahtlose Interaktion und ein sauberes Design der Software zu gewährleisten werden verschiedene Probleme von GIS Interfaces betrachtet und Ansätze für das Design der erstellten Software, welchen den Gegebenheiten der Mission entsprechen, werden im Detail diskutiert. Räumliche Daten, welche während der Mission aufgenommen oder direkt in der Applikation erstellt werden, müssen in Visualisierung und Analyse nahtlos integriert werden. Kartierungs- und Visualisierungsdienste werden in die Software miteingebunden um eine Performance orientierte Visualisierung von großen Rasterdatensätzen und eine sofortige Manipulierung von Vektordaten gewährleisten zu können. Die Interaktion mit verschiedenen Datentypen geschieht über den GeoServer des Österreichischen Weltraum Forums. Hierfür werden verschiedene Open Source Technologien im Feld der räumlichen Visualisierung und der Analyse im Detail beschrieben. Im praktischen Teil der Arbeit wird die Integration dieser Open Source Technologien erläutert. Eine separate Applikation für eine detaillierte Analyse von digitalen Geländemodellen wird erstellt. Die zur Verfügung gestellten Rasterdatensätze werden mithilfe der erstellten Software analysiert um ein genaueres Bild über das Missionsgebiet zu erhalten. Die Einbindung verschiedener Werkzeuge für die Analyse der Rasterdaten wird beschrieben. Um Mission Control die Möglichkeiten der Routenplanung für den Rover von Team Exoscot zu geben, wird ein Routing Algorithmus auf Basis eines digitalen Geländemodells erstellt.

Recht und Gesetz

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

Festlegung des Grenzverlaufs; § 25 Abs. 1 VermG

„Festlegen“ im Sinn des § 25 Abs. 1 VermG bedeutet nicht eine rechtsverbindliche Fixierung des Verlaufes einer umstrittenen Grenze, sondern den Vorschlag eines möglichen Grenzverlaufes, wie dieser von den Grundstückseigentümern gesehen wird, und welchem sie auch zustimmen würden, wenn er letztlich rechtsverbindlich werden sollte. Wenn dieser „vorgeschlagene Grenzverlauf“ darüber hinaus auch jener Grenzverlauf ist, wie er sich aus den vorhandenen Behelfen ergibt, ist dieser „vorgeschlagene Grenzverlauf“ darüber hinaus auch die Grundlage für ein daran anschließendes erforderliches Verfahren zur Bereinigung des Grenzstreites gemäß § 25 Abs. 2 VermG.

(BVwG 20.12.2023, W114 2280664-1)

Sachverhalt:

In einem Verfahren zur Umwandlung in den Grenzkataster fand eine Grenzverhandlung hinsichtlich einer gemeinsamen Grenzfestsetzung durch die davon betroffenen Grundstückseigentümer statt.

In dieser Grenzverhandlung konnte die erforderliche Zustimmungserklärung gemäß § 43 Abs. 6 VermG durch den Eigentümer des dem umzuwandelnden Gst. benachbarten Gst., im Weiteren: Beschwerdeführer oder BF, nicht eingeholt werden. Der BF verweigerte die Unterzeichnung einer Zustimmungserklärung und stimmte damit dem sich auf der Grundlage der ins Verfahren eingebrachten Urkunden und Veränderungshinweisen festgestellten Grenzverlauf nicht zu.

Auch in zwei weiteren Grenzverhandlungen hat der BF keine Zustimmungserklärung abgegeben und unmissverständlich artikuliert, einem bestimmten Grenzverlauf nicht zuzustimmen. Letztere Grenzverhandlung hat der BF vorzeitig verlassen.

Mit Bescheid des VermA wurde das verfahrensgegenständliche Gst. vom Grundsteuerkataster in den Grenzkataster umgewandelt.

Aus der Begründung des BVwG:

Aus § 18a VermG ergibt sich im Umkehrschluss, dass bei einem Antrag eines Eigentümers eines Gst. auf Umwandlung gemäß § 15 Abs. 1 Z 1 VermG letztlich alle (erforderlichen) Zustimmungserklärungen gemäß § 43 Abs. 6 VermG vorliegen müssen. Das bedeutet, dass alle Eigentümer der Gst., deren Gst. an dieses umzu-

wandelnde Gst. angrenzt, und deren Gst. nicht bereits Teil des Grenzkatasters sind, bei einer Umwandlung eines Gst. ihre Zustimmung gemäß § 43 Abs. 6 VermG zu einem gemeinsamen Grenzverlauf erteilen müssen. Wenn sich die Eigentümer von Gst. mit einem gemeinsamen Grenzverlauf über den jeweiligen Grenzverlauf nicht einigen, erfolgt eine rechtskonforme Festsetzung eines rechtsverbindlichen Grenzverlaufes niemals in einem Verwaltungsverfahren durch das jeweilige örtlich zuständige Vermessungsamt bzw. im allenfalls daran anschließenden Beschwerdeverfahren durch das BVwG. Nur wenn alle erforderlichen Grundstückseigentümer dem Grenzverlauf auch tatsächlich im Sinne des § 43 Abs. 6 VermG zustimmen, darf das örtlich zuständige Vermessungsamt auch tatsächlich einen solchen Grenzverlauf rechtsverbindlich festsetzen und damit auch die Umwandlung des jeweiligen Grundstückes mit Bescheid verfügen.

§ 25 Abs. 1 1. Satz VermG sieht für den Fall, dass ein geladener Eigentümer (eines Gst., das an das umzuwandelnde Gst. angrenzt) nicht zur Grenzverhandlung erscheint (oder sich vorzeitig vor Ende der Grenzverhandlung entfernt) vor, dass in einem solchen Fall nach Vorhalt der Behelfe der Verlauf der Grenzen nach Angaben der übrigen beteiligten Eigentümer festzulegen und zu kennzeichnen ist (vgl. Twaroch, Kataster- und Vermessungsrecht⁴, 2022, § 25, Seite 114).

Das bedeutet nicht, dass der nicht erschienene oder der Eigentümer, der die Grenzverhandlung vorzeitig verlassen hat und bislang keine Zustimmungserklärung gemäß § 43 Abs. 6 VermG abgegeben hat, damit diesem festgelegten bzw. gekennzeichneten Grenzverlauf gem. § 43 Abs. 6 VermG zustimmt bzw. zugestimmt hat. In einem solchen Fall fehlt also immer noch die Zustimmungserklärung gemäß § 43 Abs. 6 VermG dieses Grundstückseigentümers.

Wenn im angefochtenen Bescheid ausgeführt wird, dass in einem Verfahren gemäß § 18a VermG der Grenzverlauf rechtsverbindlich geklärt worden sei, übersieht das VermA offensichtlich, dass ihm im Verwaltungsverfahren bei Vorliegen eines strittigen Grenzverlaufes in einem Umwandlungsverfahren eine derartige Kompetenz frühestens dann zukommt, wenn ein für die Bereinigung des Grenzstreites bestimmtes gerichtliches Zivilverfahren entweder rechtskräftig abgeschlossen wurde, oder wenn ein solches, trotz der Aufforderung ein solches Verfahren anhängig zu machen, nicht innerhalb der sich aus § 25 Abs. 2 VermG ergebenden sechswöchigen Frist beim sachlich und örtlich zuständigen Zivilgericht

anhängig gemacht wurde oder nicht gehörig fortgesetzt wurde.

Aus § 25 Abs. 1 VermG ergibt sich, dass das VermA in der Grenzverhandlung, nachdem der BF die Grenzverhandlung verlassen hatte, den Verlauf der Grenze des umzuwandelnden GSt. (und damit auch den Grenzverlauf zwischen dem GSt. der Antragsteller und dem GSt. des BF) festzulegen und in der Weise zu kennzeichnen hatte, wie es § 845 ABGB vorsieht.

Vom erkennenden Gericht wird zugestanden, dass der Begriff „festzulegen“, wie er in § 25 Abs. 1 VermG verwendet wird, falsch verstanden werden kann, was dem VermA offensichtlich unterlaufen ist. „Festlegen“, wie dieser Begriff in § 25 Abs. 1 VermG verwendet wird, bedeutet nicht, eine rechtsverbindliche Fixierung des Grenzverlaufes eines umstrittenen Grenzverlauf, sondern den Vorschlag eines möglichen Grenzverlaufes, wie dieser Grenzverlauf von den bei der Grenzverhandlung verbliebenen Grundstückseigentümern gesehen wird, und welchem sie auch zustimmen würden, wenn er letztlich rechtsverbindlich werden sollte. Wenn dieser „vorgeschlagene Grenzverlauf“ darüber hinaus auch jener Grenzverlauf ist, wie er sich aus den vorhandenen Behelfen ergibt, ist dieser „vorgeschlagene Grenzverlauf“ darüber hinaus auch die Grundlage für ein daran anschließendes erforderliches Verfahren zur Bereinigung des Grenzstreites gemäß § 25 Abs. 2 VermG.

Da eine Zustimmungserklärung des Beschwerdeführers als Eigentümer seines GSt., das an das umzuwandelnde GSt. der Antragsteller angrenzt, nicht vorlag und darüber hinaus auch eine diesen Grenzstreit rechtskräftige und rechtsverbindliche Entscheidung des örtlich und sachlich zuständigen Zivilgerichtes nicht vorliegt, hätte die mit dem angefochtenen Bescheid verfügte Umwandlung des Grundstückes der Antragsteller nicht vorgenommen werden dürfen. Der angefochtene Bescheid ist daher diesbezüglich zu beheben.

Der nächste Schritt im damit wieder beim VermA anhängigen Umwandlungsverfahren ist die Aufforderung an den Beschwerdeführer, binnen sechs Wochen ab Zustellung dieses Erkenntnisses ein den Grenzstreit hinsichtlich des Grenzverlaufes bereinigendes Verfahren beim sachlich und örtlich zuständigen Zivilgericht anhängig zu machen, was auch in diesem Erkenntnis unter Hinweis auf § 28 Abs. 1 VwGVG vom erkennenden Gericht in einem eigenen Spruchpunkt verfügt wird.

Dabei wird festgestellt, dass der auf der Grundlage der im Umwandlungsverfahren vor dem VermA berücksichtigten Behelfe festgestellte Grenzverlauf durch eine jeweils geradlinige Verbindung der im Spruch genannten Grenzpunkte gebildet wird.

Ersitzung einer Dienstbarkeit; § 50 VermG

Die Unzulässigkeit der Ersitzung des Eigentums an Teilen eines im Grenzkataster enthaltenen Grundstücks nach § 50 VermG steht der Ersitzung einer Dienstbarkeit nicht entgegen.

(OGH 26.02.2024, 5 Ob 102/23w)

Sachverhalt:

Die beiden benachbarten Grundstücke sind seit 1977 im Grenzkataster eingetragen. Die Mauer im Bereich der Grenze hat der Beklagte spätestens im Jahr 1983 zur Befestigung des Geländes errichtet. Der Beklagte orientierte sich dabei an dem von Arbeitern der Gemeinde (und nicht von ihm) markierten Grenzverlauf und er ging davon aus, dass sich die Mauer zur Gänze auf seiner eigenen Liegenschaft befinde.

Auch der Vater und Rechtsvorgänger der Klägerin ging davon aus, dass sich die Mauer zur Gänze auf der Liegenschaft des Beklagten befinde.

Die Klägerin begehrt, den Beklagten schuldig zu erkennen, die Mauer zu entfernen und den Zustand vor Errichtung der Mauer wiederherzustellen, indem das Fundament zugeschüttet und begrünt sowie eine natürlich verlaufende Böschung wiederhergestellt wird.

Das Erstgericht gab dem Entfernsbegehren zur Gänze und dem Wiederherstellungsbegehren insoweit statt, als es den Beklagten schuldig erkannte, das Fundament zuzuschütten und zu begrünen. Das Mehrbegehren auf Wiederherstellung einer natürlich verlaufenden Böschung wies das Erstgericht ab.

Das Berufungsgericht gab der Berufung des Beklagten Folge und änderte das angefochtene Urteil in eine gänzliche Klageabweisung ab.

Die Eigentumfreiheitsklage gemäß § 523 ABGB könne gegen jeden unberechtigten Eingriff in das Eigentumsrecht erhoben werden. Sie dringe bereits bei objektiver Rechtswidrigkeit der Störung durch; ein Verschulden des Störers sei nicht Voraussetzung. Der Kläger müsse lediglich sein Eigentum sowie einen zumindest unmittelbar drohenden Eingriff des Beklagten dartun; rechtfertigende Gründe dafür, etwa ein allfälliges Nutzungsrecht müsse der Beklagte beweisen.

Der Klägerin sei der Beweis ihres Eigentums sowie des Eingriffs des Beklagten gelungen, liege doch die Mauer nach den Feststellungen zur Gänze auf der im Eigentum der Klägerin stehenden Liegenschaft.

Der Beklagte habe die Rechtswidrigkeit zwar auch unter Berufung auf eine konkludente Genehmigung der Mauer bestritten. Eine solche konkludente Genehmigung scheide hier aber trotz des über 30-jährigen Bestandes der Mauer und der widerspruchsfreien Hin-

nahme aus, weil der Rechtsvorgänger der Klägerin keine Kenntnis davon gehabt habe, dass sich die Mauer auf seinem Grundstück befinde.

Bei der Ersitzung von Dienstbarkeiten sei nach der neueren Rechtsprechung des Obersten Gerichtshofs ein Irrtum im Besitzwillen dann unbeachtlich, wenn der Irrtum in Kenntnis der wahren Sachlage einen entsprechenden Besitzwillen gebildet hätte. Wolle daher jemand vermeintlich eigenen Grund benützen, so könne er grundsätzlich Eigentum ersitzen. Sei das aus rechtlichen Gründen – wie hier etwa aufgrund der Eintragung der Grundstücke in den Grenzkataster (§ 50 VermG) – nicht möglich, so sei die Ersitzung einer Grunddienstbarkeit möglich, wenn sich die Art der Benützung voll mit der Ausübung des Eigentumsrechts decke und der Wille des Benützers zumindest auf die Ausübung eines dinglich wirkenden Rechts gerichtet sei. Besitzer einer Dienstbarkeit könne also auch der sein, der die entsprechende Handlung aufgrund vermeintlichen oder angemessenen Eigentums unternehme. Der für die Ersitzung weiters erforderliche gute Glaube falle weg, wenn der Besitzer entweder positiv Kenntnis erlange, dass sein Besitz nicht rechtmäßig sei, oder wenn er zumindest solche Umstände erfahre, die zu Zweifeln an der Rechtmäßigkeit eines Besitzes Anlass geben.

Der Beklagte sei davon ausgegangen, dass die Grundgrenze von den Arbeitern der Gemeinde richtig markiert worden sei und sich die Mauer zur Gänze auf seinem Grundstück befinde. Erstmals im Jahr 2018 sei es zu Auseinandersetzungen wegen der Mauer gekommen, sodass der Beklagte jedenfalls für die notwendige Ersitzungszeit von 30 Jahren redlicher Besitzer gewesen sei. Die für Grunddienstbarkeiten erforderliche vorteilhaftere oder bequemere Benützung durch die Mauer sei evident, habe sie doch nicht nur als Abgrenzung gedient, sondern auch als Stütze für den zwischen den beiden Grundstücken gewünschten Niveauunterschied.

Damit habe der Beklagte die Dienstbarkeit der Erhaltung und Errichtung einer Mauer ersessen. Die Klage auf Entfernung der davon betroffenen Mauer und Wiederherstellung des vorigen Zustands sei daher zur Gänze abzuweisen.

Das Berufungsgericht ließ die Revision zu. Nach § 50 VermG sei zwar die Ersitzung des Eigentums an Teilen eines im Grenzkataster enthaltenen Grundstücks ausgeschlossen, nicht aber die Ersitzung einer Dienstbarkeit. Hier und in vergleichbaren Fällen schließe die Ersitzung einer Dienstbarkeit den Eigentümer aber faktisch von der Nutzung des betreffenden Liegenschaftsteils (fast) zur Gänze aus, sodass es im Ergebnis zu einer Aushöhlung des Eigentumsrechts komme, die der Intention des § 50 VermG zuwiderlaufe, und faktisch eine Art (nicht gewolltes) Nutzungseigentum geschaffen werde. Ob die

Ersitzung einer solch weitreichenden Dienstbarkeit trotz § 50 VermG zulässig sei, sei eine Rechtsfrage iSd § 502 Abs 1 ZPO.

Der OGH hat der Revision der Klägerin nicht Folge gegeben.

Aus der Begründung des OGH:

Eine Eigentumsfreiheitsklage kann nur gegen einen unberechtigten Eingriff in das Eigentumsrecht erhoben werden und setzt damit unerlaubte Eigenmacht des Störers voraus. Der Kläger hat sein Eigentum und den Eingriff des Beklagten zu beweisen, dieser hingegen die Berechtigung seines Eingriffs.

Das Berufungsgericht verneint hier die Eigenmacht des Beklagten. Die Errichtung und Erhaltung der Mauer sei durch eine entsprechende durch Ersitzung erworbene Dienstbarkeit gedeckt.

Der auch durch Ersitzung mögliche außerbücherliche Erwerb von Grunddienstbarkeiten (§ 480 ABGB) erfordert eine ordentliche Ersitzungsfrist von dreißig Jahren sowie die Redlichkeit und Echtheit des Besitzes (§ 1470 ABGB). Nach § 1493 ABGB ist derjenige, der eine Sache von einem rechtmäßigen und redlichen Besitzer redlich übernimmt, als Nachfolger berechtigt, die Ersitzungszeit seines Rechtsvorgängers miteinzurechnen; dies gilt auch bei der Ersitzung von Grunddienstbarkeiten.

Für die Ersitzung eines Rechts an einer fremden Sache ist grundsätzlich die Ausübung des Rechts im Wesentlichen gleichbleibend zu bestimmten Zwecken in bestimmtem Umfang erforderlich. Notwendig ist dafür eine solche für den Eigentümer des belasteten Gutes erkennbare Rechtsausübung. Auf die positive Kenntnis des Eigentümers der belasteten Sache kommt es hingegen nicht an.

Voraussetzung für die Ersitzung ist der echte und während der gesamten Ersitzungszeit redliche Besitz eines Rechts, das seinem Inhalt nach dem zu erwerben den Recht entsprochen hat, sowie der Besitzwille. Ein Rechtsbesitzer ist redlich, wenn er glauben kann, dass ihm die Ausübung des Rechts zusteht. Der für die Ersitzung erforderliche gute Glaube, also die Redlichkeit des Besitzers, fällt also nicht nur bei nachträglicher Kenntnis der Unrechtmäßigkeit, sondern auch bei Kenntnis von Umständen weg, die zu Zweifeln an der Rechtmäßigkeit seines Besitzes Anlass geben.

Die Klägerin bestreitet den für die Ersitzung erforderlichen Besitzwillen des Beklagten, zumal dieser stets davon ausgegangen sei, dass sich die Mauer auf seinem eigenen Grund befindet, er daher auch nicht an ein Nutzungsrecht an einer fremden Sache geglaubt habe.

Die Rechtsprechung, wonach derjenige, der ein Grundstück in der Meinung benützt, es sei sein eige-

nes, nicht die Absicht haben könne, auf einem fremden Grundstück eine Dienstbarkeit zu erwerben, ist allerdings überholt. Nach der neueren Rechtsprechung des Obersten Gerichtshofs ist ein Irrtum im Besitzwillen dann unbeachtlich, wenn der Irrtende in Kenntnis der wahren Sachlage einen entsprechenden Besitzwillen gebildet hätte. Will daher jemand vermeintlich eigenen Grund benützen, so kann er grundsätzlich Eigentum ersitzen. Ist die Ersitzung des Eigentums aus rechtlichen Gründen nicht möglich, so kommt die Ersitzung einer Grunddienstbarkeit in Betracht, wenn sich die Art der Benützung voll mit der Ausübung des Eigentumsrechts deckt und der Wille des Benützers zumindest auf die Ausübung eines dinglich wirkenden Rechts gerichtet ist. Dass der Besitzwille nicht auf Rechtsbesitz, sondern auf Sachbesitz gerichtet war, steht dem Erwerb des Rechtsbesitzes daher nicht entgegen. Besitzer einer Dienstbarkeit kann also auch der sein, der die entsprechende Handlung aufgrund vermeintlichen oder angemäßen Eigentums unternimmt.

Wie das Berufungsgericht zutreffend erkannt hat, schadet es dem Beklagten daher nicht, dass er irrtümlich davon ausgegangen ist, dass es sich bei der dienenden Sache um seine eigene handelt.

Die hier zu beurteilende Dienstbarkeit verpflichtet die Klägerin als Eigentümerin der dienenden Liegenschaft zur dauerhaften Duldung einer Mauer auf ihrem Grund. Eine solche Dienstbarkeit beeinträchtigt das Eigentumsrecht der Klägerin am bebauten Teil ihrer Liegenschaft in stärkerem Ausmaß als beispielsweise ein Wegerecht. Die Klägerin greift daher in ihrer Revision die vom Berufungsgericht in seiner Zulassungsbegründung aufgeworfene Frage auf, ob eine derart weitreichende, den Eigentümer faktisch von der Nutzung des betreffenden Liegenschaftsteils ausschließende Dienstbarkeit im Hinblick auf die Intention des § 50 VermG überhaupt ersessen werden kann. Zu prüfen ist daher die Ersitzungsfähigkeit eines solchen Rechts.

Die besondere Bedeutung des Grenzkatasters liegt nach dem klaren Wortlaut des Vermessungsgesetzes darin, dass er zum verbindlichen Nachweis der Grenzen der Grundstücke bestimmt ist (§ 8 Z 1 VermG) und ein auf die in der Natur ersichtlichen Grenzen eines Grundstücks gegründeter Anspruch demjenigen nicht mehr entgegengesetzt werden kann, der ein Recht im Vertrauen auf die im Grenzkataster enthaltenen Grenzen erworben hat (§ 49 VermG). Nach § 50 VermG ist daher auch die Ersitzung von Teilen eines im Grenzkataster enthaltenen Grundstücks ausgeschlossen. Der Gesetzeszweck der §§ 49 f VermG ist es, die Grundstücksgrenzen der im Grenzkataster eingetragenen Liegenschaften zu perpetuieren (vgl RV 508 BlgNR XI. GP 13, 24 f; 4 Ob 253/16h; 4 Ob 94/08i).

Die Erwerbsbeschränkung des § 50 VermG soll die Verschiebung von Eigentumsgrenzen im Weg der Ersitzung verhindern. Die Ersitzung einer Dienstbarkeit lässt die Grenzen der betroffenen Grundstücke und den in diesem Sinn verstandenen Umfang des Eigentumsrechts von vornherein unangetastet, sodass diese Bestimmung diesem Rechtserwerb weder ihrem Wortlaut nach noch ihrem Regelungszweck nach entgegensteht (vgl Twaroch, Kataster- und Vermessungsrecht⁴ § 50 VermG Anm 4).

Dieses einschränkende Verständnis seines Anwendungsbereichs steht auch im Einklang damit, dass § 50 VermG nach herrschender Ansicht (selbst) andere Formen des außerbücherlichen Eigentumserwerbs an Teilen einer Liegenschaft, insbesondere jenen durch Bauführung iSd § 418 S 3 ABGB nicht ausschließt (Twaroch, Kataster- und Vermessungsrecht⁴ § 50 VermG Anm 5; Holzner in Klang³ § 418 Rz 7, Egglsmeier-Schmolke in Schwimann/Kodek, Praxiskommentar ABGB IV 5 § 853a Rz 7; Müller in Schwimann/Kodek, Praxiskommentar ABGB III 5 § 418 Rz 8).

Die Unzulässigkeit der Ersitzung des Eigentums an Teilen eines im Grenzkataster enthaltenen Grundstücks nach § 50 VermG steht demnach der Ersitzung einer bloßen Dienstbarkeit nicht entgegen.

Unkenntnis des Grundbuchstandes hindert die Ersitzung eines Wohnungseigentumsobjekts nicht

Auch bei der Ersitzung eines Wohnungseigentumsobjekts ist der Ersitzungswerber ohne Verdachtsmomente nicht verpflichtet, sich über den tatsächlichen Grundbuchstand oder den Wohnungseigentumsvertrag Kenntnis zu verschaffen.

(OGH 13.02.2024, 10 Ob 20/23y)

Im Jahr 1990 verkaufte der spätere Schuldner ein Wohnungseigentumsobjekt, übergab der Erwerberin aber auch die im Kaufvertrag nicht erwähnte Garage. Im Grundbuch erfolgte nur die Einverleibung des Eigentumsrechts an der Wohnung. In der Folge wurde die Wohnung noch viermal „samt Garage“ veräußert. Alle Verkäufer und Erwerber gingen davon aus, dass die Garage Zubehör der Wohnung sei und mit dem Kauf auch an dieser (Zubehörwohnungs-)Eigentum erworben werde. Alle Erwerber betrachteten sich demgemäß auch als Eigentümer der Garage, nutzten sie exklusiv und bezahlten die ihnen dafür vorgeschriebenen Betriebskosten und Annuitäten. Im Grundbuch ist immer noch der Schuldner als Eigentümer der Garage eingetragen.

Der Kläger begehrte als letzter Erwerber, den Insolvenzverwalter zur Zustimmung zur Einverleibung seines

(unter Einrechnung der Zeiten seiner Vorgänger) ersetzten Eigentumsrechts an der Garage zu verpflichten.

Das Erstgericht wies die Klage ab. Das Berufungsgericht gab der Klage hingegen statt. Dass bei keinem Erwerbsvorgang aufgefallen sei, dass die Garage ein eigenes Wohnungseigentumsobjekt sei, überrasche zwar. Gründe, aufgrund derer die Erwerber an der Rechtmäßigkeit ihres Besitzes zweifeln hätten müssen, lägen aber nicht vor, sodass die unterlassene Einsicht in das Grundbuch und den Wohnungseigentumsvertrag der Ersitzung der Garage nicht entgegenstehe.

Der Oberste Gerichtshof wies die Revision des Beklagten zurück.

Dessen Ansicht, der Ersitzungswerber eines Wohnungseigentumsobjekts müsse stets in das Grundbuch

Einsicht nehmen, andernfalls er nicht als redlich angesehen werden könne, widerspricht dem Umstand, dass die Ersitzung grundsätzlich auch gegen den im Grundbuch eingetragenen Eigentümer möglich ist (Ersitzung „contra tabulas“). Da dies auch für die Ersitzung von Wohnungseigentumsobjekten gilt, besteht eine Verpflichtung, den Grundbuchstand zu erheben oder in den Wohnungseigentumsvertrag Einsicht zu nehmen, nur bei einem (indizierten) Verdacht, dass die tatsächlichen Besitzverhältnisse nicht dem Grundbuchstand entsprechen. Zudem ändert die irrtümliche rechtliche Qualifikation der Garage als Zubehör und nicht als Wohnungseigentumsobjekt nichts am Besitzwillen der jeweiligen Erwerber.

Quelle: www.ogh.gv.at/entscheidungen

Aus dem Vereinsleben

Wir gratulieren

Mit 01.04.2024 erfolgte die Berufung von Gottfried Mandlbürger zum Universitätsprofessor für Optische Bathymetrie. Bathymetrie ist die 3D-Kartierung des Gewässerbodens und Rekonstruktion von Objekten im Wasser. Die ökologische Bedeutung dieses Fachbereichs liegt u.a. in der Hochwassersimulation, Gefahrenzonenplanung und dem Küstenschutz. Wir gratulieren herzlich!

Seit Februar 2024 ist Lukas Winiwarter Professor für Geodäsie an der Universität Innsbruck. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Geoinformation und KI-Applikationen. Er ist auch Träger des Karl Kraus Preises. Wir gratulieren herzlich!

Wir begrüßen als neues Mitglied

Dipl.-Ing. Harald Hofbauer, Wien

Dr. Eva Buchmayer, Graz

Felix Sallocker BSc., Weinitzen

Wir trauern um die Verstorbenen

Dipl.-Ing. Wolfgang Kainz ist am 27. April 2024 im 76. Lebensjahr verstorben.

Herzliche Gratulation zu einem Jubiläum im April 2024 bis Juni 2024

50. Geburtstag

Dipl.-Ing. Andreas Schramm, Wien

Dipl.-Ing. Thomas Marschall, Bad Tatzmannsdorf

Dipl.-Ing. Gerhard Breinl, Graz

60. Geburtstag

Dipl.-Ing. Ingrid Pliessnig, Wien

Dipl.-Ing. Thomas Burtscher, Gloggnitz

75. Geburtstag

Dipl.-Ing. Reinhard Hölbling, Braunau am Inn

80. Geburtstag

Dr. Ing. Holger Magel, München

Dipl.-Ing. Otto Aleksa, Wien

Dipl.-Ing. Walter Guggenberger, Berndorf

85. Geburtstag

Dipl.-Ing. Anton Sorger, Wien

Mitteilungen

Neues Sekretariat der IAG im BEV



Nach der Unterzeichnung des „Memorandum of Understanding“, mit dem die Einrichtung der IAG-Geschäftsstelle beim BEV am 16. April 2024 eingeleitet wurde. ©BEV – Von links nach rechts: Wernher Hoffmann (BEV Präsident), Harald Schuh (ehemaliger IAG Präsident), Richard Gross (IAG Präsident), Franz Blauensteiner (Leiter Abteilung Referenzsysteme, BEV), Daniela Thaller (IAG Generalsekretärin), Martin Sehnal (Leiter GGOS Koordinierungsbüro und IAG Sekretariat, BEV), Peter Teunissen (IAG Vizepäsident).

Die Internationale Vereinigung für Geodäsie (IAG) ist eine renommierte wissenschaftliche, weltweite Organisation, die die Zusammenarbeit und Forschung im Bereich der Geodäsie auf globaler Ebene fördert. Mit einer bedeutenden Geschichte, die bis ins Jahr 1862 zurückreicht, hat Österreich als Gründungsmitglied von Anfang an eine wichtige Rolle gespielt. Seitdem haben zahlreiche Institutionen und Universitäten in Österreich maßgeblich zur Entwicklung der Geodäsie und damit zur IAG beigetragen.

Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) in Österreich ist eine solche Institution, die aktiv in der IAG mitwirkt. Wie beispielsweise durch die Analyse verschiedener geodätischer Weltraumverfahren wie GNSS und VLBI, leistet das BEV nach wie vor einen wichtigen Beitrag. Seit 2016 beherbergt das BEV auch das Koordinierungsbüro des Globalen Geodätischen Beobachtungssystems (GGOS) der IAG.

Aufgrund der herausragenden Leistungen des GGOS-Koordinierungsbüros in internationaler Koordination und Öffentlichkeitsarbeit wurde von der IAG vorgeschlagen, ein IAG-Sekretariat im BEV einzurichten. Dieser Vorschlag wurde mit Begeisterung von allen Beteiligten

aufgenommen. Am 16. April 2024 wurde daher ein „Memorandum of Understanding“ zwischen der IAG und dem BEV zur Einrichtung dieses IAG Sekretariats unterzeichnet. Diese bedeutende Neuigkeit wurde anschließend feierlich auf einem Geodäsie Empfang am 17. April 2024 im BEV Hauptgebäude verkündet. Mehr als 100 internationale Geodäten nahmen daran teil.

Das IAG-Sekretariat wird sich zukünftig um langfristige Aufgaben des IAG-Generalsekretärs kümmern, wie etwa die Finanzverwaltung und Mitgliederbetreuung. Zusätzlich umfasst es die Öffentlichkeitsarbeit der IAG, wodurch Synergieeffekte mit dem GGOS-Koordinierungsbüro genutzt werden können. Das BEV und der neue Leiter des IAG-Sekretariats, Dipl.-Ing. Martin Sehnal, freuen sich darauf, in Zukunft eine verstärkte organisatorische Rolle in internationalen geodätischen Angelegenheiten zu übernehmen und die Bedeutung der Geodäsie sowohl in der Wissenschaft als auch in der Gesellschaft weiter hervorzuheben.

Weitere Informationen zu IAG und GGOS:
www.geodesy.science

Martin Sehnal

2500ster Teilnehmer beim Geodätischen Kolloquium der Universität Innsbruck



Prof. Werner Lienhart, Prof. Lukas Winiwarter, Dipl.-Ing. Reinhard Bruckmüller

Gratulation an Kollegen Dipl.-Ing. Reinhard Bruckmüller, er war der 2500ste Teilnehmer bei der Fortbildungsveranstaltung „Geodätisches Kolloquium“ an der Universität Innsbruck. Als Ansprechpartner der OVG in Tirol möchte ich dies zum Anlass nehmen, dem Mitorganisator Dipl.-Ing. Dr. Thomas Weinold für seinen jahrelangen Einsatz für die Fortbildung der Kollegen zu danken. Diese Fortbildungsreihe findet seit 15.10.2009 statt und umfasst immer 4 Fachvorträge je Semester. Prof. Wilhelm Embacher gründete die Vortragsreihe und Prof. Günter Chesi sowie Prof. Klaus Hanke haben sie weitergeführt. Aber seit Wintersemester 2009 gibt es auf die Initiative von Dipl.-Ing. Dr. Weinold die Möglichkeit, für regelmäßige Besucher ein Teilnahmezertifikat der Universität Innsbruck zu erwerben. Den neuen Professor des Arbeitsbereiches Geometrie und Vermessung

Prof. Dr. Lukas Winiwarter ersuche ich höflichst, diese Art der Fortbildung auch weiterhin den Kolleginnen und Kollegen anzubieten. Die Kooperation des Arbeitsbereiches Geometrie und Vermessung der Universität Innsbruck mit der Fachgruppe Vermessung der Kammer der Ziviltechniker:innen für Tirol und Vorarlberg und der OVG ist seit Jahren erprobt und bietet eine sehr gute Möglichkeit die selbstaufgelegte Fortbildungsverpflichtung der Ingenieurkonsulenten:innen zu absolvieren.

Bei Prof. Dr. Werner Lienhart von der TU Graz, Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, möchte ich mich für den spannenden Vortrag „Dynamisches Brückenmonitoring mit geodätischen und faseroptischen Sensoren“ ebenfalls herzlichst bedanken.

Hubert Plainer

Tagungsberichte

COIGT – Spanische Vermessungsorganisation und IG-PARLS



von li. nach re.: Gabriel Donaire (Ex-Presidente-Delegado de Comunidad Valenciana y Murcia del COIGT), Juanma Moreno, Dietrich Kollenprat, Olga Sáez (Representante ASOTEX-COIGT en IG-PARLS), Andrés Díez Galilea (Decano COIGT), Thomas Jacubeit, Rubén Ibanez Martin (Delegado COIGT Madrid), Dima Todorovski (Presidente Comisión 2 de la FIG)

Am 21. und 22. März 2024 fand parallel zum „Global Surveyors Day“ am 21. März auch ein Treffen der Gruppe IG-PARLS in Madrid statt.

Die spanischen Kollegen des „Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica“ (COIGT) organisierten ein dicht gedrängtes Vortragsprogramm, zu welchem sie auch Deutschland und Österreich zu Vorträgen zu deren Katastersystemen einluden. Der deutsche Kollege, Thomas Jacubeit, zeigte an Hand des Brandenburgischen Katasters, wie man sich in der Datenbank anmeldet und wie man für die betreffende Aufgabe – an Hand einer Grundstücksteilung – mit den Erhebungen, dem Anschluss an das Referenznetz, den Koordinatenvergleichen etc. vorgeht.

Österreich, vertreten durch Dietrich Kollenprat, zeigte den Spaniern den Beginn der Vermessung seit Maria Theresia, die weitere Entwicklung bis hin zur Einführung des Grenzkatasters im Jahr 1967.

Neben den theoretisch stets reibungslos geplanten Abläufen, wurden auch in der Praxis vorkommende Schwierigkeiten und deren Lösungen erläutert. – Die spanischen Kolleginnen und Kollegen stellten dazu Fragen und waren an weiteren Kontakten interessiert.

Der „Global Surveyors Day“ (GSD) am 21. März zog sich etwas in die Länge, weil man sich auch mit den

Kolleg:innen aus Übersee abzustimmen hatte, da ein in der Lehre tätiger Vermessungsingenieur aus Costa Rica, Herr Martin Chaverri Roig, ausgezeichnet wurde, *who was nominated by the Pan American Association of Surveying and Topography Professionals (APPAT) in conjunction with the College of Topographic Engineers of Costa Rica (CIT).*

Die Delegierten der Gruppe IG-PARLS nutzten das Event des GSD zu einer Sitzung mit fast vollständiger persönlicher Anwesenheit der Delegierten, bei der Frau Kollegin Olga Saez Arnau das System und die spanischen Vorgangsweisen in der Eigentumsvermessung vorstellte, ein nötiger Zusatz zu Artikel 12 des CLGE-Vertrags erörtert wurde und eine Endredaktion des neuen Kompendiums zum Thema Mehrzweckkataster in den teilnehmenden europäischen Ländern von Matjaz Grilc verfasst werden sollte. Weitere allgemeine Themen rundeten das Diskussionsprogramm ab.

Insgesamt war dies wieder ein nützliches Kollegentreffen. Die Veranstaltung fand weit außerhalb von Madrid statt. Allgemein freute man sich bereits auf das nächste Treffen, bei dem dann die CLGE-Delegierten in Cavtat (HR) tagen werden.

Dietrich Kollenprat

Grenzsteine – Steine erzählen Geschichte(n)

Grenzstein im Rohrwald aus dem Jahr 1529



In der Katastralgemeinde Rückersdorf (Ortsgemeinde Harmannsdorf) in Niederösterreich steht ein Grenzstein mit dem Wappen des Stiftes Klosterneuburg, den Buchstaben GPC und der Jahreszahl 1529 (auf der Rückseite). Der Stein ist also schon 500 Jahre alt. Unter Georg Hausmanstetter, der von 1509 bis 1541 Probst des Stiftes Klosterneuburg war, wurde der Stein gesetzt. „GPC“ steht also für „Georg Probst Klosterneuburg“.

In die Regierungszeit des Propstes fällt die Erste Wiener Türkenbelagerung von 1529, als der Konvent direkt bedroht war und sich dazu entschloss, nach Passau zu flüchten. In Klosterneuburg organisierten der Stiftshofmeister Hans Stolbrokh und der königliche Regimentsrat Melchior von Lamberg die Verteidigung der Oberen Stadt. Die am 27. September begonnene Belagerung Klosterneuburgs konnte erfolgreich abgewehrt werden. Die Chorherren kehrten im November 1529 wieder in ihr Stift zurück. Der Grenzstein könnte unmittelbar danach gesetzt worden sein. Er kennzeichnet auch heute noch die Grenze eines Grundstücks im Eigentum des Chorherrenstifts Klosterneuburg.

(Red.)



Foto: Ch.Twaroch

Quelle

Georg II. Hausmanstetter. In: Jahrbuch des Stiftes Klosterneuburg 4 (1912), S. 217.



Veranstungskalender

ESRI USER CONFERENCE

15.07. – 19.07.2024 San Diego, USA
<https://www.esri.com/en-us/about/events/uc/save-date>

Trimble Dimension

11.11. – 13.11.2024 Las Vegas, USA
<https://www.trimble.com/en/our-company/events/dimensions/overview>

International Conference on Cartography, GIS and Geoinformation

29.07. – 30.07.2024 Wien, Österreich
<https://waset.org/cartography-gis-and-geoinformation-conference-in-july-2024-in-vienna>

Mobile Laser Scanning Technology Workshop (MoLaS)

27.11. – 28.11.2024 Freiburg, Deutschland
<https://www.molas.fraunhofer.de/en/program-molas-2024.html>

EuroCarto

09.09. – 11.09.2024 Wien, Österreich
<https://eurocarto2024.org/>

Innsbruck Summer School of Alpine Research

22.09. – 28.09.2024 Innsbruck, Österreich
<https://www.uibk.ac.at/en/geography/sensing-mountains/2024/>

Internationale Geodätische Woche Obergurgl

09.02. – 15.02.2025 Obergurgl, Österreich
<https://www.uibk.ac.at/de/geometrie-vermessung/veranstaltungen/>

INTERGEO

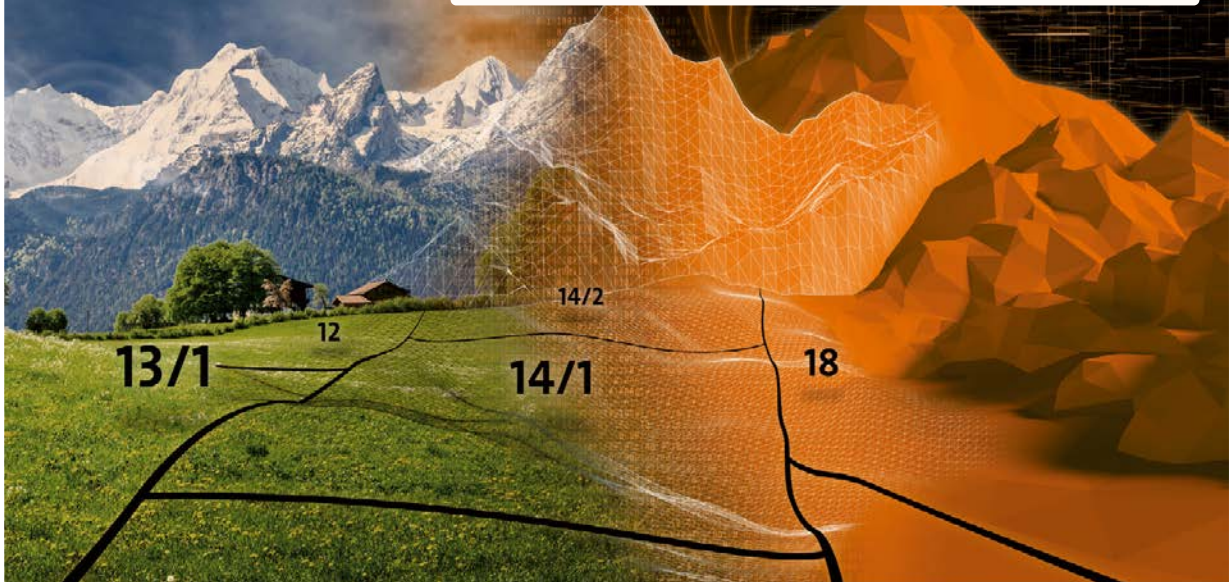
24.09. – 26.09.2024 Stuttgart, Deutschland
<https://www.intergeo.de/>

Photogrammetric Week (DGPF)

01.04. – 04.04.2025 Stuttgart, Deutschland
<https://www.dgpf.de/cal/Eventdetail/172/114%7C136%7C113%7C101/photogrammetric-week-2025.html>

„Mit der Zeitleiste in RMproject haben Sie jederzeit den vollen Überblick über die gesamte projekt- und kundenbezogene Kommunikation im Büro.“

Thomas Marschall, Produktmanager bei rmDATA



RMproject (rmDATA Projects) ist die ideale Lösung für die Organisation in Ihrem Vermessungs- oder Ingenieurbüro inklusive Projekt- und Mitarbeiterverwaltung, Kontakt- und Aufgabenmanagement.



rmDATA. Intelligente Software. Individuelle Services.
Technologiezentrum, Industriestraße 6, 7423 Pinkafeld
Tel: +43 3357 43 333 . Fax: -76
office@rmdatagroup.com . www.rmdatagroup.com



Mehr erfahren: