

geoDIGITALISIERUNG | Vermessungslösungen und mehr



HxGN LIVE LEICA TOUR DACH

Virtual | 11. März 2021

leica-geosystems.com/leica-tour-2021

Kombinierte Vermessung mit Tachymeter und RTK

E. Grillmayer, F. Blauensteiner

Studie für ein campusweites Positionierungs- und Navigationssystem an der TU Wien basierend auf WLAN

A. Leb, G. Retscher

150 Jahre strittige Grenze im Pulkautal – Von der Grenzurkunde 1717 bis zur Beilegung des Grenzstreites 1867

H. Hiermanseder



Österreichische Zeitschrift für **Vermessung & Geoinformation**

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

108. Jahrgang 2020

Heft: 4/2020

ISSN: 1605-1653

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Andreas Pammer

Stellvertreter: Dipl.-Ing. Ernst Zahn

Dipl.-Ing. (FH) Georg Topf

A-1020 Wien, Schiffamtsgasse 1-3

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

E. Grillmayer, F. Blauensteiner:

Kombinierte Vermessung mit Tachymeter und RTK 151

A. Leeb, G. Retscher:

**Studie für ein campusweites Positionierungs- und
Navigationssystem an der TU Wien basierend auf WLAN** 157

M. Hiermanseder:

**150 Jahre strittige Grenze im Pulkautal – Von der Grenzurkunde
1717 bis zur Beilegung des Grenzstreites 1867** 173

Dissertationen, Diplom- und Magisterarbeiten 188

Recht und Gesetz 190

Aus dem Vereinsleben 191

Buchbesprechungen 192

Neuerscheinungen 197

Veranstaltungskalender 198

OVG Vorträge 200



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

108. Jahrgang 2020 / ISSN: 1605-1653

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Offenlegung gem. § 25 Mediengesetz

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

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

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



<http://www.ovg.at>



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



Kombinierte Vermessung mit Tachymeter und RTK

Integrated surveying with total stations and RTK

Ekkehart Grillmayer, Garsten und Franz Blauensteiner, Wien

Kurzfassung

Die gemeinsame Nutzung von Tachymetern und RTK Systemen hat sich in den letzten Jahren in der vermessungstechnischen Praxis weitgehend durchgesetzt. Die unmittelbare Kombination beider Messmittel im Feld wird von vielen Anwendern jedoch noch wenig genutzt. Dabei hat gerade diese Methode entscheidende Vorteile, die wir in dieser Arbeit aufzeigen wollen. Einführend wird der Ablauf einer unmittelbar kombinierten Vermessung erläutert und die Unterschiede zwischen den beiden Messmitteln, sowie der Umgang der Gerätesoftware damit, dargelegt. Mit besonderem Augenmerk auf die Überführung zwischen zwei unterschiedlichen Koordinatenräumen in Österreich (ETRS und MGI – System der österreichischen Landesvermessung) wird die Berechnung einer freien Stationierung anhand eines Beispiels besprochen.

Schlüsselwörter: Hybride Messverfahren, kombinierte Vermessung, freie Stationierung, RTK Systeme, Tachymeter, Transformation

Abstract

The joint use of total stations and RTK systems has become widely accepted in surveying practice in recent years. However, many users still do not create the benefit of the direct combination of both measurement systems, although this hybrid and integrated surveying technique in particular has decisive advantages that we want to emphasize in this paper. At first, the procedure of a hybrid and integrated surveying is explained and the differences between the two measurement systems, as well as the handling of the common device software, are presented. Moreover, the computation of a free station setup is discussed on the basis of an example, paying special attention to the transformation process between the two different coordinate spaces in Austria.

Keywords: hybrid surveying technique, integrated surveying, free station setup, RTK systems, total stations, transformation

1. Motivation

Mit Einführung vereinheitlichter Bedienplattformen für die Sensortypen Tachymeter und RTK GNSS wurde deren durchgängig kombinierter Einsatz schon während des Außendienstes möglich. Bis dahin konnten Daten aus beiden Sensorwelten nur im Nachhinein in der Auswertesoftware im Büro zusammengeführt werden. Das zentrale Element des Plattformkonzepts war zu Beginn eine Datenbankstruktur, in welcher die Sensordaten gemeinsam gehalten und als ein Datensatz von Gerät zu Gerät weitergegeben wurden. In weiterer Folge wurde die Anwendungssoftware, mit welcher die unterschiedlichen Sensortypen gesteuert werden, vereinheitlicht. Die Nutzung von Feldrechnern (heute ist eher der Anglizismus „Controller“ gebräuchlich) führte schließlich zur vollständigen Fusion der beiden Sensorwelten, sodass heute sehr einfach während der Messung zwischen beiden Sensortypen gewechselt werden kann. Diese Funktionalität ermöglicht Veränderungen in den Arbeitsabläufen, die zur

Effizienzsteigerung genutzt werden können und zusätzlich den Vorteil bieten, dass Aufnahmen und Absteckungen bereits während der Arbeit im Feld weitgehend kontrolliert und physisch unabhängig vom Festpunktfeld erfolgen können.

Ein Nebeneffekt ist, dass alle bestimmten Koordinaten (auch die mit dem Tachymeter gemessenen Detailpunkte) unmittelbar aus Messungen im Referenzrahmen ETRF abgeleitet werden. Der Übergang z.B. zu Gauß-Krüger-Koordinaten (GK) erfolgt nur mittelbar durch eine Transformation. Damit ist festzuhalten, dass das Ergebnis der Messungen im ersten Moment frei von Zwängen des inhomogenen amtlichen Festpunktfelds vorliegt.

Unter dem in der österr. Vermessungsverordnung 2016 §1(12) als zulässiges Messverfahren angeführten „hybriden Anschluss“ ist diese Methode der direkten Kombination der beiden Sensortypen zu verstehen. Somit erlangt die Methode auch für Arbeiten im Kataster zunehmend an Bedeutung (siehe [1]).

2. Ablauf einer kombinierten Vermessung – Voraussetzungen

Wie oben erwähnt unterstützen moderne Vermessungssysteme bereits den kombinierten Einsatz von Tachymetrie und RTK GNSS für die gleichzeitige Anwendung im Feld. Dies bedeutet nicht nur, dass bei der Aufnahme unmittelbar für jeden Detailpunkt das Messmittel gewechselt werden kann, sondern vor allem auch, dass die Stationierung des Tachymeters unmittelbar mit Hilfe eben gemessener RTK Punkte erfolgen kann. Dies ist allerdings nur möglich, wenn es sich bei dem eingesetzten Vermessungssystem um eine Robotik-Totalstation handelt und das auf dem Lotstab montierte Prisma so ausgeführt ist, dass ein RTK Empfänger zentrisch darüber angebracht werden kann. Die Anwendungssoftware muss zudem die Möglichkeit bieten, den Höhenoffset von Tachymeter-Prisma und RTK Empfänger zu berücksichtigen. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf solche Vermessungssysteme. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass viele der darauffolgenden theoretischen Überlegungen auch für den sequentiellen Einsatz von RTK GNSS und Tachymetrie gelten.

Die einfachste Stationierungsmöglichkeit ist die freie Stationierung. Dem Gerät wird lediglich ein Punktname für den Standpunkt und ggf. die Instrumentenhöhe (falls das Gerät dennoch über einer Punktkennzeichnung aufgestellt wurde, deren Höhe für weitere Arbeiten relevant ist) vorgegeben. Der Anwender begibt sich zu einem, sowohl für den RTK Empfang als auch für die Punktverteilung der freien Stationierung günstigen Standort. Um die Messung zu diesem Anschlusspunkt, der im Projekt noch nicht bekannt ist, auszuführen, muss er vorab eine neue Punktnummer für diesen Punkt vergeben. Nun wechselt der Anwender zum Messmittel RTK (je nach System erfolgt dies passiv durch Aufforderung oder aktiv durch Wahl des Messensors) und bestimmt die Koordinaten des Anschlusspunkts. Unmittelbar anschließend misst der Tachymeter auf das Prisma. Der Vorgang wird wiederholt; ab dem zweiten Anschlusspunkt ist die Berechnung der Stationskoordinaten und der Restklaffungen in den Anschlusspunkten möglich.

3. Was passiert dabei im Hintergrund?

Die auf Anwenderseite möglicherweise bestehende Unsicherheit bzw. Skepsis beim kombinierten Einsatz beider Messmittel erscheint verständlich und bei näherer Betrachtung auch angemessen. Die am Markt verfügbaren Systeme lösen die

Aufgabe, die beiden unterschiedlichen Koordinatenräume ineinander überzuführen recht unkompliziert und ohne großes Zutun des Anwenders, jedoch liegt auch hier die Tücke im Detail, dem wir uns in den nächsten Abschnitten zuwenden wollen.

3.1 Tachymetrie

Mit dem Tachymeter werden Richtungen und Strecken in einem Horizontsystem gemessen. Da es sich hierbei eigentlich bereits um zwei unterschiedliche Messmittel handelt, die einen Punkt relativ zum Gerätestandort festlegen, kann der Tachymeter als hybrides Messsystem bezeichnet werden (siehe dazu Definition nach [2]).

Die Koordinatenrechnung ist, abgesehen von etwaigen meteorologischen Reduktionen, bekannt und nahezu trivial, man erhält aber lediglich lokale Koordinaten am Standort. Die eigentliche Schwierigkeit liegt somit darin, den Anschluss an bestehende Planwerke herzustellen. Da diese Planwerke in den meisten Fällen im österr. Landeskoordinatensystem MGI abgefasst sind, ist der heute gebräuchliche Ablauf die nach Lage und Höhe getrennte Berechnung. Wegen der Konformität der Abbildung muss lediglich die Strecke entsprechend den bekannten Formeln reduziert werden. Für das Beispiel einer freien Stationierung, dem wir uns hier hauptsächlich widmen, gibt es im Wesentlichen zwei Möglichkeiten der Standpunkts- und Orientierungsberechnung unter Einbeziehung von Punkten mit bereits bekannten Koordinaten: eine vermittelnde Ausgleichung der Beobachtungen oder eine Helmert-Transformation (weitere Methoden siehe [3]). In beiden Fällen wird sich das Ergebnis in Abhängigkeit der angenommenen Genauigkeiten (Gewichtsansätze) und der Verteilung der Anschlusspunkte (Geometrie) unterscheiden. Oftmals wird leider auch übersehen, dass die Gewichtsansätze sowohl in der Auswertesoftware im Büro als auch in der Gerätesoftware unterschiedlich konfiguriert sein können und dass bei mangelnder Überbestimmung die Ergebnisse variieren, wodurch die tatsächlichen Genauigkeitsverhältnisse nicht korrekt abgeleitet werden (weitere Ausführungen dazu ebenfalls in [3]).

Der Einfachheit halber wurde hier immer eine Helmert-Transformation verwendet.

3.2 RTK GNSS

Bei RTK GNSS Messungen entstehen bereits im Rahmen des Messprozesses, der eigentlich auch die Auswertung der Messdaten beinhaltet,

Koordinaten in einem bekannten Koordinatenrahmen, nämlich jenem, in dem die Koordinaten der Referenzstation(en) angegeben werden. Bei der Benutzung von beispielsweise APOS – Austrian Positioning Service erhält man somit unmittelbar Koordinaten in ETRS 89/ Realisierung ETRF2000 zur Epoche 2002.56.

Da die meisten Planwerke in der Regel nur zweidimensionale Koordinaten enthalten, ist in jedem Fall eine Verebnung notwendig, in den meisten Fällen aber auch eine Transformation um auch hier in denselben Koordinatenrahmen der vorangegangenen Planwerke zu gelangen. Es ist heute üblich, diese Transformation (zumindest zum Teil) vor der Verebnung durchzuführen. Wie in [4] dargelegt, erfolgt die Überführung der mittels RTK GNSS bestimmten Koordinaten üblicherweise in zwei Schritten. Zuerst erfolgt mittels einer 7-Parameter-Transformation der Übergang zwischen den beiden Koordinatenrahmen (bei APOS ETRS zu MGI). Anwender, welche andere österreichische Korrekturdatendienste (z.B. EPO-SA, NetFocus, etc.) nutzen, müssen für den dort ggf. von ETRS89 abweichenden verwendeten Referenzrahmen (z.B. ITRF20xy) passende Parameter benutzen. Anschließend erfolgt die Abbildung der räumlichen Koordinaten mit den bekannten Formeln nach Gauß-Krüger in das Meridianstreifensystem der österreichischen Landesvermes-

sung. Die nun noch verbliebenen Restklaffungen (als Folge der Netzinhomogenität) werden durch Anfelderung (ebene Helmert-Transformation ohne oder mit Maßstab) minimiert. Eine detaillierte Diskussion in Bezug auf das amtliche Festpunktfeld in Österreich findet sich ebenfalls in [4].

4. Berechnungsmöglichkeiten

Wie oben ausgeführt, ist neben der Berechnung einer freien Stationierung auch der Übergang vom Koordinatenrahmen der RTK Messungen in das Plankoordinatensystem zu lösen. Grundsätzlich wird dafür das in Kapitel 3.2 beschriebene zweistufige Verfahren mit einer Rahmentransformation und einer Anfelderung auf örtlich bekannte Punkte empfohlen.

Im Folgenden wird anhand eines konkreten Beispiels untersucht, unter welchen Voraussetzungen die verschiedenen Möglichkeiten, die Stationskoordinaten zu berechnen, zum gleichen Ergebnis führen. Der Beispieldatensatz wurde in Westösterreich in einer Höhe von ca. 870 m über Adria gemessen. Es wurden im Wechsel 10 Anschlusspunkte jeweils erst mittels RTK GNSS bestimmt und unmittelbar darauf die Richtungs- und Streckenmessung ausgeführt. Abbildung 1 zeigt die Konfiguration.



Abb. 1: Messanordnung freie Stationierung

Berechnungsart	RW [m]	HW [m]	ΔRW^1 [mm]	ΔHW^1 [mm]	σ_L [mm]
2+1D GK	100817.037	240839.444			5.9
2+1D UTM	100817.037	240839.444	0.0	0.0	5.9
3D ETRS89	100817.036	240839.446	0.9	-2.4	5.0

RW ... Rechtswert HW ... Hochwert

Tab. 1: Unterschiede in den Ergebnissen der freien Stationierung in Abhängigkeit vom Koordinatenrahmen

4.1 2+1D in GK nach Transformation und Abbildung der Anschlusspunkte

Diese mit Sicherheit gebräuchlichste Methode ist auch jene, welche für die praktische Anwendung die meiste Relevanz haben wird. Nach Abschluss der Stationierung im Feld können unmittelbar Punkte im Landeskoordinatensystem abgesteckt werden und es können auch unmittelbar Maße zwischen neu eingemessenen Punkten angegeben werden, die mit den später im Büro berechneten Werten übereinstimmen.

Als Vorbereitung ist es erforderlich eine Anfelderung an jene Festpunkte zu berechnen, die dem ursprünglichen Plan zu Grunde liegen respektive jener, die für eine spätere Ausfertigung genutzt werden sollen. Diese Anfelderung muss vorab auf den Feldrechner aufgespielt werden und es empfiehlt sich auch für alle Punkte, die für die Anfelderung benutzt wurden, die für die Landeskoordinaten zu übertragen.

In unserem Beispiel wurde eine Anfelderung auf die 7 nächstgelegenen amtlichen Festpunkte berechnet, wobei der Maßstab festgehalten wurde.

Auch bei der Berechnung der Stationskoordinaten wird der Maßstab festgehalten. Das Ergebnis findet sich in Tabelle 1 in Zeile 1.

Die Restklaffungen in den Anschlusspunkten betragen:

PunktNr	ΔRW [cm]	ΔHW [cm]	ΔPL [cm]
1	-2.3	-1.6	2.8
2	0.7	1.2	1.4
3	-0.3	2.2	2.2
4	0.1	-0.8	0.8
5	-0.6	-0.6	0.9
6	-0.6	-0.1	0.6
7	-0.8	-1.3	1.5
8	0.8	1.9	2.1
9	1.2	-0.6	1.4
10	1.2	-0.8	1.4

Tab. 2: Restklaffungen in den Anschlusspunkten

Wird bei der Berechnung der freien Stationierung ein Maßstab mitberechnet, fallen die Restklaffungen in diesem Beispiel minimal kleiner aus. Da im realen Anwendungsfall jedoch deutlich weniger Anschlusspunkte zum Einsatz kommen werden, sollte eine Entscheidung für eine Berechnung mit oder ohne Maßstab bewusst und unter Bedachtnahme auf den konkreten Anwendungsfall getroffen werden.

Eine Reduktion auf die vermeintlich vier besten RTK Punkte 5, 7, 8 und 10 (also jene, von denen auf Grund ihrer Situierung angenommen werden kann, dass sie weitgehend unbeeinträchtigt von Abschattungen und Mehrwegeeffekten sind) hätte zu einer Änderung der Koordinaten der freien Stationierung um 1.1 cm geführt (siehe dazu [3]).

4.2 2+1D in UTM und Transformation des Ergebnisses

Diese Form der Berechnung kann zum Beispiel genutzt werden, um die ETRS Koordinaten eines nicht RTK tauglichen Festpunkts zu bestimmen. Der Vorteil liegt darin, dass die mittels RTK bestimmten Anschlusspunkte nicht vorab mit einer berechneten Anfelderung in das Landeskoordinatensystem übertragen werden müssen, sondern lediglich eine rein formale und umkehrbare Vergebung erfolgt. Deren Umkehrung liefert wiederum die ETRS Koordinaten der neu eingemessenen Punkte.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, ist das Ergebnis unabhängig von der Wahl des Abbildungssystems. Die Genauigkeiten sind ebenfalls gleich.

4.3 3D direkt im geozentrischen Koordinatensystem

Diese Methode wird hier nur der Vollständigkeit halber angeführt. Sie hat eher keine bis geringe praktische Relevanz und kommt hauptsächlich im Zusammenhang mit Ausgleichsaufgaben, in denen Ergebnisse aus GNSS Beobachtungen mit

1) Berechnungsart: 2+1D GK im System der Landesvermessung dient als Referenzlösung

tachymetrischen Messdaten zu verknüpfen sind (vergleiche dazu [5]), zum Einsatz.

Da die Transformation nicht nur in der Lage, sondern im dreidimensionalen Raum berechnet wird, nehmen die Höhen auf das Ergebnis Einfluss. Wie in Tabelle 1 ersichtlich, wird ein minimal anderes Ergebnis erzielt, die Genauigkeit der Punktlage ist jedoch vergleichbar.

Es muss auch noch darauf hingewiesen werden, dass auf Grund der Vernachlässigung der Refraktion bei der Berechnung der lokalen Koordinaten im Horizontsystem des Tachymeters die Höhenunterschiede nicht korrekt ermittelt werden. Auch darin zeigt sich, dass diese Methode für einfache praktische Anwendungen eher ungeeignet sein wird.

5. Anmerkungen zur Höhenableitung

Für die Höhenableitung wird nur die erste Berechnungsmethode praktisch relevante Ergebnisse liefern. In den meisten Fällen werden Gebrauchshöhen gefragt sein und diese liegen nur im System der Landesvermessung vor.

Durch die Möglichkeit, die Anzahl der Anschlusspunkte einer freien Stationierung mehr oder weniger beliebig zu erhöhen und als Kriterium dafür die festgestellten Restklaffungen zu benutzen, kann die bekannte Unsicherheit in der Höhenbestimmung mit RTK GNSS reduziert werden. Der Anwender erkennt unmittelbar während der Anschlussmessung, welche Punkte in der Höhe von anderen abweichen und daher auszuschließen sind. Er kann somit die erzielte Genauigkeit weitgehend selbst steuern. Es gilt jedoch auch hierbei einige Rahmenbedingungen zu beachten: So sollte (a) während der Anschlussmessung mehrfach eine Neuinitialisierung des RTK Empfängers vorgenommen werden, (b) bekannt ungünstige Messumgebungen vermieden werden und (c) sind bekannte (auch saisonale) Effekte aus den Referenzdaten bzw. Unterschiede in den benutzten Diensten zu berücksichtigen (vergleiche dazu [6]) und durch geeignete Messanordnung zu eliminieren.

Unter Einbeziehung einer geeigneten Höhenanfelderung sind so Höhengenaugigkeiten von 1 cm relativ zu den Festpunkten (welche in der Anfelderung zur Verwendung gelangen) realisierbar. Als technisch sinnvolle Methoden zur Anfelderung in der Höhe (mit der angeführten Genauigkeit) können derzeit ein konstanter Offset oder eine geneigte Korrektorebene, welche

als Tangentialebene an den lokalen Ausschnitt des Geoids interpretiert werden kann, angeführt werden. Beide Methoden sind als kleinräumige Lösungen zur Höhenübertragung zu betrachten. Für großräumige Höhenübertragungen wären ein feingliedriges Geoid (je nach Genauigkeitsanforderung) und das vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen – BEV publizierte Höhen-Korrektur-Grid (siehe [7]) notwendig.

6. Vorteile der kombinierten Vermessungen

Durch den kombinierten Einsatz der Sensortypen Tachymeter und RTK GNSS während der Messung im Feld, ist die Aufnahme unmittelbar kontrolliert und es wird möglich, Absteckarbeiten während oder im Zuge der Aufnahme mit auszuführen. Lässt man zusätzlich während des gesamten Messeinsatzes (also auch während der eigentlichen Aufnahme- und Absteckarbeiten mit dem Tachymeter) das RTK System weiter mitlaufen, kann flexibel zwischen beiden Sensoren gewechselt werden. Dies eröffnet zusätzliche Kontrollmöglichkeiten und ermöglicht die Einbindung zusätzlicher Anschluss- oder Polygonpunkte.

Alle Ergebnisse sind auf eine einheitliche Koordinatenbasis bezogen und in sich, im Rahmen der Messgenauigkeit, homogen. Der Anwender erhält nicht nur ein Ergebnis im Landeskoordinatensystem in Bezug auf das Festpunktfeld, welches er in seiner Anfelderung benutzt hat, sondern er erhält auch unmittelbar für alle mittels Tachymeter eingemessenen Punkte ETRS89 Koordinaten. Gleichfalls wäre eine Absteckung von Punkten, deren Koordinaten im ETRS89 vorliegen mit dem Tachymeter möglich.

Die weitgehende Unabhängigkeit von physischen Festpunkten kann als Vorteil gesehen werden. Es sei jedoch hier noch explizit darauf hingewiesen, dass diese Unabhängigkeit in bestimmten Anwendungen zu Problemen führen kann und daher nicht immer sinnvoll ist. So wird das Verfahren für Absteckungen mit hoher Relativgenauigkeit (z.B. auf Baustellen) nicht sinnvoll einsetzbar sein, wohl aber für die Schaffung eines ersten Polygonpunktnetzes. Die limitierte Genauigkeit der RTK Messung, die in den meisten Fällen bei 2 cm in der Lage liegen wird, darf nicht außer Acht gelassen werden.

Referenzen

- [1] Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft über Vermessungen und Pläne (Vermessungsverordnung 2016 – VermV 2016), StF: BGBl. II Nr. 307/2016, einzelne Änderungen mit BGBl. II Nr. 235/2018
- [2] Harald Schlemmer [1998], Hybride Vermessungssysteme – Ein Überblick. In: Hybride Vermessungssysteme – Grundlagen und Anwendungen. Schriftenreihe des DVW, Heft 29, Seite 13 – 28
- [3] Ekkehart Grillmayer und Philipp Zebedin, Die freie Stationierung in Geräte- und Bürosoftware, Berechnungsarten und ihre Konfiguration. Paper in Vorbereitung
- [4] Ekkehart Grillmayer und Franz Blauensteiner [2017], GNSS Messungen im Kataster, vgi 3/2017, S 167 - 173
- [5] Johannes Otepka und Georg Regensburger [2002], Hybride 3D Ausgleichung von GPS-, Tachymeter-, und Nivellementbeobachtungen, vgi 2/2002, S 46 - 52
- [6] Helmut Titz und Martin Freitag [2019], Improving GNSS Realtime Height Measurements in Mountain Areas – Activities of the D-A-CH Group in the Alpine Region, vgi 2/2019, S 109 - 114
- [7] Andreas Hellerschmied [2020], Höhenreferenzsysteme, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Abteilung Grundlagen, Wien, S 31 ff

Anschrift der Autoren

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

Dipl.-Ing. Franz Blauensteiner, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Leiter der Abteilung Grundlagen, Schiffamtsgasse 1-3, 1020 Wien. E-Mail: franz.blauensteiner@bev.gv.at

vgi

25 JAHRE

SURVEYORS - EXPRESS™ GmbH
 WWW.VERMESSEN.DE WWW.GPSGEO.COM
 Lupinenweg 10B | 61119 Bad Vilbel
 Vermessungsinstrumente | Land-Surveying-Instruments



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

...new and secondhand Total Stations on stock.



- when it has to be right **Leica**
Geosystems

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

Wir kaufen Ihre Altinstrumente (ab BJ. 2000). Verbessern Sie damit deutlich Ihre Einkaufsposition gegenüber Ihrem Werksvertreter. Keine Rückgabe = mehr Rabatt. (Leider keine Jap. Instrumente)

Studie für ein campusweites Positionierungs- und Navigationssystem an der TU Wien basierend auf WLAN



Study for a campus-wide positioning and navigation system for TU Wien based on Wi-Fi

Alexander Leb und Günther Retscher, Wien

Dieser Beitrag wurde als „reviewed paper“ angenommen.

Kurzfassung

Ein campusweites Positionierungs- und Navigationssystem für die TU Wien soll durch die Nutzung von WLAN-Signalen und der Positionierungsmethode Fingerprinting realisiert werden. Ziel dieser Studie ist es daher die Verfügbarkeit, Leistungsfähigkeit und Nutzbarkeit von WLAN in ausgewählten Bereichen zu untersuchen. Für diesen Zweck wurden die WLAN-Signalstärken am Karlsplatz, im Freihaus-Bürogebäude sowie in der Universitätsbibliothek unter realen Bedingungen gemessen. Die Messungen wurden dabei statisch, kinematisch und im Stop-and-Go Modus mit sechs verschiedenen Smartphones durchgeführt. Für das Fingerprinting wurde ein probabilistischer Ansatz basierend auf der Berechnung der Mahalanobis-Distanz gewählt. Es hat sich gezeigt, dass die eingesetzten Smartphones die Signalstärken unterschiedlich stark empfangen, weshalb für jedes Smartphone eine Kalibrierung mit einem multivariaten linearen Regressionsmodell durchgeführt wurde. Damit konnte die geräteabhängige Empfangsempfindlichkeit weitgehend ausgeglichen werden, wodurch sich keine großen Unterschiede bei den verschiedenen Smartphones bezüglich der erreichten Genauigkeiten bei den statischen und Stop-and-Go Messungen ergaben. Mit Hilfe einer zusätzlichen Langzeitmessung wurden die Schwankungen der WLAN-Signale analysiert. Diese zeigten große zeitliche Variationen in einem Bereich von bis zu ± 5 dBm tagsüber und auch hohes Signalrauschen. Die Analyse der Trainingsmessungen zeigte, dass genügend stabile WLAN-Signale campusweit für die Positionierung mittels Fingerprinting vorhanden sind. Die ermittelten Abweichungen der berechneten Positionen zu den Sollwerten in der Positionierungsphase lagen im Freihaus-Gebäude bei 1,5 bis 3 m. Die mit normaler Schrittgeschwindigkeit abgegangenen Trajektorien konnten damit gut rekonstruiert werden. Eine signifikante Abhängigkeit der Ergebnisse vom Smartphone zeigt sich jedoch bei den kinematischen Messungen durch die unterschiedliche Dauer eines gesamten WLAN Scans. Diese lag durchschnittlich im Bereich von 2,5 bis 4,1 s und kann damit zu unterschiedlichen Genauigkeiten für die kinematische Positionierung je nach verwendetem Endgerät führen, da bei einer längeren Scandauer weniger Messwerte entlang der Trajektorie für eine Interpolation zur Verfügung stehen.

Schlüsselwörter: WLAN Positionierung, Fingerprinting, Probabilistischer Ansatz, Mahalanobis Distanz, Kinematische Trainingsmessungen, Kontinuierliches Training

Abstract

A positioning and navigation system based on Wi-Fi signals using fingerprinting for localization shall be developed for the whole University campus of TU Wien. Thus, the major aim of this study is the investigation of the availability, performance and usability of Wi-Fi in selected areas of the University. For this purpose, Wi-Fi signal strengths of the surrounding access points were measured in front of the main building of the University, in the library and in a large multi-storey office building called Freihaus under real conditions. The measurements were carried out in static, kinematic and stop-and-go mode with six different smartphones. A probabilistic fingerprinting approach based on the calculation of the Mahalanobis distance was applied. It was seen that a calibration with a multivariate linear regression model has to be carried out for each smartphone due to the device-dependent reception sensitivity. Using such a model, this device dependency could be reduced to a minimum and similar positioning accuracies for the static and stop-and-go measurements were obtained. With the help of an additional long-term observation, the fluctuations of the Wi-Fi signals were analysed. These observations showed that fluctuations of up to ± 5 dBm during the day can occur, at night the signals are much more stable. The analysis of the system training measurements showed that there are sufficiently stable signals available everywhere on the campus to carry out a position determination using Wi-Fi fingerprinting. The resulting deviations from the ground truth in the positioning phase were in the range of 1.5 to 3 m in the Freihaus office building. The trajectories of the user walking with usual speed could be reconstructed well. A significant dependence of the results in the kinematic mode, however, is caused by the duration of a single Wi-Fi scan. The durations were in the range of 2.5 to 4.1 s depending on the used smartphone. This can result in different accuracies for kinematic positioning since fewer measurements along the trajectories for interpolation are available for a device with longer scan duration.

Keywords: Wi-Fi positioning, fingerprinting, probabilistic approach, Mahalanobis distance, kinematic system training, continuous training

1. Einleitung

Die Technische Universität Wien ist die größte naturwissenschaftlich-technische Forschungs- und Bildungseinrichtung in Österreich. Mit den vier innerstädtischen Standorten (Campus Karlsplatz, Getreidemarkt, Gußhaus und Freihaus) sowie dem Science Center im Arsenal stehen der TU Wien insgesamt 12.000 Räume in 30 Gebäuden auf einer Fläche von ca. 269.000 m² zur Verfügung. Bei einer solch großen Anzahl an Gebäuden und Räumen kann ein Positionierungs- und Navigationssystem ein hilfreiches Werkzeug sein, um sich am Campus zu orientieren. Die Motivation dieser Studie ist es daher, Studenten, Mitarbeitern und Besuchern der TU Wien zu helfen, mit Hilfe eines mobilen Endgeräts Hörsäle, Büroräume und andere Räume zu finden. Weiters sollen auch Besucher der Universitätsbibliothek leichter ein Buch finden können, indem ein Navigationssystem die Besucher zu den richtigen Bücherregalen führt.

Für die Indoor-Positionsbestimmung wurden in den letzten Jahren eine Reihe von Technologien und Methoden entwickelt und verbessert. Eine dieser Technologien stützt sich auf die Verwendung von WLAN-Signalen. Da die WLAN-Infrastruktur in den meisten öffentlichen Gebäuden bereits installiert ist und somit nur geringe Kosten entstehen, ist es eine der am meist erforschten Technologien für die Indoor-Positionierung. Die Positionsbestimmung mit Hilfe von WLAN-Signalen kann durch unterschiedliche Methoden erfolgen. Eine erste Einteilung kann in zellbasierte Verfahren, Lateration und Angulation sowie Fingerprinting gemacht werden. Dabei hat sich vor allem die Fingerprinting-Methode in der Praxis bewährt. Fingerprinting ist ein Ansatz der Mustererkennung. Diese Methode beruht auf Signalstärkemessungen der umliegenden WLAN Access Points, den Received Signals Strength Indicators (RSSI), und besteht aus der Trainingsphase (oder Offline-Phase) und der Positionierungsphase (Online-Phase). Während der Trainingsphase werden die RSSI der umliegenden Sender an mehreren Referenzpunkten im Raum gemessen und in eine mehrdimensionale Datenbank abgespeichert, die durch Signalstärkekarten, den Radio Maps, visualisiert werden können. Für die Positionierung (Online-Phase) wird dann der gemessene Fingerprint an einem unbekanntem Ort mit denen in der empirisch bestimmten Radio Map verglichen. Schlussendlich wird die Position in der Radio Map zurückgegeben, die am besten mit der Online-Messung übereinstimmt. Die Radio Map

kann auch mittels eines Ausbreitungsmodells erstellt werden, das allerdings sehr komplex sein kann. Ein Nachteil der empirischen Methode kann jedoch der hohe Zeitaufwand sein, der für den Aufbau und die Instandhaltung der Datenbank notwendig ist. Außerdem müssen die Messungen bei der Installation eines neuen Senders oder bei baulichen Veränderungen neu durchgeführt werden (Retscher und Tatschl, 2017). Eine weitere Herausforderung ist die große Variation der beobachteten RSSI-Werte aufgrund der Signalschwankungen. Trotz dieser Nachteile ist Fingerprinting heutzutage eine der beliebtesten Methoden für ein Indoor-Positionierungssystem (IPS).

2. Entwicklung und Stand der Technik bei der Positionierung mittels WLAN

Eines der ersten auf WLAN basierendes IPS ist RADAR (Bahl und Padmanabhan, 2000), das von Microsoft Research entwickelt wurde. Es kombiniert empirische Fingerprint-Messungen mit einem Signalausbreitungsmodell, um die Position des Benutzers zu bestimmen. Das Ausbreitungsmodell berücksichtigt dabei einen Dämpfungsfaktor für die Wände und den Boden. Die mittlere Genauigkeit des RADAR-Systems liegt im Bereich von 2 bis 3 Metern.

COMPASS (King et al., 2006) ist eines der ersten Systeme zur Indoor-Positionierung, das den Effekt der Nutzerausrichtung beachtet. In der Trainingsphase werden die WLAN-Signalstärken in unterschiedlichen Orientierungen aufgenommen. In der Positionierungsphase wird anschließend mit Hilfe eines digitalen Kompasses die Orientierung des Mobilgeräts bzw. seines Nutzers bestimmt. Diese Information wird dazu genutzt, um den Einfluss durch den menschlichen Körper zu minimieren. Zur Positionsbestimmung wird ein probabilistischer Ansatz verwendet. Die Entwickler haben gezeigt, dass dieses System einen durchschnittlichen Positionierungsfehler von rund 1,7 m bei idealen Bedingungen erreichen kann. Ein ähnliches System ist SMARTPOS (Kessel und Werner, 2011), das allerdings auf der deterministischen WLAN-Fingerprinting Methode basiert. Zur Positionsbestimmung wurde ein gewichteter k-nächster Nachbar (k-nearest Neighbour kNN) Ansatz angewendet. SMARTPOS erreicht einen mittleren Positionierungsfehler von bestenfalls 1,2 m.

Ein anderes IPS ist Freeloc (Kim et al., 2016), bei dem die Benutzer selbst WLAN-Signalstärken sammeln. Aufgrund dieser Crowdsourcing-Me-

thode erfolgt die Erstellung der Radio Map automatisch, wodurch viel Zeit gespart werden kann. Ein Problem dabei ist, dass bei unterschiedlichen Smartphones der Benutzer die Signale nicht gleich stark gemessen werden. Im Freeloc-System wird folglich nicht der absolute RSSI-Wert berücksichtigt, sondern nur deren relative Stärken. Die in mehreren realen Umgebungen durchgeführten Experimente zeigen, dass Freeloc zuverlässige Ergebnisse liefert.

Dari et al. (2018) entwickelten CAPTURE, ein auf WLAN-Fingerprinting basierendes IPS, das die Position mit Hilfe der k -nächsten Nachbarn bestimmt. Die Positionsbestimmung mittels WLAN-Fingerprinting ist unter anderem von den Schwankungen und dem Rauschen des Signals abhängig und normalerweise nicht robust gegenüber dynamischen Änderungen in der Umgebung. WiDeep (Abbas et al., 2019) ist ein auf Deep Learning basierendes IPS, das trotz Vorhandenseins von Rauschen hochauflösende und stabile Genauigkeiten erzielt. Das Rauschen wird dabei mittels eines Autoencoders minimiert. Weiters wird eine Reihe von zusätzlichen Komponenten eingebaut, um ein Übertraining und den Umgang mit heterogenen Smartphones zu bewältigen. Die Ergebnisse zeigen eine mittlere Genauigkeit von 1,2 bis 2,6 m.

Huo et al. (2018) haben ein auf WLAN basierendes IPS mittels Messung des Einfallswinkels (Angle-of-Arrival AoA) in einem Krankenhaus getestet. Die WLAN Access Points wurden dabei mit Antennenarrays ausgestattet und an der Decke befestigt, sodass die Signale den Empfänger direkt erreichen können. Wenn die Nutzer mithilfe mobiler Geräte nach ihrem Standort fragen, dann geben die umliegenden Access Points ihre Positionen und die Richtungswinkel zurück, welche auf die aktuellen Positionen der Benutzer verweisen. Die experimentellen Ergebnisse zeigen, dass der Positionierungsfehler in Innenräumen weniger als 2,5 m beträgt.

Kulkarni und Lim (2019) verwenden die neue Android WLAN Round Trip Time (RTT) Technik, um die Entfernung zwischen Access Points und einem Smartphone zu berechnen. Mit Hilfe von Multi-Lateration wurde in 95 % der Fälle ein Lokalisierungsfehler von weniger als 1,5 m erreicht. Diese Technik ist allerdings nur mit einer neuen Hardware für die Access Points und neuen Smartphones möglich. Guo et al. (2019) bestimmen die Position, indem zusätzlich zu WLAN RTT auch noch die empfangenen Signalstärken

RSSI gemessen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass diese Kombination sowohl bei statischen als auch bei dynamischen Tests, einschließlich Außen- und Innenumgebungen, eine bemerkenswerte Verbesserung des Systems bezüglich der Positionierungsgenauigkeit, Robustheit und Aktualisierungsrate erzielt. Im Vergleich zum klassischen Fingerprinting-Ansatz ist die Leistung des IPS erheblich verbessert und erreicht eine durchschnittliche Positionierungsgenauigkeit von 1,4 m bei einer Aktualisierungsrate von nur rund 0,2 s.

Dieser kurze Überblick zeigt, dass es eine Vielzahl von Ansätzen zur Positionierung mittels WLAN gibt, welche unterschiedliche Vor- und Nachteile aufweisen. In dieser Studie wird daher die aktuelle und an der TU Wien mögliche Einsetzbarkeit von WLAN Positionierung untersucht.

3. Gewählter Ansatz für das probabilistische Fingerprinting

Bei den probabilistischen Ansätzen des WLAN Fingerprintings wird die gesuchte Position mit Hilfe bedingter Wahrscheinlichkeiten berechnet. Die Position mit der größten Wahrscheinlichkeit ergibt dann den gesuchten Ort in der Form:

$$X = \arg \max p(\mathbf{f}_{map}^i | \mathbf{f}_{obs}). \quad (1)$$

Dabei ist $p(\mathbf{f}_{map}^i | \mathbf{f}_{obs})$ die bedingte Wahrscheinlichkeit, dass der Nutzer an der Position \mathbf{f}_{map}^i die empfangene Online-Messung \mathbf{f}_{obs} hat. Diese Wahrscheinlichkeit beruht auf dem Satz von Bayes:

$$\begin{aligned} p(\mathbf{f}_{map}^i | \mathbf{f}_{obs}) &= \frac{p(\mathbf{f}_{obs} | \mathbf{f}_{map}^i) p(\mathbf{f}_{map}^i)}{p(\mathbf{f}_{obs})} = \\ &= \frac{p(\mathbf{f}_{obs} | \mathbf{f}_{map}^i) p(\mathbf{f}_{map}^i)}{\sum_j^N p(\mathbf{f}_{obs} | \mathbf{f}_{map}^j) p(\mathbf{f}_{map}^j)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion $p(\mathbf{f}_{map}^i)$ ist die a-priori Wahrscheinlichkeit der Position des Nutzers über das gesamte Gebiet und wird üblicherweise als normalverteilt angenommen. Mit diesem Wert ist es möglich, dass Positionen, an denen sich Personen häufiger aufhalten, eine höhere Wahrscheinlichkeit zugewiesen werden. Meistens wird $p(\mathbf{f}_{map}^i) = \frac{1}{N}$ angenommen, da es im Vorhinein kein Wissen bezüglich der Nutzerposition gibt und alle Punkte N in der Radio Map mit gleicher Wahrscheinlichkeit angenommen werden können. Daher reicht es, $p(\mathbf{f}_{obs} | \mathbf{f}_{map}^i)$ zu berechnen, da der Rest der Gleichung (2) somit konstant ist. Ziel ist es nun, $p(\mathbf{f}_{obs} | \mathbf{f}_{map}^i)$ zu maximieren, also

jene Position in der Radio Map zu finden, an der es am wahrscheinlichsten ist, \mathbf{f}_{obs} zu messen:

$$X_{ML} = \arg \max p(\mathbf{f}_{obs} | \mathbf{f}_{map}^i). \quad (3)$$

Der Fingerprint mit der größten Wahrscheinlichkeit wird dann als Position des Smartphone-Nutzers angenommen. Diese Methode wird Maximum Likelihood (ML) genannt (Khalajmehrabadi et al., 2017). Geht man auch hier wieder von der Normalverteilung aus, dann lässt sich $p(\mathbf{f}_{obs} | \mathbf{f}_{map}^i)$ folgendermaßen berechnen (Herleitung in Yeung et al. (2007) beschrieben):

$$p(\mathbf{f}_{obs} | \mathbf{f}_{map}^i) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{N}{2}} |\mathbf{C}_{f_{map,i}}|^{\frac{1}{2}}} \exp \left[-\frac{1}{2} (\mathbf{f}_{obs} - \mathbf{f}_{map}^i)^T \mathbf{C}_{f_{map,i}}^{-1} (\mathbf{f}_{obs} - \mathbf{f}_{map}^i) \right]. \quad (4)$$

Dabei ist N die Anzahl der empfangenen Signalstärken für den Fingerprint \mathbf{f}_{map}^i und $\mathbf{C}_{f_{map,i}}$ dessen empirische Kovarianzmatrix. Da es das Ziel ist, $p(\mathbf{f}_{obs} | \mathbf{f}_{map}^i)$ zu maximieren, muss der Exponent in Gleichung (4) minimiert werden. Der Exponent ist bis auf den konstanten Faktor $-0,5$ ident mit der sogenannten Mahalanobis-Distanz d^M :

$$d^M(\mathbf{f}_{map}^i, \mathbf{f}_{obs}) = (\mathbf{f}_{obs} - \mathbf{f}_{map}^i)^T \mathbf{C}_{f_{map,i}}^{-1} (\mathbf{f}_{obs} - \mathbf{f}_{map}^i). \quad (5)$$

Ist die Kovarianzmatrix die Einheitsmatrix, so entspricht die Mahalanobis-Distanz folglich der euklidischen Distanz d_e , die beim deterministischen Ansatz des Fingerprintings am weitverbreitetsten verwendet wird:

$$d_e(\mathbf{f}_{map}^i, \mathbf{f}_{obs}) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\mathbf{f}_{obs}^j - \mathbf{f}_{map}^{i,j})^2}. \quad (6)$$

Die Inverse der Kovarianzmatrix wird auch Gewichtsmatrix genannt. Bei der Mahalanobis-Distanz wird also die gewichtete Quadratsumme der RSSI-Differenzen (zwischen Offline- und Online-Phase) berechnet, wobei die Gewichtungen umgekehrt proportional zu den Varianzen der dazugehörigen Fingerprints erfolgen. Eine Vielzahl von Untersuchungen hat gezeigt, dass die probabilistischen Ansätze eine höhere Genauigkeit als die deterministischen Ansätze in der Indoor-Positionierung bieten, da diese die Signalschwankungen besser berücksichtigen. Deswegen wird für die Positionsbestimmung in dieser Arbeit der probabilistische Ansatz mit der Mahalanobis-Distanz verwendet.

4. Messgebiet und Ablauf bei den durchgeführten Untersuchungen

Für die Studie eines campusweiten Positionierungssystems an der TU Wien wurden Trainingsmessungen an der Karlsplatz vor dem Hauptgebäude, in der Universitätsbibliothek und im Freihaus-Gebäude durchgeführt. Für die kinematischen Messungen wurde zuerst für jedes Messgebiet eine Trajektorie geplant. Entlang dieser Trajektorien wurden in unregelmäßigen Abständen und an Entscheidungspunkten Referenzpunkte definiert, die in weiterer Folge als Checkpoints bezeichnet werden, an denen bei den statischen Messungen die Signalstärken der umliegenden Access Points gemessen wurden. Bei den kinematischen Messungen wurde an den Checkpoints beim Abgehen der Trajektorie ein Zeitstempel gesetzt, um später die Signalstärken an diesen Stellen interpolieren zu können. Zusätzlich wurden auch abseits der Trajektorien einige Checkpoints definiert, an denen allerdings nur bei den statischen Messungen Signalstärkescans durchgeführt wurden. Die Checkpoints wurden auf der Grundlage eines Gebäudeplans bestimmt und dienen ebenfalls als Stützpunkte für die Interpolationen der Radio Maps.

Das Freihaus-Gebäude hat eine Länge von ca. 106 m und wird in drei Bereiche unterteilt. Die Trajektorie des Messgebiets „Freihaus“ mit einer Länge von rund 243 m startet vor dem Haupteingang der Universitätsbibliothek und führt bis in das zweite Obergeschoß des Freihauses entlang der Büroräume der Forschungsbereiche (FB) Ingenieurgeodäsie und Geophysik des Departments für Geodäsie und Geoinformation. Die Checkpoints wurden in unterschiedlichen Abständen gesetzt (siehe Abbildung 1 für das zweite Obergeschoß). Außerhalb von diesen beiden Bereichen liegen die Abstände bei 5 bis 14 m. Da es hier viele Büroräume gibt, wurden die Checkpoints vor jedes Büro in einem Abstand von 3 bis 6 m gelegt. Im Erdgeschoß befinden sich sechs Access Points und im gesamten zweiten Obergeschoß 41 Access Points. Im Messgebiet wurden insgesamt 136 stationäre Access Points beobachtet, von denen 82 Access Points von der Universität stammen.

Die Messungen wurden mit einer Smartphone Applikation durchgeführt, die am Department entwickelt wurde (Hofer und Retscher, 2016). Mit dieser App können die Signalstärken sowohl statisch als auch kinematisch in der Trainings- und Positionierungsphase gemessen werden. Bei den kinematischen Messungen kann die Trajektorie

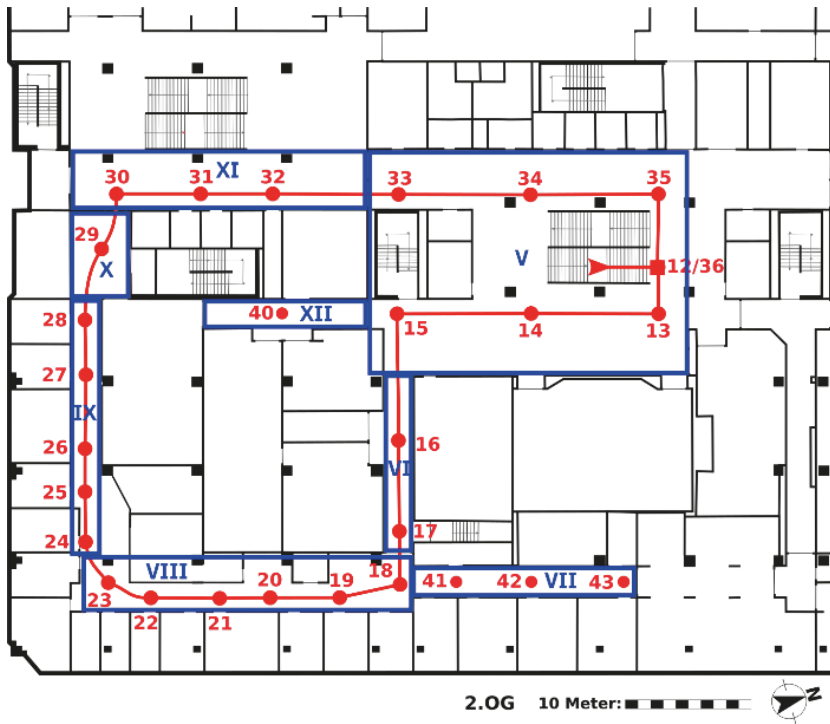


Abb. 1: Checkpoints und Zelleinteilung im zweiten Obergeschoß des Freihaus-Gebäudes

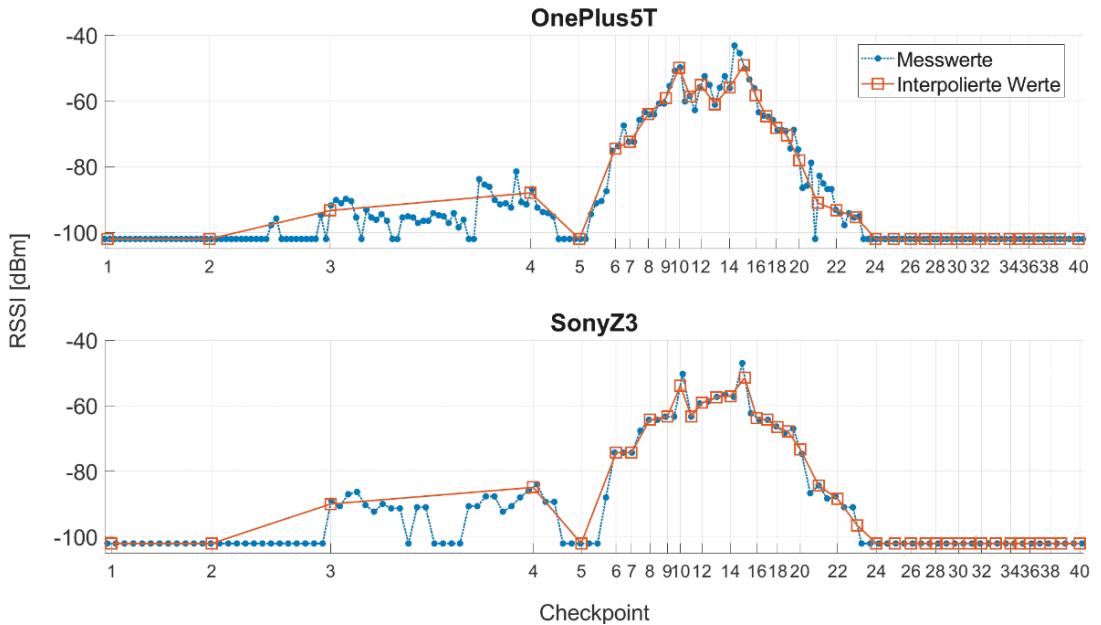


Abb. 2: Aufgezeichnete Signalstärken längs der Trajektorie im Freihaus-Gebäude bei kinematischen Messungen

entweder kontinuierlich abgegangen werden oder es wird auf jedem Checkpoint für eine kurze Zeit angehalten (Stop-and-Go-Modus).

Bei den statischen Messungen wurden auf den Checkpoints einzelne RSSI-Messungen über einen Zeitraum von einigen Minuten in mehreren Richtungen durchgeführt. Die Richtungen orientieren sich dabei an den möglichen Fortbewegungsrichtungen. So wurde beispielsweise in den Gängen nur in zwei Richtungen gemessen und an Knotenpunkten (wo sich zwei Gänge kreuzen) in vier Richtungen. Dadurch wurden an jedem Checkpoint mindestens 50 Scans pro Smartphone durchgeführt. In Summe wurden somit auf jedem Checkpoint mehr als 300 statische Scans aufgezeichnet.

Bei den kinematischen Messungen wurden entlang definierter Trajektorien die RSSI-Messungen sowie die Sensordaten der Smartphones kontinuierlich aufgezeichnet. Die Trajektorien wurden dabei mit einer durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von 1 m/s im Hin- und Rückweg abgegangen. Der Vorteil dieser Methode ist, dass für die Offline-Phase ein viel geringerer Zeitaufwand benötigt wird als bei den statischen Messungen, bei denen ein Messdurchgang ca. 40 Minuten gedauert hat. Allerdings wird dadurch nicht direkt auf jedem Checkpoint ein WLAN-Scan durchgeführt. Für die Erstellung der Radio Maps müssen jedoch die Signalstärken auf den Checkpoints bekannt sein, weswegen die RSSI-Werte eines Messdurchgangs zeitlich interpoliert werden müssen. Deshalb wurde auf jedem Checkpoint ein Zeitstempel gesetzt. Die linear interpolierten RSSI-Werte auf den Checkpoints können danach in der Fingerprint-Datenbank abgespeichert werden. Abbildung 2 veranschaulicht die Verläufe der Signalstärken für zwei Smartphones eines kinematischen Messdurchgangs. Wird das Signal eines Access Points bei einem Scan nicht empfangen, dann wird dem Scan bzw. dem Access Point eine minimale Signalstärke von -102 dBm zugeteilt, da die niedrigste aufgetretene Signalstärke bei $-101,3$ dBm lag. Jedes Smartphone benötigt eine gewisse Zeit, um einen WLAN-Scan durchzuführen. Diese kann sehr unterschiedlich lang ausfallen, wie dies bei den eingesetzten Geräten aufgetreten ist (siehe Tabelle 1). In Abbildung 2 sind daher die Verläufe der RSSI der beiden Smartphones mit der kürzesten bzw. längsten Scandauer dargestellt, wobei die beiden Smartphones gleichzeitig die Messung durchgeführt haben. Obwohl mit dem OnePlus 5T Smart-

Smartphone	Scandauer [s]
Nexus 5X	3,8
OnePlus 5T	2,4
Samsung S3A	3,5
Samsung S3B	3,5
Samsung S7	2,5
Sony Z3	4,1

Tab. 1: Durchschnittliche Scandauer der 6 verwendeten Smartphones

phone aufgrund der kürzeren Scandauer viel mehr Scans (201 Scans) durchgeführt werden können als mit dem Sony Z3 (115 Scans), ist eine große Ähnlichkeit zwischen den beiden Signalverläufen erkennbar. Bei der kinematischen Positionierung hingegen hat die Scandauer einen wesentlichen Einfluss, wie im Abschnitt 7.2 gezeigt wird.

Bei den Stop-and-Go Messungen wurde auf jedem Checkpoint für eine gewisse Zeit (ca. 20 s) angehalten, sodass mindestens fünf WLAN-Scans durchgeführt werden können. Um die RSSI-Werte dem entsprechenden Checkpoint zuzuweisen, wird auf jedem Checkpoint ein Zeitstempel für den Start- und Endzeitpunkt gesetzt. Alle Scans, die zwischen den beiden Zeitstempeln stattfinden, werden anschließend in der Fingerprint-Datenbank abgespeichert. Im Gegensatz zur normalen kinematischen Messung muss somit keine Interpolation durchgeführt werden.

5. Geräteabhängige Fingerprints

Nicht nur Signalschwankungen erschweren die Positionsbestimmung mittels WLAN, sondern auch die beobachteten RSSI-Werte haben einen großen Einfluss auf das Positionierungsergebnis. Für die Erstellung der Fingerprint-Datenbank wurden an jedem Checkpoint die Signalstärken der umliegenden Access Points mit unterschiedlichen Smartphones gemessen. Die Smartphones haben allerdings unterschiedliche Sensoreigenschaften, weswegen die Signalstärken am gleichen Ort unterschiedlich stark empfangen werden. Der Grund dafür ist, dass in jedem Smartphone unterschiedliche Bauarten von Empfängern (sogenannte WLAN-Chips) enthalten sind. Diese Hardwarevariationen beeinflussen negativ die Genauigkeit der Positionsbestimmung. Um die unterschiedliche Empfangsempfindlichkeit eines jeden Smartphones zu untersuchen, wurden Langzeitmessungen durchgeführt. Die geräteabhängigen

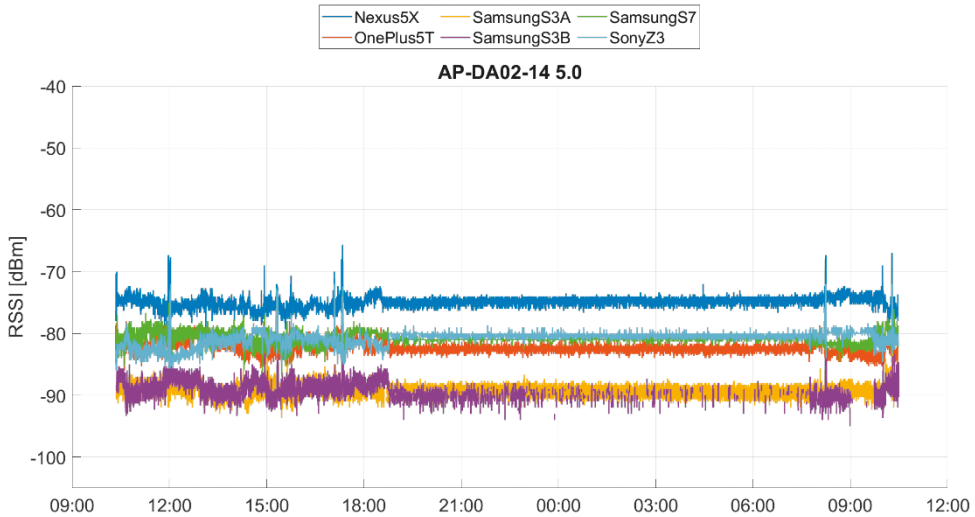


Abb. 3: WLAN-Signalverlauf der 6 Smartphones für den Access Point DA02-14 5.0 bei der Langzeitmessung

Signalstärken sind in Abbildung 3 zu sehen, in der die empfangenen Signalstärken des Access Point DA02-14 für die Frequenz von 5 GHz an einem ganzen Tag dargestellt sind. Das Nexus 5X empfängt das WLAN-Signal mit durchschnittlich -75 dBm am stärksten. Das Samsung S7 und Sony Z3 haben eine mittlere Signalstärke von ca. -81 dBm und das OnePlus 5T von -82 dBm. Mit einer durchschnittlichen WLAN-Signalstärke von ca. -89 dBm haben die beiden Samsung S3 das Signal am schwächsten empfangen. Es ist somit ein Unterschied von bis zu 14 dBm bei den Smartphones erkennbar.

Bei einem auf WLAN-Fingerprinting basierenden IPS kann auch jeder Nutzer dazu beitragen, die Datenbank aufzubauen, indem Offline-Messungen zu jeder Zeit und an jedem Ort dem IPS-Betreiber übermittelt werden, was als Crowdsourcing bezeichnet wird (vgl. Abschnitt 2). Die verwendeten Smartphones sind dabei im Allgemeinen nicht dieselben, was zu neuen Herausforderungen in Bezug auf den geräteunabhängigen Aufbau einer Fingerprint-Datenbank führt. Des Weiteren sind die Smartphones in der Online-Phase normalerweise nicht mit den in der Offline-Phase verwendeten Smartphones identisch. Um Crowdsourcing zu ermöglichen und die heterogenen Fingerprints verschiedener Smartphones miteinander vergleichen zu können, muss vor der Positionierungsphase daher eine Kalibrierung durchgeführt werden. Die angepassten Signalstärken können danach als

Crowdsourcing-Trainingsdaten zusammengefasst werden.

Um das Problem der geräteabhängigen RSSI-Werte zu lösen, kann für jedes Smartphone eine eigene Radio Map erstellt werden, was allerdings zeit- und kostenintensiv ist. Eine bessere Möglichkeit wäre, einen Offset zur mittleren empfangenen Signalstärke für jedes Smartphone zu bestimmen, der dann zu den RSSI-Werten addiert wird. Um die Smartphones zu kalibrieren, wurde deshalb in dieser Arbeit eine multivariate lineare Regression durchgeführt. Dafür wurde für jedes Smartphone zunächst der Mittelwert aller gemessenen RSSI eines Access Point an jedem Checkpoint bestimmt. Für den Referenzvektor der Regression wurden anschließend die Werte aller Smartphones gemittelt. Dabei wurden nur jene Access Points verwendet, die ausschließlich mit jedem Smartphone beobachtet wurden. Das gewählte lineare Regressionsmodell hat die Form:

$$\mathbf{y}_{RSS} = a_S \cdot \mathbf{x}_S + b_S. \quad (7)$$

Dabei ist \mathbf{x}_S der gemessene Signalstärkevektor vom Smartphone S , das kalibriert werden soll, \mathbf{y}_{RSS} ist der aus allen RSSI-Werten gemittelte Referenzvektor und a_S bzw. b_S sind die unbekannten Kalibrierungskoeffizienten für das Smartphone S , die mittels dem linearen Regressionsmodell berechnet werden. Für das Regressionsmodell wird $a_S = \text{const.}$ angenommen, sodass die Steigung für jedes Smartphone gleich ist, siehe Abbildung 4.

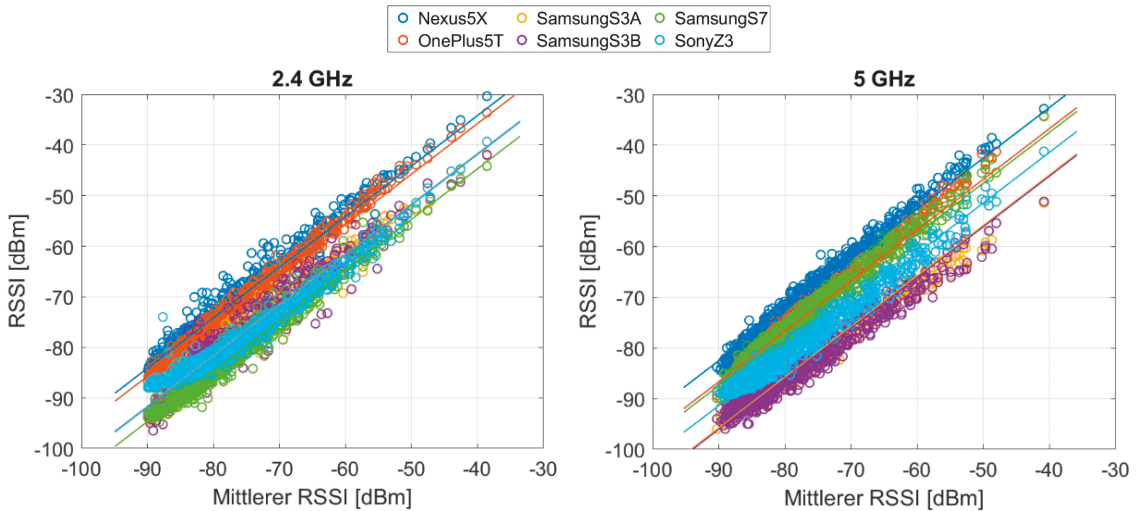


Abb. 4: Multivariate lineare Regression für die 6 Smartphones

Die Kalibrierungskoeffizienten a_S und b_S wurden für jedes Frequenzband einzeln bestimmt und sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Dabei fällt vor allem auf, dass bei allen drei Samsung-Geräten größere Differenzen zwischen den Frequenzbändern vorhanden sind als bei den anderen Smartphones. Die mittels der Kalibrierungskoeffizienten angepassten Signalstärken wurden für die Erstellung der Fingerprint-Datenbank verwendet. In Abbildung 5 sind als Beispiel die gemessenen RSSI-Werte des Access Points DA02-13 5.0 für einen Checkpoint im Freihaus-Gebäude vor und nach der Kalibrierung grafisch gegenübergestellt. Dabei ist ersichtlich, dass die Spannweite von 27 auf 16 dBm verringert werden konnte. Insgesamt konnte durch die Kalibrierung die mittlere Standardabweichung aller Messungen von 4,2 dBm auf 3,0 dBm minimiert werden.

6. Erstellung der Fingerprinting Radio Maps

Um die Signalstärken und Varianzen der Access Points nicht nur an einzelnen Checkpoints sondern an jedem Punkt im Messgebiet zu kennen, wird sowohl für die RSSI-Werte als auch für die Varianzen eine flächenhafte Interpolation für jeden Access Point durchgeführt. Dafür können verschiedene Interpolationsverfahren verwendet werden (Retscher und Leb, 2019), wobei in dieser Arbeit eine Interpolation durch natürliche Nachbarn (auch Voronoi-Interpolation genannt) angewendet wird (Üreten et al., 2012). Die Stützstellen der Interpolation sind dabei die aus allen drei Messverfahren gemittelten RSSI-Werte bzw. die

Smartphone	2,4 GHz		5 GHz	
	a	b [dBm]	a	b [dBm]
Nexus 5X	1,0	5,8	1,0	7,5
OnePlus 5T	1,0	4,2	1,0	3,3
Samsung S3A	1,0	-1,7	1,0	-5,8
Samsung S3B	1,0	-1,8	1,0	-6,1
Samsung S7	1,0	-4,7	1,0	2,5
Sony Z3	1,0	-1,9	1,0	-1,4

Tab.2: Kalibrierungskoeffizienten für jedes Frequenzband für die 6 Smartphones

Varianzen an den Checkpoints. Die Rasterweiten der interpolierten Radio Maps betragen 1 m, womit die Positionierung auch auf Meter-Genauigkeit erfolgen kann.

In einem mehrstöckigen Gebäude muss bei der Erstellung der Radio Maps beachtet werden, dass für jedes Stockwerk eine eigene Radio Map für jeden Access Point erzeugt wird, wobei immer nur jene Checkpoints als Stützstellen verwendet werden, die sich im jeweiligen Stockwerk befinden. Dabei können die verschiedenen Radio Maps eines Stockwerkes zu einem dreidimensionalen Array zusammengefasst werden, wobei sich die ersten beiden Dimensionen aus der Ausdehnung des Stockwerkes ergeben und die dritte Dimension aus der Anzahl der Access Points. Die Abbildung 6 zeigt als Beispiel Radio Maps von jeweils zwei Access Points im zweiten Obergeschoß im Freihaus-Gebäude, wobei für die

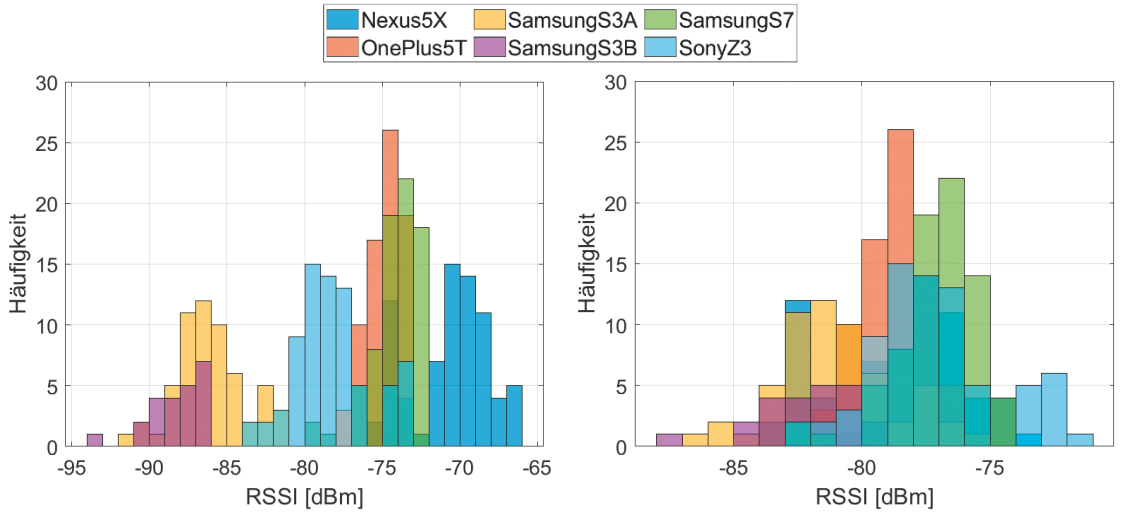


Abb. 5: Häufigkeit der RSSI-Werte vor (links) und nach der Kalibrierung (rechts)

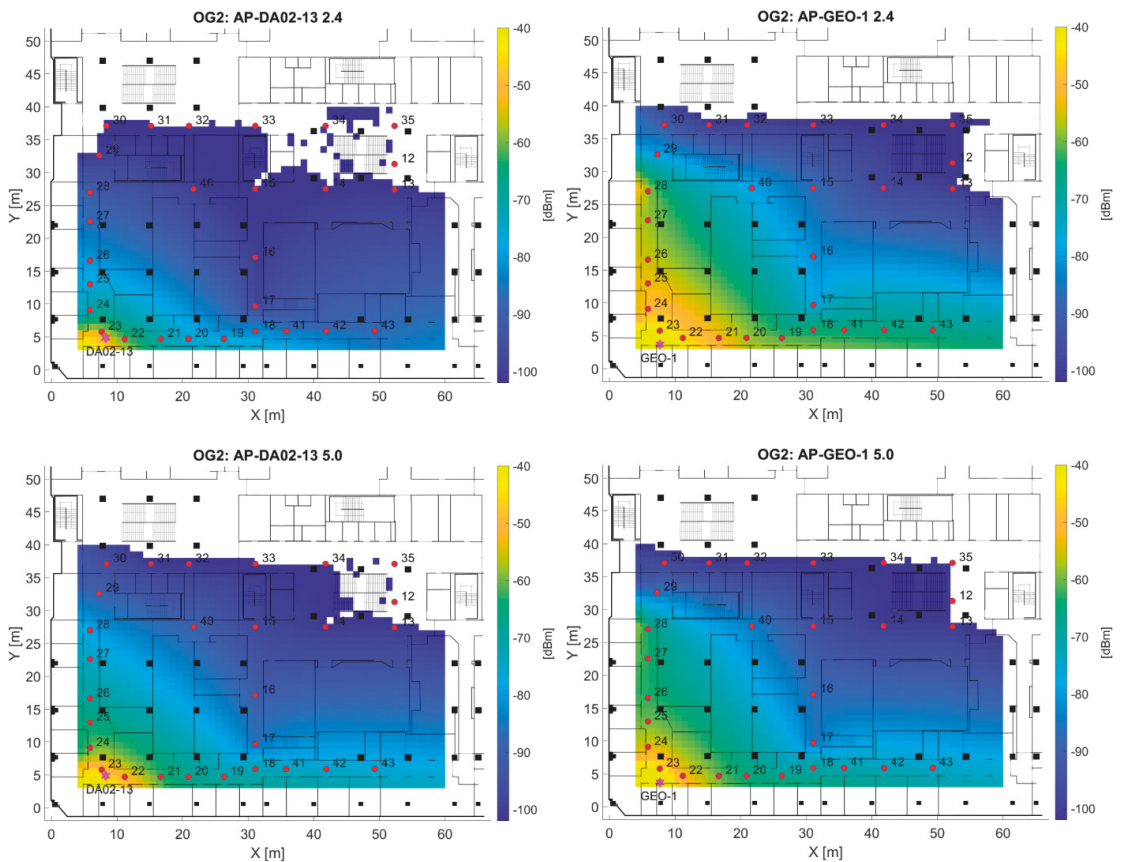


Abb. 6: Radio Maps der 2,4 GHz (oben) und 5 GHz-Signale (unten) der Access Points DA02-13 (links) und GEO-1 (rechts)

Darstellung der beiden oberen Abbildungen das 2,4 GHz WLAN Signal und in den beiden unteren Abbildungen das 5 GHz Signal herangezogen wurde. Wie man erkennt, zeigt das unterschiedliche Frequenzband des Signals einen Einfluss auf die berechnete Radio Map. Obwohl die beiden ausgewählten Access Points nur ca. einen Meter voneinander entfernt liegen, hat der Access Point des GEO-Sensornetzes (AP-GEO-1) eine größere Reichweite und wird auch auf allen Checkpoints stärker empfangen. Beispielsweise ist die Signalstärke des AP-GEO-1 auf Checkpoint 28 um knapp 31 dBm stärker als jene des AP-DA02-13. Die Ursache für diesen großen Unterschied liegt vermutlich an der Hardware der Access Points, da die Access Points des GEO-Sensornetzes von einem anderen Hersteller (D-Link) stammen als jene vom TUnet (Cisco Systems). Beim 5 GHz Signal ist dieser Unterschied allerdings nicht mehr ganz so groß, beträgt aber immerhin noch knapp 13 dBm auf Checkpoint 28.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis bei der Untersuchung der Radio Maps ist, dass die aus allen drei Messverfahren erstellten Datenbanken sowohl bei den Signalstärken als auch bei den Varianzen eine große Ähnlichkeit aufweisen, sodass diese miteinander kombiniert werden können. Für zukünftige Arbeiten bedeutet das auch, dass kontinuierliches Systemtraining ausgeführt werden kann, wodurch die Trainingsphase wesentlich kürzer ausfällt.

7. Positionsbestimmung

Zur Analyse der erreichbaren Positionierungsgenauigkeit wurden Online-Messungen mit allen drei Messverfahren in den Messgebieten durchgeführt. Diese Messungen werden nun mit der Datenbank bzw. mit den interpolierten Radio Map Arrays verglichen, um die Positionen zu bestimmen. In dieser Arbeit wird die Positionierung mit Hilfe der Mahalanobis-Distanz (5) durchgeführt (siehe Abschnitt 3). Damit wird eine Position in der Datenbank bzw. in den Radio Map Arrays gefunden, die mit der Online-Messung am besten übereinstimmt, also die minimalste Distanz aufweist.

7.1 Statische Positionsbestimmung im Freihaus-Gebäude

Zuerst wurde die Zuordnung der bestimmten Positionen auf die Sollposition betrachtet. Diese wird als Matching Success Rate für jeden Checkpoint in der Folge bezeichnet. Im Freihaus-Gebäude beträgt die Matching Success Rate über alle

Checkpoints gesehen im Durchschnitt 83,5 %. Bei einer fehlerhaften Zuordnung wird in der Regel ein benachbarter Checkpoint ermittelt, der sich in geringer Entfernung (maximal rund 5 m) von der Sollposition befindet. Eine Berechnung für jeden Checkpoint ist nicht immer zwingend notwendig. Vor allem dann nicht, wenn sich mehrere Checkpoints in Sichtweite bzw. im gleichen Gang oder Raum befinden. Dann kann nämlich angenommen werden, dass die WLAN Signalstärken auf den Checkpoints eine große Ähnlichkeit aufweisen, weshalb alle Fingerprints in einer Zelle zu einem einzigen Fingerprint zusammengefasst werden können. Die Aufteilung in Zellen im Messgebiet erfolgte auf Grundlage des Gebäudeplans und nach baulichen Gegebenheiten, weswegen die Zellen unterschiedliche Größen aufweisen (siehe Abbildung 1 für das zweite Obergeschoß). Wird das Gebiet in Zellen unterteilt, in denen sich mehrere Checkpoints befinden, so kommt es zu einer Erhöhung der Matching Success Rate auf 96,7 %.

Tabelle 3 enthält die detaillierten Ergebnisse für die Matching Success Raten für die einzelnen Zellen. Wie ersichtlich, tritt die schlechteste Trefferquote mit 88,9 % bei Zelle VII auf, die sich im gewählten Bereich befindet und die Checkpoints 41, 42 und 43 einschließt. In dieser Zelle wurde viermal die benachbarte Zelle VIII bestimmt.

Cell-ID	Checkpoints	Bezeichnung	MSR
I	1-3	Outdoorbereich	97,2%
II	4-8, 37-39	EG, roter Bereich	99,0%
III	9, 10	EG, gelber Bereich	95,8%
IV	11	OG1	100,0%
V	12-15, 33-36	OG2, gelber Bereich	96,9%
VI	16-17	FB, Zugang 1	95,8%
VII	41-43	FB, Flur 1	88,9%
VIII	18-23	FB, Flur 2	97,2%
IX	24-28	FB, Flur 3	93,3%
X	29	FB, Zugang 2	100,0%
XI	30-32	OG2, grüner Bereich	100,0%
XII	40	Seminarräume	100,0%

Tab. 3: Matching Success Raten (MSR) nach der Aufteilung in Zellen im Freihaus

Betrachtet man die absoluten Fehler in der Positionierung so liegt der Mittelwert aller Abweichungen bei 2,2 m und der Median bei 2,0 m. Bei der Betrachtung der Abweichungen für jedes

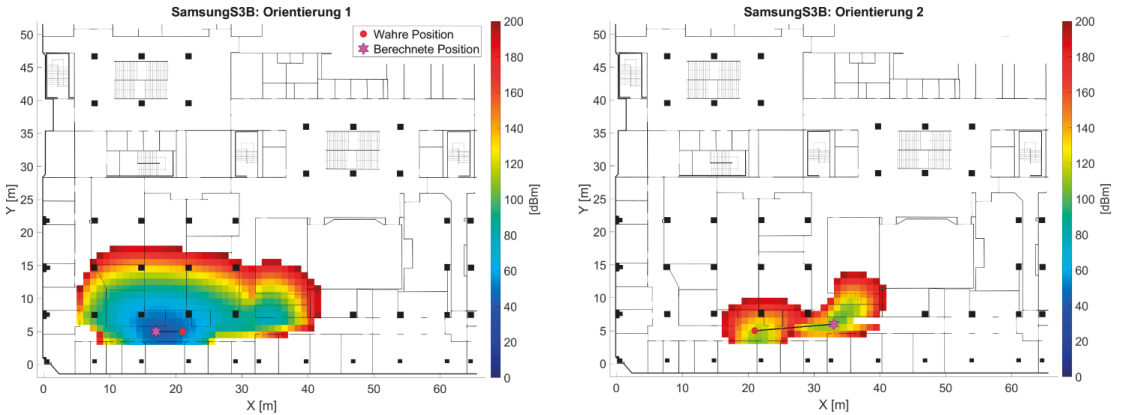


Abb. 7: Statische Positionsbestimmung mit dem Samsung S3B auf Checkpoint 20 im Freihaus

Smartphone und jede Orientierung (Tabelle 4) fällt kein großer Unterschied zwischen den Smartphones bzw. zwischen den Orientierungen auf. Die mittleren Abweichungen bewegen sich zwischen 1,7 und 2,9 m. Bei jedem Messdurchgang gab es mindestens eine Position, wo der Checkpoint exakt bestimmt wurde. Im zweiten Obergeschoß des Freihauses beträgt das arithmetische Mittel aller Abweichungen von den Sollpositionen 2,1 m und die größte maximale Abweichung wurde auf Checkpoint 20 mit 12,0 m bestimmt. In Abbildung 7 wird die Positionsbestimmung für diesen Checkpoint mit dem Smartphone Samsung S3B analysiert, indem die berechneten Mahalanobis-Distanzen für die Messungen dargestellt werden. Bei der ersten, genaueren Messung (Abbildung 7 links) liegt die berechnete Position 4,0 m von der Sollposition entfernt. Die Differenz der Mahalanobis-Distanz zwischen der wahren und der berech-

neten Position beträgt ca. 9 dBm. Bei der zweiten, ungenaueren Messung (Abbildung 7 rechts) wird die Position etwas zu weit rechts bestimmt. Auf der wahren Position beträgt die berechnete Mahalanobis-Distanz 117,7 dBm und auf der berechneten Position 102,6 dBm.

7.2 Kinematische und Stop-and-Go Positionsbestimmung im Freihaus-Gebäude

Die Abweichungen der berechneten Positionen zu den Sollpositionen bei den kinematischen Messungen im Freihaus sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Sie betragen im Mittel 2,0 m; der Median liegt bei 1,4 m. In einzelnen Fällen treten maximale Abweichungen von bis zu 12,8 m bei den beiden Samsung S3 Geräten und von bis zu 17,1 m beim Nexus Smartphone jeweils in Orientierung 2 auf. In Summe sind die mittleren Abweichungen gegenüber den statischen Messungen etwas ge-

Smartphone	Orientierung	Mittelwert	Median	Std. Abw.	Min.	Max.
Nexus 5X	1	2,0	2,0	1,5	0,0	7,6
	2	2,6	2,0	3,1	0,0	17,1
OnePlus 5T	1	1,8	2,0	1,5	0,0	5,4
	2	1,8	1,4	1,5	0,0	7,1
Samsung S3A	1	2,2	1,4	2,0	0,0	9,2
	2	2,7	2,2	2,7	0,0	12,8
Samsung S3B	1	2,4	2,2	2,1	0,0	11,7
	2	2,9	2,2	3,0	0,0	12,8
Samsung S7	1	2,0	1,2	1,7	0,0	8,0
	2	2,3	2,0	1,9	0,0	10,0
Sony Z3	1	2,4	2,9	2,6	0,0	14,8
	2	1,7	1,4	2,0	0,0	12,0

Tab. 4: Abweichungen der statischen Messdurchgänge in [m] im Freihaus in Abhängigkeit vom Smartphone

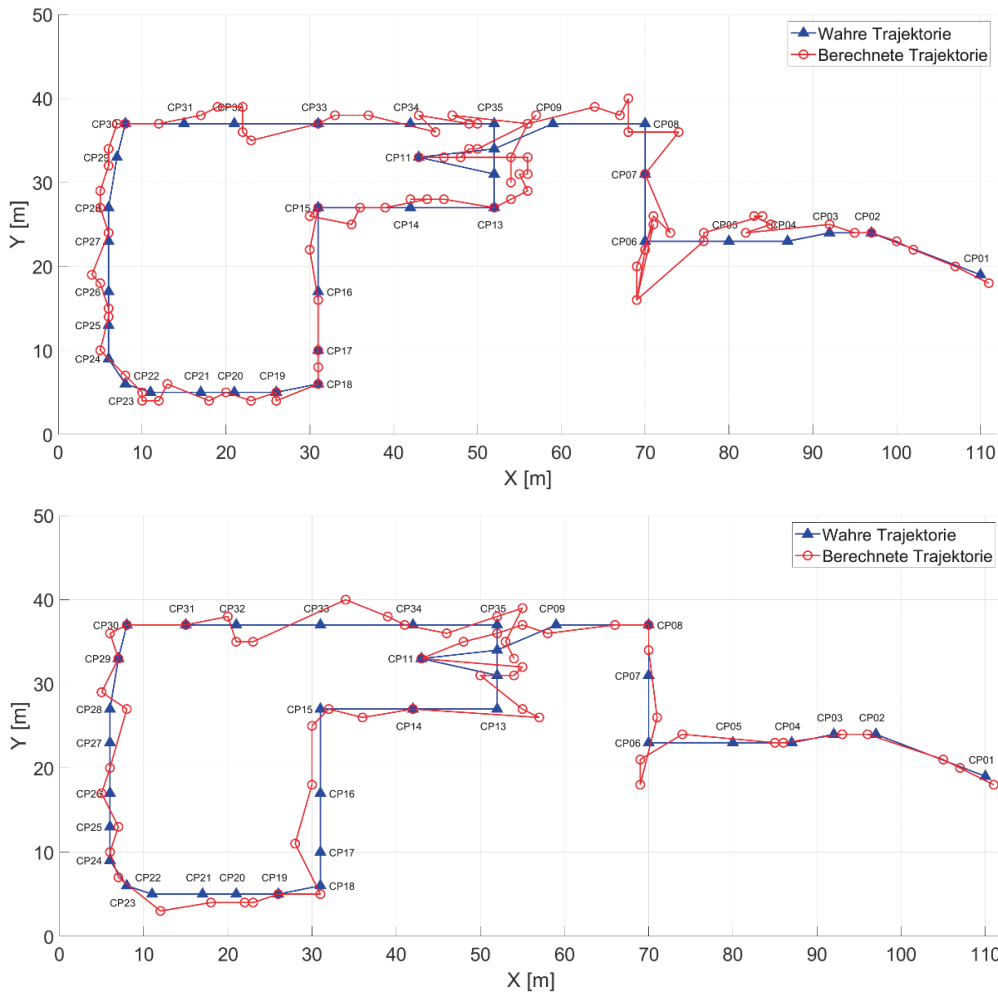


Abb. 8: Kinematische Positionsbestimmung mit dem Samsung S7 (oben) und dem Sony Z3 (unten)

ringer geworden, liegen allerdings noch immer in der gleichen Größenordnung. Die etwas geringere Genauigkeit bei den statischen Messungen ist auf eine höhere Anzahl von maximalen Abweichungen (Positionierungsfehler von ca. 10 m) im Erdgeschoß zurückzuführen. Die größten Abweichungen treten beim Smartphone Sony Z3 mit einem Median von 2,9 m und maximalen Wert von nahezu 14,8 m auf. Dies liegt an der längeren WLAN-Scandauer dieses Smartphones. Wie in Tabelle 1 angegeben, liegt die Scandauer des Sony Z3 im Durchschnitt bei 4,1 s. Die Messungen des Smartphones Samsung S7 mit der kürzesten Scandauer von 2,5 s ergeben im Durchschnitt den kleinsten Median von 1,2 m. Die beiden Abbildungen 8 zeigen die berechneten Trajektorien des besten

und schlechtesten Messdurchganges. Bei beiden Abbildungen ist ersichtlich, dass die Positionen in der richtigen Reihenfolge bestimmt worden sind und die abgegangene Trajektorie gut rekonstruiert werden kann.

Bei den Stop-and-Go Messungen im Freihaus fallen die Abweichungen zu den Sollpositionen noch geringer aus. Sie betragen im Mittel 1,8 m und der Median liegt bei 1,4 m. Damit liefert dieses Messverfahren die besten Ergebnisse. Auffällig bei den Ergebnissen war, dass gerade die Messdurchgänge mit dem Sony Z3 den kleinsten Median von rund 1,0 m lieferten, obwohl dieses Smartphone die längste Scandauer hat. Hier zeigt sich somit keine Abhängigkeit von der Scandauer, da die Positionen an den Checkpoints aus den

gemittelten Scans in der Stop-Phase bestimmt werden und somit keine zeitliche Interpolation wie bei den kinematischen Messungen notwendig ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Allgemeinen im Freihaus-Gebäude die Position auf jedem Checkpoint gut bestimmt werden kann, was auf die hohe Anzahl an sichtbaren Access Points zurückzuführen ist. Auch die abgegangenen Trajektorien konnten sehr gut rekonstruiert werden. In der Bibliothek hingegen waren die Genauigkeiten für die Positionsbestimmung etwas geringer. Alle Abweichungen von den Sollwerten lagen durchschnittlich bei rund 3,4 m für den Mittelwert und 2,2 m für den Median. Grund dafür sind einerseits die wesentlich geringere Anzahl von vorhandenen und sichtbaren Access Points und andererseits die nicht vorhandene räumliche Abgrenzung durch Wände, da es sich bei der Bibliothek in den Obergeschossen um große Räume handelt, die in der Regel nur durch Bücherregale aufgeteilt sind.

8. Diskussion der wesentlichen Ergebnisse

Das Ziel dieser Arbeit war es, eine Studie für ein campusweites Positionierungssystem im Indoor- und Outdoorbereich an der TU Wien durchzuführen. Die Indoor-Positionierung stellt vor allem in großen und komplexen Gebäuden einige Herausforderungen dar. So spielen beispielsweise bei der Signalausbreitung mehrere Effekte wie die Signaldämpfung, Signalschwankungen, Interferenzen und Multipath-Effekte eine entscheidende Rolle. Der Schweregrad jeder Herausforderung hängt dabei von der verwendeten Methode und Technologie der Positionsbestimmung ab. Für ein Indoor-Positionierungssystem an der TU Wien bietet sich WLAN gut an, da bereits eine große Anzahl an Access Points am ganzen Campus vorhanden ist. Außerdem können die Signalstärken, die SSIDs (Service Set Identifier) und die dazugehörigen MAC (Media Access Control) Adressen auch ohne authentifizierte Verbindung abgerufen werden und liegen somit frei zur Verfügung. Dies hat den Vorteil, dass die Positionierung autonom durchgeführt werden kann, womit Datenschutzbedenken vermieden werden, die typischerweise bei anderen Positionierungstechnologien auftreten. In dieser Arbeit wurde die Positionsbestimmung daher mittels WLAN-Fingerprinting durchgeführt. Für eine Indoor-Positionsbestimmung mittels WLAN-Fingerprinting ist es erforderlich, dass in einem Gebäude genügend Access Points vorhanden sind und dass diese im ganzen Gebäude gut ver-

teilt sind. Durch eine erste Analyse konnte gezeigt werden, dass auf jedem Referenzpunkt in beiden Messgebieten genügend Signale vorhanden sind.

Die Positionsbestimmung mittels WLAN-Fingerprinting stellt allerdings auch einige Herausforderungen dar. So zeigt eine Langzeitmessung große zeitliche Variationen der Signalstärken und Signalrauschen (siehe Abbildung 3). Es wurde festgestellt, dass tagsüber Schwankungen von bis zu ± 5 dBm auftreten können. In der Nacht sind die Signale wesentlich stabiler. Daraus lässt sich schließen, dass die Signale größere Variationen aufweisen, je mehr Personen sich im Gebäude aufhalten. Ein Grund dafür ist einerseits der Multipath-Effekt, der aufgrund von kurzfristigen Hindernissen (Personen, Öffnen/Schließen der Tür, usw.) auftritt, und andererseits die dynamische Sendeleistung der Access Points. Durch Messungen in unterschiedlichen Richtungen konnte außerdem gezeigt werden, dass der menschliche Körper das WLAN-Signal stark abschwächen kann, wenn er sich zwischen Smartphone und Access Point befindet. Interessant dabei ist, dass die Abschwächung auf dem 5 GHz-Band etwas stärker ist als auf dem 2,4 GHz-Band. Aus diesem Grund wurden die Offline-Messungen auf einem Referenzpunkt auch immer in mehrere Richtungen durchgeführt, wodurch der Einfluss durch den menschlichen Körper reduziert werden konnte.

Da beim WLAN-Fingerprinting nur Access Points verwendet werden können, die ihren Standort nicht ständig wechseln, wurde anhand der Offline-Messungen zunächst die Stabilität der WLAN-Signale untersucht. Der Großteil der gemessenen Signale stammt dabei von stationären Access Points und nur ein kleiner Anteil von mobilen Access Points. Von den stationären Signalen stammen ca. 90% vom TUNet, welches die Netze tunet, tunetguest und eduroam umfasst. Außerdem gibt es im zweiten Obergeschoß des Freihauses mit dem GEO-Sensornetz des Departments ein zusätzliches internes Netzwerk mit einer großen Anzahl an Access Points. Obwohl es noch weitere stationäre Signale gibt, wurden in der Datenbank nur die Signalstärken des TUNet und GEO-Sensornetzes abgespeichert.

Die Offline-Messungen wurden statisch, kinematisch und im Stop-and-Go Modus ausgeführt und getrennt jeweils in eine eigene Datenbank abgespeichert. Dabei zeigt sich, dass zwischen den einzelnen Datenbanken eine große Ähnlichkeit besteht, weshalb für die anschließende Erstellung der Radio Maps und Positionsbestimmung die

Datenbanken miteinander kombiniert wurden. Das bedeutet, dass kinematische Trainingsmessungen ebenso verwendet werden können wie statische Messungen. Der Vorteil der kinematischen Messung ist, dass der benötigte Zeitaufwand viel geringer ist. Bei der Betrachtung der Sichtbarkeiten der Access Points an den verschiedenen Checkpoints wurde festgestellt, dass je größer die Signalstärke eines Access Points ist, desto häufiger ist dieser Access Point auch sichtbar. Bei der Betrachtung der Radio Maps wurde außerdem festgestellt, dass die Reichweite eines WLAN-Signals von der Lage und Bauart des Access Points sowie von der räumlichen Gegebenheit abhängig ist. Weiters spielt auch das Frequenzband eine entscheidende Rolle.

Zur Bestimmung der Position des Smartphone Users wurde die Mahalanobis-Distanz verwendet. Im Idealfall ist die Mahalanobis-Distanz in der Nähe der richtigen Position sehr niedrig und wird mit der Entfernung größer. Das bedeutet, die Position mit der geringsten Distanz ist die gesuchte Position, also der nächste Nachbar. In einem ersten Schritt wurde untersucht, ob sich die Positionsbestimmung verbessert, wenn mehrere nächste Nachbarn (kNN-Methode) verwendet werden. Sowohl im Freihaus als auch in der Bibliothek ist keine signifikante Verbesserung eingetroffen. Die ermittelte Mahalanobis-Distanz, also der Abstand zwischen Online- und Offline-Fingerprint, könnte auch als Maß für die Integrität dienen. Überschreitet die Mahalanobis-Distanz einen bestimmten Wert, dann ist das berechnete Ergebnis ungültig und es muss ein neuer Scan durchgeführt werden.

Die Analyse der Positionsbestimmung zeigt, dass die Gesamtrefferquote in der Bibliothek deutlich niedriger ist als im Freihaus. Ein Grund dafür ist der geringere Abstand zwischen den Checkpoints. In der Bibliothek beträgt der Abstand zwischen zwei Checkpoints im Durchschnitt 4,7 m und im Freihaus 6,7 m. Jene Checkpoints, die eine niedrige Trefferquote aufweisen, wurden häufig mit benachbarten Checkpoints verwechselt. Daraus lässt sich schließen, dass die Fingerprints von benachbarten Checkpoints sehr ähnlich sind. Vor allem dann, wenn die Checkpoints nah beieinander liegen und eine direkte Sichtverbindung zwischen den Checkpoints vorhanden ist. Checkpoints die weit von anderen Checkpoints entfernt liegen, haben eine eigene Charakteristik und können daher auch besser bestimmt werden. Durch die Aufteilung in Zellen, die mehrere Check-

points enthalten, konnte die Trefferquote in beiden Messgebieten deutlich erhöht werden.

Die Abweichungen der berechneten Positionen zu den wahren Positionen liegen in der Bibliothek bei 2 bis 6 m und im Freihaus bei 1,5 bis 3 m. Die Genauigkeiten sind somit im Freihaus etwas besser als in der Bibliothek. Ein Grund dafür ist die höhere Anzahl und Dichte an Access Points im Freihaus. In der Bibliothek gibt es im Erdgeschoß nur zwei Access Points und im zweiten Obergeschoß sind vier Access Points vorhanden. Im Freihaus sind es 6 bzw. 41 Access Points. Außerdem weist die Bibliothek eine andere bauliche Struktur als das Freihaus auf. Im Freihaus besteht das Messgebiet vor allem im zweiten Obergeschoß aus kleineren Räumen und engen Gängen, wodurch die Signale an Wänden öfters reflektiert bzw. abgeschwächt werden und somit die Umgebung die Signalstärken stärker beeinflusst. Die Bibliothek hingegen besteht hauptsächlich aus großen, offenen Räumen, wo zwischen vielen Checkpoints eine direkte Sichtverbindung existiert. In der Bibliothek zeigen sich außerdem Unterschiede in einzelnen Bereichen. So sind die Abweichungen im hinteren Bereich des Erdgeschoßes mit über 4 m überdurchschnittlich hoch. Dies liegt vermutlich daran, da es in diesem Bereich nur einen Access Point gibt. Eine Verbesserung der Positionierungsgenauigkeit könnte hier vermutlich durch die Installation eines weiteren Access Points erreicht werden. Im zweiten Obergeschoß betragen die Abweichungen zwischen 2 und 4 m. Obwohl dieses Stockwerk nur aus einem einzigen großen Raum besteht, sind die Abweichungen etwas geringer als im Erdgeschoß. Dieser Umstand kann einerseits an der höheren Anzahl an Access Points liegen, andererseits aber auch an den vielen Bücherregalen, die für eine Variation der Signalstärken sorgen. Anknüpfend daran wäre es für die Forschung interessant, wie sich die vielen Bücherregale auf die Signalstärke auswirken. Außerdem sind im zweiten Obergeschoß die Access Points in einem Rechteck angebracht. Eine Frage, die durch diese Arbeit nicht geklärt werden konnte, ist, wie sich die Positionierungsgenauigkeit durch eine Neuordnung der Access Points ändert.

Bei den Online-Messungen hat sich die Stop-and-Go Messung als die beste Methode erwiesen, da bei diesem Messverfahren mehrere WLAN-Scans auf einem Referenzpunkt gemittelt werden. Die abgegangenen Trajektorien konnten in beiden Messgebieten sehr gut rekonstruiert

werden. Durch die Kalibrierung der Smartphones konnte die geräteabhängige Empfangsempfindlichkeit gut ausgeglichen werden, wodurch sich keine großen Unterschiede bei den Smartphones bezüglich der erreichten Genauigkeiten ergeben. Einzig bei den kinematischen Messungen ist eine Abhängigkeit feststellbar. Diese wird jedoch nicht von der Empfangsempfindlichkeit beeinflusst, sondern von der Scandauer. Jene Smartphones mit der längsten Scandauer haben die geringsten Genauigkeiten erzielt. Dies liegt an der notwendigen Interpolation zwischen den WLAN-Scans.

9. Zusammenfassung und Ausblick

Mit den Untersuchungen an der TU Wien konnte gezeigt werden, dass mittels WLAN-Fingerprinting eine Positionierung mit Metergenauigkeit erreicht werden kann und die eingeschlagene Richtung zielführend ist. Die Positionierungsgenauigkeit könnte durch eine Verdichtung der WLAN-Access Points erhöht werden. Dies sollte vor allem im hinteren Bereich des Erdgeschoßes der Bibliothek angedacht werden. Dafür müssen allerdings nicht notwendigerweise teure Access Points beschafft werden, sondern es können beispielsweise auch kostengünstige Raspberry Pi Computer installiert werden, die ebenfalls WLAN-Signale aussenden können. Da die Access Points in jedem Obergeschoß der Bibliothek in einem Rechteck angeordnet sind, kann man sich auch die Frage stellen, ob durch eine Neuordnung eine Verbesserung der Genauigkeit erzielt werden kann.

Durch bauliche Strukturen können die Checkpoints so gewählt werden, dass diese mittels WLAN-Fingerprinting gut unterschieden werden können, auch wenn diese nicht weit voneinander entfernt liegen. Im Hinblick auf die Verteilung der Checkpoints kann es für zukünftige Arbeiten sinnvoll sein, das Checkpoint-Netz auszuweiten. Zusätzlich sollten Checkpoints entlang der Außenwände platziert werden, um eine Extrapolation der Radio Maps in den Gebäuden zu vermeiden.

Die bei der Positionierung benutzte Fingerprint-Methode besitzt den großen Nachteil, dass dafür ein großer Zeitaufwand für die Offline-Phase notwendig ist. Jede Veränderung der Infrastruktur muss berücksichtigt werden und führt zu neuen notwendigen Aufnahmen von Referenzdaten. Daher sind neue Methoden für die kontinuierliche Bestimmung der Referenzdaten notwendig. Andernfalls werden Veränderungen innerhalb der Umgebung nicht erfasst und führen zu falschen Positionsbestimmungen.

Eine der größten Herausforderungen bei WLAN-Fingerprinting sind die Variationen der Signalstärken. Um dieses Problem zu lösen, kann ein differentieller WLAN-Ansatz verwendet werden, wie z.B. in Retscher und Tatschl (2017). Durch Installation von Referenzstationen wäre eine Steigerung der Positionsgenauigkeit vorstellbar. Die Kombination mit anderen Technologien, wie z.B. Inertialsensoren in den Smartphones und Bluetooth, bietet ebenfalls eine gute Möglichkeit, die Nachteile von WLAN-Fingerprinting zu kompensieren und die Positionsbestimmung zu verbessern. In der Bibliothek könnte für eine Büchersuche die Smartphonekamera oder RFID eingesetzt werden. RFID kann dann auch als Sicherheitsfunktion dienen, indem am Gebäudeausgang entsprechende Sicherheitseinrichtungen (Reader) installiert werden, die ein Alarmsignal abgeben, wenn ein Buch unerlaubt die Bibliothek verlässt.

Mit WLAN Hardware der neuesten Generation kann auch die Round Trip Time (RTT) zwischen den Access Points und dem Smartphone gemessen werden. Hier wird über Laufzeitmessung die zweifache Distanz zwischen Sender und Empfänger, dem Responder, abgeleitet. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass das mobile Gerät gleichzeitig Sender und Empfänger ist, was dazu führt, dass keine Zeitsynchronisation zwischen dem Smartphone und den Access Points erfolgen muss. Allerdings muss die exakte Zeitverzögerung – die durch den Responder verursacht wird – bekannt sein, die allerdings schwer zu bestimmen ist. Dieses Problem konnte bei WLAN durch Einführung des Standards IEEE 802.11mc behoben werden, der es ermöglicht, die Umlaufzeit ausreichend präzise zu bestimmen (siehe z.B. Guo et al., 2019; Horn, 2020; Ibrahim et al., 2018; Van Diggelen et al., 2018). WLAN RTT ist eine vielversprechende Methode für die Zukunft. Damit sind Positionsbestimmungen im Meter- und Submeterbereich möglich. Allerdings ist diese Methode nur mit Smartphones verfügbar, die Android 9 oder höher installiert haben, weshalb in dieser Arbeit WLAN RTT nicht umgesetzt werden konnte. Für zukünftige Untersuchungen für ein Indoor-Positionierungssystem an der TU Wien sollte diese Methode in Betracht gezogen werden. Eine Umsetzung für die Hardware der Access Points kann beispielsweise mit den zuvor erwähnten Raspberry Pi Computern vorgenommen werden. RSSI Fingerprinting wird jedoch im Hinblick auf eine nicht vorhandene, flächendeckende Abdeckung mit neuer Hardware weiter seine Berechtigung ha-

ben. Eine Kombination mit WLAN RTT wird daher zielführend sein.

Referenzen

- Abbas M., Elhamshary M., Rizk H., Torki M., Youssef M.* (2019): WiDeep: WiFi-based Accurate and Robust Indoor Localization System using Deep Learning, International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), Kyoto, Japan.
- Bahl P., Padmanabhan V.* (2000): RADAR: An In-building RF-based User Location and Tracking System, IEEE INFOCOM 2000 Conference on Computer Communications. Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, Tel Aviv, Israel.
- Dari Y. E., Suyoto S. S., Pranowo P.* (2018): CAPTURE: A Mobile Based Indoor Positioning System using Wireless Indoor Positioning System. International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM), Bd. 12, Nr. 1, S. 61-72.
- Guo G., Chen R., Ye F., Peng X., Liu Z., Pan Y.* (2019): Indoor Smartphone Localization: A Hybrid WiFi RTT-RSS Ranging Approach, IEEE Access, Bd. 7, S. 176767-176781.
- Hofer H., Retscher G.* (2016): Smartphone Navigation anhand von "intelligenten Check-Points", Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation (VGI), Bd. 104, Nr. 2, S. 61-71.
- Horn B.* (2020): *Doubling the Accuracy of Indoor Positioning: Frequency Diversity*, Sensors, Bd. 20, Nr. 1489, S. 1-21.
- Hou Y., Yang X., Abbasi, Q.* (2018): Efficient AoA-Based Wireless Indoor Localization for Hospital Outpatients Using Mobile Devices, Sensors, Bd. 18, Nr. 3698.
- Ibrahim M., Liu H., Jawahar M., Nguyen V., Gruteser M., Howard R., Bai F.* (2018): Verification: Accuracy Evaluation of WiFi Fine Time Measurements on an Open Platform, 24th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom '18), New Delhi, Indien.
- Khalajmehrabadi A., Gatsis N., Akopian D.* (2017): Modern WLAN Fingerprinting Indoor Positioning Methods and Deployment Challenges, IEEE Communications Surveys & Tutorials, Bd. 19, Nr. 3, S. 1974-2002.
- Kessel M., Werner M.* (2011): SMARTPOS: Accurate and Precise Indoor Positioning on Mobile Phones, First International Conference on Mobile Services, Resources, and Users (MOBILITY), Barcelona, Spain.
- King T., Kopf S., Haenselmann T., Lubberger C., Effelsberger W.* (2006): COMPASS: A Probabilistic Indoor Positioning System Based on 802.11 and Digital Compasses, First ACM Workshop on Wireless Network Testbeds, Experimental Evaluation and Characterization (WiNTECH), Los Angeles, California, USA.
- Kim W., Yang S., Gerla M., Lee E.-K.* (2016): Crowdsourced Indoor Localization by Uncalibrated Heterogeneous Wi-Fi Devices, Mobile Information Systems, Bd. 2016, Januar 2016, S. 1-18.
- Kulkarni A., Lim A.* (2019): Preliminary Study on Indoor Localization using Smartphone-Based IEEE 802.11mc, CoNEXT '19: Proceedings of the 15th International Conference on Emerging Networking Experiments and Technologies, Orlando, USA.
- Retscher G., Leeb A.* (2019): Indoor WLAN Fingerprinting mittels Kinematischen Trainingsmessungen. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation (VGI), Bd. 107, Nr. 1, S. 27-43.
- Retscher G., Tatschl T.* (2017): Positionierung in Gebäuden mit differenziellem WLAN. zfv - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Bd. 142, Nr. 2, DOI: 10.12902/zfv-0149-2016, S. 111-125.
- Üreten S., Yongaçoğlu A., Petriu E.* (2012): A Comparison of Interference Cartography Generation Techniques in Cognitive Radio Networks, 2012 IEEE International Conference on Communications (ICC), Ottawa, ON, Canada.
- Van Diggelen F., Want R., Wang W.* (2018): How to Achieve 1-m Accuracy in Android, GPS World, Juli 2018. <https://www.gpsworld.com/how-to-achieve-1-meter-accuracy-in-android/> (aufgerufen März 2020).
- Yeung, W. Zhou J., Ng J.* (2007): Enhanced Fingerprint-Based Location Estimation System in Wireless LAN Environment, Emerging Directions in Embedded and Ubiquitous Computing. EUC 2007, Lecture Notes in Computer Science.

Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Alexander Leeb, Korschneck & Partner Vermessung ZT-GmbH, Wiedner Hauptstraße 17, 1040 Wien.
E-Mail: alexander.leeb@kopa.at

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

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

150 Jahre strittige Grenze im Pulkautal – Von der Grenzurkunde 1717 bis zur Beilegung des Grenzstreites 1867



150 years of contested border in the Pulkau valley – From the border certificate of 1717 to the settlement of the border dispute in 1867

Michael Hiermanseder, Wien

„Das Rechtlich-Meine (meum iuris) ist dasjenige, womit ich so verbunden bin, daß der Gebrauch, den ein anderer ohne meine Einwilligung von ihm machen möchte, mich lädieren würde.“¹

Kurzfassung

Eine fünfseitige Urkunde aus dem Hardegg'schen Herrschaftsarchiv Seefeld, die im NÖ Landesarchiv aufbewahrt wird², enthält eine ausführliche Beschreibung der strittigen Grenze der Herrschaft des Malteserordens Mailberg zur Herrschaft Kadolz der Grafen Hardegg mit den 1717 vorhandenen Grenzmarken. Allerdings fehlt die zugehörige Karte mit den beiden divergierenden Versionen. Der Grenzverlauf und seine Änderungen sowie die Beilegung des Grenzstreits zwischen den Anrainergemeinden nach 150 Jahren im Jahre 1867³ sollen nunmehr mithilfe der Akten und des vorhandenen Kartenmaterials aus fünf Jahrhunderten dargestellt werden.

Schlüsselwörter: Grenzurkunde, Kataster, Kartographie, Geschichte

Abstract

A five-page certificate from the Hardegg estate's archive Seefeld, which is now kept in the archive of the province of Lower Austria, contains a detailed description of the disputed border between the estate Mailberg of the Order of Malta and the estate Kadolz of the Counts of Hardegg with the boundary marks existing in 1717. The corresponding map with the two diverging versions is missing, however. The course of the boundary and its changes as well as the settlement of the border dispute between the neighbouring municipalities after 150 years in 1867 shall now be presented using the records and existing maps from five centuries.

Keywords: border certificate, cadastre, cartography, history

1. Geschichtlicher Hintergrund

1.1 Grenze der Gebiete der Herrschaft Kadolz und der Herrschaft Mailberg

In der Niederung des Pulkautales befand sich zwischen den Orten Obritz und Kadolz im Norden und Mailberg im Süden der im Dreißigjährigen Krieg untergegangene Ort Stranzendorf. Von den Häusern war bald nichts mehr zu sehen und Gras und Sträucher traten an die Stelle. Den Quellen nach bestand Stranzendorf aus zwei durch die Pulkau getrennten Dörfern. Im Lehenbuch des Königs Ladislaus als »item drey herberg zu Stranzendorf in baiden dörrfern« bezeichnet, führte

jedes Dorf seinen eigenen Namen. Stranzendorf, das »obere dorff« und Stranzendorf »Schechthalben«, welches seinen Namen von dem nahe gelegenen Schatzberg erhielt. Als Orientierungspunkte des Dorfes werden der Thurnhof im Oberen Dorfe, die Brücke über die Pulkau und das »pürglein« genannt. Das Dorf lag direkt an der Pulkau, und zwar an dem Ort, wo der Altteich seinen Abfluss hat (vgl. Abb. 10). Der teils stark versumpfte Landstrich westlich von Zwingendorf wurde früher intensiv zur Fischzucht genutzt, im 19. Jahrhundert wurde die Teichwirtschaft aber zugunsten des Ackerbaus aufgegeben.

1) Immanuel Kant, Die Metaphysik der Sitten, 1797

2) 1717 April 11., Directorium über die verschiedenen Grenzmarken im Oberstranzendorfer Burgfried, von den Mailberger Herrschaftsbeamten ausgefertigt. https://www.monasterium.net/mom/AT-NOeLA/HA_Seefeld-HardeggerUrk/Hardegger_Urk_2043/charter

3) Nachtrags Protokoll zur Grenzbeschreibung der Gemeinde Mailberg im Anstosse mit den Gemeinden Diepolz, Zwingendorf, Kadolz und Obritz aufgenommen am 18ten August 1867

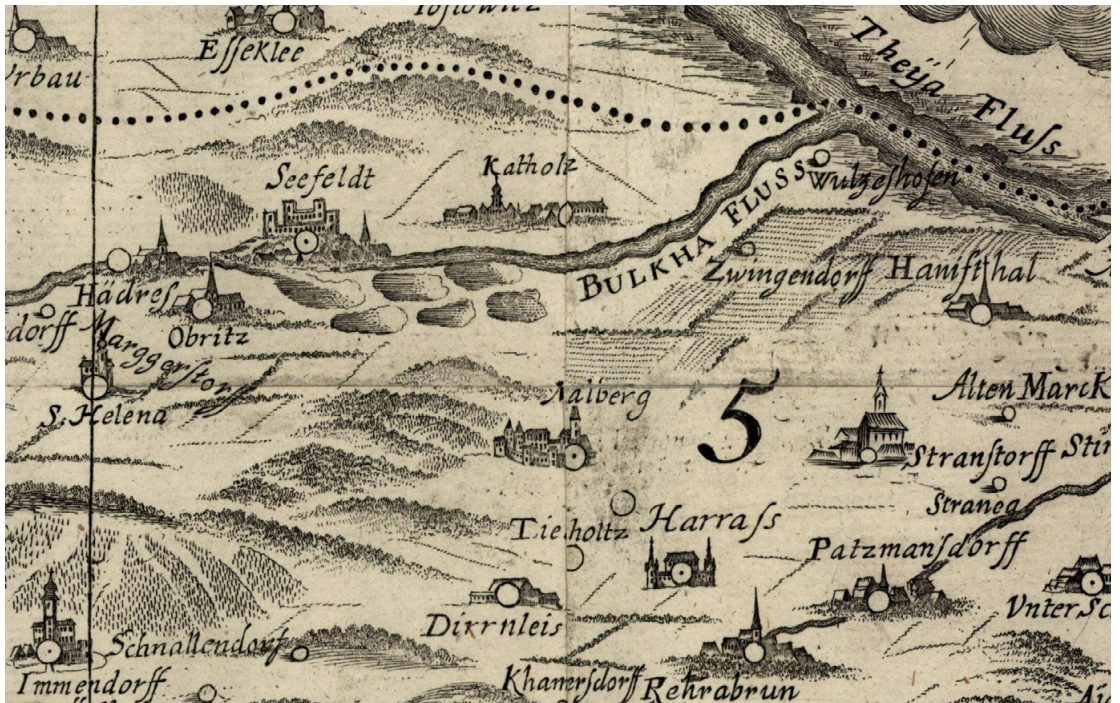


Abb. 1: Vischer, Georg Matthäus, Archiducatus Austriae inferioris geographica et noviter emendata accuratissima descriptio (Ausschnitt), Wien 1697, NÖLB AV 227/1697

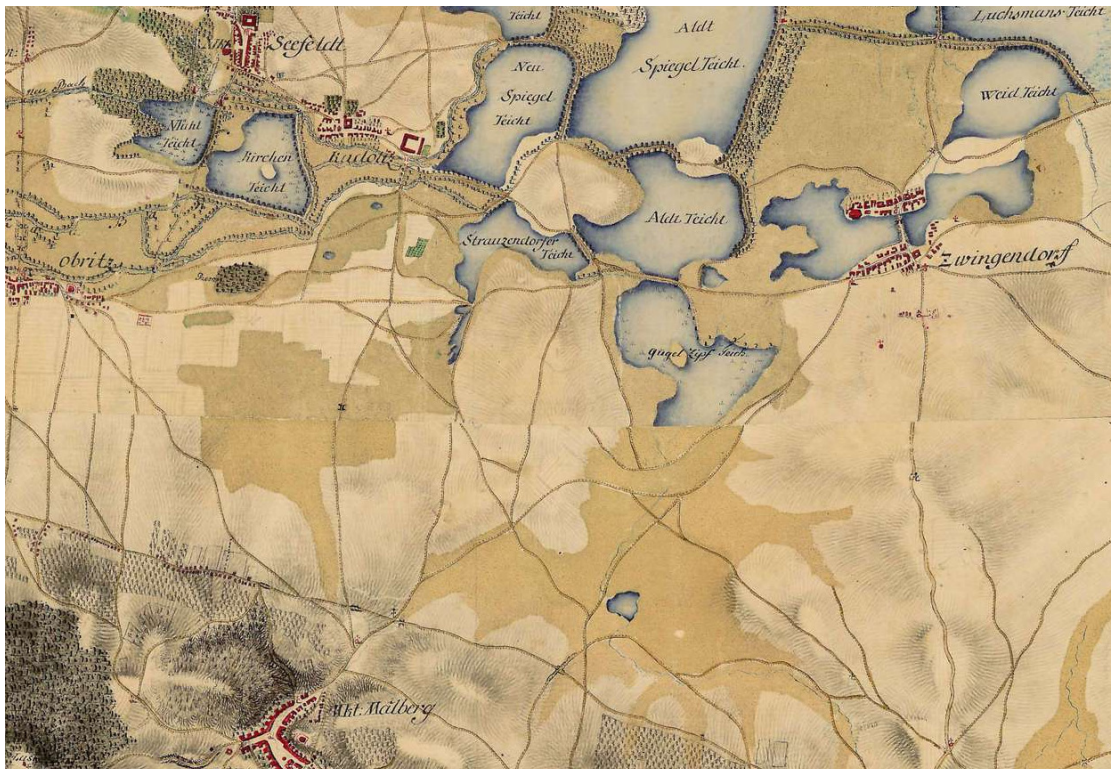


Abb. 2: Josephinische Landesaufnahme 1773-1781 mit Teichlandschaft Kadolz-Zwingendorff

Eine von den Mailberger Herrschaftsbeamten ausgefertigte Urkunde aus dem Jahr 1717 „über die verschiedenen Gräniz Anmerkungen in Ober Stranzendorffer Burgfried“ aus dem Hardegg'schen Herrschaftsarchiv Seefeld beschreibt die strittige Grenze und die jeweilige Rechtsauffassung der angrenzenden Herrschaften Mailberg und Kadolz im Detail.

1.2 Herrschaft Mailberg des Souveränen Malteserordens

Der Souveräne Malteserorden (voller Titel: Souveräner Ritter- und Hospitalorden vom heiligen Johannes von Jerusalem von Rhodos und von Malta – früher zu Jerusalem) besitzt bereits seit fast 900 Jahren die Herrschaft Mailberg.

Im 11. Jh. gehörte das Gebiet um Mailberg (Mauriberg, Mouriberch) Haderich, einem Sohn des Vogtes des Bischofs von Regensburg. Um 1135 kommt das Gebiet in den Besitz des Geschlechts der Kadolte (Chadolte), deren Herrschaft im 12. Jh in Pulkau, Harras, Mailberg, Göllersdorf, Stronsdorf, Zogelsdorf und Seefeld nachgewiesen ist. Chadolt von Zogelsdorf stiftete im Jahre 1146 einen Teil seines Besitzes den im Jahre 1099 gegründeten „Johannitern“. Sein Neffe Chadolt von Harras bestritt jedoch die Schenkung. Am 15. August 1156 schlichtete Heinrich II. Jasomirgott den Streit mit der Überlassung zweier Weingärten in Grinzing und bäuerlichen Untertanen, sodass die Johanniter Mailberg behalten konnten.

Der Dreißigjährige Krieg in Böhmen brachte die Infrastruktur zum Erliegen und man war im Jahr 1644 hochverschuldet. Die schwedischen Truppen verwüsteten die Kommende (bzw. Komturei), was vor allem für den Weinbau katastrophale Folgen hatte. Mailberg wurde verpfändet und an Herrn Wenzel Freiherrn von Hegenmüller verpachtet. Unter Fra Leopold Karl von Kollonitsch als Komtur wurden die Schulden beglichen und die Kommende mit einem „Schadlosbrief“ ausgelöst. Leopold Karl von Kollonitsch leitete auch die Barockisierung des Schlosses ein und baute ein eigenes Pfarrhaus unten am Schlosshügel.

Der damalige Gesamteindruck der Kommende ist durch den bekannten Stich von Georg Matthäus Vischer aus dem Jahre 1672 überliefert (Abbildung 3a).

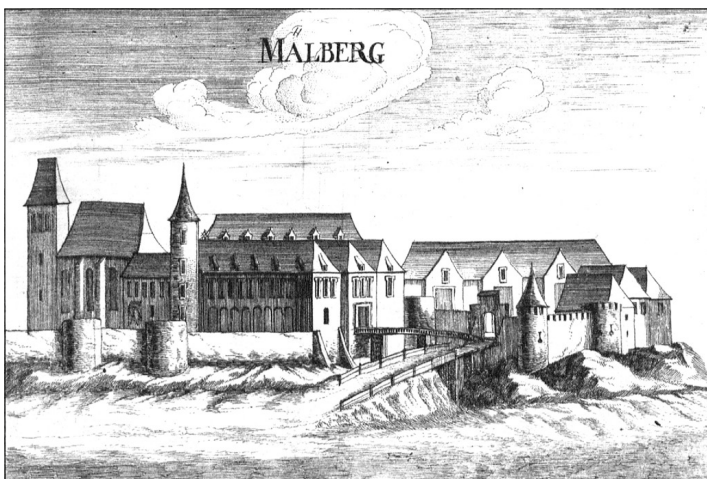


Abb. 3a: Burg Mailberg (Vischer)



Abb. 3b: Malteserwappen



Abb. 3c: Ansicht der Burg Mailberg von NO



Abb. 4a: Leopold Karl von Kollonitsch

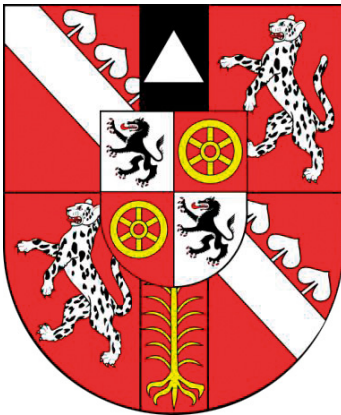


Abb. 4b: Wappen Kollonitsch

*Leopoldus Comes à Kollonitz
Epps. Fauris, Egues & C.*

Abb. 4c: Unterschrift

Der Malteserritter Leopold Karl von Kollonitsch war ab 1658 Prior der Ordensniederlassungen der Kommande Mailberg und später von Eger in Böhmen. Er zeichnete sich durch sein Engagement bei der zweiten Türkenbelagerung von 1683 aus. Dabei sorgte er für die Besoldung der Truppen, richtete in Klöstern Notspitäler ein, evakuierte Kinder aus Wien und brachte sie auf Schloss Mailberg. Seine Grabplatte ist in der Schlosskirche Mailberg erhalten.

1745 wurde Anton von Colloredo-Waldsee Komtur, der Großmeister des Ordens und Generalfeldmarschall unter Kaiserin Maria-Theresia. Er veranlasste 1752 einen neuerlichen Umbau. 1788 zerstörte ein Brand Markt und Schloss, was einen jahrelangen Wiederaufbau bedeutete.

Der land- und forstwirtschaftliche Betrieb der Kommande Mailberg umfasst heute 440 ha Wald, 250 ha Landwirtschaft und 48 ha Weinriede. Das Schloss beherbergt neben der Pfarrkirche Mailberg gegenwärtig ein Schlosshotel, ein Restaurant sowie die Vinothek des „Schlossweingutes Malteser Ritterorden“ und der Qualitäts-Winzergemeinschaft „Mailberg Valley“.⁴

1.3 Hardegg'sche Herrschaft Seefeld

Graf Hans Wilhelm Hardegg erwarb 1632 die alte Kuenringerherrschaft Seefeld-Groß Kadolz, die seit Ende des 13. Jahrhunderts ein Lehen der Burggrafen von Nürnberg aus dem Hause Zollern war.

Julius III. (1594-1684) empfing in seinem Schloss Juliusburg am 4. September 1683 den König von Polen, Jan Sobieski, nominell Oberbefehlshaber der Entsatzarmee für das von den Türken belagerte Wien, und Herzog Karl von Lothringen, tatsächlicher Leiter der Operationen, zum Kriegsrat.

Aus dem Titel „Graf zu Hardegg, Glatz und im Machland, Obrist Erbschenk in Österreich und Erbtruchsess in Steiermark, Herr der Herrschaften Schmida, Wolfpassing, Oberrußbach, Stetteldorf und Absdorf, fürstlich brandenburgischer Rat und Lehensträger in Österreich“ kann man seine Bedeutung ablesen. Nach dem Tod seines Nachfolgers Johann Friedrich II. von Hardegg im Jahre 1703 erfolgte die Teilung der Familie Hardegg in die Linien Stetteldorf am Wagram und Seefeld. Stifter der Linie zu Stetteldorf am Wagram war Graf Johann Julius IV., der 1721 auch Miterbe seines jüngeren Bruders in Seefeld war.

4) <http://www.taterman.at/mailberg/>



Abb. 5a: Wappen Hardegg



Abb. 5b: Johann Julius IV. Hardegg

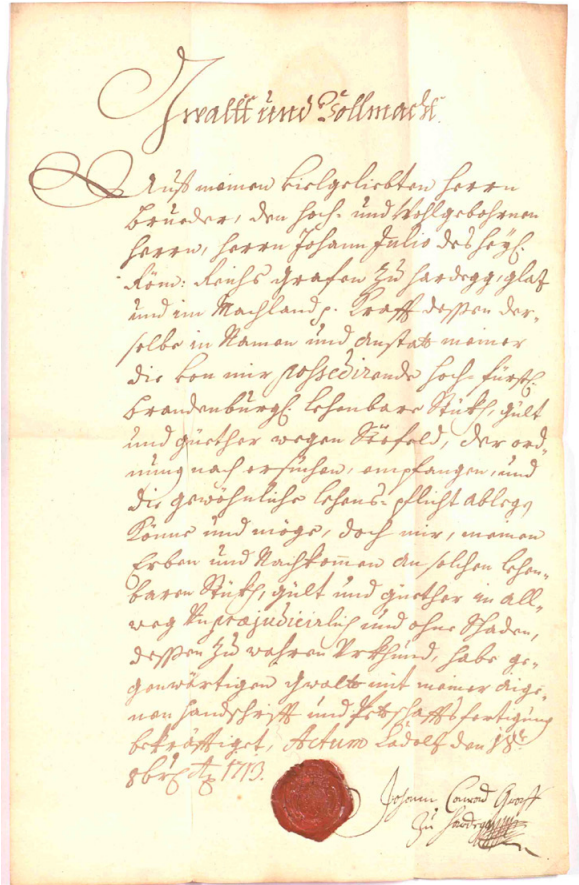


Abb. 5c: Vollmacht 1713



Abb. 6: Schloss Seefeld

Johann Conrad von Hardegg bevollmächtigt seinen Bruder Johann Julius zum Empfang der brandenburgischen Lehen zu Seefeld und Ablegung des Lehenseides.

Das 1710-1715 von Johann Jakob Castelli auf den Grundmauern der alten Kuenringerburg in Seefeld-Kadolz errichtete Schloss Seefeld wurde 1991 von Johannes Graf Hardegg an seinen im Kindesalter adoptierten Enkel Maximilian Bulgarini vererbt. Es ist heute Zentrum der Gutsverwaltung Hardegg, einem der größten landwirtschaftlichen Betriebe Österreichs. Zum Betrieb gehört das Schlossweingut Graf Hardegg, das mit 43 ha eines der größten Privatweingüter ist.⁵

5) [https://de.wikipedia.org/wiki/Hardegg_\(Adelsgeschlecht\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Hardegg_(Adelsgeschlecht))

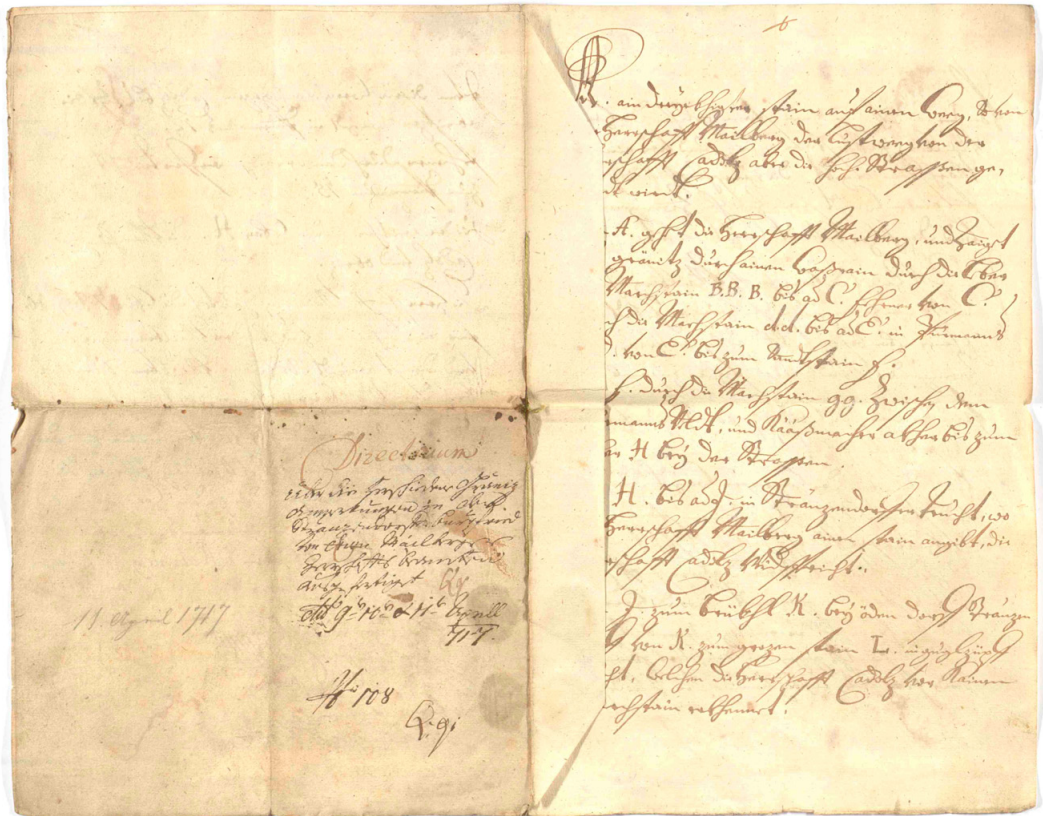


Abb. 7: Hardegger Urkunde 2043, Registereintrag und Seite 1

2. Die Grenzurkunde von 1717 aus dem Hardegg'schen Herrschaftsarchiv Seefeld

Der von 1251/58 bis 1860 reichende und 2357 Stücke umfassende ehemalige Urkundenbestand der Grafen von Hardegg auf Seefeld konnte vom Niederösterreichischen Landesarchiv 1892 von einem Antiquariat erworben werden. Ein guter Teil der Urkunden steht in Zusammenhang mit der Herrschaft der Grafen von Hardegg auf Seefeld.⁶

Inhalt der Hardegger Urkunde 2043, Registereintrag und Seite 1 (Abb. 7):

*Directorium
über die verschiedenen Gräniz Anmerkungen
in Ober Stranzendorffer Burgfried
von dene Mailberger Herrschaftsbeamten
ausgefertigt,
11. April 1717⁷*

A. ain dreyekhigter Stain auf ainen Weeg, so von der Herrschafft Mailberg der Lußweg von der Herrschafft Cadolz aber die Hoch Straßen genant wirdt.

Von A. gehet die Herrschafft Mailberg, und zaiget ihre gränitz durch ainen Waßrain durch die Leber⁸ und Marchstain B.B.B. bis ad C. fehrner von C. durch die Marchstain D.D. bis ad E. in Purmannser Veldt bis zu Sandtstain F. Von F. durch die Marchstain G.G. zwischen dem Purmannser Veldt, und Kaßmarcher abher bis zur Leber H. bey der Straßen. Von H. bis ad I. in Stranzendorffer Teucht, wo die Herrschafft Mailberg ainen Stain angibt, die Herrschafft Cadolz widerspricht. Von I. zum Brückhl K. bey öden Dorff Stranzendorff von K. zum grozen Stain L. in Gugzüppf Teucht. Dagegen die Herrschafft Cadolz vor kainen Marchstain erkennet.

6) https://www.monasterium.net/mom/AT-NOeLA/HA_Seefeld-HardeggerUrk/fond

7) Der Autor ist HR i.R. Dipl.-Ing. Leopold Strenn für die Korrektur der Transkription der Hardegger Urkunde verbunden.

8) Leber (auch Lewer): Grenzhügel, im östlichen Niederösterreich und Burgenland, ein fast ausgestorbener Begriff, <<http://www.woerterbuchnetz.de/cgi-bin/WBNetz/>>

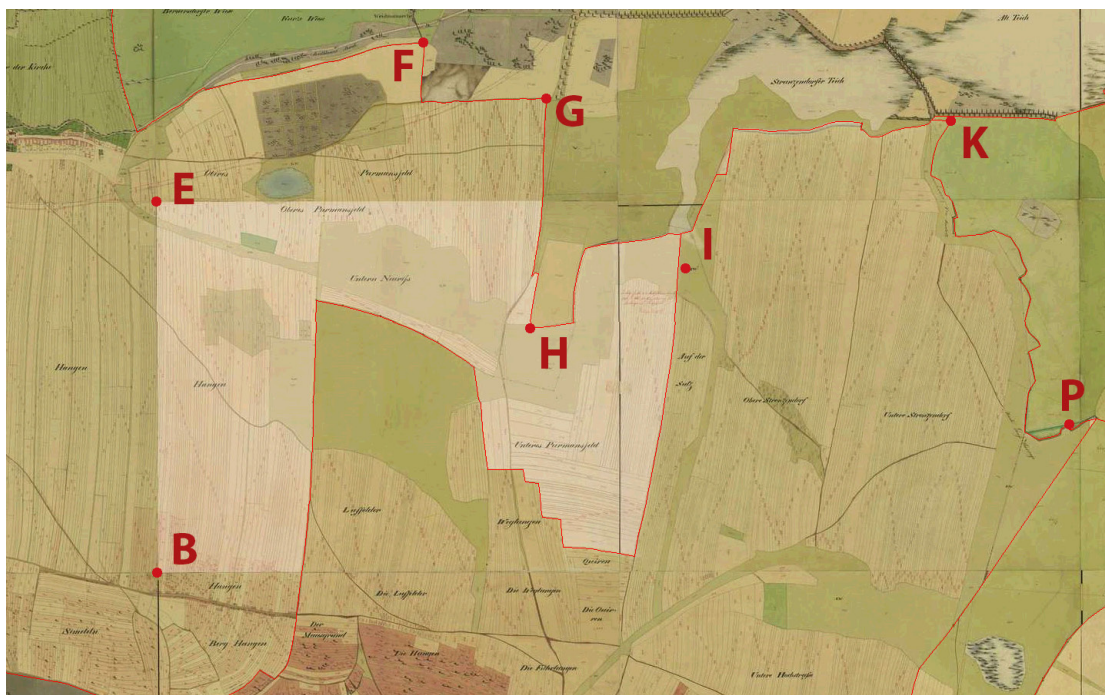


Abb. 8: Markierungsversuch der in Abb. 7 beschriebenen Grenze (Mailberger Ansicht)



Abb. 9: Mailberger Stein 538 (Foto: Hiermanseder 2020)

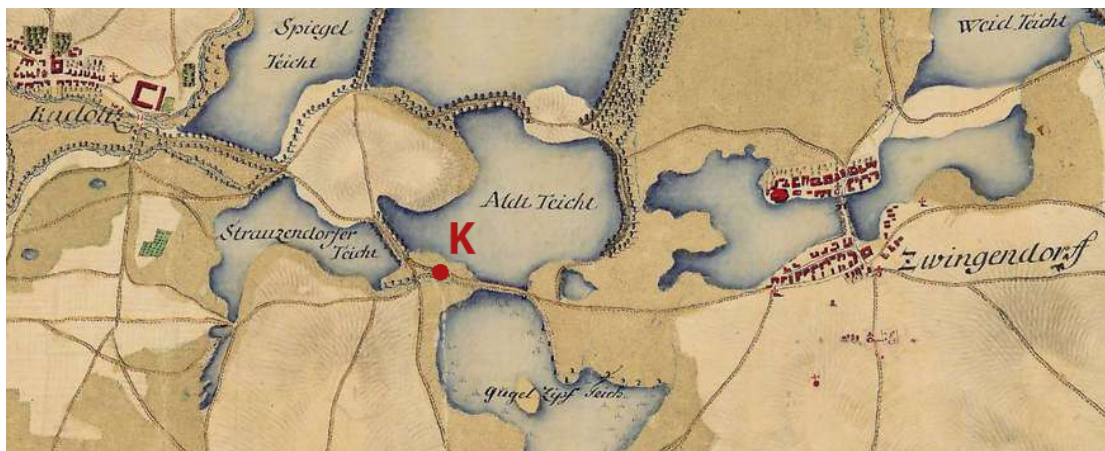


Abb. 10: Ausschnitt Teichlandschaft (ca. 1780) mit Stein K (vgl. Abb. 11)

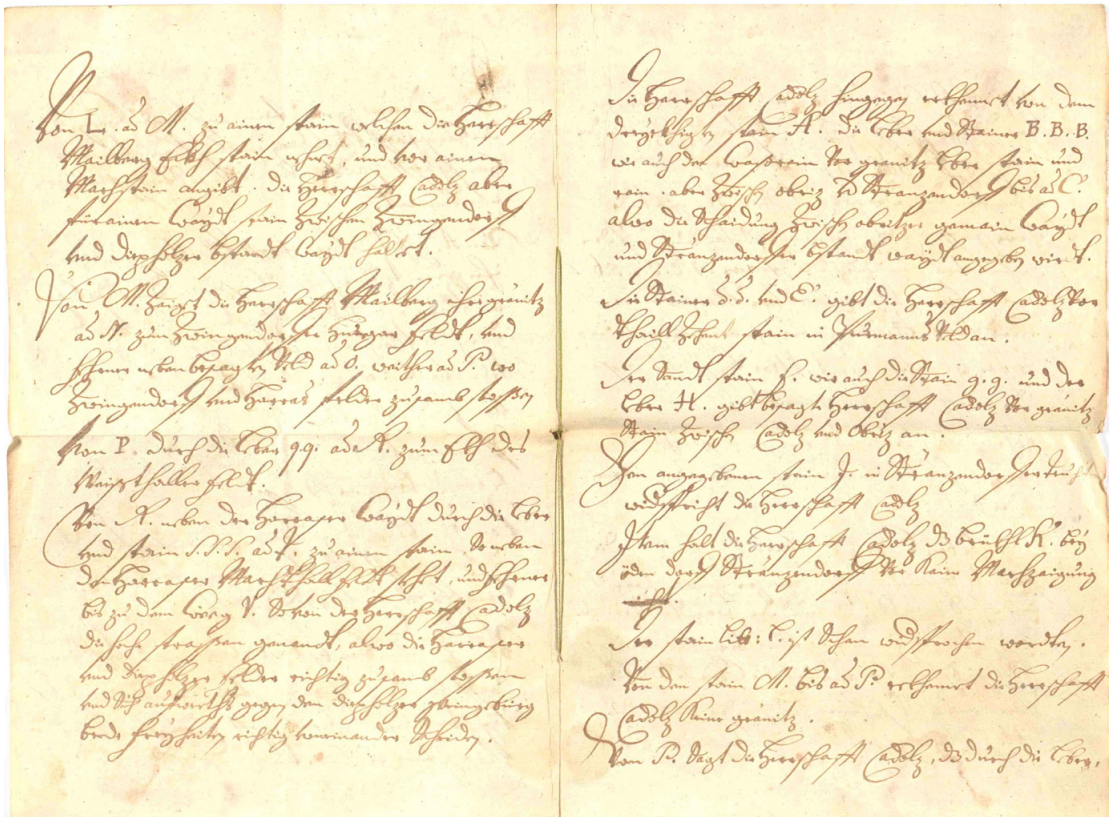


Abb. 11: Hardegger Urkunde 2043, Seite 2 und 3

Inhalt der Hardegger Urkunde 2043, Seite 2 und Seite 3 (Abb. 11):

Von L. ad M. zu einen Stain welchen die Herrschaft Mailberg Eckhstain nehnet, und vor ainen Marchstain angibt. Die Herrschaft Cadolz aber für einen Waydstain zwischen Zwingendorff und Diepholzer Bstandt Waydt haltet. Von M. zaiget die Herrschaft Mailberg ihre gränitz ad N. zum Zwingendorff Horezer Feldt, und fehrner neben besagtem Veldt ad O. weither ad P., wo Zwingendorff und Harraser Felder zusamb stoßen. Von P. durch die Leber Q.Q. ad R. zum Eckh des Weißthaller Veldt. Von R. nebeh der Harraser Waydt durch die Leber und Stain S.S.S. ad T. zu ainen Stain. So neben den Harraser Marchtal Veldt stehet und fehrner bis zu dem Weeg V. So von der Herrschaft Cadolz die Hoche Straßen genandt, alwo die Harraser und Diepholzer Felder richtig zusamb stoßen und sich aufwårths gegen den Diepholzer Weingebirg beide Freyheiten richtig voneinander scheidet.

Die Herrschaft Cadolz hingegen erkennet von dem dreyeckhigen Stain A. Die Leber und Stainer B.B.B. wie auch der Waßrain vor granitz Leber Stain und rain. aber zwisch Obriz und Stranzendorf bis ad C. also die Schaidung zwisch obrizer gemain Waydt und Stranzendorffer Bstandt Waydt angegeben wird. Die Stainer D.D. und E. gibt die Herrschaft Cadolz vor Thaill Zehent Stain in Purmanns Veldt an. Der Sandstain F. wie auch die Stain G.G. und der Leber H. gibt besagte Herrschaft Cadolz vor granitz Stain zwischen Cadolz und Obriz an. Den angegebenen Stain I. in Stranzendorffer Teucht widerspricht die Herrschaft Cadolz. Item halt die Herrschaft Cadolz das Brückhl K. bey öden Dorff Stranzendorff vor kaine Marhzaigung. Den Stain lit: L. ist schon widersprochen worden. Von dem Stain M. bis ad P. erkennet die Herrschaft Cadolz kaine granitz. Von P. sagt die Herrschaft Cadolz, daß durch die Leber

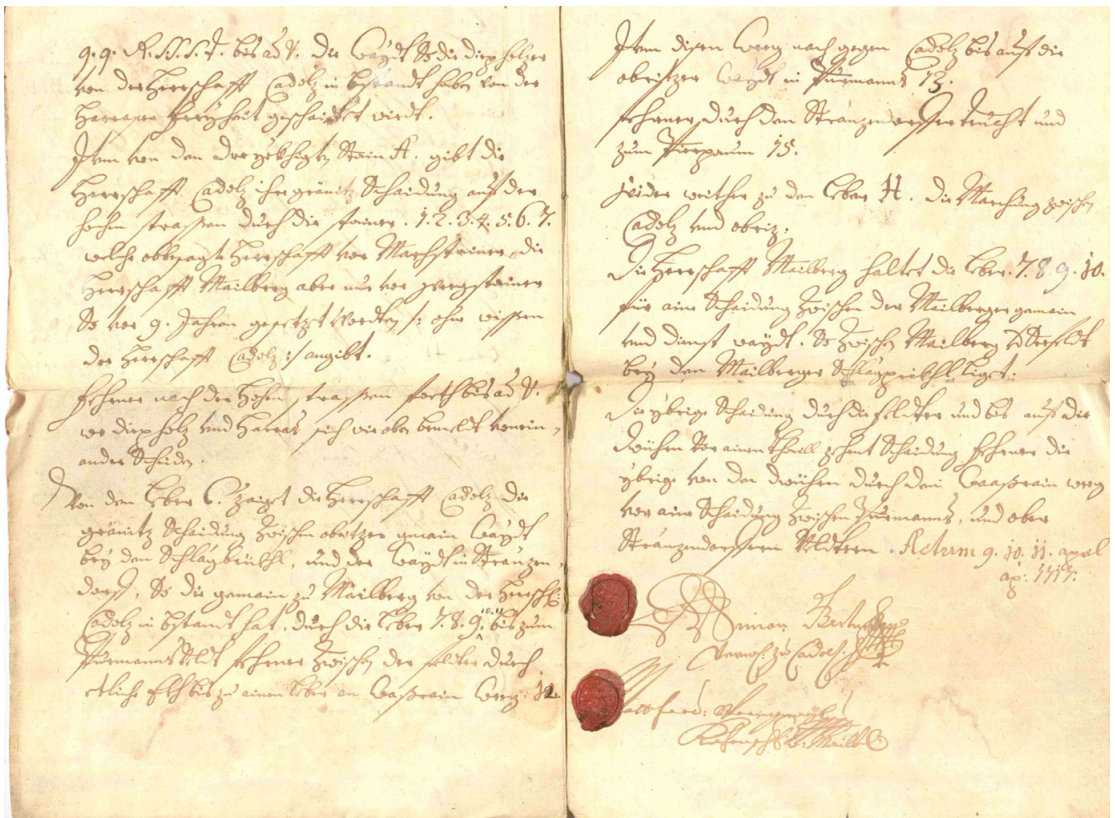


Abb. 12: Hardegger Urkunde 2043, Seite 4 und 5 (mit Siegeln und Unterschriften)

Inhalt der Hardegger Urkunde 2043, Seite 4 und Seite 5 (Abb. 12):

Q.Q. R.S.S.S.T. bis ad V. die Waydt so die Diepholzer von der Herrschafft Cadolz in Bstand haben von des Harraser Freyheit geschaidtet wirdt. Item von dem dreyeckhigten Stain A. gibt die Herrschafft Cadolz ihre gränütz Schaidung auf der Hohen Straßen durch die Stainer 1.2.3.4.5.6.7. welche obbesagte Herrschafft vor Machstainer, die Herrschafft Mailberg aber nur vor Wegstainer so vor 9 Jahren gesetzt worden /: ohne Wissen der Herrschafft Cadolz /: angibt. Fehrner nach der Hohen Straßen forth bis ad V. wo Diepholz und Harraser sich wie oben bemeldt voneinander schaiden. Von dem Leber C. zaiget die Herrschafft Cadolz die gränütz Schaidung zwischen Obrizer gmain Waydt bey dem Schlagbrükhel und der Waydt in Stranzendorff, so die gemain zu Mailberg von der Herrschafft: Cadolz in bstandt hat. Durch die Leber 7.8.9.10.11. bis zum Purmannser Veldt fehrner zwischen den Feldter durch etliche Ekh bis zu ainen Leber an Waßrain Weeg. 12

Item diesen Weeg nach gegen Cadolz bis auf die obrizer Waydt in Purmanns 13. Fehrner durch den Stranzendorfer Teucht und zum Pierpaum 15. wider weither zu dem Leber H. die Marchung zwischen Cadolz und Obriz. Die Herrschafft Mailberg haltet die Leber 7.8.9.10. für aine Schaidung zwischen der Mailberger gemain und Dienst Waydt. So zwischen Mailberg und Seefeldt bey dem Mailberger Schlagprikhl liget. Die ybrige Schaidung durch den Waßrain Weg von aine Schaidung zwischen Purmannser und Ober Stranzendorffer Veldtern. Actum 9.10.11. april anno: 1717.

Simon Bertuld Verwalt: zu Cadolz
Manfred Schreivogl Kohauptm: zu Mailbg

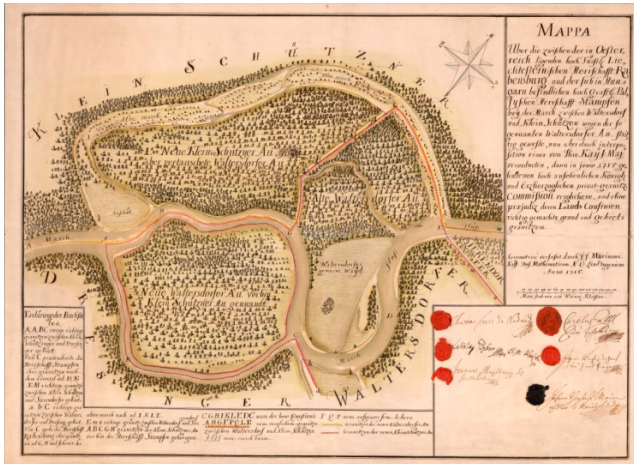


Abb. 13: J.J. Marinoni, Mappa Über die zwischen der in Oesterreich ligenden hoch Fürstl. Liechtensteinischen Herrschaft Rabensburg und der sich in Hungarn sich befindlichen hoch Graffl. Palfyschen Herrschaft Stampfen, bey der March ... strittig geweste, nun aber ... richtig gemachte grund und gebiets gränitzen, geometrice verfasst durch J.J. Marinoni, Kais. Hof Mathematicum N.O. Land Ingenieur Anno 1718 / [5 rote und 1 schwarzes Wachs-Siegel mit Unterschriften], NÖLB, IDN: 384040 / IDA:KART-10163 (Foto: Hiermanseder 2019)

3. Vergleich mit zeitgenössischen Karten und Grenzbeschreibungen

Während die älteren „Maulwurfshügelkarten“ von Vischer noch lediglich die relative Lage von Ortschaften darstellten, wollte der moderne Kartograph Marinoni (1676-1755) einen geometrisch richtigen, maßstabsgetreuen Lageplan zeichnen („geometrice verfasst“), aus dem auch Entfernungen, Richtungen und Flächen gemessen werden konnten.

Bei der Beschreibung der Herrschaftsgrenze zwischen Mailberg und Kadolz von 1717 werden nirgends Entfernungen oder Richtungen genannt. Es geht offenbar weder um Größe oder genaue Lage, lediglich die Grenze soll anhand von Grenzmarken und Beschreibung der topographischen Verhältnisse bestimmt werden. Die Standpunkte der beiden benachbarten Herrschaften werden gegenübergestellt, über die Differenzen wird aber nicht entschieden. Man kann die Hardegger Urkunde 2043 also als Protokoll einer Grenzverhandlung bezeichnen, das die Grundlage einer späteren Entscheidung über den rechtsgültigen Grenzverlauf ist.

Derartige Protokolle, im Auftrag eines oder aller Anrainer und sogar mit Unterschriften und Siegeln (Abb. 13), finden sich bei Marinoni oft auch direkt auf der Legende der zugehörigen Karte.

4. Franziszeischer Kataster

Der Mappenausschnitt des Franziszeischen Katasters (Abb. 14) zeigt die Grenzen der KG Mailberg zu der KG Großkadolz und der KG Obritz (Gemeinde Hadres). Da laut der „Gränzbeschreibung von Mailberg No.277 vom 24. Juny 821“ der Grenzverlauf zwischen Mailberg, Obritz, Kadolz, Zwingendorf und Diepolz nach wie vor strittig ist, fehlen Unterschriften der jeweiligen Gemeindevertreter (bis auf Diepolz). Es wird auf die separaten Protokolle verwiesen.⁹ Die umstrittenen Riede sind aufgehellt dargestellt.

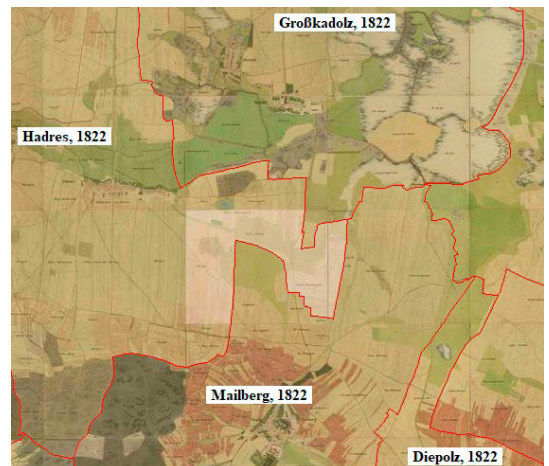


Abb. 14: Franziszeischer Kataster 1821/1822

9) Der Autor ist Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Christoph Twaroch für wichtige Anregungen zur topographischen Situation und für die Beschaffung der Grenzbeschreibungen aus dem Katastralmappenarchiv des BEV verbunden.

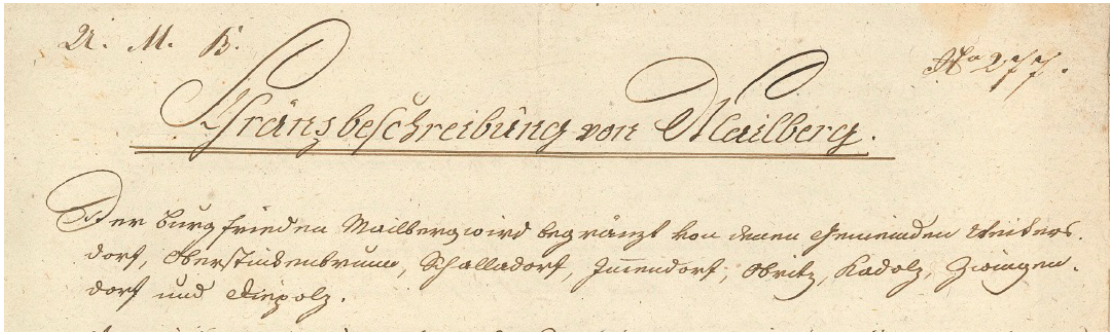


Abb. 15a: Gränzbeschreibung von Mailberg, U.M.B. (Unter dem Manhartsberg) Nr. 277, 24.6.1821

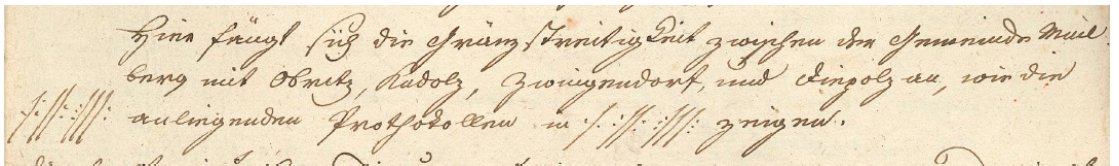


Abb. 15b: Detail Gränzbeschreibung Mailberg-Auszug: „Hier fängt sich die Gränzstreitigkeit zwischen den Gemeinden Mailberg mit Obritz, Kadolz, Zwingendorf und Diepolz an, wie die .:/:/:/ anliegenden Protokollen in .:/:/:/ zeigen.“

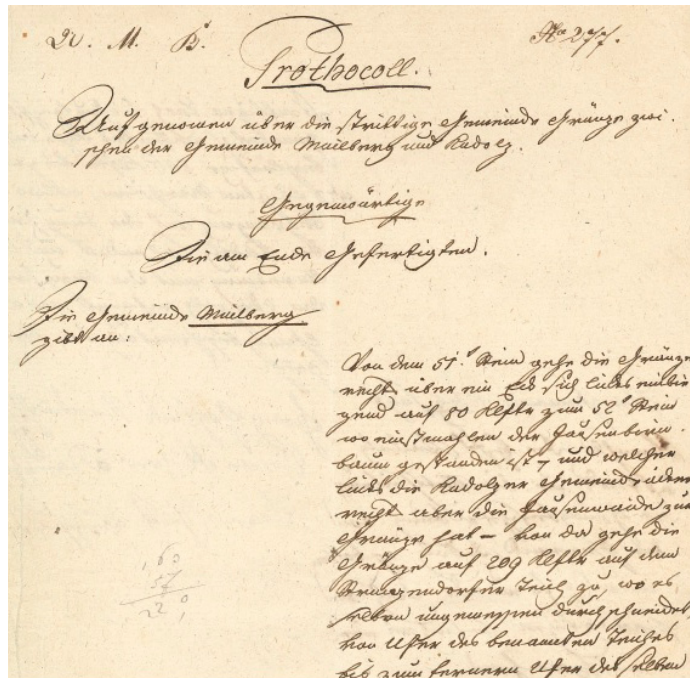


Abb. 16: Prothocoll aufgenommen über die strittige Gemeinde Gränze zwischen der Gemeinde Mailberg und Kadolz, 1821

Prothocoll (Auszug aus Abb. 16)

Aufgenommen über die strittige Gemeinde Gränze zwischen der Gemeinde Mailberg und Kadolz

Die Gemeinde Mailberg gibt an:

Von dem 51. Stein gehe die Gränze rechts über ein sich links einbiegend über 80 Klfr zum 52. Stein, wo nachmalen der Gausenbernbauer gestanden ist und welchen links die Kadolzer Gneuweide über rechts aber die Gausenweide zur Gränze hat. Von da gehe die Gränze auf 209 Klfr auf den Stranzendorfer Teich zu, wo es selben ungewissen durchschneidet, ...

Die Gemeinde Kadolz sagt:

Obwohl die Hft Kadolz öfters um die Mitteilung der Gränzbeschreibung von der Gemeinde Kadolz gebeten wurde; so wurde doch dem hierortigen Ansinnen nie entsprochen.

Nach der Anordnung der hohen Provinzial-Regulierungs-Kommission vom 4. Febr. 822. Z. 377. ist diese Gemeinde nach jener Begrenzung aufzunehmen, mit welcher sie in dem Josephinischen Kataster inlieget. Da man sich nun aus dem Josephinischen Elaborate überzeugt hat, daß die Rieden: 1. im oberen Stranzendorf, 2. auf der unteren Hochstraß, 3. auf der unteren Schlachstatt, und 6. im Lußfelde zur Gemeinde Mailberg geschlagen worden sind; so muß dieß auch gegenwärtig bey der Vermessung geschehen, und es ist daher ganze ehemalige Stranzendorfer Burgfrieden mit Ausnahme der beyden zur Gemeinde Obrütz gehörigen Rieden des obern und untern Purmannsfeldes nach den Angaben der Gemeinde Mailberg aufzunehmen, wobey es sich von selbst versteht, da jene Zins- und Huthweidtheile, welche in den oben genannten 6. Rieden liegen, denselben zugeschlagen werden müssen, und es jene Parzellen welche von den Gemeinden Kadoltz, Diepolds, Zwingendorfer Freyheit in Anspruch genommen werden, nach der Vermessungsinstruction als streitige Theile in der Mappen ersichtlich zu machen sind. Hierdurch wird die Zuthellung der Rieden zur Einhebung der Contribuzion für den Steuerstand sichergestellt, dagegen aber weder in den Besitzstand, noch in ein sonstiges Privatrecht eingegriffen.

Rechnung am 19. Febr. 822.

Handwritten signatures and stamps

Abb. 17: Zusatz vom 19.2.1822 zur Gränzbeschreibung Mailberg

Die Grundsteuerregulierungskommission ordnet am 4.2.1822 an, die Grenzen der KG Mailberg nach den Angaben im Josephinischen Kataster aufzunehmen und die strittigen Teile in der Mappe ersichtlich zu machen (siehe Abb. 17):

Nach der Anordnung der hohen Grundsteuer=Regulierungs=Provinzialcommission v. 4ten Febr. 822. Z. 377. ist diese Gemeinde nach jener Begrenzung aufzunehmen, mit welcher sie in dem Josephinischen Cataster inlieget. Da man sich nun aus dem Josephinischen Elaborate überzeugt hat, daß die Rieden: 1. im oberen Stranzendorf, 2. Im unteren Stranzendorf, 3. auf der oberen Hochstraß, 4. auf der unteren Hochstraß 5. auf der Schlachstatt, und 6. im Lußfelde zur Gemeinde Mailberg geschlagen worden sind; so muß dieß auch gegenwärtig bey der Vermessung geschehen, und es ist daher ganze ehemalige Stranzendorfer Burgfrieden mit Ausnahme der beyden zur Gemeinde Obrütz gehörigen Rieden des obern und untern Purmannsfeldes nach den Angaben der Gemeinde Mailberg aufzunehmen, wobey es sich von selbst versteht, da jene Zins- und Huthweidtheile, welche in den oben genannten 6. Rieden liegen, denselben zugeschlagen werden müssen, und es jene Parzellen welche von den Gemeinden Kadoltz, Diepolds, Zwingendorfer Freyheit in Anspruch genommen werden, nach der Vermessungsinstruction als streitige Theile in der Mappen ersichtlich zu machen sind. Hierdurch wird die Zuthellung der Rieden zur Einhebung der Contribuzion für den Steuerstand sichergestellt, dagegen aber weder in den Besitzstand, noch in ein sonstiges Privatrecht eingegriffen.

Preis W. M. T. St. 24/4.
 Steuerbezirk Mailberg

Gemeinde Mailberg

Verlangen Dienstadt

Das Verlangen der Gemeinde Mailberg, das bedeutende zwischen Mailberg und Kadoltz streitige Gebiet, nach Mailberg einzubringen wird bis zu einer politischen oder rechtlichen Entscheidung abgelehnt (Abb. 18).

Handwritten text and signature

Abb. 18: Aufschub des Verlangens der Gemeinde Mailberg auf Einverleibung des Kaldolzer Gebiets

Korneuburg am 19. Febr. 822.
Das Verlangen der Gemeinde Mailberg, das bedeutende zwischen Mailberg und Kadoltz streitige Gebiet, nach Mailberg einzubringen wird bis zu einer politischen oder rechtlichen Entscheidung abgelehnt (Abb. 18).

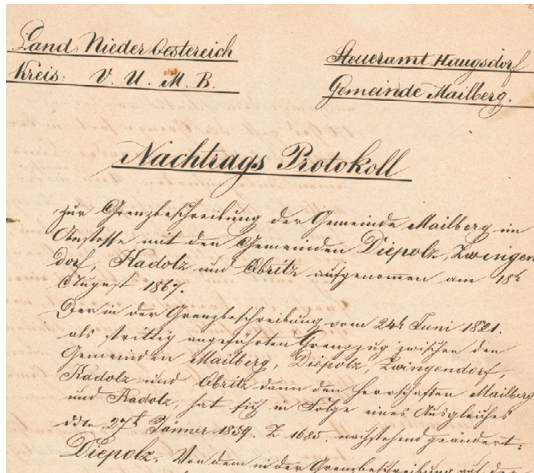


Abb. 19: Nachtrags Protokoll zur Grenzbeschreibung der Gemeinde Mailberg im Anstosse mit den Gemeinden Diepolz , Zwingendorf, Kadolz und Obritz aufgenommen am 18tn August 1867

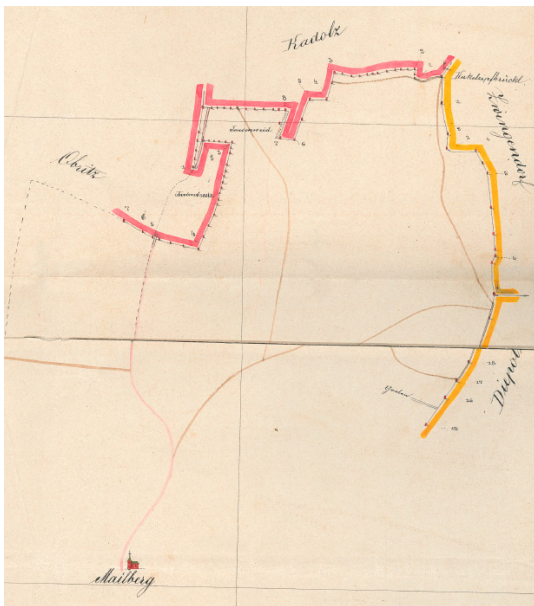


Abb. 20: Grenzskeizze der Gemeinde Mailberg von kk Geometer Gustav Hartig 1867

5. Nachtrags Protokoll 1867 über den Ausgleich von 1859

Den in der Grenzbeschreibung vom 24tn Juni 1821 als strittig angeführten Grenzzug zwischen den Gemeinden Mailberg, Diepolz, Zwingendorf, Kadolz und Obritz dann den Herrschaften Mailberg und Kadolz, hat sich in Folge eines Ausgleiches dato 27tn Jänner 1859. Z 1685. nachstehend geändert (Abb. 19)

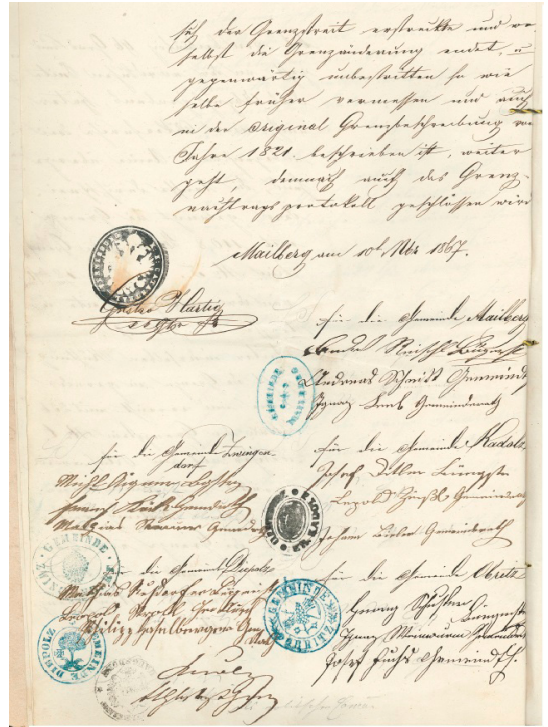


Abb. 21: Nachtrags Protokoll zur Grenzbeschreibung der Gemeinde Mailberg, 10.11.1867

Mangels Stellungnahme der Herrschaft Kadolz wurde die Grenze bereits 1821/1822 weitgehend zugunsten der Mailberger bzw. Obritzer Ansichten festgelegt, jedoch vorbehaltlich einer politischen oder rechtlichen Entscheidung. Der Vergleich der Gemeinden von 1859 wird schließlich 1867 protokolliert. Er beendet einen 150 Jahre währenden Zustand strittiger Grenzen im Pulkautal (Abb. 21):

„... sich der Grenzstreit erstreckte und wo selbst die Grenzänderung endet, u gegenwärtig unbestritten so wie selbe früher vermessen und auch in der Original Grenzbeschreibung vom Jahre 1821 beschrieben ist, weiter geht, danachauch das Grenznachtragsprotokoll geschlossen wird.

Mailberg am 10tn Nbr 1867.

Gustav Hartig, kk.Gtr

für die Gemeinden Mailberg, Kadolz, Obritz, Zwingendorf

jeweils der Bürgermeister und 2 Gemeinderäthe.“

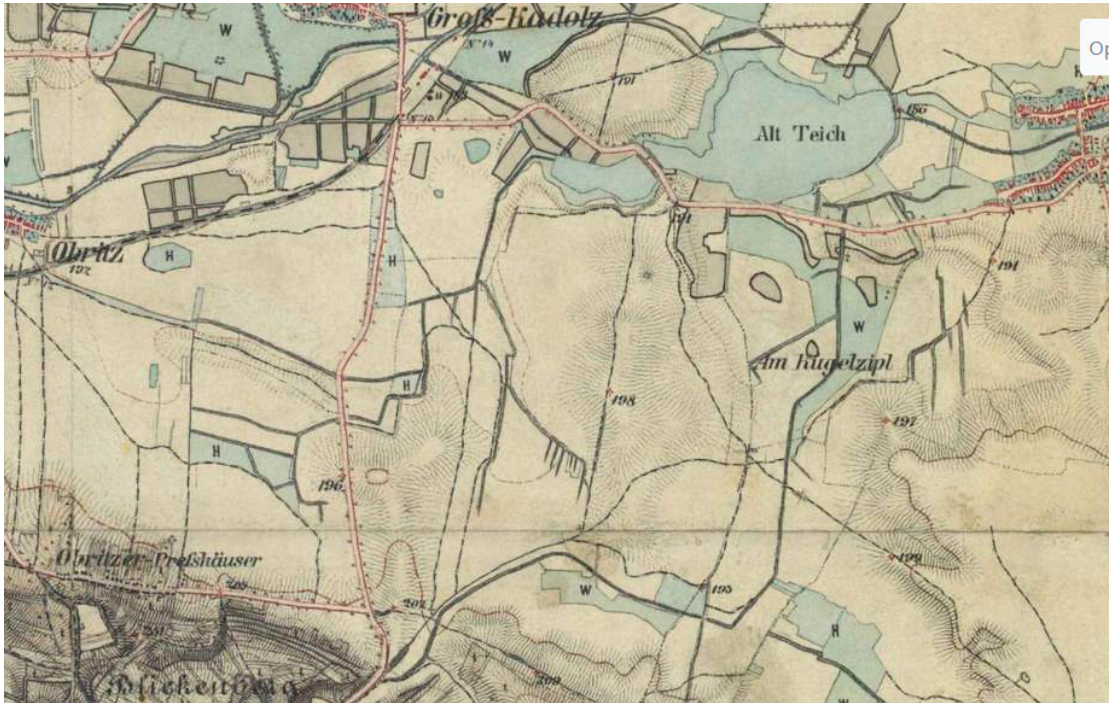


Abb. 22: Franzisco-Josephinische Landesaufnahme (1869-1887)

Der Kartenausschnitt der Franzisco-Josephinischen Landesaufnahme (Abb. 22) zeigt die Situation kurz nach dem Vergleich zwischen den Gemeinden 1867.

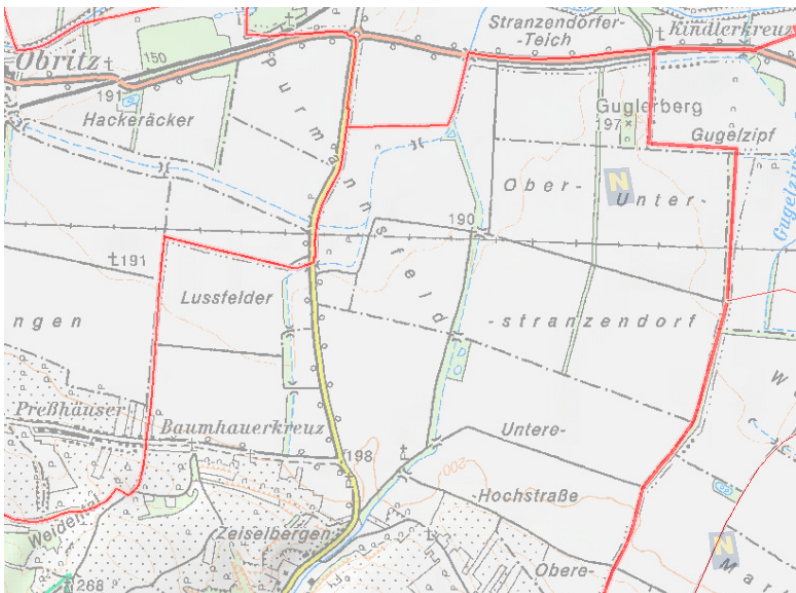


Abb. 23: NÖ-Atlas 1:20.000 Mailberg (Stranzendorf)



Abb. 24: Mailberger Stein
(Foto: Hiermanseder 2020)



Abb. 25a: Schloss Seefeld



Abb. 25b: Burg und Ort Mailberg



Abb. 25c: Blicke nach N Richtung Zwingendorf und Kadolz (Fotos: Hiermanseder 2020)

6. Heutige Situation

Durch Änderung des Verkehrswegenetzes (Straße, Bahn, Güterwege) und Kommassierungen wurden die Gemeindegrenzen weiter geändert. Die Riedenbezeichnungen sind zwar verblieben, viele topographische Gegebenheiten haben sich jedoch geändert und fast alle in diesem Beitrag erwähnten Grenzsteine sind verschwunden.

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.), Auhofstraße 15b, 1130 Wien.

E-Mail: hiermanseder@gmx.net

Dissertationen, Diplom- und Masterarbeiten

Simulation des Ausbruchs der Maul- und Klauenseuche in Österreich

Julian Hauer

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2020

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

Die Maul- und Klauenseuche ist eine hoch kontagiöse Viruserkrankung der Klauentiere, die in der Vergangenheit in zahlreichen Seuchenzügen Millionen Tieren das Leben kostete. Praktisch weltweit verbreitet besteht jederzeit die Möglichkeit, den Krankheitserreger in die Population einzuschleppen. Zu den Übertragungsarten zählen lokale Übertragung, Transport infizierter Tiere und die indirekte Übertragung durch Menschen und Material.

In dieser Arbeit wird mit dem Programm InterSpread Plus der Ausbruch der Maul- und Klauenseuche im österreichischen Rinderbestand simuliert. Dazu wurde ein geeigneter Parametersatz gefunden, der unter realistischen Bedingungen die Größenordnung von infizierten Betrieben und Tieren sowie der Ausbruchsdauer liefert. InterSpread Plus wurde bereits bei dem letzten großen Ausbruch in Europa, 2001 in Großbritannien mit über 6 Millionen gekeulten Tieren, verwendet, um den weiteren Verlauf zu simulieren. Der Rinderbestand in Österreich betrug mit Stichtag 1.12.2019 insgesamt ca. 1,8 Millionen Rinder in 54.790 Betrieben. Diese Betriebe sowie 22 Schlachthöfe und 20 Märkte bildeten die Grundlage des Modells. Eingabeparameter für Infektiosität, Transporte, Schutz- und Überwachungszonen, Überwachung, Ressourcenmanagement u.v.m. wurden aus der Literatur erarbeitet und an die österreichischen Gegebenheiten angepasst.

Ein Basismodell mit diesem Parametersatz bildet die Grundlage für eine Sensitivitätsanalyse. Dabei wurden einzelne Parameter variiert um deren Einfluss auf die Simulation zu beurteilen. Im Median (0,25- bzw. 0,75 Quantil dazu in Klammer) dauert der Ausbruch des Basismodells 53 Tage (37 - 87) und umfasste 95 infizierte Betriebe (58 - 276) und 2.413 infizierte Tiere (1.385-6.154). Bei der Sensitivitätsanalyse zeigte sich, dass die High-Risk Periode (Zeit zwischen Infektion des ersten Betriebs und der ersten Entdeckung) bzw. die lokale Übertragung den größten Einfluss auf den Ausgang zeigen. Dagegen zeigten Variationen der Infektiosität bei Transporten, extra Kontakte von Tierärzten und Bewegungseinschränkungen in den Zonen kaum Einfluss auf den Ausgang. Neben den gesetzlichen Vorgaben zur Bekämpfung von MKS wurden 2 weitere Szenarien untersucht: die Errichtung einer Keulungszone und einer Impfzone um detektierte Betriebe. Bei der Keulungszone

von 500 m zeigt sich, dass die gekeulten Betriebe im Median leicht steigen, die Dauer jedoch reduziert wird. Dies könnte an ausgewählten Standorten eingesetzt werden, um einen Ausbruch schnell unter Kontrolle zu bekommen. Größere Keulungszonen und alle Impfzonen boten keine Verbesserung zum Basismodell.

Flächenhafte Deformationsanalyse unter Verwendung von approximierenden B-Spline-Flächen

Christoph Hobmaier

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2020

Betreuer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Berndt Neuner, Univ.Ass. Dr. Corinna Harmening MSc

Klassische Deformationsanalysen sind in der Lage statistisch gesicherte Aussagen über Verformungen eines Objekts sowohl gegenüber seiner Umgebung als auch innerhalb des Objekts abzuleiten. Voraussetzung für die Analysen sind wohl geplante geodätische Netze, innerhalb derer sich die durch einzelne diskretisierte Punkte repräsentierten Objekte erfassen lassen. Den durch hohen Planungs- und Signalisierungsaufwand gekennzeichneten klassischen Ansätzen stehen seit einiger Zeit zunehmend solche gegenüber, die mit der Verarbeitung von flächenhaft erfassten Objektoberflächen arbeiten. Flächenhafte Erfassungsmethoden, wie beispielsweise die Messtechnik des terrestrischen Laserscannings, erlauben die lückenlose Aufnahme der zu untersuchenden Oberflächen innerhalb kurzer Zeit und mit wenig Planungsaufwand. Die Eigenschaften der entstehenden Punktwolken bringen dabei einige Herausforderungen mit sich, welche unter anderem die Komplexität des stochastischen Modells oder die korrekte Identifizierung identer Bereiche innerhalb der Aufnahmen betreffen. Auf Letzteren liegt ein Schwerpunkt in den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit.

Im Zuge dessen wird ein Verfahren zur Ableitung von Deformationsaussagen zwischen zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommenen Punktwolken derselben Objektoberfläche entwickelt. Die Implementierung des Ansatzes erfolgt in MATLAB und basiert auf der B-Spline-Approximation der anhand einer Sollfläche simulierten Messdaten. Anhand der approximierten Flächen werden Identpunkte in einem regelmäßigen Raster diskretisiert, welche im Anschluss zur Ermittlung der Elemente der Starrkörperbewegung und der Detektion von überlagerten Verformungen innerhalb der Objektoberfläche herangezogen werden. In der Analyse

der Ergebnisse zeigt sich, dass verformte Bereiche mit der entwickelten Methodik zuverlässig detektiert und die Elemente der Starrkörperbewegung mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden können. Durch Erhöhung der Diskretisierungsdichte wird versucht, einen höheren Detailgrad der Lokalisierung der Verformungen zu erreichen; im stochastischen Modell der diskretisierten Flächenpunkte kommt es dabei zu Singularitäten sobald die durch die Parametrisierung der zugrunde liegenden B-Spline-Fläche definierte maximale Diskretisierungsdichte überschritten wird. Durch verschiedene Ansätze werden Wege aufgezeigt um die entstehenden singulären Varianz-Kovarianzmatrizen in den entsprechenden Ausgleichungen zu verarbeiten.

Characterization of lake beds with the transient electromagnetic method

Philipp Högenauer

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

Betreuer: Ass.-Prof. Dr. Adrian Flores-Orozco, Univ.Ass. Dipl.-Ing. Lukas Aigner

In the course of this thesis, transient electromagnetic measurements (TEM) were carried out on lakes. The aim of these measurements was to determine the geometry of the water bottom and the electrical resistivity of the water and the underlying geological layers. A buoyant ring was built for the application of TEM on the surface of the lakes. The cable for the TEM antenna was attached to this ring and the antenna was pulled over the water by a motorised boat where the measuring device was located. Another instrument used was a CTD (conductivity temperature depth)-probe. It was used to determine the electrical conductivity of the water in-situ. Based on the CTD data, accurate start models could be created and inversions with a-priori information could be performed. Electrical resistivity tomography (ERT) was also used to validate the results. For the collection of ERT, a cable with electrodes attached to the measuring device was pulled by a motorised boat. The measured value with ERT is the distribution of the electrical resistivity, resolved through the inversion of the field data. The methods used aimed at improving our understanding of the interaction between surface- and groundwater, as well as the geological settings of the lakes. In addition, hydrogeological systems can be examined for the effects of climate change using the methods mentioned above.

The results from three case studies show that it is possible to determine the sedimentary layer underneath lakes with TEM. To avoid problems, a non-metal boat should be used. For ERT measurements, it is important to make sure that the cable forms a line before starting each measurement. For verification of the TEM results,

additional information is very useful. Therefore, multi-methodical approaches are recommended.

Steigerung der Digitalisierung und Automatisierung des Katasterführungsprozesses

Paulus Ecker

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

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

Der österreichische Kataster und dessen Fortführungsprozess durch das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) wurde im Laufe seines Bestehens des Öfteren einer Digitalisierung und Automatisierung unterworfen.

Zu Beginn der Diplomarbeit werden der geschichtliche Aspekt und dessen Entwicklung in Bezug auf den Katasterführungsprozess beleuchtet. Aktuell sind nach wie vor für seine Evidenzhaltung (Einarbeitung von Teilungsplänen) manuelle Eingaben von Daten nötig. Da die Datenerfassung davor und die Datenhaltung danach in digitaler Form geschehen, besteht hier ein Bruch in der Bearbeitung. Die Urkunden werden zwar in digitaler Form als PDF-Dateien im BEV eingereicht, ihre Inhalte konnten jedoch nicht strukturiert in eine Datenbank übernommen werden, wodurch der automatisierte Datenfluss teilweise unterbrochen wird. Dies birgt die Gefahr von Fehlern. Während dem Zeitraum dieser Masterarbeit wurde die strukturierte Einreichung im BEV ermöglicht, wobei die alte Einreichung vorerst weiterhin parallel bestehend bleibt. Hier werden jedoch keine graphischen Daten übermittelt, sondern nur alphanumerische Informationen. Der aktuelle Stand und die bestehenden Problematiken wurden intensiv in dieser Arbeit behandelt.

Diese Arbeit beschäftigt sich auch mit dem benötigten Grundlagen- und Fachwissen zur Erstellung und Einreichung einer Vermessungsurkunde. Es wird untersucht, wie diese manuellen Tätigkeiten reduziert oder gar beseitigt werden könnten. Dazu wurden stichprobenartige Untersuchungen und Vergleiche mit Vermessungsbehörden verschiedener Nationen, welche über Systeme und Standards verfügen die anders aufgebaut sind, durchgeführt. So wurden zum Beispiel bei Australischen Vermessungsbehörden kürzlich neue Systeme für digitale Vermessungspläne realisiert, mit welchen eine automatisierte Katasterführung möglich ist.

Die Grundannahme der Arbeit ist, dass in Zukunft die Führung des österreichischen Katasters möglichst automatisiert erfolgen sollte um Fehler durch manuelle Bearbeitung von Daten zu vermeiden. Das erfordert maschinenlesbare E-Pläne mit allen notwendigen Metadaten. Die Umsetzbarkeit eines Konzepts wird anhand eines kleinen Beispiels prototypisch aufgezeigt und auf technische Möglichkeiten verwiesen.

Recht und Gesetz

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

Straßenverbücherung; § 16 LiegTeilG

Die Vermessungsbehörde hat in der Beurkundung gemäß § 16 LiegTeilG nach Maßgabe der tatsächlichen Verhältnisse zu bestätigen, dass eine der in § 15 LiegTeilG angeführten Anlagen errichtet bzw. aufgelassen wurde. Bereits aus dem Wortlaut dieser Bestimmung geht eindeutig hervor, dass nur beurkundet werden soll, was tatsächlich errichtet bzw. aufgelassen wurde und somit in natura vorhanden oder eben nicht mehr existent ist.

(VwGH 19.Juni 2020, GZ Ra2019/06/0060)

Sachverhalt:

Die Gemeinde beantragte die Durchführung eines Teilungsplanes nach den Sonderbestimmungen für die Verbücherung von Straßen, Weg, Eisenbahn und Wasserbauanlagen gemäß § 15 LiegTeilG.

Das VerMA (Revisionswerber) wies diesen Antrag mit Bescheid ab, weil in der Beurkundung gemäß § 16 LiegTeilG nach Maßgabe der tatsächlichen Verhältnisse zu bestätigen wäre, dass eine in § 15 LiegTeilG genannte Anlage errichtet beziehungsweise aufgelassen worden sei. Das Ermittlungsverfahren habe jedoch ergeben, dass von der projektierten Straße nur etwa 2/3 errichtet worden seien; für das südliche Drittel sei keine Straßen oder Weganlage in der Natur ersichtlich, weshalb die beantragte Beurkundung nicht durchgeführt werden könne.

Mit dem angefochtenen Erkenntnis hob das Bundesverwaltungsgericht (BVwG) den oben genannten Bescheid auf und verwies die Angelegenheit zur Erlassung eines neuen Bescheides an das VerMA zurück. In seiner Begründung zitierte das BVwG mehrere Entscheidungen des OGH, wonach das vereinfachte Verfahren gemäß §§ 15 ff LiegTeilG nur dann zur Anwendung komme, wenn die Besitzänderungen durch eine bereits vollendete, in der Natur vorhandene Straßen, Weg, Eisenbahn oder Wasserbauanlage herbeigeführt worden seien. § 15 LiegTeilG sei so das BVwG auf Grundstücke anzuwenden, die auch nur teilweise zur „Herstellung, Umliegung oder Erweiterung und Erhaltung“ einer bestimmten Anlage „verwendet worden sind“, auf Grundstücke (oder Teile davon), die bei der „Herstellung“ einer solchen Anlage „frei geworden sind“, also nicht mehr von der Anlage erfasst würden, sowie auf Grundstücksreste, die durch die Anlage nach grundbücherlicher Durchführung von den Stammgrundstücken abgeschnitten würden.

Die Parteien stimmten überein, „dass etwa 66 % des verfahrensgegenständlichen Grundstückes zur Herstellung einer Straßenanlage verwendet worden“ seien. Die Ansicht des VerMA, dass in einem solchen Fall §§ 15 ff LiegTeilG nicht anzuwenden seien, widerspreche einerseits dem Wortlaut des § 15 LiegTeilG, weil darin nicht geregelt werde, „dass das entsprechende Grundstück zur Gänze zur Herstellung der Anlage verwendet worden sein muss“. Es reiche auch nur eine teilweise Herstellung einer im Gesetz genannten Anlage. Dafür spreche auch die Tatsache, dass das vereinfachte Verfahren gemäß § 15 Z 2 und 3 LiegTeilG auch bei Grundstücksresten und aufgelassenen Straßenkörpern gelten solle; auch hier befinde sich eine im Gesetz genannte Anlage (teilweise) nicht oder nicht mehr auf dem Grundstück.

Die Zurückverweisung begründete das BVwG damit, dass das VermG die notwendigen Ermittlungen dahingehend unterlassen habe, ob die Besitzänderung durch den „fertiggestellten“ Bau einer Anlage iSd § 15 Z 1 LiegTeilG herbeigeführt worden sei. Diese Ermittlungen könnten durch das VerMA als insoweit technikbasiert eingerichtete und örtlich nähere Spezialbehörde mit entsprechendem Sachverstand jedenfalls einfacher und kostensparender beziehungsweise rascher durchgeführt werden.

Aus der Begründung des VwGH:

Zur Zurückverweisung:

Nach der ständigen Rechtsprechung des VwGH zu § 28 VwGVG normiert diese Bestimmung einen prinzipiellen Vorrang der meritorischen Entscheidungspflicht der Verwaltungsgerichte. Der VwGH hat ferner hervorgehoben, dass das Verwaltungsgericht insbesondere darzulegen hat, in welcher Weise der entscheidungsrelevante Sachverhalt nicht feststeht und inwiefern allenfalls erforderliche Ergänzungen nicht vom Verwaltungsgericht selbst vorzunehmen wären. Selbst Bescheide, die in der Begründung dürftig sind, rechtfertigen für sich allein keine Behebung und Zurückverweisung, wenn brauchbare Ermittlungsergebnisse vorliegen, die im Zusammenhalt mit einer allenfalls durchzuführenden Verhandlung zu vervollständigen sind.

Diesen Anforderungen entspricht der angefochtene Beschluss nicht. Zur Beantwortung der hier gegenständlichen Frage ist kein „technikbasierter“ Sachverstand einer örtlich näheren Spezialbehörde erforderlich. Sie könnte allenfalls im Rahmen einer Verhandlung behandelt werden. Nach der Rechtsprechung des VwGH liegen die Voraussetzungen gemäß § 28 Abs. 3 VwGVG zur Zurückverweisung der Angelegenheit im gegenständlich zu beurteilenden Fall schon aus diesem Grund nicht vor.

Für das fortzusetzende Verfahren wird zur Frage der Anwendbarkeit der §§ 15 ff LiegTeilG Folgendes ausgeführt:

Gemäß § 16 LiegTeilG hat die Vermessungsbehörde in der Beurkundung nach Maßgabe der tatsächlichen Verhältnisse zu bestätigen, dass eine der in § 15 LiegTeilG angeführten Anlagen errichtet bzw. aufgelassen wurde. Bereits aus dem Wortlaut dieser Bestimmung geht eindeutig hervor, dass nur beurkundet werden soll, was tatsächlich errichtet bzw. aufgelassen wurde und somit in natura vorhanden oder eben nicht mehr existent ist. Der OGH führte zu § 15 LiegTeilG aus, dem ausdrücklichen

Wortlaut dieser Bestimmung zufolge sei Voraussetzung für die Durchführung des vereinfachten Verfahrens, dass die zu verbüchernde Besitzänderung durch die Anlage herbeigeführt und in der Natur bereits durchgeführt sei; Veränderungen müssten somit sowohl im rechtlichen als auch im tatsächlichen Bereich vorliegen (vgl. OGH 5 Ob20/76). Sollte somit, wie im Bescheid festgestellt wurde, für das südliche Drittel des Trennstückes 3 keine Straßen oder Weganlage in der Natur errichtet worden sein, könnte die Vermessungsbehörde das Vorhandensein einer Anlage in diesem Bereich auch nicht beurkunden.

Aus dem Vereinsleben

Herzliche Gratulation zu einem Jubiläum im November und Dezember 2020 sowie im Jänner 2021

50. Geburtstag

Dipl.-Ing. Helmut Skorpil, St. Pölten
Dipl.-Ing. Margot Graf, Stadl-Paura
Dipl.-Ing. Martin Loschnigg, Wieselburg

60. Geburtstag

Dipl.-Ing. Georg Rieser, Kitzbühel

75. Geburtstag

Geom. Johann Martin Lun, Naturns, Südtirol

80. Geburtstag

Dipl.-Ing. Felix Feldbacher, Graz
Dipl.-Ing. Günter Schuster, Bruck/Leitha
Ing. Herbert Aussenek, Klosterneuburg
Dipl.- Ing. Dr.techn. Gottfried Otepka, Imst

85. Geburtstag

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. tit.Ao.Univ.-Prof.
Robert Kostka, Graz

90. Geburtstag

Dipl.-Ing. Kurt Schlögl, Wang

Wir begrüßen als neues Mitglied

Mag. iur Marcus Ebner, Wien
Dipl.-Ing. Ralph Krieglsteiner, Imst
Dipl.-Ing. Sebastian Mikolka-Flöry, Wien
Dipl.-Ing. Lisa Riedel, Feldkirch
Muiris de Buitléir, Irland

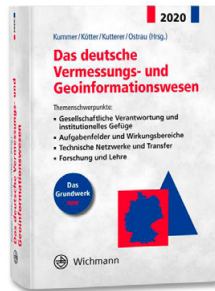
Wir trauern um die Verstorbenen

Dipl.-Ing. Walter Neugebauer ist am 31. Mai 2020 im
94. Lebensjahr verstorben.

Buchbesprechungen

Klaus Kummer, Theo Kötter,
Hansjörg Kutterer, Stefan
Ostrau (Hrsg.)
**Das deutsche Vermessungs-
und Geoinformationswesen
2020**

Themenschwerpunkte:
Gesellschaftliche Verant-
wortung und institutionelles
Gefüge; Aufgabenfelder und
Wirkungsbereiche; Technische
Netzwerke und Transfer; Forschung und Lehre.
Wichmann – VDE-Verlag, Berlin, 2020,
1280 Seiten, ca. € 160,00.
ISBN 978-3-87907-676-5



Jubiläum bei dem laut Herausgeber „Standardwerk für das gesamte heutige Berufsfeld der Geodäsie“. Vor 10 Jahren erschien dieses Grundwerk zum ersten Mal. Thematische Ergänzungsbände folgten in den Jahren 2011, 2012, 2013 und 2014. 2015 wurde das Buch erstmalig umfassend aktualisiert. Das aktuelle Buch 2020 wurde nunmehr zum zweiten Mal überarbeitet und mit neuen Inhalten erweitert.

Die über 50 AutorInnen repräsentieren das „Who is Who“ der deutschen GeodätInnen. ExpertInnen aus dem universitären und dem verwaltungstechnischen Umfeld sowie Fachleute aus der privaten beruflichen Praxis bringen ihr Wissen, ihre Erfahrungen und ihre Kompetenzen auf in Summe 1280 Seiten ein. Und dies – wie schon in der Ausgabe von 2015 – gliedert in vier große Themenschwerpunkte: Gesellschaftliche Verantwortung und institutionelles Gefüge; Aufgabenfelder und Wirkungsbereiche; Technische Netzwerke und Transfer; Forschung und Lehre. Die vier Hauptkapitel sind in weitere Ebenen (Kapitel) unterteilt und ermöglichen – aufgrund der sehr gelungenen thematischen Gliederung – dem/der „eiligen LeserIn“ eine rasche Wissenserweiterung für ausgewählte Fragestellungen. Es gibt auch eine österreichische Beteiligung: Hans-Berndt Neuner hat beim Kapitel 19 (Forschungsvorhaben) mitgearbeitet.

Wenngleich das rezensierte Buch auf die Verhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland abgestimmt ist, sind die Inhalte auch für das österreichische Vermessungswesen relevant. Einerseits kann das in den 20 Kapiteln zu Papier gebrachte ExpertInnenwissen direkt für die Abwicklung von Aufgaben, zur Lösung von Herausforderungen oder einfach nur zur Erweiterung von Wissen herangezogen werden. Andererseits zeigen die Kapitel 11 (Entwicklung ländlicher Räume) und 12 (Immobilienwertermittlung) auch das Potential für weitere

und bisher von österreichischen GeodätInnen noch nicht wahrgenommene Tätigkeitsfelder auf.

Das Spektrum der Abhandlungen umfasst Fragestellungen aus dem strategischen, dem rechtlichen, dem organisatorischen, dem sozialen, dem methodischen sowie dem technischen Umfeld. Eine detailliertere Besprechung aller Inhalte würde den Rahmen dieser Buchbesprechung sprengen. Zu vielschichtig und zu interdisziplinär sind die angesprochenen Themen, welche die Komplexität des Fachbereichs widerspiegeln. Daher fokussieren wir uns auf Änderungen seit 2015.

In der aktualisierten Ausgabe 2020 finden sich zwei neue Kapitel. In Kapitel 5 (Erdbeobachtung) behandelt Hansjörg Kutterer, der Präsident der Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (DVW), die relevanten Begrifflichkeiten, den politischen Rahmen, die internationalen Akteure sowie die nationalen (deutschen) und europäischen Programme der Erdbeobachtung. Als Vertreter einer der Nachhaltigkeit verpflichteten Institution (Universität für Bodenkultur) freut sich der Rezensent besonders über die dargelegten Beitragsmöglichkeiten der Erdbeobachtung zur Erreichung der von den Vereinten Nationen in der Agenda 2030 dargelegten 17 Nachhaltigkeitsziele.

Aber auch der von der EU und den nationalen Staaten forcierten Politik der Digitalisierung wird in der Ausgabe 2020 Rechnung getragen. Kapitel 15 (Digitale Transformation) zeigt u.a. Einsatzbereiche der Geodäsie sowie Möglichkeiten der Weiterentwicklung auf dem Gebiet der Digitalisierung auf.

Nicht nur für Personen in Ausbildungsinstitutionen ist das neue Kapitel 20.2 interessant, in welchem ein Fachspezifischer Qualifikationsrahmen „Geodäsie und Geoinformation“ (FQR_GG) vorgestellt wird. Mit dem FQR_GG werden Anforderungen und Kompetenzen für die AbsolventInnen der Ausbildungsebenen Bachelor, Master und Doktorat (Niveaustufen 6 bis 8) definiert. Der FQR_GG ist besonders im Hinblick auf Zulassungsbedingungen und Vergleichbarkeit von akademischen Ausbildungen hilfreich.

Die Beiträge im Buch werden durch viele Abbildungen, Tabellen und Bilder bereichert. Diese sind sehr anschaulich gestaltet und tragen damit zu einem vertieften Verständnis des geschriebenen Textes bei.

Das Buch deckt einen Großteil des Einsatzbereichs, der Aufgaben, der Organisation und der Methoden im Bereich der Geodäsie ab. Das Buch ist nicht nur für GeodätInnen in Ausbildung und Praxis nützlich sondern auch für Studierende, PraktikerInnen und ExpertInnen verwandter Geowissenschaften (wie Kulturtechnik und

Wasserwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft, Ressourcenmanagement, Umweltmanagement).

Auf jeden Fall ist dieses – vom ehemaligen FIG-Präsidenten Holger Magel als „Fundamentalwerk“ bezeichnete – Buch eine umfassende Dokumentation des derzeitigen Wissens über die Geodäsie. Das auch als E-book erhältliche Werk ist somit eine Bereicherung für jede fach einschlägige Bibliothek im gesamten deutschsprachigen Gebiet.

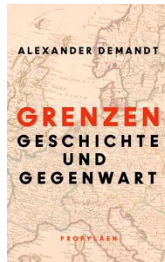
Bei der Verfassung dieser Rezension habe ich das Exemplar von 2015 zur Feststellung der Aktualisierungen herangezogen. Die beiden abschließenden Kapitel „Einblick“ und „Ausblick“ wurden 2015 von Heinz König und Karl-Friedrich Thöne verfasst, zwei Kollegen und gute Freunde von mir, welche leider allzu früh verstorben sind.

Reinfried Mansberger

Alexander Demandt

Grenzen

Geschichte und Gegenwart
Propyläen Verlag, Berlin, 2020,
gebunden 656 Seiten, € 28,80,
ISBN: 978-3-5490-7498-5



Grenzen sind etwas Uralt und Vielfältiges. Grenzen des Denkens, der Macht, des Eigentums, des Lebens. Alexander Demandt geht allen Arten von Grenzen nach. Gründlich, bis zu vielen interessanten Details. Er erklärt, das Wort Grenze kommt bekanntlich aus dem Polnischen *graniza*, sei 1174 erstmalig in einer Urkunde von Herzog Kasimir I. von Pommern verwendet und als *graniz* vom Deutschen Orden in Preußen 1258 eingedeutscht worden. Um einen Grenzfluss zu überqueren braucht man eine Brücke. Dieses Bild bleibt für alle Grenzen, die Flächen voneinander trennen. Das Überbrücken sei aber je nach Beschaffenheit leichter oder schwerer. Einer Grenze käme keine Fläche zu wie etwa einem Fluss. Sonst hätte sie selbst wieder lineare Außengrenzen, die, je besser die Definition, ineinander verschmelzen.

Der Gedanke einer Gaußschen Glockenkurve quer zur Grenzdefinition kommt nicht auf. Geodäten denken jedoch sehr wohl an Wahrscheinlichkeit, Genauigkeit, Zuverlässigkeit, an das Werden einer Grenze, an deren Art in der Natur, an ihre Definition, den Annäherungsgrad durch die geraden oder kreisförmigen Verbindungen zwischen den Grenzpunkten, an die genaue Grenzbeschreibung, an Konsens und Dokumentation, an die Genauigkeit beim Erstverpflocken und Steinsetzen, an die Ortstreue der Grenzmarken im Laufe der Zeit, an die Genauigkeit der Ansprache bei der Vermessung, an Messpräzision, innere und äußere Messgenauigkeit,

Bezugssystem und dessen Projektion, Meereshöhe, Rechen- und Aufzeichnungsgenauigkeit und noch mehr. Die Auffassung von Grenze ist bei Demandt einfacher. Aber immerhin: Staatsgrenzen enden auch bei Demandt weder nach oben noch nach unten. Markscheider sorgen dafür, dass sie nicht unterirdisch durchbohrt werden. Grenzverletzungen? Demandt fragt rechtens, ob denn da der Staatskörper der Leidende sei und nicht der aus- oder eingesperrte Bürger.

Grenzen sieht Demandt als Ergebnis eines Machtaktes, der Gebiete oder Bereiche trennt (und erinnert an „*gebieten*“, „*Gebieten*“, „*reich*“, „*Reich*“, „*bereichern*“). Wie hier, geht er jeweils auf die Wortursprünge zurück, an die man denken sollte, um Begriffe zu verstehen. Staatsgrenzen sind stets im Vordergrund seines Denkens. Zu den Grundgrenzen ein Zitat: „*Die Geodäsie im Sinne von Landvermessung erwähnt schon Aristoteles in seiner Metaphysik II. Die eigentliche Technik entwickelten aber erst die römischen Agrimensores und dann wieder die Landvermesser im 19. Jahrhundert. In der Landaufnahme geht es um Ortsbestimmung und Grenzlinien. An die Stelle der Arbeit mit Seilen und Stangen trat die mit Nivelliergeräten; seit 1989 gibt es die Satellitengeodäsie, unter anderem zur Erstellung von Katasterplänen.*“ Wo Punkte ein Territorium begrenzen sollen, sei die kürzeste Linie zwischen ihnen gemeint, so bei Grenzsteinen. – Die Geodäsie wird bei Demandt als Nebensache gestreift. Und dennoch ist das Buch für jeden Geodäten lesenswert, weil das großartige humanistische Wissen und die übergeordnete Sicht des lebenserfahrenen Autors vieles in anderem Licht erscheinen lässt. Der Mensch und sein gesamtes Umfeld bis hin zum fernen Universum werden einbezogen. Körper werden durch ihre Oberfläche als Grenzfläche nach außen begrenzt.

Viele Seiten sind den Kulturgrenzen, der Völkerwanderung, den Vermischungen und Vertreibungen (nobel ausgedrückt: ethnischen Bereinigungen), den Religions- und Konfessionsgrenzen gewidmet. Das Warum kommt dabei niemals zu kurz. Im Gegenteil: Die historischen Zusammenhänge werden stets ausführlich aus mehreren Gesichtswinkeln beleuchtet. Zu den Zeitgrenzen kommt wieder einmal die bedauerliche Situation auf, dass es kein Jahr Null gäbe. Pech, dass man das Jahr von Zeit 0 bis Zeit 1 mit 1 bezeichnet und jenes von 0 bis Zeit –1 als das Jahr –1, also 1 vor Null. Auch diese Zeitgrenze wird diskutiert, wenn auch nicht der Umstand, dass die Plus-Jahre nach ihrem Ende, die Minusjahre nach ihrem Anfang benannt werden, was das so nicht existenzmögliche Jahr 0 schluckt und die Datumsrechner oftmals verwirrt.

Die Philosophie kommt nie zu kurz und fordert auf nachzudenken. Wo ist die Grenze zwischen viel und zu viel? Wie viel eines Stoffes ist Medikament, ab wieviel ist es Gift? Zur Politik das Beispiel Babylon. Hoch hinaus

ja, zu hoch nein. Denn da versteht man die Oberen nicht mehr. Sie sind zu weit weg vom Fundament, ihrem Volk. Friedrich der Große habe seine Grenze des Genug rechtzeitig erkannt (Hat er ??), als er Schlesien besetzt hatte. Napoleon und Hitler kannten keine Grenzen. *Quidquid agis, prudenter agas, et respice finem*. Man hätte von Anfang an die Folgen bedenken sollen.

Die Grenzen des Rechts seien zuerst räumlicher Art; es ordne das Zusammenleben in begrenzten Gebieten. Das Verfassungsrecht fordert Toleranz. Wo ist die Grenze des Tolerierbaren? Nicht mehr Tolerierbares zu verhindern braucht aber Macht. Was sind Grenzen, was sind Limits? Für Demandt sind alles Grenzen. Im Kapitel Wirtschaft erinnert er an den Club of Rome, vor allem an die Ressourcen- und Lebensmittel-Verschwendung, nicht aber an die große Bedeutung von Grundbesitz, Grundbuch und Kataster für die Kreditsicherung und den damit verbundenen wirtschaftlichen Aufschwung. Unter Wissenschaft finden wir den Satz: Die Geschichte hat die Kenntnis von den Grenzen des Menschenmöglichen mit Auschwitz und Hiroshima erweitert. – Die Universitäten expandieren, der Fortschritt werde immer teurer und kleinschrittiger, die Bücher immer dicker, der Erkenntnisgewinn daraus immer geringer. Auch das vorliegende enthalte nur Altbekanntes, im günstigsten Fall Wissenswertes. Grenzen des Wissens verschieben sich ständig. Er führt Beispiele aus Physik, Astronomie, Chemie und Medizin an und mahnt: *noli altum sapere* – überschreite nicht deine Kompetenz, vergeude nicht deine Zeit mit Dingen, für die du zu klein bist, die dir zu hoch sind. Genüsslich zu lesen sind seine Aussagen zum Superlativismus, der Sucht, die Grenzen zu übertreffen, nach höher, schneller, weiter, größer und kleiner zu gehen und zu übersehen, dass es kein am schönsten gibt.

Die Landvermessung im Kapitel „Alter Orient“ beschränkt sich auf eine Seite. Die Griechen nannten sie *geo-metria*. Für Platon (428-347) war sie als angewandte Mathematik das Muster exakter Wissenschaft schlechthin, für Plutarch (46-119) Dauerbeschäftigung Gottes in exakter Wissenschaft. Die Feldmesskunst der Babylonier zeige sich heute noch in deren Kataster-Urkunden und Grenzsteinen (Kudurrus), wie wir sie heute noch im Britischen Museum (und auch im Louvre!) bewundern können. Dann folgen die Perser, Karthago und China.

Die Griechen stellten die Grenzen unter den Schutz des höchsten Gottes Zeus Horios, den Gott der Landleute, wobei *horos* nicht nur Grenzstein, sondern auch Pfandstein bedeuten kann. Mit *horoi* wurden schon 594 v. Chr. verpfändete Grundstücke gekennzeichnet. Bei den Römern war es Jupiter terminalis, der die Grenzsteine bewachte. Laut Varro sind die durch Grenzsteine besicherten Grenzen Grundlage für jede staatliche und private Ordnung. Bereits 451 v. Chr. verlangte das Volk schriftliche Rechtsnormen für die Grundstücksgren-

zen. Der Senat ernannte 10 Männer, die sich in Athen beraten ließen und das Zwölftafelgesetz schufen. Die Tafeln gingen während der Eroberung Roms durch die Kelten 386 v. Chr. verloren. Zitate belegen, dass Tafel VII Grenzkonflikte regelte. Gewaltsame Selbsthilfe war durch die innerstaatliche Friedenspflicht verboten. Drei Schiedsrichter entschieden in einer *actio finium re-gundorum*. Versetzungen von Grenzzeichen oder auch nur das Beschädigen beim Pflügen wurden hart bestraft: Prügelstrafe, Geldstrafe oder Todesstrafe. Die Arbeit der Feldmesser, der *agrimensores* oder *gromatici*, betraf das Limitieren von Parzellen bei neuen Landzuteilungen an Siedler mit Hilfe der Groma zur Absteckung rechter Winkel im lokalen, nach Mittagsschatten ausgerichteten Koordinatensystem: Nord-Süd-Achse war *decumanus maximus*, die West-Ost-Achse hieß *cardo maximus*. Demandt widmet dem Feldmessen hier sechs Seiten, auf das Streckenmessen wird nicht eingegangen.

Die zweite Hälfte des Buches ist in die Abschnitte Germanen und Mittelalter, Neuzeit und Kriegs- und Nachkriegszeit eingeteilt. Der Leser erlebt lebendig geschilderte Geschichte, deren Motor – Expansionsgelüste, Machthunger, Nationalismus und Intoleranz – fortlaufend auf Ursachen analysiert wird. Ständig änderten sich nicht nur die Einflussräume, sondern auch die Staatsgrenzen. Auf Grund der von Demandt ausgezeichnet gebotenen Zusammenschau sollte man einen Film herstellen, der die Abläufe optisch und somit eindringlich über einer Zeitachse und neben ständigem Kartenbild bietet. Die 20 Karten im Anhang sind zu wenig, um die vielen Bevölkerungs- und Grenzänderungen im Laufe der langen Geschichte zu verstehen. Die große Bedeutung der Europäischen Union wird durch Demandts Buch hervorragend unterstrichen.

Peter Waldhäusl

Katrin Marx-Jaskulski,
Annegret Wenz-Haubfleisch
(Hrsg.)

Pragmatische Visualisierung

Herrschaft, Recht und
Alltag in Verwaltungskarten.

Schriften des Hessischen
Staatsarchivs, Marburg,
2020, 328 Seiten, € 28,00.
ISBN 978-3-88964-223-3



Entstehung und Funktionen von Landesaufnahmen, Augenschein- und Grenzkarten sowie von Katasterkarten war Gegenstand einer Tagung zu archivischen Karten unter dem Titel *Pragmatische Visualisierung – Herrschaft, Recht und Alltag in Verwaltungskarten*, die 2016 im Staatsarchiv Marburg stattfand. Begleitend zur Ta-

gung war im Foyer des Staatsarchivs die Ausstellung »Auf einen Blick. Karten als Instrumente von Herrschaft und Verwaltung« zu sehen. Anlass für Ausstellung und Tagung war die Restaurierung der „Spessartkarte“, 1584 von Elias Hoffmann vermessen und gezeichnet. Sie dokumentiert die Aufteilung des Erbes der Rienecker Grafen zwischen der Grafschaft Hanau und dem Erzbistum Mainz.

Die ersten Beiträge des als Tagungsband konzipierten Buches behandeln Karten, die im Dienst der frühmodernen Staatsbildung angefertigt wurden. Viele Landesherrn ließen ihr Territorium aus administrativen, fiskalischen, rechtlichen und ökonomischen Gründen kartographisch erfassen. Karten haben für Herrschaft und Verwaltung den immensen Vorteil, dass sie territoriale Gegebenheiten und Besitz anschaulicher und platzsparender als Beschreibungen oder Zahlenwerke vermitteln. Wer sein Territorium gut überblickt, weiß, wo ertragreiche Grundflächen liegen, kann einfacher Steuern einheben und seine territorialen Rechte von denen eines anderen Landesherrn abgrenzen.

Andreas Rutz behandelt in *Territoriale Verwaltung und kartographische Produktion in der Reichsstadt Nürnberg im 16. Jhd.* die bedeutende Stellung Nürnbergs in der Kartographie. Instrumentenbauer, Drucker und Künstler sowie herausragende humanistische Wissenschaftler und Literaten machten die fränkische Reichsstadt ab 1500 zu einem Zentrum der Kartographie. Die Kartennmacher von Nürnberg fertigten bereits seit dem frühen 16. Jhd. Karten und Stadtansichten, die die Güterverzeichnisse sowie die Grenzbeschreibungen und -markierungen ergänzten.

Peter Wiegand beschreibt in seinem Beitrag *Landesaufnahme und Register* die Verbindung von archivischen Karten und urbariellem (registerförmigen) Schriftgut im frühneuzeitlichen Sachsen. Im internen Gebrauch ermöglichten kartographische Darstellungen die effiziente Visualisierung von raumbezogenem Verwaltungswissen, nach außen dienten sie auch der Repräsentation von Herrschaft. In der Kartierung von Kursachsen 1586 – 1633 durch die Markscheider Öder und Zimmermann wurden die Herrschafts-, Gemarkungs- und Flurgrenzen erfasst und in Legenden Einwohnerzahlen, Nutzung, Flächeninhalt und steuerliche Veranschlagung der Güter eingetragen.

Die Landesaufnahme des Fürstentums Braunschweig-Wolfenbüttel im Jahr 1574 durch Gottfried Mascorp wird von Arnd Reitmeier dargestellt. Der Wert des „Ämteratlas“ des Herzogtums ergibt sich aus seinem Alter und seiner Alleinstellung. Keiner der deutschen Fürsten hat sich zu dieser Zeit in vergleichbarem Maß für den Ausbau der Verwaltung interessiert. Inhaltlich ist der Atlas eine qualitativ gute Visualisierung, stellt aber keine kartographisch zuverlässige Erfassung des Territoriums dar.

In den Aufsätzen im Mittelteil des Buches, die sich mit jenen Karten befassen, die im Zuge von Gerichtsverfahren eingesetzt wurden, wird besonders die Frage nach Objektivität, Evidenz und Relevanz als Beweismittel herausgearbeitet. Thomas Horst behandelt die *Bedeutung der Augenscheinkarten als Quelle für die historische Forschung*, Anette Baumann *Manuskriptkarten und Genealogie als Beweismittel des Reichskammergerichts*, Daniel Kaune die *Beweiskraft von Augenscheinkarten* und Stefan Xenakis die *Wahrhaftigkeit und Anschaulichkeit von Augenscheinkarten*.

Die abschließenden Beiträge des Bandes befassen sich mit Katasterkarten, die im Rahmen der Steuererhebung die schriftlichen Quellen ergänzen. Genaue Karten, die verlässlich Größe und Beschaffenheit des Grundbesitzes abbildeten, erlangten seit Ende des 17. Jhd. nach den Verwerfungen, die der 30-jährige Krieg mit sich gebracht hatte, für die gerechte Erhebung ständiger Steuern grundlegende Bedeutung. Da sie oft die ältesten großmaßstäbigen Karten eines Gebietes sind, haben sie auch heute hohen Wert für raum- und sozialgeschichtliche Fragestellungen.

Annegret Wenz-Haubfleisch behandelt in ihren Beitrag *Katastervermessung, Kartographie und Steuerreform im 18. Jhd.* die zunehmende Professionalisierung der Liegenschaftsvermessung. Mit der standardisierten Aufnahme der Daten in den Katasterbüchern und genauen Vorgaben für die Darstellung in den Kartenblättern wurde für die Verwaltung ein zuverlässiges und dauerhaftes Verwaltungsinstrument geschaffen.

Die hohe Präzision der Katasteraufnahmen des 18. Jhd. wird im Beitrag von Peter Mesenburg über eine *Genauigkeitsanalyse großmaßstäbiger Manuskriptkarten des Klevischen Katasters* dargestellt. Als Programm zur Durchführung der Analyse wurde die OpenSource-Software MapAnalyst eingesetzt.

András Sipos präsentiert in seinem Beitrag *Cadastral Maps of Hungary – historical context, digitization, georeferencing and publication* die Gegenüberstellung von historischen Karten mit aktuellem Kartenmaterial. Im Projekt mapire (Historical maps of the Habsburg Empire) sind die historischen und aktuellen Karten online verbunden und ermöglichen die Nutzung und Auswertung der Kartenblätter über die verschiedenen Staaten, Archive und Institutionen mit jeweils sehr unterschiedlichen Nutzungsbedingungen.

Dem Tagungsort Marburg entsprechend liegt der Fokus des Buches auf kartographischen Darstellungen aus dem Gebiet von Hessen-Kassel, die Beiträge sind aber von einer allgemeinen Relevanz. Das Buch beinhaltet aber darüber hinaus den umfangreichen und anschaulich illustrierten Katalog zur seinerzeitigen Ausstellung im Hessischen Staatsarchiv, in dem die Themen Landes-

aufnahme, Augenscheinkarten, Katasterkarten, Grenzen, Grenzgänge und Grenzsteine sowie die Entwicklung der Vermessungstechnik vom „Ziehen einer Messkette“ bis hin zur Triangulierung behandelt werden. Besonders empfehlenswert für alle, die an historischen Karten interessiert sind.

Christoph Twaroch

Thomas Reinertsen Berg
Auf einem Blatt die ganze Welt

Die Geschichte der Landkarten, Globen und ihrer Erfinder
dtv Verlagsgesellschaft,
München, 2020
352 Seiten, € 35,00.
ISBN 978-3-423-28246-8



Oh, noch ein Buch über Landkarten? Gibt es nicht schon genügend davon? Das mag so mancher denken, der das erste Mal von diesem Buch hört. Doch dem ist nicht so. Denn Journalist und Autor Thomas Reinertsen Berg hat als Norweger eine natürliche Affinität zu seiner Heimat, sowohl im Detail als auch zum Hohen Norden im Allgemeinen. In zehn großen Kapiteln spannt er den Bogen der ersten Landkarten bis hin zur heutigen digitalen Weltkarte.

Thomas Reinertsen Berg erzählt die Geschichte der Kartografen und Globenbauer. Er nimmt uns Leser mit auf eine Reise durch die Jahrtausende. Stationen wie Antwerpen (S. 101), dem Zentrum der Kartografie im 16. Jahrhundert, wo Abraham Ortelius 1570 den ersten modernen Atlas geschaffen oder nach Tirol, wo Peter Anich seinen Atlas Tyrolensis (S. 180) angefertigt hat. Im Kapitel „Die großen Vermessungen“ widmet sich der Autor den großen Triangulierungen in Frankreich durch Cassini bzw. dem britischen Ordnance Survey. Schade, dass die Josephinische oder die Franciszeische Landesaufnahme der Österreichischen Erblande keinen Eingang in dieses tolle Buch gefunden hat. Aber deren Geschichte würde den Rahmen wohl sprengen.

Insgesamt präsentiert der Autor 49 faszinierende Karten, die auch noch farbig jeweils auf Doppelseiten abgebildet sind. Man spürt seine Liebe zu Karten, wenn er wie folgt anmerkt:

„Ich weiß noch, wie gerne ich als Kind in meinem Atlas blättere und um die Welt reiste. Aber es gab nie etwas darüber, warum die Karten erstellt wurden – oder wer sie gezeichnet hat. Dieses Buch ist nun die Gelegenheit für mich, die Geschichten all jener Frauen und Männer zu erzählen, deren erstaunliche Arbeit es verdient, gefeiert zu werden.“

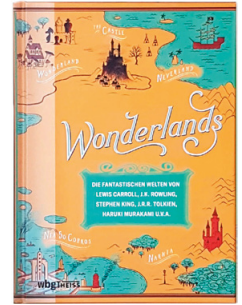
Fazit: Nein, man kann nie genug Bücher über Landkarten haben. Hier wird deren Geschichte spannend erzählt und mit prächtigen Faksimiles bebildert. Gerne spreche ich für dieses Buch, das sich als Geschenk bestens eignet, eine Leseempfehlung aus.

Gertrude Gold

Laura Miller

Wonderlands

Die fantastischen Welten von Lewis Carroll, J. K. Rowling, Stephen King, J.R.R. Tolkien, Haruki Murakami u.v.a.
Verlag Theiss, Konrad, wbg,
Darmstadt, 2020,
ca. 320 Seiten mit etwa 300
Farbabbildungen, € 28,00.
ISBN 978-3-8062-4027-6



„4.000 Jahre Fantasy-Literatur auf ca. 300 Seiten“

Dieses Buch ist ein Querschnitt von Büchern, die ihre Leser durch fantastische Länder reisen lassen. In folgenden fünf großen Kapiteln werden stellvertretend Dutzende solcher Werke vorgestellt:

- Alte Mythen und Legende
- Wissenschaft und Romantik
- Das goldene Zeitalter der Fantasy
- Neue Weltordnung
- Das Computerzeitalter

Der Bogen spannt sich von der „Edda“, den alten germanischen Heldensagen über Jules Verne zu „Harry Potter“ und „Tribute zu Panem“.

Nachdem es sich um einen Querschnitt durch das Genre „Fantasy“ handelt, sind die einzelnen Bücher nur auf wenigen Seiten dargestellt. Passend dazu findet der Leser Illustrationen und/oder Landkarten, die in der jeweiligen Geschichte eine Rolle spielen.

Die Autoren der Bücher werden – wie deren Motivation eben genau dieses zu schreiben – kurz vorgestellt.

„Wonderlands“ ist ein gut gelungenes Nachschlagewerk für Neueinsteiger in die Welt der Fantasy-Literatur. Die Idee ein Kompendium zu erstellen scheint aufgegangen zu sein, auch wenn langjährige Leser dieses Genres vielleicht enttäuscht sein mögen, weil doch nicht alle Bücher hier aufgezählt werden (können). Jedenfalls eignet sich dieses Buch hervorragend als Geschenk, denn es macht Appetit, vielleicht die eine oder andere Erzählung näher zu betrachten.

Fazit: Ein übersichtliches Nachschlagewerk zum Thema „Fantasy-Literatur“, das sich sehr gut als Geschenk eignet.

Gertrude Gold

Neuerscheinungen

Angelika Fitz, Karoline Mayer, Katharina Ritter und Architekturzentrum Wien (Hrsg.)

Boden Für Alle

Park Books, Zürich, 2020,
320 Seiten, € 160,00.
ISBN 978-3-03860-225-5



Die Oberfläche der Erde ist endlich und Boden unser kostbarstes Gut. Ein sorgloser oder rein kapitalgetriebener Umgang mit dieser Ressource hat in den vergangenen Jahrzehnten Gestalt und Funktion unserer Städte und Dörfer massiv verändert. Klimakrise, steigende Wohnungskosten und der drohende Verlust der Ernährungssouveränität machen die Bodenfrage zum entscheidenden Zukunftsthema. „Boden für Alle“ erläutert anschaulich und konkret die politischen, rechtlichen, historischen und wirtschaftlichen Hintergründe. Begriffserklärungen bringen Licht in das Dickicht der Zuständigkeiten, Ländervergleiche veranschaulichen Stärken und Schwächen raumplanerischen Handelns, satirische Fotostories halten dem Alltag einen Spiegel vor, internationale Best Practice Beispiele zeigen Alternativen. Der Schlüssel zu einer umweltschonenden, gerechten und schönen Welt liegt zu unseren Füßen. Wir alle sind aufgefordert, neu zu denken und zu handeln.

Das Buch ist anlässlich der Ausstellung „Boden für Alle?“ im Architekturzentrum Wien erschienen. Die Ausstellung ist täglich bis 19. Juli 2021 geöffnet.

Barbara Hundegger
[anich.atmosphären.
atlas]

Gedichte
Haymon Verlag, Innsbruck,
2019,
208 Seiten, € 19,90.
ISBN 978-3-70993-436-4

Als einfacher Bauer und Drechsler im Tiroler Oberperffuss geboren, wurde Peter Anich zum bedeutenden Kartografen. Ihm gelang eine der größten Pionierleistungen des 18. Jahrhunderts: der „Atlas Tyrolensis“, die erste einheitlich konzipierte Karte eines europäischen Landes. Zeitlebens wurde er aber aufgerieben zwischen Pflichten und Sehnsüchten, Verantwortungen und Träumen, kör-



perlicher Überforderung und den Befehlen der Obrigkeiten. Ein erstaunlicher Mensch, den seine überragenden Fertigkeiten aus seiner sozialen Klasse werfen – und der dabei mehr und mehr auf den persönlichen Ruin zusteuert.

In ihrem neuen Gedichtband zeichnet Barbara Hundegger gleichermaßen poetisch wie gesellschaftspolitisch die inneren Konflikte einer zerrissenen Existenz nach. Sie erschafft einen Gedichte-Atlas über das Aufeinanderprallen verschiedener Welten und Wortlandschaften: eine poetische Topografie von Peter Anichs Leben und Werk.

Barbara Hundegger wurde 2020 mit dem Tiroler Landespreis für Kunst ausgezeichnet.

Textbeispiele:

anich: unglaublicher meister der
mechanischen künste | gesegnet
mit der nötigen kunst-fertigkeit |
schatz so vieler gaben: drechsler
gestirne-kenner kometen-sucher
sonnenuhren-erbauer feldmesser
kupferstecher kartograf | stern 1.
rangs hieß es: wunder seiner zeit

sonnen-uhren: deine erste liebe neben den
sternen | und: deine größte fertigkeit | ein
rätsel bleibt es: woher du das wissen sie so
zu machen nahmst | die sich auskennen in
der sache bestaunen deine konstruktionen:
an den mauern von kirchen und weltlichen
gebäuden | halb gebaut halb gemalt | sieht
man sie dünnste linien werfen | dafür wirst
du in der ganzen umgebung bekannt | auch
an deinem haus hängt eine: sie zeigt engel

atlas tyrolensis: beste karte
des jahrhunderts | maßstab
größe präzision | 1:103.888 |
umfassende fernsicht gegen
alle seiten | ein mess-kunst-
kunst-stück höchster güte |
ersehnt von patrioten | und
gründlich gelesen nicht nur
von steuer-vorschreibender
stelle: sondern z. b. auch von
napoleon | bis in die details
genau: die franzosen-kopie

Veranstungskalender

Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF

10.03. – 12.03.2021 ONLINE
<https://www.dgpf.de/con/jt2021.html>

Munich Satellite Navigation Summit

15.03. – 17.03.2021 Munich, Germany
<https://www.munich-satellite-navigation-summit.org/>

International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Geospatial Week

21.03. – 25.03.2021 Dubai, Vereinigte Arabische Emirate (VAE)
<https://www.isprs.org/news/announcements/details.aspx?ID=185>

Land and Poverty Conference

22.03. – 26.03.2021 Washington, DC, USA
<https://gltn.net/event/land-and-poverty-conference-2020-institutions-for-equity-and-resilience/>

European Geosciences Union (EGU) - General Assembly

19.04. – 30.04.2021 ONLINE
<http://www.egu2021.eu/>

International Conference on GI Systems (GISTAM)

23.04. – 25.04.2021 ONLINE
<http://gistam.org/>

AUVSI XPONENTIAL

03.05. – 06.05.2021 ONLINE
<https://www.auvsi.org/our-impact/commercial-uas-exemption-report/auvsi-xponential-2021>

Internationales 3D-Forum Lindau

04.05. – 05.05.2021 Lindau, Deutschland
<http://www.3d-forum.li/>

Baška GNSS Conference

09.05. – 13.05.2021 ONLINE
<https://rin.org.uk/mpage/BaskaGNSSHome>

EUREF Symposium

26.05. – 28.05.2021 Ljubljana, Slovenia
<https://www.iag-aig.org/events/44>

INSPIRE Conference 2020

03.06. – 12.06.2021 ONLINE
<https://inspire.ec.europa.eu/conference2020>

Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation - General Assembly

07.06. – 10.06.2021 Warsaw, Poland
<http://symposium.earsel.org/40th-symposium-Warszaw/home/>

ESRI USER CONFERENCE

12.06. – 16.06.2021 San Diego, CA, USA
<http://www.esri.com/events/user-conference>

Global Space Exploration Conference (GLEX)

14.06. – 18.06.2021 St. Petersburg, Russland
<https://www.iafastro.org/events/global-series-conferences/glex-2021/>

International Conference on Cartography & GIS

14.06. – 19.06.2021 Nessebar, Bulgaria
<https://iccgis2020.cartography-gis.com/>

International Conference on Communications (ICC)

14.06. – 23.06.2021 ONLINE
<https://icc2021.ieee-icc.org>

Innsbruck Summer School of Alpine Research

20.06. – 26.06.2021 Obergurgl, Österreich
<https://www.uibk.ac.at/geographie/summer-school/2021/>

FIG Working Weeks

21.06. – 25.06.2021 ONLINE
<https://www.fig.net/fig2021/index.htm>

GEOSummit

23.06. – 24.06.2021 Bern, Schweiz
<http://www.geosummit.ch>

International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Congress

04.07. – 10.07.2021 Nice, France
<http://www.isprs2020-nice.com/>

AGIT

05.07. – 09.07.2021 Salzburg, Österreich
www.agit.at

International Symposium on Digital Earth (ISDE)

06.07. – 08.07.2021 Salzburg, Österreich
<https://digitalearth2021.org/>

International Conference on Geology & Earth Science (ICGES)

15.07. – 17.07.2021 Singapore, Singapore
<http://www.icges.org/>

Interdrone

10.08. – 12.08.2021 Dallas, Texas, USA
<https://interdrone.com/>

INSPIRE Conference 2021

07.09. – 09.09.2021 Dubrovnik, Croatia
<https://inspire.ec.europa.eu/conference2021>

INTERGEO

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

GIScience - International Conference on Geographic Information Science

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

SilviLaser

29.09. – 01.10.2021 Wien, Österreich
<https://silvilaser2021.at/>

World Congress on Geology & Earth Science

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

Expo Real - International Trade Fair for Property and Invest

11.10. – 13.10.2021 München, Deutschland
<https://exporeal.net/en/>

Geospatial World Forum

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

International Conference on Computer Vision (ICCV)

11.11. – 17.11.2021 Montreal, Canada
<http://iccv2021.thecvf.com/home>

The European Navigation Conference

15.11. – 18.11.2021 Edinburgh, UK
<https://rin.org.uk/mpage/Navigation2021>

Mobile Laser Scanning Technology Workshop (MoLaS)

17.11. – 18.11.2021 Freiburg, Deutschland
<https://www.molas.fraunhofer.de/>

GEO Business

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

International Cartographic Conference (ICC)

14.12. – 18.12.2021 Florence, Italy
<https://icaci.org/icc2021/>

Österreichischer Geodätentag

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

OVG-Vorträge Sommersemester 2021

Details zum Online Zugang werden auf der OVG-Homepage veröffentlicht

Vortragsprogramm Innsbruck

VIRTUELL (ONLINE)

bzw. falls möglich, Veranstaltungsort:

Universität Innsbruck

Hörsaal B6, Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck

Mittwoch, „Die Vermessung der Erde als Grundlage für die Erdsystemforschung – Herausforderungen an geodätische Referenzsysteme und deren gesellschaftliche Relevanz“
7. April 2021, 18 Uhr 15

*Dr.-Ing. Mathis BLOSSFELD
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der
Technischen Universität München (DGFI-TUM)*

Mittwoch, „Construction Validation – Baufortschrittskontrolle durch Abgleich des Planungsmodells mit der Baustelle“
12. Mai 2021, 18 Uhr 15

*Wolfgang BÜCKEN
Topcon Deutschland Positioning GmbH*

Mittwoch, „Ingenieurvermessung mit dem Schwerpunkt der 3D-Modellierung – Aktuelle Verfahren und Anwendungen“
30. Juni 2021, 18 Uhr 15

*Prof. Dr.-Ing. Knud SAUERMAN
Technische Hochschule Köln, Fakultät Bauingenieurwesen und
Umwelttechnik, Institut für Baubetrieb und Vermessung*

Vortragsprogramm Wien

VIRTUELL (ONLINE)

Mittwoch, „Deep Learning für Punktwolkenprozessierung“
24. März 2021, 17 Uhr 00

*Dipl.-Ing. Lukas WINIWARTER
Universität Heidelberg*

Mittwoch, „Herausforderung Klimawandel – Fakten mit Fokus auf Österreich und globale Zusammenhänge“
12. Mai 2021, 17 Uhr 00

*Mag. Dr. Marc OLEFS
Abteilungsleiter Klimaforschung; Bereich Daten, Methoden, Modelle;
ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik*

#wirsehenweiter
Von der Vision zur Anwendung



Osterreichische Gesellschaft für
Vermessung und Geoinformation



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

**Geodätentag
VERSCHOBEN
auf Frühjahr 2022**

Willkommen zu erweiterten Perspektiven am

GEODÄTENTAG 2022

Steyr, 26. - 29. April 2022

www.geodaetentag.at

BEV - Transformator

Ganz genau
Erfolg durch Transformation

- Austrian
- Kataster
- Advanced
- Helmert

transformator.bev.gv.at

bev.gv.at