

Jahresbericht 2016

Verein „Freunde des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik
der Universität Stuttgart e.V. (F2GeoS)“



www.f2geos.de



Vorwort

Liebe Freundinnen und Freunde des F2GeoS e.V., sehr geehrte Damen und Herren,

wie gewohnt haben Sie die Einladung zur diesjährigen Mitgliederversammlung vor einiger Zeit gesondert erhalten. Daher ist Ihnen bereits bekannt, dass bei der kommenden Mitgliederversammlung satzungsgemäß auch wieder Wahlen der Vorstandsmitglieder und der beiden Rechnungsprüfer anstehen. Für den Verein F2GeoS somit ein wichtiges, alle 3 Jahre wiederkehrendes Ereignis. Ich möchte daher auf diesem Wege für Ihre Teilnahme an der Mitgliederversammlung am 22. Juli 2016 werben. Das gesamte Vorstandsteam zählt auf Ihre Unterstützung und verspricht sich dadurch den nötigen Rückenwind für die nächste Amtsperiode.

Wie so oft stehen mit Neuwahlen auch Veränderungen ins Haus. Ganz besonders herzlich bedanken möchte ich mich im Namen aller Vereinsmitglieder demzufolge bei unserem Rechnungsprüfer und Gründungsmitglied Gerhard Waldbauer. Herr Waldbauer, der dieses Amt seit der ersten Stunde, also seit nunmehr über 20 Jahren ausgeübt hat, wird nicht mehr kandidieren.

Bedanken möchte ich mich auch ausdrücklich bei unserem langjährigen Geschäftsführer Prof. Dr. Wolfgang Keller. Herr Prof. Keller, der die Geschäftsführung des Vereins seit Oktober 2000 innehat, möchte mit Blick auf seinen nahenden Eintritt in den Ruhestand diese Funktion in nächster Zeit abgeben. Erste Gespräche mit einem möglichen Nachfolger wurden schon geführt, so dass voraussichtlich im Rahmen der nächsten Vorstandssitzung ein neuer Geschäftsführer bestellt werden kann.

Wichtig ist es mir ebenfalls an dieser Stelle allen Vorstandsmitgliedern und nicht zu vergessen unserem zweiten Kassenprüfer, Herrn Kurt Kohler, meinen Dank für die konstruktive und stets angenehme Zusammenarbeit auszusprechen. Insbesondere das große Engagement der stellvertretenden Vorsitzenden Sabine Feirabend im Zusammenhang mit der Erstellung des Jahresberichts soll hier nochmals ausdrücklich erwähnt sein.

Bedeutsam aus berufspolitischer Sicht war seit der letzten Mitgliederversammlung sicherlich der Stabwechsel bei der Leitung des Instituts für Photogrammetrie. Auf unser Vereinsmitglied und den früheren Institutsleiter Prof. em. Dr. Dieter Fritsch folgte zum 1. April 2016 Prof. Dr. Uwe Sörgel als neuer Institutsdirektor. Zudem konnte das ifp just am 1. April 2016 noch auf ein besonderes Ereignis zurückblicken, nämlich das 50-jährige Bestehen des Instituts für Photogrammetrie. Mit einem Festkolloquium am 8. April 2016 wurde dieses Jubiläum entsprechend gefeiert. Des Weiteren macht das Verfahren zur Berufung eines Nachfolgers für Herrn Prof. Dr. Alfred Kleusberg offenbar gute Fortschritte. Sollte alles seinen normalen Gang gehen, könnte bis zum kommenden Wintersemester 2016/17 der Lehrstuhl für Navigation ebenfalls neu besetzt werden.

Sicherlich wird sich im Rahmen einer der nächsten Mitgliederversammlungen die Gelegenheit ergeben, die neu-berufenen Professoren des Studiengangs auch einmal persönlich kennen zu lernen.

Nun wünsche ich Ihnen aber viel Spaß bei der Lektüre des vorliegenden Jahresberichts und hoffe, dass das Redaktionsteam rund um Sabine Feirabend wieder eine interessante Auswahl an Berichten aus Lehre und Forschung für Sie zusammenstellen konnte.

Mit kollegialen Grüßen verbleibe ich als Ihr

Gerrit Austen, Vorsitzender

Inhalt

Vorwort	Seite 3
Inhalt	Seite 4
Einladung	Seite 5
Protokoll über die Mitgliederversammlung, 17. Juli 2015	Seite 6
Geschäftsbericht 2016	Seite 10
Kassenbericht 2015	Seite 11
Integriertes Praktikum 2015	Seite 12
ERASMUS-Semester, Technische Universität für Bauwesen in Bukarest	Seite 14
Masterthesis Accurate Geo-Referencing for Deformation Analysis by TLS, Report of study in Romania	Seite 20
XXVIII International Geodetic Student Meeting 2015 Espoo, Finland	Seite 25
6. KonGeoS, Bonn	Seite 28
7. KonGeoS, Oldenburg	Seite 33
Große Geodätische Exkursion 2016 in den Niederlanden	Seite 36
Entwicklung einer echtzeitfähigen C/C++ Software zur Verbesserung der GPS-Messung mittels SBAS für die Landfahrzeugnavigation, Kurzbericht zur Diplomarbeit von Luis Diemer	Seite 46
Adressliste des Vorstandes	Seite 54
Adressliste der Rechnungsprüfer und des Geschäftsführers	Seite 55
Liste der Mitglieder	Seite 56
Beitrittserklärung	Seite 59

Jahresbericht 2016

Einladung

Liebe Freundinnen und Freunde des F2GeoS e.V., sehr geehrte Damen und Herren,

ich lade Sie herzlich zur **22. Mitgliederversammlung** unseres Vereins der Freunde des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik der Universität Stuttgart e.V. ein.

Diese findet statt am **Freitag, dem 22. Juli 2016 ab 14:00 Uhr** in Stuttgart in der Geschwister-Scholl-Str. 24/D im Raum M24.01.

Tagesordnung

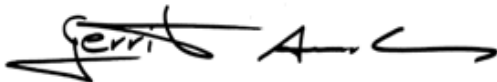
1. Begrüßung
2. Genehmigung der Tagesordnung
3. Genehmigung des Protokolls der 21. Mitgliederversammlung vom 17. Juli 2015
4. Verleihung des Bachelor-Preises
5. Bericht des Vorsitzenden
6. Bericht des Schatzmeisters (Kassenbericht 2015)
7. Bericht der Rechnungsprüfer
8. Aussprache über die Berichte
9. Entlastung des Vorstands
10. Beschluss über den Haushaltsplan 2017
11. Neuwahlen (Vorsitzender, stv. Vorsitzender, Schatzmeister, Schriftführer, Beisitzer (mind. 3 höchstens 6) und 2 Kassenprüfer)
12. Anträge (bitte **bis spätestens 15. Juli 2016** schriftlich beim Vorsitzenden einreichen)
13. Bericht des diesjährigen Bachelor-Preisträgers
14. Bericht des diesjährigen Master-Preisträgers
15. Verschiedenes

Im Anschluss an die Mitgliederversammlung stellt uns Prof. Dr. Schwieger sein Institut für Ingenieurgeodäsie vor.

Ab ca. 16:00 Uhr werden fachliche Gespräche verbunden mit einem kleinen Imbiss und Getränken unsere Mitgliederversammlung ausklingen lassen.

Wegen der zu treffenden Vorbereitungen bitte ich Sie, sich entsprechend beiliegendem Antwortschreiben bis spätestens 15. Juli 2016 anzumelden.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. Gerrit Austen, Vorsitzender

Protokoll der Mitgliederversammlung am 17. Juli 2015

Stadtmessungsamt, Kronenstr. 20, Stuttgart, Raum 3301

Anwesend: rd. 25 Mitglieder

TOP 1: Begrüßung

Um 14:00 Uhr eröffnet der Vorsitzende Prof. Dr.-Ing. Gerrit Austen die 21. Mitgliederversammlung und begrüßt die Anwesenden.

Besonders willkommen heißt der Vorsitzende das Ehrenmitglied Herr Hils und den ehemaligen Vorstandsvorsitzenden Herrn Schönherr.

Weiterhin begrüßt Herr Prof. Dr.-Ing. Austen Herrn Karlheinz Jäger. Er dankt ihm für die Bereitschaft, im Anschluss an diese Versammlung das Stadtmessungsamt Stuttgart und dessen Arbeit vorzustellen sowie für die Bewirtung beim nachfolgenden Ausklang.

Der Vorsitzende heißt den Vorstand und die Kassenprüfer des Vereins F2GeoS willkommen. Entschuldigt fehlen die Vorstandsmitglieder Andrea Heidenreich, Stefanie Schmid, Matthias Wengert sowie der Geschäftsführer Prof. Keller, der auf dem zeitgleich stattfindenden GAERO – Fest weilt. Dort sind auch die Professoren Fritsch, Kleusberg und Schwieger anwesend, so dass sie sich für die Mitgliederversammlung entschuldigt haben. Als Vertreter der vier geodätischen Institute begrüßt der Vorsitzende dabei noch Professor Sneeuw ganz herzlich.

TOP 2: Genehmigung der Tagesordnung

Der Vorsitzende stellt fest, dass die Einladung mit Tagesordnung satzungsgemäß mit Schreiben vom 5. Juni 2015 versandt und somit zur Mitgliederversammlung ordnungsgemäß mindestens 1 Monat vorher eingeladen wurde.

Er stellt weiterhin fest, dass ein Nichtmitglied anwesend ist: Herr Diemer, der im Anschluss seine prämierte Diplomarbeit vorstellen wird.

Auf Frage des Vorsitzenden wird die Tagesordnung mit folgender Änderung genehmigt: Top 13 wird vor Top 12 behandelt.

TOP 3: Genehmigung des Protokolls der 20. Mitgliederversammlung vom 18. Juli 2014

Das Protokoll ist im Jahresbericht 2015 abgedruckt, der den Mitgliedern zugestellt wurde.

Das Protokoll wird von den Anwesenden einstimmig genehmigt.

TOP 4: Verleihung des Diplom-Preises

Der Vorsitzende übergibt den diesjährigen Diplom-Preis an Herrn Luis Diemer für seine Arbeit „**Entwicklung einer echtzeitfähigen C/C++ Software zur Verbesserung der GPS-Messungen mittels SBAS für die Landfahrzeugnavigation**“. Der Diplom-Preis ist mit 1.000 € dotiert.

Herr Diemer verzichtet dankenswerterweise auf das GAERO – Fest zugunsten unserer Mitgliederversammlung, um uns seine Diplomarbeit vorzustellen.

TOP 5: Bericht des Vorsitzenden

Zum Mitgliederstand berichtet der Vorsitzende, dass derzeit 124 natürliche Personen und 5 juristische Personen Mitglieder des Vereins sind.

Seit der letzten Mitgliederversammlung fanden zwei Vorstandssitzungen statt: Am 23. Oktober 2014 sowie am 17. April 2015.

Im Wesentlichen beinhaltet die Arbeit im vergangenen Jahr das Tagesgeschäft, vor allem die Bewilligung von Anträgen insbesondere wieder von zwei Auslandsaufenthalten von Studierenden. Darüber hinaus hat der Vorstand beschlossen, den Jahresbericht aufgrund des 20-jährigen Bestehens in einem neuen Erscheinungsbild aufzulegen. Dies war in letzter Zeit immer wieder ein Wunsch von Mitgliedern, wurde aber auch von Seiten der Institutsprofessoren und der Fachschaft Geodäsie an den Vorstand heran getragen.

TOP 6: Bericht des Schatzmeisters (Kassenbericht 2014)

Herr Hell weist auf den im Jahresbericht 2015 abgedruckten Kassenbericht 2014 hin und trägt die wesentlichen Positionen vor:

Gesamteinnahmen von 21.050 € stehen Gesamtausgaben von 22.747,03 € gegenüber. Der Kassenstand am 31. Dezember 2014 betrug somit 9.894,56 €.

Des Weiteren gibt Herr Hell nachrichtlich bekannt, dass sich das Sparguthaben des Vereins mit Stand 31. Dezember 2014 auf 10.645,68 € belief.

TOP 7: Bericht der Rechnungsprüfer

Herr Kohler berichtet über die Prüfung der Kasse am 13. Mai 2015 durch die Rechnungsprüfer. Es wurden keine Beanstandungen festgestellt.

Die Rechnungsprüfer empfehlen daher vorbehaltlos die Entlastung des Schatzmeisters.

TOP 8: Aussprache über die Berichte

Es erfolgen die folgenden Wortmeldungen:

- Frage nach den Kosten des Jahresberichtes
- Anregung eines Mitgliedes, diesen auch für Werbezwecke zu nutzen
- Frage, ob es für den Glanzdruck keine umweltfreundliche Alternative gibt

Im Anschluss werden die Kosten für den Jahresbericht dargelegt. Der Jahresbericht wird gelobt, aber es entsteht eine Diskussion, ob die Kosten dafür den Mehrwert rechtfertigen. Abschließend besteht trotz aller Einwendungen der Konsens am Jahresbericht in der vorliegenden Form fest zu halten und diesen im nächsten Jahr in einer etwas höheren Auflage zu drucken. Ein Mitglied erläutert, dass bei solchen Drucken durchaus ein Glanzdruck viele Vorteile hat und dem gängigen Verfahren entspricht.

TOP 9: Entlastung des Vorstands

Herr Hils hat sich bereit erklärt die Entlastung des Vorstands sowie der Rechnungsprüfer zu übernehmen. Er weist auf die gute Arbeit des Vorstands insbesondere auf den Jahresbericht hin. Er schlägt vor, den Vorstand und die Rechnungsprüfer enbloc zu entlasten. Die Mitglieder stimmen diesem Vorschlag zu.

Die Entlastung erfolgt ohne Gegenstimmen bei Enthaltung der Betroffenen.

TOP 10: Beschluss über den Haushaltsplan 2016

Der Schatzmeister stellt den Entwurf des Haushaltsplans für 2016 vor.
Er enthält folgende Positionen:

Einnahmen

Mitgliedsbeiträge	4.400 €
Spenden	700 €
Zinsen	50 €
Entnahme Festgeld	4.000 €

Gesamteinnahmen 9.150 €

Ausgaben

Große geodätische Exkursion/ Integriertes Praktikum/ Grundpraktikum	2.500 €
Zuschüsse Fachschaft/ Zuschüsse KonGeoS	1.800 €
Diplom- oder Masterarbeits-Preis/ Bachelor-Preis	1.500 €
Zuschuss Auslandsstudium	4.000 €
INTERGEO-Zuschuss/ Konto-Abrechnung/ Strato-Internetpaket/ Jahresbericht 2016/ Portokosten Einladungen + Jahresbericht	1.170 €

Gesamtausgaben 11.020 €

Unter-/Überdeckung 1.870 €

Es erfolgt eine Wortmeldung, ob sich der Verein die Unterdeckung noch lange leisten kann. Schließlich wird auch aus der Großspende jährlich eine Entnahme gemacht und diese in absehbarer Zeit aufgebraucht sein. Die nachfolgende Diskussion hat zum Ergebnis, dass der Verein kein Verein zur Vermögensbildung ist und es in erster Linie um die Förderung der Studierenden geht.

Der Haushaltsplan 2016 wird einstimmig genehmigt.

TOP 11: Anträge

Es gingen keine Anträge ein.

TOP 13: Verschiedenes

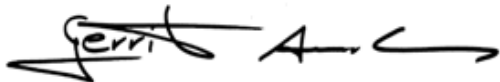
Ein Vereinsmitglied bittet um Vorverlegung der Mitgliederversammlung in den Juni.

Ob dies möglich ist, soll nun in der nächsten Vorstandssitzung besprochen werden. Der Vorstandsvorsitzende weist bereits vorab darauf hin, dass es gewisse Termine gibt, die nicht vorgezogen werden können, z.B. die Erstellung des Jahresberichtes, Benennung der Preisträger.

TOP 12: Bericht des diesjährigen Diplom-Preisträgers

Der diesjährige Preisträger, Herr Diemer, stellt seine Arbeit **„Entwicklung einer echtzeitfähigen C/C++ Software zur Verbesserung der GPS-Messungen mittels SBAS für die Landfahrzeugnavigation“** vor.

Die Mitgliederversammlung wird gegen 15:30 Uhr geschlossen.



Prof. Dr. Gerrit Austen, Vorsitzender



Sabine Feirabend, Schriftführerin

Geschäftsbericht 2016

Im Geschäftsjahr 2015/2016 wurde die wissenschaftliche Aus- und Weiterbildung im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik der Universität Stuttgart wie folgt gefördert:

Zuschüsse

Vom Vorstand wurden folgende Zuschüsse beschlossen:

1. Grundpraktikum und Integriertes Praktikum 2015 _____	1.000,00 €
2. Int. Geodäsie-Studierenden Treffen 2015 in Finnland _____	600,00 €
3. Konferenz der Geodäsie-Studierenden 2015 in Bonn _____	451,00 €
4. Unterstützung Auslandsaufenthalt (Masterarbeit) _____	600,00 €
5. Nachantrag zum Sprachkurs für Int. Master-Studierende der Universität Stuttgart (GEOENGINE) _____	185,72 €
6. Konferenz der Geodäsie-Studierenden 2015 in Oldenburg _____	400,00 €
7. Geodätische Exkursion 2016 im 1. Sem. Masterstudiengang _____	800,00 €
8. Int. Geodäsie-Studierenden Treffen 2016 in München _____	201,00 €
9. Konferenz der Geodäsie-Studierenden 2016 in Graz _____	400,00 €

Diplompreis 2015

Der Prämierungsausschuss entschied sich für die Auszeichnung der Diplomarbeit von **Herrn Luis Diemer** mit dem Titel: „Entwicklung einer echtzeitfähigen C/C++ Software zur Verbesserung der GPS-Messungen mittels SBAS für die Landfahrzeugnavigation“.

Der F2GeoS-Diplompreis 2015 in Höhe von 1.000,00 € wurde vom Vorsitzenden Prof. Dr. Gerrit Austen am 17. Juli 2015 im Rahmen der 21. Mitgliederversammlung des F2GeoS überreicht.

Die Vereins-Satzung, welche während der Mitgliederversammlung am 15. Juli 2011 von den anwesenden Mitgliedern beschlossen wurde und die beim Amtsgericht Stuttgart – Registergericht unter der Registernummer VR 5670 in das Vereinsregister eingetragen ist, **finden Sie hier:** <http://www.f2geos.de/satzung.html>

Kassenbericht 2015

Kassenstand am 31. Dezember 2014 **9.894,56 €**

Einnahmen

Mitgliedsbeiträge

124 Mitglieder je € 30,00 (natürliche Personen) _____ 3.720,00 €

5 Mitglieder je € 120,00 (juristische Personen) _____ 600,00 €

Spenden _____ 540,00 €

Zinsen _____ 84,00 €

Entnahme Festgeld _____ 4.000,00 €

Gesamteinnahmen **8.944,00 €**

Ausgaben

Große geodätische Exkursion _____ 800,00 €

Zuschuss zur Teilnahme am IGSM in Finnland _____ 600,00 €

Reisekostenzuschuss Kongeos Bonn _____ 451,00 €

Reisekostenzuschuss Kongeos Oldenburg _____ 400,00 €

Bericht zur Intergeo _____ 500,00 €

Zuschuss Geoengine Waste Forum _____ 285,72 €

Grundpraktikum und integriertes Praktikum _____ 1.000,00 €

Diplompreis _____ 1.000,00 €

Förderung Auslandsaufenthalt _____ 600,00 €

Förderung Auslandssemester Bukarest _____ 600,00 €

Mitteilungsblatt _____ 1.336,68 €

Porto Jahresbericht und sonstiges Porto _____ 325,79 €

Kontoabrechnung, LBBW Card _____ 63,73 €

Strato – Internetpaket _____ 106,80 €

Gesamtausgaben **7.569,72 €**

Kassenstand am 31. Dezember 2015 **11.268,84 €**

Nachrichtlich:

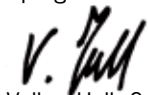
Sparguthaben 31. Dezember 2011 _____ 3.3396,91 €

Sparguthaben 31. Dezember 2012 _____ 2.9980,73 €

Sparguthaben 31. Dezember 2013 _____ 2.6604,27 €

Sparguthaben 31. Dezember 2014 _____ 2.6645,68 €

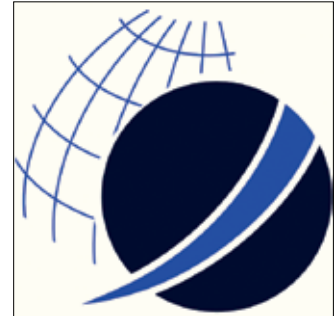
Sparguthaben 31. Dezember 2015 _____ 2.2698,02 €



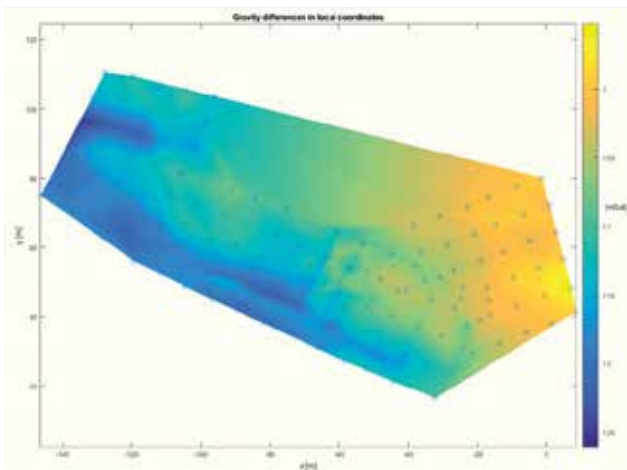
Volker Hell, Schatzmeister

Integriertes Praktikum 2015

Auch in diesem Jahr gehörte das Integrierte Praktikum zu den Höhepunkten des Sommersemesters für die Geodäsie Studierenden der Universität Stuttgart. 25 deutschsprachige und doppelt so viele internationale Studentinnen und Studenten fuhren für eine Woche auf die Schwäbische Alb in eine Jugendherberge in Ehingen, um dort in einer Erddeponie umfangreiche Vermessungen durchzuführen. Das Praktikum ist für deutschsprachige Studenten im sechsten Semester die erste Möglichkeit die gelernten Messmethoden in einem praktischen Projekt umzusetzen. Dem fünftägigen Praktikum ging eine mehrwöchige Planungsphase voraus, welche dazu diente die anstehenden Arbeitspakete gemeinsam mit den internationalen Studierenden vorzubereiten. Die Arbeitssprache während der gesamten Zeit war Englisch. Die Ziele der Vermessungsarbeiten waren die Verfüllung und den Massenzuwachs der Deponie zu beobachten und zu überwachen. Das Geodätische Institut, das Institut für Ingenieurgeodäsie, das Institut für Navigation und das Institut für Photogrammetrie betreuten dabei die Studierenden in verschiedenen Disziplinen des modernen Vermessungswesens.



Studiengangs-Logo



Lokale Schwereunterschiede in [mGal]

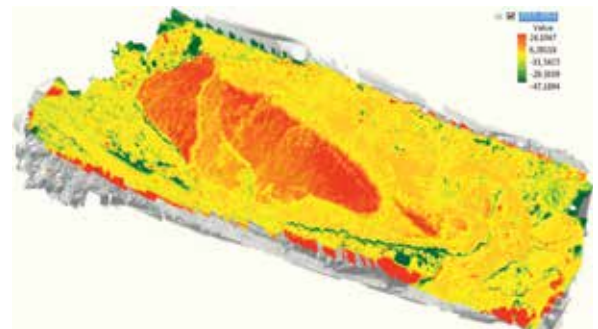
Um die Unterschiede in der Verdichtung aufzudecken, wurden Schweremessungen auf der Oberfläche durchgeführt. In der anschließenden Auswertung der Daten ließen Unterschiede in der Dichte erkennen, welche Rückschlüsse auf Beschaffenheit und Qualität des Abraums zulassen.

Zur Erstellung eines Oberflächenmodells der Deponie wurden Bildflüge eines Hexacopters, terrestrische Photogrammetrie und Laserscanning kombiniert. Das so erzeugte Oberflächenmodell ließ sich mit dem der letzten Jahre vergleichen, so dass genaue Aussagen über den Volumenzuwachs und die Dynamik der Deponie getroffen werden konnten.

Um die Messungen in das Landesvermessungsnetz einbinden zu können wurden GNSS-Basislinien Messungen zwischen der Deponie und den im Umkreis liegenden Festpunkten geplant und durchgeführt.

Innerhalb der Deponie wurde ein dichtes, hochgenaues 3D-Netz durch Tachymetrie bestimmt und ausgeglichen. Hier zeigte sich, dass vor allem die Absprache und die genaue Koordination innerhalb der Teams der Schlüssel zum erfolgreichen (Mess)Ergebnis ist.

Höhenänderung zum Vorjahr in [m]



Vorbereitung einer GNSS-Messung



Tachymetermessung im Steinbruch



Der Anschluss an das Haupthöhennetz erfolgte durch ein Feinnivellement von einem 1 km entfernten Höhenfestpunkt. Aufgrund der steilen Felswände der Deponie mussten Höhen auch durch ein trigonometrisches Nivellement übertragen werden. Trotz des unwegsamen Geländes konnten hier Standardabweichungen von unter einem Millimeter erreicht werden.

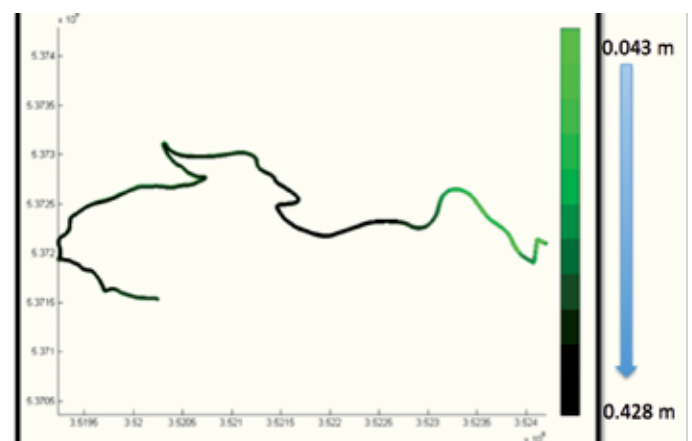


Schleifennivellement zwischen Deponie und Festpunkt

Auch außerhalb der Deponie fanden Vermessungsarbeiten statt. So wurden eine hoch genaue Kartierung der umliegenden Straße durch ein speziell umgerüstetes Fahrzeug durchgeführt, welches Sensordaten einer Inertialmesseinheit mit GNSS Positionsdaten und den Drehraten der Räder verknüpft und somit auch in Tunneln und Wäldern den gefahrenen Weg erfassen kann.

Des Weiteren wurden Äcker und Wiesen im Umfeld untersucht und Daten wie Grashöhe und Feldfrucht festgehalten um diese für eine automatisierte Landnutzungsklassifizierung durch LANDSAT8 Satellitendaten nutzen zu können.

Alle Messungen wurden im Anschluss an das Praktikum ausgewertet und die Daten aufbereitet und präsentiert. Dabei waren die verschiedenen Arbeitsgruppen untereinander auf Ergebnisse wie Transformationsparameter und Punktkoordinaten der jeweils anderen angewiesen, was zu einem zusätzlichen Ansporn in der Auswertung führte. Abschließend ließen sich die vielversprechenden Messergebnisse des Praktikums als Erfolg werten. Auch die Projektplanung und die Zusammenarbeit auf Englisch war für alle Beteiligten ein Erfahrungsgewinn. Durch die Zusammenarbeit der verschiedenen Institute der Geodäsie der Universität Stuttgart konnten die Studierenden das breite Aufgabenspektrum der modernen Vermessung kennenlernen.



Genauigkeit einer Trajektorie während einer Messfahrt

ERASMUS-Semester, Technische Universität für Bauwesen in Bukarest, 30.3.2015 – 31.8.2015 Simon Taschke

Mit meinen 24 Jahren habe ich mich dazu entschlossen, endlich einmal etwas Auslandserfahrung zu sammeln, um sowohl sprachlich, als auch kulturell neue Erfahrungen zu sammeln. Auf ein Angebot von Herr Schwieger ergab sich mir die Möglichkeit, meine Masterarbeit in der zwei Millionen Stadt Bukarest, im Herzen Rumäniens zu absolvieren. Dankend habe ich diese Gelegenheit wahrgenommen, meine sieben Sachen gepackt und habe im Frühjahr des Jahres meine fünfmonatige Reise an die Technische Universität für Bauwesen in Bukarest angetreten.

Ankunft in Bukarest

Die Ankunft in Bukarest lief sehr problemlos. Mein Professor hat mich direkt am Flughafen abgeholt und zum Studentenwohnheim gebracht. In den ersten Tagen ist er mit mir alle wichtigen Formalitäten durchgegangen und hat mich während des ganzen Aufenthalts betreut, was sehr geholfen hat. Durch Studenten des GEOENGINE Programm an der Uni Stuttgart hatte ich schon einige Tipps für das Land und das Leben in Bukarest bekommen und so konnte ich mich schnell zurechtfinden und frühzeitig aufs Studium konzentrieren.

Masterarbeit

Das Thema meiner Arbeit lautet in Originalsprache „Contributions to the GNSS Positioning using virtual RINEX observation files“. Inhaltlich habe ich mich mit der Erstellung virtueller GNSS Beobachtungsdaten und deren Qualität hinsichtlich Verfügbarkeit und Genauigkeit auseinandergesetzt. Als Datengrundlage dient das rumänische Referenznetzwerk ROMPOS, welches ich zunächst etwas detaillierter beschreiben möchte.

ROMPOS

ROMPOS ist das rumänische Äquivalent zu SAPOS. Historisch geht das System ins Jahr 1999 auf die erste ITRF Station in Rumänien zurück. Der eigentliche Aufbau weiterer Stationen geschah ab 2004, mit erster Systemrealisation im Jahr 2008 durch 60 Stationen. Heute ist das System durch 74 Stationen realisiert und wird von ANCP, der örtlichen Landesvermessungsbehörde betrieben.

Die Abstände von bis zu 75 km zwischen Nachbarstationen fallen größer als bei SAPOS aus, was sich wiederum in einer schlechteren Genauigkeit äußert.

Die Systemverwaltung und Bereitstellung der Netzwerkprodukte erfolgt über die Software GNSS Spider von Leica.



Übersicht über die Stationen des rumänischen
Satellitenpositionierungsservice ROMPOS

In Echtzeit werden die Standard RTK Dienste VRS, MAC und FKP kostenfrei bereitgestellt. Für post-processing Anwendungen lassen sich unmittelbare Stationsdaten gebührenpflichtig erwerben. Zusätzlich

ist ein postprocessing Dienst für virtuelle RINEX Dateien, ähnlich zum GPPS von SAPOS in Planung. Theoretisch steht dieser Dienst zwar schon zur Verfügung, ist aber soweit noch nicht ausreichend geprüft und wird daher den Nutzern noch nicht bereitgestellt.

Da der komplette Betrieb von nur zwei Personen aufrechterhalten wird, beschränken sich die wesentlichen Aufgaben auf System und Nutzerverwaltung. Für Forschungszwecke bleibt keine Zeit.

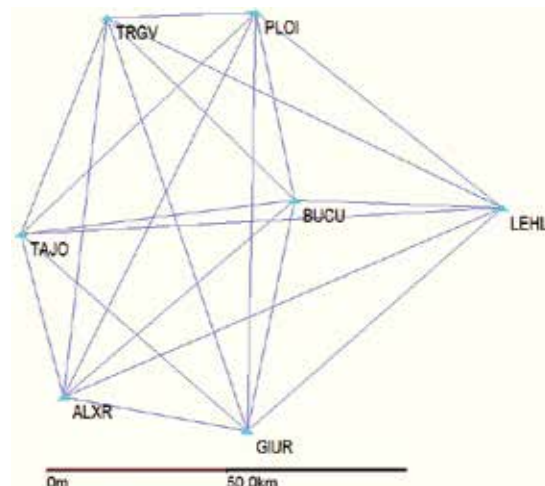
Auswertung und Ergebnisse

Im Rahmen meiner Forschungen habe ich die Qualität des virtuellen postprocessing Dienstes untersucht, um einen Grundstein für dessen Veröffentlichung zu legen.

Dafür wurden Stationsdaten von ROMPOS erhoben, sowie virtuelle RINEX Dateien für ausgewählte Punkte erstellt und analysiert. Des Weiteren wurden virtuelle RINEX Dateien unter Zuhilfenahme kommerzieller Software selbst berechnet. Als eine weitere Datenquelle war es angedacht den ROM-POS Echtzeit RTK-VRS Dienst zu nutzen. Aufgrund von Softwareeinschränkungen und Formatübersetzungsfehlern seitens der verwendeten Aufzeichnungssoftware blieb dies aber erfolglos.

Für die Auswertung wurde die Software Trimble Total Control verwendet. Das Netzwerk besteht aus BUCU als zentraler Station, sowie sechs weiteren angrenzenden Stationen.

In einem ersten Szenario wurde eine virtuelle RINEX Datei für die Position von BUCU, der zentralen Station erstellt. In der ROMPOS Lösung war überraschenderweise die BUCU Station selbst nicht in die Berechnung mit eingezogen. Die erstellte virtuelle RINEX Datei deckt nur 20 % des angeforderten Zeitraums ab und weist somit eine sehr geringe Verfügbarkeit auf.



Übersicht über das Auswerternetzwerk

Die Analyse der Genauigkeit erfolgte durch Auswertung der Nulllängenbasislinie zwischen den realen und den virtuellen Stationsdaten. Diese Basis verkörpert die Modellierungsfehler von Ionosphäre, Troposphäre und Ephemeriden, sowie Rauschterme.

Weitere Ergebnisse können durch Basislinienauswertung und Netzausgleich erzielt werden. Hier können auch die anderen Stationen mit einbezogen werden. Durch Festhalten der ROMPOS Punkte während der Ausgleich bleiben diese unverändert. Die Position der virtuellen Station wird durch die Beobachtungen und die Netzkonfiguration neu definiert und kann dann mit den Ursprungskoordinaten verglichen werden. Im Genauigkeitsvergleich sind die von ROMPOS erstellten virtuellen RINEX Dateien den selbst berechneten Ergebnissen deutlich unterlegen.

In einem zweiten Szenario wurde die Position der virtuellen Referenzstation so gelegt, dass die Abstände zu den benachbarten Stationen geringer sind und die Interpolation besser funktionieren kann. Eine klare Verbesserung von Verfügbarkeit und Genauigkeit ist sichtbar, was die Bedeutung des Stationsabstandes zeigt.

Die an den ROMPOS virtuellen RINEX postprocessing gestellten Anforderungen werden nicht erfüllt. Das Hauptproblem liegt darin, dass nächstgelegene Stationen teilweise nicht in die Berechnung mit einfließen und die Stationsabstände dadurch so groß werden, dass entweder gar keine oder zu ungenaue Ergebnisse erzielt werden.

Rumänien

An der gesamten Fakultät war ich wohl der einzige internationale Student und hatte daher sehr viel mit den Einheimischen zu tun. Prinzipiell sind die Leute sehr offen und stetig bemüht, so dass man einen guten Eindruck vom Land gewinnt. Diese Offenheit hat mir sehr geholfen und mir viele Möglichkeiten eröffnet die Landeskultur zu erleben. Neben dem Leben in der Stadt bekam ich so auch die Möglichkeit ein Wochenende in einem Dorf zu verbringen, sowie an der Osterwoche die religiösen Bräuche zu erleben.

Das Leben in Bukarest

Bukarest, die Hauptstadt Rumäniens ist mit knapp zwei Millionen Einwohnern bei weitem die größte Stadt im ganzen Land, gefolgt von Cluj-Napoca, mit gerade einmal 300.000 Einwohnern. Das Stadtbild ist sehr von Plattenbauten geprägt und daher relativ trist und grau. Dies hat verschiedene Ursachen. Zum einen wurden große Teile der Stadt zerstört, durch Fliegerangriffe im zweiten Weltkrieg, durch das große Erdbeben von 1977 und die Städtebau Maßnahmen des ehemaligen Diktators Nicolae Ceausescu, welcher die Stadt komplett neu errichten wollte. Zum anderen ist die Bevölkerungszahl in den letzten 50 Jahren um 100 % angestiegen, so dass gleichzeitig in kurzer Zeit neue Wohnhäuser errichtet werden mussten.

Der Parlamentspalast

Die Spuren des Diktators kann man noch heute direkt sehen. Besonders markant ist der unter der Führung von Ceausescu errichtete Parlamentspalast, das zweitgrößte Gebäude der Welt. Am Palast wurde rund um die Uhr gearbeitet und alles nach den kleinlichsten Wünschen des Diktators gebaut. Da Ceausescu jedoch frühzeitig von der Bevölkerung abgesetzt und hingerichtet wurde, bekam er die Fertigstellung nicht mehr mit. Stattdessen war es Michael Jackson, der anlässlich eines Konzertes in Bukarest als erster Redner vom Balkon aus mit den Worten „Hallo Budapest“ an die Öffentlichkeit trat. Diese peinliche Verwechslung ist in den folgenden Jahren noch diversen weiteren Künstlern unterlaufen, zuletzt Robbie Williams im Juli dieses Jahres.



Das ehemals als „Haus des Volkes“ benannte Bauwerk ist ausschließlich von Rumänen und mit rumänischen Materialien errichtet worden. In der heutigen Zeit wird der Palast als Protz-Bau angesehen und der Name „Haus des Volkes“ stets mit einem spöttischen Unterton erwähnt. Auf Umfragen ist es gleichzeitig auf Platz 1 des schönsten und hässlichsten Gebäudes der Stadt.

Der Parlamentspalast

Die Altstadt von Bukarest ist wohl das sehenswerteste Viertel. Zum einen architektonisch, da hier wohl die ältesten Bauwerke der Stadt zu finden sind. Zum anderen aber auch, da es größtenteils die Anlaufstelle für das Nachtleben ist. Im gesamten Viertel reiht sich Kneipe an Kneipe. Im Prinzip ist das Ganze ein Kneipen-, Discotheken- und Bankenviertel. Hier befindet sich auch der zerstörte Palast von Vlad Tsepes, der wahrscheinlich besser unter dem Namen Vlad Dracul(a) bekannt ist. Auch historisch bedeutende Orte für die Stadt und das Land, wie zum Beispiel der Platz der Revolution befinden sich in der Altstadt, oder grenzen zumindest daran an.

Das Leben in der Stadt an sich gestaltet sich nach einer kleinen Eingewöhnungsphase relativ angenehm. Als Erasmus Student wurde mir im besten Wohnheim der Uni ein Zimmer zugeteilt, welches man sich im Normalfall mit zwei weiteren Studenten teilen muss. Dieses Zimmer wurde mir von meinem Professor organisiert, dem es sehr wichtig war, dass ich eine schöne Zeit im Land erlebe.

Kleine Non-Stop-Supermärkte und Kneipen gibt es an jeder Straßenecke. Als Ausweg aus der grauen Häuserumgebung bietet sich ein Besuch in einem der zahlreichen Parkanlagen an. Trotz des heißen Sommers blüht hier alles grün und ist bestens gepflegt.

Etwas komplizierter sind die öffentlichen Verkehrsmittel. Es gibt Busse und Stadtbahnen, die quer durch die ganze Stadt fahren. Eigentlich ein gutes Netz, allerdings mit sehr beschränkter Fahrgastinformation. Die erste Herausforderung besteht darin eine Haltestelle zu finden, welche meist nur durch ein kleines, sehr unscheinbares Schild gekennzeichnet ist. Bus und Bahn folgen keinem allgemeinen Fahrplan. Es gibt lediglich eine sehr grobe Information über das Fahrtintervall. Weder in der Haltestelle, noch im Fahrzeug selbst, gibt es Linienverlaufspläne oder wenigstens eine Übersicht der Haltestellen, die angefahren werden. Die letzte Herausforderung ist es dann, noch die passende Station zu finden an der man aussteigen möchte. Die kleinen Haltestellenschildchen lassen sich von innen nämlich meist gar nicht lesen, sofern man sie überhaupt entdeckt.

In der Metro ist alles etwas besser organisiert und man kommt schneller voran. Da der Betreiber ein anderer ist, ist hier allerdings auch ein extra Ticket nötig.

Kloster Voronets



Die Osterwoche in Suceava

Über Ostern wurde ich von einem Kommilitonen zu seiner Familien nach Suceava eingeladen. Suceava ist die Hauptstadt von Bukowina, einer historischen Region im Nordosten des Landes. Für mich die ideale Gelegenheit, einen anderen Teil des Landes zu sehen und ein Stück rumänische Kultur und die Religion kennenzulernen.

In Rumänien spielen die Kirche und der Glaube eine sehr wichtige Rolle.



Segnung von Speis und Trank in der Osternacht

Die jungen Leute kommen von ihren Studienorten zurück und es ist wie ein großes Klassentreffen die ganze Woche über.

Das ganze Land ist übersät mit kleinen orthodoxen Kirchen und Klöstern. In jeder größeren Stadt steht mindestens eine Kathedrale oder ist zumindest in Bau. Regelmäßig kann man Menschen beobachten die sich bekreuzigen, während sie an einer Kirche vorbeilaufen, oder mit dem Auto daran vorbeifahren.

In Bukowina stehen als Teil des UNESCO Weltkulturerbes die Moldauklöster. Insgesamt acht Kirchen und Klöster, welche sowohl innen, als auch außen komplett bemalt sind. Jede dieser Kirchen ist nach Osten ausgerichtet. Während die Rechte, also die Südseite noch sehr gut erhalten ist, ist die Nordseite aufgrund von Wind und Wettereinfluss mittlerweile beinahe weiß.

Zum Osterfest, welches in der orthodoxen Kirche eine wichtigere Bedeutung als Weihnachten hat, fahren die meisten nach Hause zu ihren Familien.

In der Nacht auf den Ostersonntag beginnt in der Kirche eine mehrstündige Zeremonie, zu dessen Höhepunkt sich die ganze Gemeinde um Mitternacht rund um die Kirche, ein jeder mit einer Kerze bestückt, versammelt. Der Priester entzündet mit dem Osterfeuer einige Kerzen, deren Lichter dann weitergereicht werden, so dass sich das Lichtermeer wie ein Lauffeuer ausbreitet. Man grüßt sich, wie auch in den darauffolgenden Tagen mit dem traditionellen Ostergruß „Christus ist auferstanden! Er ist wahrhaftig auferstanden.“ Während die Zeremonie fortgeführt wird, geht der Großteil der Gemeinde nach Hause zum festlichen Abendessen. Es gibt Eier, Lamm, Pasteten, eine Art Hackbraten, sowie verschiedene Kuchen als Nachspeise.

Gegen vier Uhr morgens zum Ende der Zeremonie kommt man noch einmal an der Kirche zusammen, bestückt mit der Osterkerze, sowie einem Korb voller Speisen und Getränke und stellt sich der Reihe nach auf. Es werden Ostereier und Spenden für Menschen in Not gesammelt und der Priester segnet den Inhalt der Körbe.

Ein Wochenende auf dem Land

Die Lebensverhältnisse in Rumänien unterscheiden sich sehr stark von denen in Deutschland. Während eines Wochenendes, welches ich bei der Familie eines Freundes direkt auf dem Land verbracht habe, sind mir diese Verhältnisse sehr bewusst geworden.

Es gibt eine Vielzahl von Häusern, in denen es keine Wasserleitung gibt und stattdessen ein Brunnen oder eine Quelle genutzt wird. Auch Strom ist gerade in den Gebirgsregionen keine Selbstverständlichkeit.

Die Löhne sind deutlich geringer als in Deutschland. Der Mindestlohn bei 40 Stunden Arbeit pro Woche beträgt ~220 €. Natürlich wirkt sich der Lohn auch auf das allgemeine Preisniveau aus. Sämtliche Dienstleistungen und lokalen Erzeugnisse sind deutlich günstiger als hierzulande. Alles was importiert wird und auch die meisten Produkte im Supermarkt kosten hingegen dasselbe.

Gerade auf dem Land ist es nicht möglich, das Leben durch solch geringe Löhne komplett zu finanzieren. Es wird daher zu einem Großteil auf Selbstversorgung gesetzt. Auf jedem kleineren Hof gibt es Kühe, Schweine

und Hühner. Das Gemüse stammt aus dem Garten, der Wein aus eigener Herstellung lagert im Keller. Gekauft wird oftmals nur was fehlt und unbedingt nötig ist.

Die Menschen leben insgesamt dennoch sehr unbekümmert. Ein gutes Beispiel hierfür sind Zugfahrten. Ein Zug bewegt sich durchschnittlich mit 50-60 Kilometer pro Stunde durchs Land. Das Ganze ist bei entsprechender Strecke eine sehr zähe Angelegenheit, gerade dann, wenn noch eine Verspätung von zwei Stunden hinzukommt. Dennoch bleiben die Leute sehr entspannt und warten eben geduldig noch ein bisschen länger. Auch das Thema Klimaanlage, dass in deutschen Zügen oft kritisiert wird, wird hier ganz anders behandelt. In 50 % der Züge gibt es vermutlich gar keine Klimaanlage und in den anderen 50 % ist sie größtenteils kaputt. Nichtsdestotrotz weiß man sich zu helfen. Fenster auf und alles ist super! Sollte das auch nicht reichen, so werden im Bedarfsfall noch die Türen während der Fahrt offengelassen, wie im Bild zu sehen ist.



Die „rumänische Klimaanlage“

Fazit

Mir persönlich hat der Auslandsaufenthalt sehr viel gebracht. Zum einen natürlich studientechnisch durch das Schreiben der Masterarbeit auf einem für mich sehr spannenden Thema und zum anderen natürlich als Lebenserfahrung.

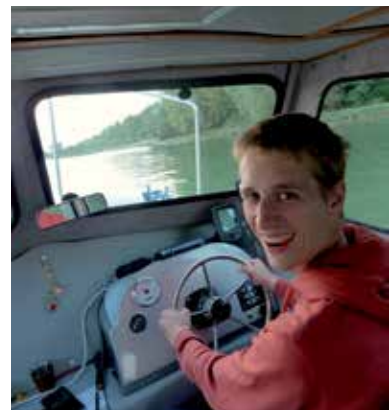
Ich habe sehr viele Menschen kennengelernt, die stets sehr offen, zuvorkommend und hilfsbereit zu mir waren und von denen ich einige stolz meine Freunde nennen kann.

Auch das Leben unter anderen Umständen ist eine ganz besondere Erfahrung für mich gewesen. Ich kann sehr gut nachvollziehen, wie schwierig das Leben sein kann und warum es den Eltern so wichtig ist, ihren Kindern Chancen zu ermöglichen zum Beispiel durch ein Studium im GEOENGINE Programm in Stuttgart.

In mehreren kleinen Reisen konnte ich viele weitere schöne Eindrücke über das Land gewinnen, deren Bericht den Rahmen etwas sprengen würde. Am besten ist es sich selbst ein Bild zu machen. Einen Besuch der mittelalterlichen Städte in Transsilvanien, der verschiedenen Berggipfel in den Karpaten oder des landschaftlich einmaligen Donaudeltas, kann ich nur wärmstens empfehlen.

Zu guter Letzt möchte ich mich beim F2GeoS für die Unterstützung meines Auslandsaufenthaltes bedanken. Ohne Euch wären solche Erfahrungen nicht nur für mich, sondern auch für meine Kommilitonen nicht, oder lediglich sehr eingeschränkt möglich.

Vielen Dank!
Simon Taschke



MASTERTHESIS Accurate Geo-Referencing for Deformation Analysis by TLS, Report of study in Romania Lifan Zhang

Examiner: Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schwieger, Prof. Dr.-Ing. Constantin Cosarca

Supervisor: M.Sc. Annette Schmitt, Dr.-Ing. Aurel Negrila

1. Introduction

Nowadays, three-dimensional laser scanning technology has become one of the most popular method for geodetic research. It is widely used in the field of civil engineering application.

In most cases, the object will be scanned many times from different viewpoints, in order to obtain the complete three-dimensional model, especially for the large or complex object. It is necessary in this case to transform all data from their own local coordinate system to a global one for the whole scenario. This process is known as registration or geo-referencing. In my thesis, the accuracy of point cloud registration will be discussed.

2. Theoretical background

In the process of registration, two or more point clouds will be combined in one global system using the co-ordinate transformation. In our case, a point cloud should not be deformed by registration, which means that the shape and size of this point cloud are preserved. For this reason, the rigid transformation is used by applying only specific translations and rotations.

A rigid transformation is formally defined as a transformation that, when acting on any vector X , produces a transformed vector $T(X)$ of the form:

$$T(x) = Rx + t,$$

where R presents the rotation matrix and t is a vector giving the translation.

The optimal transformation parameters could be calculated in several ways, which vary between iterative and closed-form solutions. Generally closed-form solutions are preferred due to their efficiency and robustness. The most common used closed-form methods are singular value decomposition (SVD), orthogonal rotation matrix by and quaternion methods. The SVD method is used in my thesis, since the function of SVD is widely available in many programming languages.

At first, the centroids of both data-sets should be found. The centroid is just the average point of the point cloud and can be calculated as follows:

$$P = \begin{matrix} x \\ y \\ z \end{matrix},$$
$$centroid_A = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_A^i,$$

$$centroid_B = \frac{1}{N_A} \sum_{i=1}^N P_B^i.$$

Here P_A^i and P_B^i are points in data-set A and B .

Then both of the data-sets should be brought to the origin, so that the translation component can be moved and there is only the rotation left. In this way the optimal rotation R would be calculated:

$$\begin{aligned} H &= \sum_{i=1}^N (P_A^i - centroid_A)(P_B^i - centroid_B)^T, \\ [U, S, V] &= SVD(H), \\ R &= VU^T. \end{aligned}$$

Sometimes the SVD will return a 'reflection' matrix, which is numerically correct but is actually nonsense in real life. To solve this problem, the determinant of V (from SVD above) should be checked. If it's negative, the 3rd column of R must be multiplied by -1.

At the end, the translation will be calculated as follows:

$$t = R \cdot centroid_A + centroid_B.$$

For the case of deformation analysis, it is very important to know, if the registration is accurate enough, since the deformation of the observed object is usually in a relatively small magnitude. The error of registration should be checked for this reason. It is already minimized using the SVD with three or more than three reference points for transformation. Following is the form needed:

$$\begin{aligned} err &= \sum_{i=1}^N \|R P_A^i + t - P_B^i\|^2, \\ rmse &= \sqrt{\frac{err}{N}}. \end{aligned}$$

3. Measurement

As test-measurement, a table was measured during my residence in Romania. Totally there were three epochs of measurement. Epoch 0 is the initial epoch and regarded as the reference state of the object. In epoch 1, the complete table was moved a little. And in the last epoch, two boxes were placed against the in Epoch 1 already moved table, so that the deformation of the object were simulated. That means, in epoch 2 both of the movement and deformation were involved.

In this scenario, six targets which located out of the object and evenly around the laser scanner were specified as control points. At the same time, other three targets were stuck on the table and treated as the marked object points. All these nine points can be used as reference points for registration.

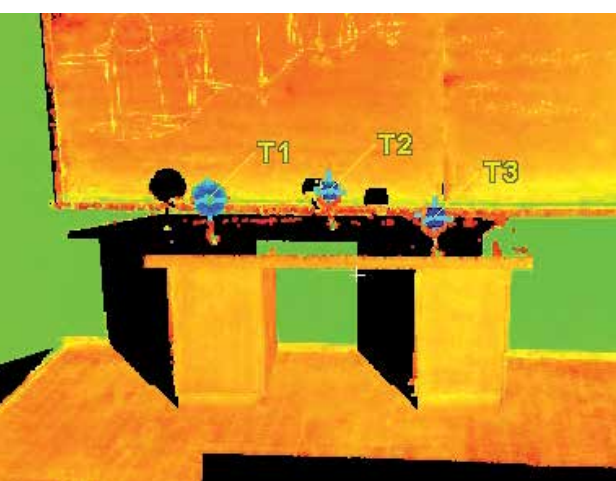


Figure 1 – Epoch 0: Initial state of the object

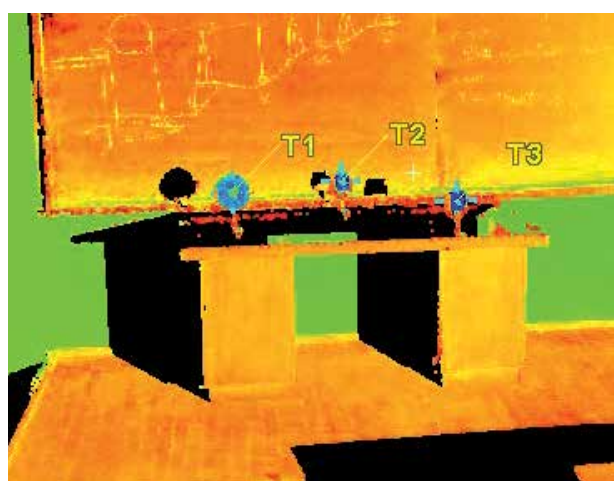


Figure 2 – Epoch 1: Object with movement



Figure 3 – Epoch 2:

For each epoch, the object was scanned from two different viewpoints. Taking the magnitude of the deformation and movement into account, the resolution were set to 5mm horizontal and 1mm vertical.

4. Results of registration

For the above mentioned test-data, the registration should be used for two situations. The first one is the registration of data-sets from different viewpoints in the same epoch. The other situation is the registration of two-epoch-measurements. The purpose is making these two point clouds easier to compare. In each situation, registration could be done with only control points, with only object points or with all of the targets.

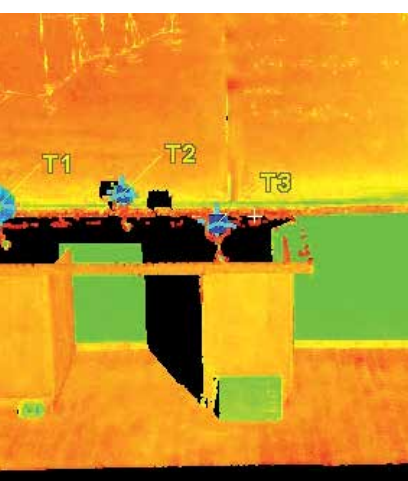
4.1. Registration of two data-sets in the same epoch

The registration of point clouds in the same epoch is the simplest situation and the registration error should be relative small. In this case, the measurements are finished in a short time, there are still not so many changes of the network and object. The results are shown in the following table:

Epoch	Standpoint		Points used for registration	Average error of registration [mm]
	Data-set A	Data-set B		
Epoch 0	ST1	ST2	All 9 points	1.071
	ST1	ST2	6 control points	1.127
	ST1	ST2	3 object points	0.107
Epoch 1	ST1	ST2	All 9 points	0.605
	ST1	ST2	6 control points	0.520
	ST1	ST2	3 object points	0.165
Epoch 2	ST2	ST1	All 9 points	49.888
	ST2	ST1	6 control points	57.858
	ST2	ST1	3 object points	0.554

Table 1 Average error of registration for each epoch

It can be shown that there is a big error in the data of epoch 2. This error occurs on the control point C3.



After delete this point from the point list, the average registration error of epoch 2 is obviously reduced:

Epoch	Standpoint		Points used for registration	Average error of registration [mm]
	Data-set A	Data-set B		
Epoch 2	ST2	ST1	8 points	0.629
	ST2	ST1	5 control points	0.558

Object with movement and deformation

Table 2 Average error of registration for epoch 2 without control point C3

To make the calculation easier, the point C3 was deleted from whole point list for all epochs.

According to the results above, it seems that the registration using object points is more accurate. It is because that the object points are relative close to each other. It also means that, the error of their coordinates are also similar. For that, if only these object points are used for registration, the measuring error of whole point cloud can not be excellent eliminated, although the registration error is so small. Actually the reference points should distribute uniformly around the standpoint in the network.

4.2. Registration of two different epochs

The registration between each two different epochs was done, in order to compare different states of the object: only with deformation, only with movement and with both of deformation and movement. The registration results are shown in the following table:

Epoch	Comment	Standpoint		Average error of registration	Points used for registration [mm]
		Data-set A	Data-set B		
Epoch 0 (A)	Only movement	ST1	ST1	8 points	27.798
v.s.		ST1	ST1	5 control points	0.617
Epoch 1 (B)		ST1	ST1	3 object points	0.196
Epoch 1 (A)	Only deformation	ST1	ST2	8 points	0.583
v.s.		ST1	ST2	5 control points	0.600
Epoch 2 (B)		ST1	ST2	3 object points	0.413
Epoch 0 (A)	Movement and	ST1	ST2	8 points	27.766
v.s.		ST1	ST2	5 control points	0.490
Epoch 2 (B)		ST1	ST2	3 object points	0.506

Table 3 Average error of registration between different epochs

It can be shown that the registration error is quite huge, when the movement of the object exists and the object points are still used as the reference point for transformation, since the global location of these points are already

moved. Furthermore, the registration results using object points for deformed situation are still good in my test-measurement. The reason is, these points are not in the deformed area of the object. But in the reality, it's too hard to determine, which part of the object is not deformed, which point on the object is always stable. Therefore it is better not to use the object point for registration in the deformation analysis.

5. Conclusion

For the registration of laser scanning point cloud, the transformation parameter of scale need not to be considered. And for the laser scanner which can be precise leveled, the transformation could be even easier with only one rotation angle instead of three.

In the monitoring network, the control points should be uniformly located around the standpoint and precisely measured. Sometimes the global coordinates of control points are given. In this case, the congruence test could be done for them before they are used as the control points.

In many point cloud processing software like Cyclone, the algorithm Iterative Closest Point (ICP) can be applied for precise registration. The idea of this algorithm is that the registration could be optimized when the same object in two data-sets match each other optimal. But as mentioned before, the registration using object point causes usually error in cases of deformation analysis. For this reason it is not always good, to use ICP algorithm in the registration process.

The topic of accurate registration by TLS, especially the design of its monitoring network, should be further discussed. And the result still need to be tested for a real deformed structure. For this purpose we had planed to measure a church in Romania. But because of the lack of permission for measuring and the bad weather condition, which is unable to meet the requirements of laser scanner, I haven't done the measurement there. This part will be accomplished later in Germany.

XXVIII International Geodetic Student Meeting 2015

Espoo, Finnland, 1.6.2015 – 6.6.2015 Stefan Foof

Teilnehmer der Universität Stuttgart:

Maria Szatkowska, Marta Szatkowska, Tibor Hambel, Stefan Foof

**Gefördert von F2GeoS, Verein der Freunde des Studienganges
Geodäsie und Geoinformatik an der Universität Stuttgart e.V.**

1. Danksagung

Dieses Dokument enthält eine kurze Zusammenfassung des 28. International Geodetic Student Meeting in Espoo, Finnland über die dort getätigten Aktivitäten, Exkursionen und Präsentationen.

Als erstes möchte ich mich, auch im Namen der anderen drei Teilnehmer Maria und Marta Szatkowska sowie Tibor Hambel, recht herzlich für die finanzielle Unterstützung durch den F2GeoS für dieses internationale studentische Treffen bedanken. Die erworbenen Fachkenntnisse und Erfahrungen, vor allem aber die neu gewonnenen länderübergreifenden Kontakte und Freundschaften erweisen sich als sehr wertvoll, was derartige Veranstaltungen für jeden Geodäsiestudenten zu etwas Einzigartigem macht.



Gruppenfoto der vier Teilnehmer
sowie zweier Alumni aus Stuttgart

2. Allgemeine Informationen

Veranstaltungsort

Die diesjährige IGSM wurde in Espoo, der mit ca. 265.000 Einwohnern zweitgrößten Stadt Finnlands, ausgetragen. Sie befindet sich im Westen unmittelbar angrenzend an die finnische Hauptstadt Helsinki.

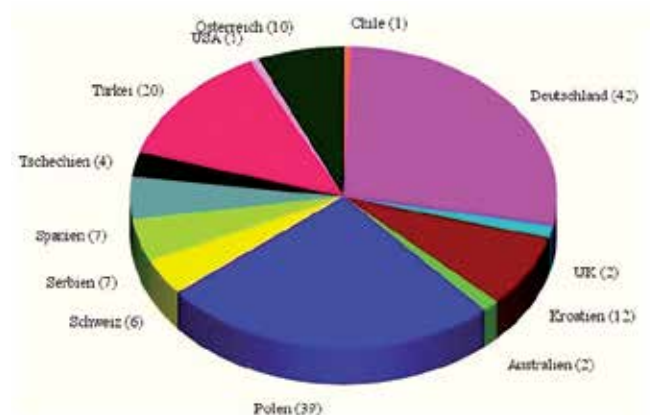
Gastgeber war die Aalto - Universität, die am 1. Januar 2010 aus der Technischen Universität Helsinki, der Handelshochschule Helsinki und der Hochschule für Kunst und Design Helsinki neu gegründet wurde und Standorte in Espoo und Helsinki hat. Benannt wurde sie nach dem finnischen Architekten Alvar Aalto, der für die Gestaltung der überwiegend in den 50er und 60er Jahren neu errichteten Gebäude zuständig war.

Unterkunft

Alle Teilnehmer waren in den Räumlichkeiten der nahe dem Campus gelegenen Grundschule Aarnivalkean Koulu untergebracht. Diese unterteilte sich in Klassenzimmer sowie einer Turnhalle.

Teilnehmer

An der diesjährigen IGSM nahmen insgesamt 153 Personen teil, welche sich auf 13 Nationen verteilten. Die meisten Teilnehmer stellten Deutschland mit 42 und Polen mit 39.





3. Programm

Montag, 1. Juni

Nach dem Check-In gab es abends eine Begrüßungsparty in einem Ungebäude auf dem Campus in Espoo.

Dienstag, 2. Juni

Am Vormittag wurde die offizielle Begrüßungszeremonie im Hauptgebäude der Aalto-Universität abgehalten.

Nach der Eröffnung durch den Geschäftsführer der diesjährigen International Geodetic Student Organisation (IGSO), Tuukka Mattila, folgten die Begrüßungsreden von:

- Pekka Haavisto, Mitglied der finnischen Partei Grüner Bund im Parlament und Minister für internationale Entwicklung im Außenministerium
- Ville Lehtola, Mitglied des Stadtrates von Espoo
- Eero Eloranta, stellv. Rektor der Aalto-Universität
- Henrik Haggrén, Professor der Photogrammetrie im Department of Real Estate Planning and Geoinformatics
- Vertreter der National Land Survey of Finland, einer der Hauptsponsoren des IGSM

Im Anschluss an die Eröffnungszeremonie wurde von verschiedenen Unterabteilungen des Finnish Geospatial Research Institute (FGI) Lehrvorträge gehalten:

- Eero Ahokas, Department of Remote Sensing and Photogrammetry
- Mirjam Bilker-Koivula, Department of Geodesy and Geodynamics
- Laura Ruotsalainen, Department of Navigation and Positioning



Am Nachmittag stellten sich verschiedene lokale Unternehmen an Informationsständen in der Lobby vor.

Abends wurde der traditionelle internationale Abend abgehalten, bei dem die Teilnehmer, teilweise in landesüblicher Tracht, die typischen Gerichte und Getränke ihrer Nationen servierten.

**Eröffnungsrede von Tukka Mattila,
Geschäftsführer der IGSO**

Mittwoch, 3. Juni

An diesem Tag fand ein Ganztagsausflug in den nordwestlich von Helsinki gelegenen Nuuksio Nationalpark statt. Nach einer Vorstellung des Parks durch einen Mitarbeiter folgten erste Präsentationen der Teilnehmer:

- „The application of object-oriented programming in geodesy and cartography“, Krzysztof Chmielnicki
- „The city that does not exist...“, Ewa Kulesza & Paulina Wrona
- „Evaluate the usefulness of different digital elevation models for photovoltaic farms location“, Michał Rabinski
- „Innovative measurement solutions in the mine shafts inventory“, Mateusz Baran

Im Anschluss fand eine kleine Wanderung durch den Nationalpark statt. Am Nachmittag wurde mit verschiedensten geodätischen Vermessungswerkzeugen ein Spielenachmittag veranstaltet.

Abgerundet wurde der Ausflug mit einer Saunaparty, in einer auf dem Campus in Espoo gelegenen Sauna.

Donnerstag, 4. Juni

Vormittags wurden in einem der Hörsäle der Aalto-Universität auf dem Campus Espoo weitere Präsentationen von Teilnehmern gehalten:

- „3D modelling the castle hill in the city of Kielce by integrated photogrammetric data“, Maksymilian Foltyn
- „3D modelling for Disaster Management“, Marina Giljanovic
- „ALS data in the detection of agricultural land abandonment“, Barbara Czesak
- „Determining vegetation variations in Antalya by using NDVI“, Ferah Pirlanta Köksal
- „Chateaux and castles in the Czech Republic“, Arnost Muller

Im Anschluss stellten einige Teilnehmer selbsterstellte Poster vor. Am Nachmittag fand eine Schnitzeljagd in der Innenstadt von Helsinki statt, bei der verschiedene Orte abgelaufen werden mussten, um Informationen zu sammeln. Auf diese Weise bekam man in relativ kurzer Zeit einen Überblick über Helsinki.

Abends gab es einen Ausflug auf die Suomenlinna, einer ehemaligen Festung, die sich auf mehrere Inseln erstreckt.



Suomenlinna

Freitag, 5. Juni

Nach dem vormittags abgehaltenen Sport fand die IGSM - abschließende Vollversammlung statt, bei der u.a. über wichtige Punkte der nächsten IGSM 2016 in München abgestimmt wurde. Außerdem wurde der Veranstalter für die IGSM 2017 gewählt, die in der kroatischen Hauptstadt Zagreb stattfinden wird.

Zum Abschluss der IGSM gab es ein großes Dinner am Abend, bei der wie üblich Abendgarderobe getragen wurde.

Insgesamt war es eine sehr gelungene Veranstaltung, sowohl was die Organisation der finnischen Studenten, als auch den dargebotenen Inhalt betrifft. Mit großer Vorfreude wird bereits die nächste IGSM 2016 in München erwartet.



**Gruppenfoto
aller IGSM
Teilnehmer auf
der Suomenlinna**

6. KonGeoS Bonn, 4.6.2015 – 7.6.2015



Haus der Geschichte

In das Haus der Geschichte in Bonn wurden wir unter dem Motto „Geschichte erleben“ eingeladen.

Die Dauerausstellung der Stiftung präsentiert auf mehr als 4.000 qm über 7.000 Ausstellungsstücke aus der deutschen Politik-, Wirtschafts-, Kultur- und Alltagsgeschichte vom Ende des Zweiten Weltkriegs bis in die Gegenwart.

Zahlreiche interaktive Stationen luden ein Erkenntnisse zu vertiefen und Fragen zu

stellen. Der Ausstellungsrundgang war chronologisch aufgebaut und umfasste gesamtdeutsche Themen ebenso wie die Geschichte der geteilten Nation.

Darüber hinaus wurde der für Deutschland besonders wichtigen internationalen Beziehungen zum Ausland Rechnung getragen.



Haus der Geschichte

Über den Dächern von Bonn – Stadtführung

Wir wurden zu einer besonderen Bonn – Stadtführung mit außergewöhnlichem Sightseeing – Erlebnissen eingeladen. Vom 76 Meter hohen Stadthausdach konnten wir Bonn aus der Vogelperspektive mit herrlicher Aussicht über Bonn und die Region entdecken. Die Tour vermittelte einen Überblick über prominente Gebäude, Sehenswürdigkeiten, stadtarchitektonische Zusammenhänge und neue Stadtentwicklungsmaßnahmen.



Wir haben unsere Stadtführung mit einem Rundgang durch die Innenstadt bis zum Alten Zoll an der Rheinpromenade abgeschlossen. Unsere Touristenführerin begleitete uns und erklärte historische Fakten. Wir besichtigten das Geburtshaus von Beethoven und auch das Rathaus.

Kölner Dom

Die Exkursion wurde von einer Mitarbeiterin der Dombauhütte Köln geführt. Nach dem Treffen am Hauptportal an der Westseite des Doms wurde die Gruppe zum Mitarbeiteraufzug geführt, um die Fahrt auf 25 Meter Höhe in Angriff zu nehmen. Im äußeren Dachstuhl, welcher die nächste Etappe nach dem Fahrstuhl war, gab es zunächst eine kleine Einführung in die Geschichte des Doms seit dessen

Baubeginn bis zur Fertigstellung im Jahre 1860. Die Dombauhütte Köln war maßgeblich daran beteiligt, dass der Dom innerhalb von 38 Jahren komplett fertiggestellt wurde, nachdem vorher nur einer der beiden Türme und nur ein Teil des Mittelschiffs fertig waren.

Als nächstes ging es in den Raum unter den Glocken, in dem viele Gipsvorlagen für die Skulpturen rund um und am Kölner Dom standen, einige noch aus längst vergangenen Zeiten, sowie die Gipsvorlage der Königin von Saaba beispielsweise. Im selben Raum befand sich auch das Uhrwerk zu den Glocken und der Uhr, die – untypisch für Kirchengebäude – innerhalb des Dom-Schiffs hängt und just zu diesem Zeitpunkt auch zur vollen Stunde schlug.

Weiter ging es für die Gruppe über einen schmalen Gang einmal den Kreuzgang entlang, mit dem Unterschied, dass der schmale Gang sich in 20 m Höhe über dem Fußboden befand.

Um zum Mittleren Turm (70 m Höhe) zu gelangen, mussten die Teilnehmer außen in der Regenrinne am Dach entlang und dann in das „Dachgebälk“ oberhalb der stuckverzierten Decke des Dominnenraums. Ganz besonders auffällig war die Aufwölbung der Decke über dem exakten Zentrum der Kirche, dem Mittelkreuz, an dem alle Gänge des Doms aufeinandertreffen. Über diesem Mittelkreuz befindet sich ein weiterer etwas niedrigerer Turm des Doms, auf dem sich der Trigonometrische Punkt von Köln befindet. Die 360°-Aussicht auf dem Turm ließ auch nichts zu wünschen übrig, da man von dort schätzungsweise bis Wuppertal sehen konnte.

Zum Schluss der Führung wurde die Gruppe in die Werkstätten der Gerüstbauer geleitet, in denen man einen kleinen Einblick in den Arbeitstag eines Industriekletterers beim Gerüstbau des Kölner Doms erhielt.

Bönnsche Gastrotour

Bei der KonGeoS in Bonn wurde im Rahmen der Stadtexkursionen, eine von der Stadtinformation Bonn durchgeführte „Gastrotour“ angeboten. Dabei wurden typisch rheinische Traditionslokale vorgestellt und Wissenswertes über die Geschichte der Stadt Bonn vermittelt.

Startpunkt zur Gastrotour war der Marktplatz, wo sich direkt neben dem Rathaus das Wirtshaus „Em Höttche“ befindet. Hier wurden uns die Merkmale rheinscher Wirtshäuser aufgezählt: viel Holz, lange Theken und reichlich Historie. Eine Theke suchten wir jedoch in diesem ersten Wirtshaus vergebens, galt diese doch früher als Treffpunkt zwischen den einzelnen Ständen. Da das „Em Höttche“ jedoch direkt neben dem Rathaus lag, kehrte hier nur die Oberschicht ein und somit wäre eine Theke nicht standesgemäß gewesen. Einer der berühmten Gäste dieses Wirtshauses war Ludwig van Beethoven.

Nach einem Kölsch, dem als Edelkölsch geltenden Gaffel-Kölsch, ging es weiter durch die Bonner Kernstadt, die im Mittelalter von einer Stadtmauer umgeben war. Heutzutage ist davon nicht mehr viel übrig geblieben, weil Bonn im 2. Weltkrieg stark zerstört wurde. Dennoch konnten wir den Rest der Stadtmauer, den Kurfürstenturm und das Sterntor besichtigen. Nach der Einkehr in zwei weitere Wirtshäuser besuchten wir den Garten am Geburtshaus Ludwig van Beethovens.

Es wurde auch auf die Geschichte des modernen Bonns eingegangen: So ist Bonn, als ehemalige Hauptstadt der BRD, die einzige Bundesstadt Deutschlands. Bis heute befinden sich hier verschiedene wichtige Bundesbehörden und Organisationen der UN. Deshalb ist auch die Einwohnerzahl nach dem Bonn-Berlin-Beschluss von 1999/2000 gestiegen, obwohl der Regierungssitz nach Berlin verlegt wurde.

Zum Abschluss kehrten wir noch in zwei weitere Wirtshäuser ein. Im ersten durften wir ein sogenanntes „Stößchen“ probieren. Es wird in lediglich 0,1 l fassenden Gläsern ausgeschenkt und somit als frischestes Bier angepriesen. Im zweiten, das auch den Abschluss der Gastrotour bildete, wurde ein „Bönnsch“ ausgeschenkt – ein Bier, das vor allem durch sein außergewöhnliches Glasdesign auffällt. Im Gegensatz zum Kölsch wird das „Bönnsch“ in Bonn gebraut.

Die „Gastrotour“ war somit eine gelungene Verbindung aus Geschichte und Brauereitradition der Stadt Bonn.



Radioteleskop Effelsberg

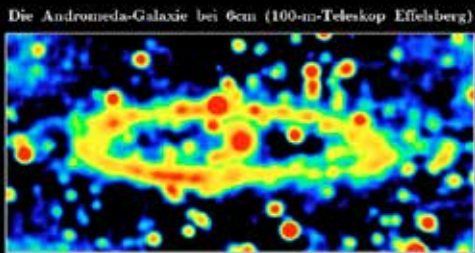
Das Max-Planck-Institut für Radioastronomie erforscht seit 1972 mit Hilfe des Radioteleskops in Bad Münstereifel-Effelsberg den Weltraum. Das vollbewegliche Radioteleskop dient der Beobachtung von Pulsaren, Gas- und Staubwolken, Sternentstehungsgebieten, Schwarzen Löchern und fernen Galaxien.

Der Parabolspiegel des Teleskops kann um 360° gedreht (volle Umdrehung in 12 Minuten) und um fast 90° gekippt (ca. 6 Minuten) werden. Mit einem Durchmesser von 100 m ist das Teleskop weltweit das zweitgrößte seiner Art. Durch die große Oberfläche von über 7850 m^2 empfängt es auch schwache Signale aus weiten Entfernungen noch sehr gut.

Radioteleskop

Die Exkursion startete mit einer Diashow in der unter anderem die eben genannten Eigenschaften vorgestellt wurden. Es wurden einige imposante Bilder über Sternentstehungsgebiete gezeigt und die verschiedenen Nutzungsarten erläutert. Nach einer kleinen Fragerunde ging es über den Planetenwanderweg auf das eingezäunte Gelände des Instituts. Bevor jedoch das große Radioteleskop näher betrachtet wurde, führte uns der Weg an der ersten deutschen LOFAR (Low Frequency Array)-Messstation vorbei. Dabei handelt es sich um eine Anordnung mehrerer kleiner, unbeweglicher Dipolantennen deren Signale in einem Supercomputer kombiniert werden. Mit Hilfe dieser LOFAR-Messstation kann die Empfindlichkeit und Winkelauflösung stark gesteigert werden. Nachdem das Messprinzip der

Die Andromeda-Galaxie bei 6cm (100-m-Teleskop Effelsberg)



LOFAR erklärt wurde, ging es weiter in das Kontrollzentrum des Radioteleskops. In dem Kontrollzentrum arbeiten derzeit rund 40 Mitarbeiter aus dem In- und Ausland.

Geobasis NRW

Bei der diesjährigen KonGeoS in Bonn wurde unter anderem eine Fachexkursion zur Geobasis NRW angeboten. Nach einer kurzen herzlichen Begrüßung gab es zunächst einen einstündigen Vortrag, bevor es danach weiter ging zu drei wichtigen Stationen der Geobasis NRW.



GeoBasis Nivellement



GeoBasis SAPOS

Der Vortrag begann mit einem geschichtlichen Überblick wie sich die Geobasis NRW gegründet hat. Nach der Beschreibung der Organisation wurde die Funktion von SAPOS erklärt. Dazu gab es sehr viele Links, die über verschiedene Arbeitsgebiete der Geobasis NRW informieren. Einige davon wurden im weiteren Verlauf vorgestellt, wie zum Beispiel der integrierte geodätische Raumbezug. In NRW bewegt sich der Boden sehr stark, weshalb ständig eine Erhebung, Fortführung und Bereitstellung von Geodaten nötig ist. Das Qualitätsmanagement überprüft die Genauigkeit in Rechts- und Hochwert auf Millimeter genau und in die Höhe auf 2 cm. Wichtig hierfür ist die Fernerkundung mit Radar

und Interferometrie. Abschließend wurde auf das Geodatenmanagement hingewiesen, sowie auf die Wichtigkeit des berührungslosen Abtastens.

Nach der einstündigen Präsentation ging es zu drei Stationen, an denen sich jeweils ein Fachexperte eine halbe Stunde Zeit nahm, um seinen Arbeitsbereich zu erläutern. Für die Kalibrierung von Nivellierlatten wird ein spezieller Raum benötigt, in dem die Temperatur geregelt werden und die Nivellierlatte eingespannt werden kann, um die Überprüfung durchzuführen. An einen Computer können anschließend die Daten des Nivellierlattenkompensators ausgewertet und dem Auftraggeber weitergegeben werden. Die Absolutkalibrierung von GNSS-Antennen wird dort ebenfalls bewerkstelligt. Dazu gibt es eine Antennenmesskammer, in dem die Antennen positioniert und kalibriert werden. Der prinzipielle Aufbau einer Antenne wurde zudem erklärt. Die vor Ort befindliche SAPOS-Zentrale wurde besichtigt, wobei auf Schwierigkeiten und die Komplexität der Datenaufbereitung eingegangen wurde.



GeoBasis GNSS-Antenne

Flughafen Köln/Bonn

Am Freitagnachmittag besuchten wir im Rahmen des KonGeoS den Flughafen Köln/Bonn. Der Flughafen Köln/Bonn „Konrad Adenauer“ ist ein internationaler Verkehrsflughafen. Er dient als Drehkreuz für die Frachtfluggesellschaften UPS Airlines und FedEx, sowie als Heimatbasis der Gesellschaft Germanwings. Bis September 2014 war er außerdem Heimatbasis der Regionalfluggesellschaft Lufthansa CityLine. Auf dem Areal ist zudem die Flugbereitschaft des Bundesverteidigungsministeriums beheimatet.

Im Rahmen unserer Führung sind wir zuerst durch die Sicherheitsschleuse auf das Vorfeld gelangt und dann mit dem Besucherbus weitergefahren. Wir erhielten Einblicke in den kompletten Flughafenbetrieb, von der Abfertigung der Flugzeuge, den verschiedenen Zonen des Vorfeldes, den Personenflug-, Militär- und Privatbereich, sowie dem Logistikbereich und der Flughafenfeuerwehr.

Außerdem erhielten wir noch die Möglichkeit den Parabelflieger Airbus A300 ZERO-G aus nächster Nähe zu sehen. Nach 5200 Flügen, 4200 Flugstunden und 13.180 Parabeln steht der Airbus A300 ZERO-G der französischen Firma Novespace im Flughafen Köln/Bonn im Ruhestand.

Während der Flüge sind die Forscher den unterschiedlichsten Fragestellungen nachgegangen. Unter anderem wurde untersucht, welche Rolle die Schwerkraft für gesunde, funktionsfähige Zellen spielt oder wie sich die Gehirnaktivitäten des Menschen verändern, wenn die Schwerkraftwirkung aufgehoben ist. Für die Zukunft ist geplant, dass der Airbus im öffentlichen Bereich als eine Art Museum stehen wird.



Flughafen Köln-Bonn

7. KonGeoS

Oldenburg, 19.11.2015 – 22.11.2015

Auch dieses Jahr nahm die Uni Stuttgart an der KonGeoS teil. Diesmal ging es nach Oldenburg. Ganz übermüdet traten am 19. November zehn Studenten aus vier Semestern die Reise am Stuttgarter Hauptbahnhof an. Doch die Müdigkeit schlug schnell in interessante Gespräche um. Nach knapp neun Stunden Fahrt war Oldenburg erreicht und es ging direkt zur Jade Hochschule. Am gleichen Abend folgte eine Begrüßungsrede durch Vertreter der Hochschule. Auch die KonGeoS Vorsitzende Susanne Luntz (TU Dresden) begrüßte die Teilnehmer recht herzlich. Übernachtet wurde wie üblich nicht in einem Hotel sondern aus Kostengründen in einem Hörsaal der Hochschule. In der Abendveranstaltung konnten sich die Teilnehmer aller deutschsprachigen Universitäten und Hochschulen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz austauschen. Wie jedes Jahr war auch der Vorstand des Förderverein KonGeoS zu Gast. Hier kamen einige erstklassige Gespräche zu Stande. Auch die Arbeitsgruppen standen auf dem Terminplan. So wurde beispielsweise in der AG Web an einem Wikipedia Artikel gearbeitet und in der AG Nachwuchs die Statistik der diesjährigen Erstsemesterumfrage ausgewertet. Die einzelnen Berichte jeder AG sind auf der Homepage der KonGeoS verfügbar. In den von der Jadehochschule geplanten Fachexkursionen bekam man einen Einblick in größere Betriebe, in welchen Geodäten nach dem Studium Arbeit finden können. Da das Programm bis Samstagabend straff gefüllt war, verlief die Rückfahrt am Sonntag eher schlafend.

Exkursion VW/„Dat Otto Huus“ in Emden

Die eigentlich geplante Exkursion zu VW in Varel wurde vom Konzern kurzfristig abgesagt, weshalb wir stattdessen nach Emden ins „Otto Huus“ fuhren.

Das „Otto Huus“ ist ein kleines Museum im Herzen Emdens, das ganz dem ostfriesischen Komödianten Otto Waalkes gewidmet ist. In den beiden Stockwerken über dem kleinen Laden voller Otto-Souvenirs werden allerlei Exponate ausgestellt, die Ottos Leben und Wirken von der frühen Kindheit bis heute dokumentieren. So gibt es von seiner ersten



Emden und „Dat OTTO HUUS“

Nuckelflasche über diverse Filmrequisiten oder Auszeichnungen einige Kuriositäten zu entdecken. Im zweiten Stockwerk befindet sich ein kleines „Otto-Kino“, wo man auf alten roten Kinossesseln Videos von Ottos frühen Sketchen und aktuellen Live-Shows auf einer Leinwand anschauen kann.

Nachdem wir so im „Otto Huus“ einige Zeit verbracht hatten, schauten wir uns noch ein wenig in Emden um. Bei einem Spaziergang um das Hafenbecken entdeckten wir sogar ein 3D-Modell der Stadt, wodurch die Exkursion dann doch noch einen kleinen geodätischen Bezug hatte.



Exkursion Aerotec

Eine Exkursion der 7. KonGeoS in Oldenburg ging zum berühmten Militär- und Zivilflugzeughersteller Aerotec in Varel in der Nähe von Wilhelmshaven. Bevor es jedoch zur Besichtigung ging, durften wir uns eine kleine Präsentation über das Unternehmen als solches anhören. Unter anderem wurde uns erklärt wie viele Standorte Aerotec insgesamt hat und dass jeder Standort für einen anderen Teil der Fertigung zuständig ist. Aerotec in Varel ist beispielsweise für die Fertigung des Gerüsts und den Antrieben und für den Eurofighter zuständig. Nach der kleinen Einführung wurde die Gruppe geteilt und über das Werksgelände geführt. Unsere Gruppe war zuerst in der Fertigungshalle für die Bogenelemente, die den Flugzeugrumpf aufspannen. In der Halle wurde uns eine Zerspannungsmaschine erklärt und der Weg vom Alu-/Titanrohling bis hin zum fertigen Bogenelement aufgezeigt. Da viele Teile eines Flugzeugs sehr robust sein müssen, werden einige Teile für bestimmte Flugzeuge aus Titan gefertigt, um eine höhere Stabilität bei ähnlichem Gewicht zu erreichen. Nachteilig an Titan ist jedoch, dass die Maschinen einen sehr viel höheren Verschleißgrad aufweisen bzw. ungleich härter sein müssen, da Titan doch um einiges schwieriger zu zerspannen ist als Aluminium, welches weich und formbar ist. Als nächstes ging es in die Halle, in der der Eurofighter entwickelt und gefertigt wird. Das war recht interessant, da der Eurofighter momentan auch im Gespräch ist und in Deutschland 104 von den 109 bestellten schon im Einsatz sein sollen. Die sich daran anschließende Halle war etwas ungewöhnlich aufgebaut, da hier die Tankabdichtung des Eurofighters, dessen Tank sich zwischen Gerippe und Außenhaut befindet, aufgetragen und gehärtet wurde. Hierfür muss eine konstante Luftfeuchtigkeit von 100 % herrschen, damit die Dichtung sich nicht im späteren Gebrauch auflöst und die Tankfüllung ins Flugzeuginnere durchlässt.

Aus geodätischer Sicht kam das Spannendste zuletzt, als die Gruppe in eine Halle kam, in der Gerüstteile und Türrahmenteile geprüft werden. Hierfür wird ein Lasertracker von Leica verwendet, der bestimmte Punkte des Gerüsts aufnimmt und das Ganze auf Deformation überprüft. Die Gerüstteile werden auf bestimmte Arbeitsbänke aufgespannt, welche vorher exakt eingemessen wurden. Mit dem Prisma werden dann bestimmte Punkte abgetastet, die wichtig für die Deformationsanalyse sind.

Insgesamt war es eine gelungene Exkursion, die gezeigt hat, dass Geodäten vielseitig einsetzbar sind und Geodäsie in sehr vielen Bereichen genutzt und eingesetzt wird.

Da Fotokameras leider nicht erlaubt waren, wurden hierzu auch keine Bilder eingereicht.



Nord-West-Ölleitung

Exkursion NWO

Die NWO (Nord-West-Ölleitung) wurde 1956 als erste Mineralölföhrleitung in Europa gegründet und versorgt seither Raffinerien im Emsland und Rhein-Ruhr-Gebiet. Nach einem Vortrag über die Geschichte und des heutigen Arbeitsfeldes des Dienstleistungsunternehmens folgte ein kurzer Vortrag über verschiedene Aufgaben in der Vermessung, die tagtäglich durchgeführt werden, um die Sicherheit zu gewährleisten, Betriebsanlagen intakt zu halten und vieles mehr. Es arbeiten insgesamt drei Vermessungsingenieure am Standort Wilhelmshaven.

Anschließend gab es eine Führung zu den Anlagen auf dem Gelände. Dazu gehört die Tankerlöschbrücke, auf der ein 200.000 Tonnen schwerer Öltanker angedockt



war, um Mineralöl abzupumpen. Die Besichtigung der etlichen Tanklager musste aus Sicherheitsgründen aus dem Bus stattfinden. Sie lagern verschiedenste Öle und werden von dort aus in die Fernleitungen gepumpt, außerdem sind verschiedene Kavernenanlagen an die Leitungen angebunden.

Zum Abschluss gab es eine kurze Besichtigung im kleinen privaten Firmenmuseum, in dem es Miniaturmodelle der Betriebsanlagen und geschichtliche Texte gab. Das Besondere der NWO ist der einzige deutsche Tiefwasserhafen, der sich nun als Knotenpunkt für Umschlag, Lagerung und Durchleitung zum bedeutsamsten Mineralölimporthafen entwickelte.

Exkursion „Überraschung“

Die Exkursion Überraschung war eine Alternative zu den eigentlich geplanten Ausflugszielen „VW-Werk“ und „Brauereibesichtigung“, welche leider aus firmentechnischen Gründen ausfallen mussten.

Die Exkursion entpuppte sich als spontane Stadtführung durch Oldenburg. Die Führung startete vor der Jade-Hochschule Oldenburg und führte vorbei an der Doppenwiese, welche im Sommer zu freizeitlichen Aktivitäten und Entspannung einlädt, direkt zum alten Landtag. Der alte Landtag diente 1918 als Sitz des Parlaments und der Regierung des Freistaates Oldenburg. Heute dient dieses Gebäude als Veranstaltungsort und Hauptsitz der Polizeidirektion. Die Tour ging weiter in den Eversten Holz, welcher mit seiner 2,5 km langen Laufstrecke überwiegend von Freizeitsportlern genutzt wird. Anschließend wurde der Oldenburger Schlossgarten besichtigt. Der Schlossgarten wurde seit über 200 Jahren kaum verändert und besitzt noch überwiegend seinen ursprünglichen Baumbestand. Jeder Baum und jede Straße ist in einem Bebauungsplan explizit geplant worden. Der rund 16 ha große Park steht unter Naturschutz und beherbergt sogar ein Tropenhaus. Vorbei am Pulverturm, der direkt am Schlosswall liegt, führte die Tour zur St-Lamberti Kirche auf dem Oldenburger Marktplatz. Die Kirche besitzt aufgrund von mehreren Umbaumaßnahmen 5 Türme und eine verschachtelte Bauweise. Die Führung endete nach ca. 3 Stunden in der Oldenburger Einkaufsstraße.



Im Namen aller Teilnehmer der Uni Stuttgart bedanke ich mich recht herzlich für den Fahrtkostenzuschuss durch den Förderverein F2GeoS.

Große Geodätische Exkursion 2016 in den Niederlanden, 4.4.2016 – 8.4.2016

Sehr geehrte Damen und Herren des Vereins „Freunde des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik an der Universität Stuttgart e.V.“,

wir freuen uns Ihnen den Abschlussbericht unserer diesjährigen „Großen Geodätischen Exkursion“ präsentieren zu können. Diese fand vom 4. April bis 8. April 2016 unter der Planung und Leitung des Geodätischen Institutes, konkret Herrn N. Sneeuw, Frau W. Herzog und Herrn M. Tourian statt.

Die Exkursion führte uns in einem komfortablen Reisebus von Stuttgart über Enschede, Delft, Hoek van Holland, Rotterdam, Leidschendam, Noordwijk bis nach Amsterdam. Zeitliche Planung und detaillierte Berichte entnehmen Sie bitte den nachfolgenden Seiten.

ITC - Enschede

Montag 4. April 2016

Bericht von: Lewin Hajer & Niclas Stillin

Nach fast 7 stündiger Busfahrt von Stuttgart nach Enschede erreichten wir, 17 Studierende des ersten Mastersemesters Geodäsie & Geoinformatik, Herr Sneeuw, Herr Tourian und Frau Herzog, gegen 14:00 Uhr unsere erste Station, das ITC. Das ITC wurde 1950 unter dem Namen International Training Centre for Aerial Survey gegründet. Seit 2010 ist das ITC Teil der Universität Twente in Enschede und bildet dort die Fakultät für Geoinformation und Erdbeobachtung (Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation).

Nach einem herzlichen Empfang mit Kaffee und Keksen wurden uns in mehreren Vorträgen die Geschichte des ITCs, der Ablauf eines dort zu absolvierenden Studiums, sowie die aktuellen Arbeitsbereiche bzw. Projekte präsentiert.

Der erste Vortrag von Markus Gerke handelte von der Geschichte, den Aufgaben und vom Studium am ITC. Das Arbeitsfeld des ITCs lässt sich grob in die Bereiche Kataster, Wasser, und Geoinformationssysteme gliedern.

Die Themenbereiche, die während eines Studiums am ITC abgedeckt werden, sind Geowissenschaften (earth sciences), Wassermanagement (water management), Stadtplanung (urban planning), Landverwaltung (land administration), Katastrophenmanagement (disaster management) und Lebensmittelkontrolle (food security). Im Gegensatz zum Geodäsiestudium an der Universität Stuttgart werden die einzelnen Bereiche dort nacheinander und innerhalb von 3-Wochen-Modulen abgearbeitet.



**Herr Jaap Zevenberger mit
Herr Sneeuw im Gespräch**

Anschließend hörten wir einen Vortrag von Jaap Zevenberger über das Thema Globale Katastererfassung. Das ITC beschäftigt sich damit einfache und kostengünstige Wege zur Katasteraufnahme in anderen Ländern zu finden, da z.B. viele Länder der dritten Welt noch über kein Kataster verfügen. Hinzukommt, dass sie auch nicht über die entsprechenden Mittel verfügen genug Fachpersonal auszubilden und entsprechende Geräte zu beschaffen, mit denen ein Kataster aufgenommen werden kann. Dabei wird durch den hohen ausländischen Anteil des ITC eine direkte Brücke in betroffene Länder gebaut und es werden Projekte vor Ort unterstützt und dabei neue Verfahren getestet. Beispielsweise wird hier mit Satellitenfotos gearbeitet z.B. auch in Verbindung mit Crowdsourcing, in dem mit den Bewohnern vor Ort die einzelnen Grenzen der Grundstücke abgelaufen und dabei mit Hilfe der Fotos aufgenommen werden.

Die nächste Präsentation von Rob Lemmens behandelte das Thema Crowdsourcing und den Möglichkeiten zu dessen Verbesserung. Darin wurde uns das Project „Human Sensor Web“ vorgestellt, welches auf Sansibar getestet wurde. Dieses Projekt soll der Bevölkerung auf Sansibar Informationen über die Wasserverfügbarkeit aller Brunnen bereitstellen. Die Grundlage für diese Informationen kommt von der Bevölkerung selbst, die mittels einfachen Textnachrichten vom Mobiltelefon Auskunft über die Wasserverfügbarkeit an jedem registrierten Brunnen geben kann. Darüber hinaus können auf diese Weise auch Schäden gemeldet werden. So wird versucht sicherzustellen, dass die betroffenen Brunnen schnellstmöglich repariert werden können.

Zu guter Letzt präsentierte uns erneut Herr Markus Gerke Möglichkeiten, die Umwelt zu erfassen und zu modellieren. Hier ging es um die schnelle und einfache Erstellung von 3D Stadtmodellen und BIM (Gebäude-datenmodellierung). Dabei wird eine durchgehende Erfassung von Baubeginn bis Abriss angestrebt. Da oft auch nur ein Gebäude aufgenommen werden soll, haben sich hier Befliegungen mit Flugzeugen als zu ungenau sowie zu teuer und damit als nicht sinnvoll erwiesen. Vor diesem Hintergrund wurden UAV's als Lösung angesehen, zumindest für die Außenflächen von Gebäuden. Im Innenraum wird dagegen auf eine Lösung aus Laserscanning und Bildern gesetzt, da durch die Kombination von Punktwolken und Texturen eine hohe Qualität erreicht wird.

Nachdem wir uns verabschiedeten, fuhren wir mit dem Bus weiter nach Scheveningen in Den Haag, um in unser Hostel einzuchecken.

Rijkswaterstaat - Delft

Dienstag 5. April 2016

Bericht von: Sabine Mahr & Christina Huber

Das Büro für Wasserbau oder auch „Rijkswaterstaat“ ist seit über 200 Jahren als ausführende Behörde des niederländischen Ministeriums für Infrastruktur und Umwelt mit dem Bau und der Unterhaltung von Straßen und Wasserwegen in den Niederlanden beauftragt. Vor Ort erwarteten uns Vorträge zu den Themen Höhen, Insar, Höhenmodelle und Kataster.

Der erste Vortrag über Höhen in den Niederlanden umfasste unter anderem den Amsterdamer Pegel (NAP) und seine vertikale Genauigkeit. Auch verschiedene Geoid-Modelle (Referenzsysteme) wurden vorgestellt. Begonnen bei dem in den Niederlanden verwendeten Geoid „NLGEO 2004“, über den aktuellen vertikalen Referenzrahmen für das Festland, die Watteninseln und das Kontinentalschelf „NEVREF“ und dem europaweiten vertikalen Referenzsystem „EVRS“.



Der zweite Vortrag befasste sich mit verschiedenen Insar-Missionen, Funktionsprinzipien und mögliche Fehlereinflüsse. Für die Niederlande kommen die Missionen „ERS“, „ENVISAT“, „RADARSAT“ und „Sentinel 1“ in Frage. Auch die Scannersysteme mit welchen die Missionen ausgestattet sind wurden erläutert. Am Häufigsten angewendet wird der „Stripmap-Mode“, aber auch andere Moden wie Scansar, Spotlight oder Tops werden genutzt.

Es folgte ein Vortrag über Höhenmodelle und deren Notwendigkeit. Das Thema Höhenmodelle ist für die Niederlande besonders interessant, da die Niederlande sich zu 55 % unter dem Meeresspiegel befinden. Die Daten für die Höhenmodelle werden aus LIDAR-Daten gewonnen. Die detaillierten und genauen Höhendaten werden als AHN-Dateien festgehalten (AHN= Aktuelles Höhenmodell Niederlande) Die momentane Höhengenaugkeit des „AHN2“ liegt bei 5cm. Im Jahr 2019 folgt das aktualisierte „AHN3“ mit entsprechender Genauigkeit. Alle gewonnen Daten bzw. Massen-Punktwolken sind in den Niederlanden frei verfügbar (Open Data) und können von jedermann genutzt werden.

Der letzte Vortrag befasste sich mit dem Kataster im Zusammenhang mit GNSS-Messungen. Zuerst wurden die nötigen Transformationen besprochen. Anschließend war die Erfassung von Referenzpunkten mittels GNSS-Footprint, Nivellement und Gravimetrie ein großes Thema. Auch in den Niederlanden sind verschiedene Referenzstationen durch NETPOS realisiert. Hierbei handelt es sich um einen niederländischen Positions Service. Die innovative Idee Blindenleitlinien künftig mittels GPS-Nutzung im Alltag zu realisieren bildete den Abschluss der Vortragsreihe des Wasserbauamts.

Bevor wir zu unserer nächsten Station nach Hoek van Holland aufbrachen, wurde uns freundlicherweise ein echtes holländisches Mittagessen im Besprechungsraum serviert. Es bestand aus verschiedenen belegten Brötchen, Milch sowie Buttermilch und süßen Rosinenbrötchen zum Nachtisch, auch an verschiedenen Getränken wie Wasser, Kaffee, Tee und Säften fehlte es nicht. Da wir im Besprechungsraum dinierten hatte der ein oder andere noch die Möglichkeit offen gebliebene Fragen im persönlichen Gespräch zu klären sowie Kontakte zu knüpfen.

Het Keringhuis - Hoek van Holland

Dienstag 5. April 2016

Bericht von: Karoline Stumpf & Anne Rahn

Auf unserer Exkursion in die Niederlande besuchten wir am Dienstag Nachmittag das Sturmflutwehr in Hoek van Holland nahe Rotterdam. Beim Besuch des Besucherzentrums Het Keringhuis und einer Besichtigung des Wehrs erfuhren wir einiges über die Geschichte und den Bau des Sturmflutwehrs, sowie über die Grundlagen von Hollands Wasserproblemen und den damit eingehenden Bemühungen die Wassermassen zu managen.

Mit der Flutkatastrophe im Jahre 1953, die 1853 Opfer forderte und über 2.700 Menschen zu Obdachlosen machte, begannen die Überlegungen wie man die Niederlande vor Überflutung diese Art in Zukunft schützen könne. Man war sich einig, dass solch eine verheerende Katastrophe sich auf keinen Fall wieder ereignen sollte und so begann die Ausarbeitung und Umsetzung des Deltaplan. Der Deltaplan sollte den größten Teil der Niederlande (etwa zwei Drittel der Landfläche) vor weiteren Überschwemmungen mit Hilfe von Dämmen und Deichen schützen. Aufgrund der Geographie Hollands mit seinen vielen ins Land ragenden Meeresarmen von der

Seeseite sowie vielen Flüssen von der Landseite, war dies kein leichtes Unterfangen. Die „Meerseite“ sollten so verschlossen werden, dass sie die Menschen vor Sturmfluten schützt, gleichzeitig aber auch den natürlichen Wasserhaushalt wie beispielsweise den Salzgehalt nicht veränderte. So entstanden beispielsweise das Oosterschelde Sturmflutwehr oder der Brouwersdam mit der Brouwerssluis. Das größte Problem ergab sich vor allem im Rhein-Maas-Delta vor Rotterdam und seinem großen Hafen. Dort musste ein Wehr gebaut werden, welches zum einen den Schiffsverkehr nicht beeinträchtigt, so dass der Hafen weiterhin auch für große Schiffe geöffnet bleiben konnte und zum anderen das biologische Gleichgewicht des Wassers nicht gestört wurde. Folglich wurde zum ersten Mal eine Konstruktion entwickelt, bei der zwei große bewegliche Tore an Land liegen. Diese sind großräumig beweglich und können im Falle einer Sturmflut ins Wasser gelassen und geschlossen werden und verhindern so das Eindringen ungewollter Meerwassermassen. Ihre Beweglichkeit verdanken die bogenförmigen Tore insbesondere riesigen Kugelgelenken, deren Durchmesser 10 Meter betragen. Die gesamte Torkonstruktion entspricht in etwa der Größe des Eiffelturms und ist damit etwa 20 Meter hoch und 200 Meter lang und dreimal so schwer.



Keringhuis und eines der Sturmflutture im Hintergrund

Nach sechs Jahren Bauzeit war das Maeslant-Sturmflutwehr 1997 betriebsbereit. Solange keine Flut das Land bedroht, ruhen die Tore an Land, stören den natürlichen Wasserstrom nicht, lassen die Schifffahrt ungehindert passieren und werden dadurch auch indirekt vor einem Abnutzen im Wasser geschützt. Computer berechnen alle zehn Minuten, ob eine mögliche Bedrohung durch eine Sturmflut vorliegt. Dazu wird der Wasserstand gemessen sowie das Wetter und dessen Auswirkungen auf das Wasser kontrolliert. Kommt es zu einer Bedrohung durch eine Sturmflut, werden die an Land liegenden Tore mit Wasser geflutet, dadurch senken sie sich und bewegen sich gleichzeitig aufeinander im Wasser zu. Der gesamte „Schließungs-Prozess“ dauert zweieinhalb Stunden. Allerdings schließen die Tore nicht vollständig. In der Mitte bleiben sie ca. 1,5 Meter geöffnet. So wird verhindert, dass die Tore nicht aufeinander prallen und das Wassergleichgewicht gewahrt bleibt. Es erfolgt nur dann eine Schließung, wenn das Wasser sicher über den Amsterdamer Pegel von drei Meter steigt. Aus Berechnungen lässt sich ableiten, dass so ein Zustand nur alle fünf Jahre vorkommt. In der Realität musste das Maeslant-Sturmflutwehr bisher jedoch erst einmal, bei der Sturmflut 2007 geschlossen werden.

Harbour Tour - Rotterdam

Dienstag 5. April 2016

Bericht von: Tatjana Immel & Stefan Kohler

Als Ausgleich zu den doch recht vielen Fachvorträgen war für Dienstag Nachmittag eine Hafenrundfahrt in Rotterdam angesetzt. Bevor wir das Schiff bestiegen, konnten wir bei schöner Kulisse zunächst die Wartezeit mit einem Gruppenfoto überbrücken.



Selbstverständlich sicherten wir uns die besten Plätze auf dem Sonnendeck, von wo aus man einen guten Ausblick in alle Richtungen hatte. Aufgrund des starken Windes entschieden sich einige Studenten nach kurzer Zeit eine Etage tiefer ins „Warme“ zu gehen. Hier konnte man den Informationen über den Hafen akustisch besser folgen. Unter anderem lernten wir etwas über die Zerstörung eines Teilabschnittes im Zweiten Weltkrieg oder über die Docks, in denen kaputte Schiffe repariert werden. Als drittgrößter Seehafen der Erde wird im Rotterdamer Hafen jedes Jahr eine Masse von ca. 500 Mio. Tonnen umgeschlagen. Neben den historischen Bauten gab es unter anderem auch noch die vielen Container zu bestaunen oder das größte in Holland gebaute Passagierschiff, welches inzwischen als Hotel dient. Gegenüber dem Passagierschiff liegt der kleine Sandstrand, der bis 1934 als Quarantäne diente. Bei schöner Abendsonne ließ sich der Tag auf der Rundfahrt entspannt ausklingen.

Fugro - Leidschendam

Mittwoch 6. April 2016

Bericht von: Manuel Jetter & Tobias Pfitzenmaier

Fugro ist ein Unternehmen, das geophysikalische und geotechnische Dienstleistungen anbietet. Sie sind hauptsächlich auf die Erdöl- und Erdgasindustrie spezialisiert, wobei der Sektor der erneuerbaren Energien immer mehr Bedeutung gewinnt. Weitere Marktsektoren sind Bauwesen und Infrastruktur, Bergbau, Wasser und Industrie. Für diese Aufgaben stehen dem Unternehmen eine Vielzahl eigener Schiffe, Flugzeuge etc. zur Verfügung. Fugro agiert weltweit, darunter sind 15 Standorte in Deutschland.

Modelle zweier Fugro Schiffe



In Rahmen der Geodätischen Exkursion wurden sowohl Onshore als auch Offshore Anwendungen vorgestellt.

Der erste Vortrag stellte die Software Roames vor. Sie dient der Erstellung eines 3D-Modells der oberirdischen Stromleitungen. Neben dem Stromnetz werden zusätzlich die Vegetation, Gebäude und die Oberfläche mit Lidar erfasst. So können beispielsweise die geforderten Sicherheitsabstände und mögliche Defekte überprüft werden. Der Vortrag „Accurate Railway Scanning“ behandelte die Anwendungen RILA und Railmap beziehungsweise deren Kombination. Sie dienen dem mobile mapping von Schienentrassen. Die Schienenstränge, die Geometrien und die Topografie der nahen Umgebung werden dabei mit Lidar und Photos aufgenommen.

Die beiden Vorträge im Offshorebereich behandelten die Wichtigkeit von GIS-Systemen bei der Nutzung des Meeres und seines Untergrundes und die Vielzahl der Techniken zur Erhebung der erforderlichen Daten. Hierbei wurden die Wichtigkeit der genauen GNSS-Navigation und die Unterschiede der zur Offshore-Vermessung verfügbaren Sonar- bzw. Kamera-Technologien erläutert. Diese Methoden werden verwendet um Pipelineverläufe – sowohl unter als auch über dem Meeresgrund – zu rekonstruieren, Windräder zu installieren oder nach Flugzeugwracks zu suchen.

ESTEC - Noordwijk

Mittwoch 6. April 2016

Bericht von: Guan Ruomeng & Zhao Yuzhe

Gegen 12 Uhr erreichten wir das ESTEC Gelände, wo wir nach einem Sicherheitscheck, der auch die Vorlage unserer Ausweise erforderte, von Herrn Robert Willemsen aus der PR Abteilung in Empfang genommen wurden. Herr Willemsen sollte uns heute durch das Programm führen.

Unser Aufenthalt startete mit einer Stärkung im ESTEC Casino, wo wir auf eigene Kosten (die sich sehr im Rahmen hielten) ein sehr leckeres Mittagessen zu uns nahmen.

Unsere Führung selbst begann mit Ausführungen zum „Rosetta Landing“, die uns Herr Willemsen vor einem Modell des Kometen Tschurjumow-Gerassimenko, auf welchem wohl bekanntlich die Sonde Philae landete, gab.

Nach einer kurzen Pause, in welcher wir Gelegenheit hatten uns nochmals selbst umzusehen und Fotos zu machen, ging es über das Gelände zum „Main Erasmus Centre“ in einen Besucherraum, wo uns eine Reihe von Vorträgen erwartete.

Die Vortragsreihe startete mit einem Überblick über ESA und ESTEC. ESTEC (European Space Research and Technology Centre) das Europäische Weltraumforschungs- und Technologiezentrum mit Sitz in Noordwijk ist ein Teil der ESA, European Space Agency (Europäische Weltraumorganisation). Die ESA hat 22 Mitgliedsstaaten und ein assoziiertes Mitglied, Kanada. Das ESA Budget im Jahr 2016 beträgt rund 5,2 Billionen € und entspricht damit in etwa einem sechzehntel des NASA Budgets. Der größte Anteil wird für die Erdbeobachtung eingesetzt gefolgt von „Launch“ und „Navigation“. Die ESA hat eine sogenannte „industrial policy“, die besagt, dass ca. 35 % des eingesetzten Budgets in die Europäische Industrie investiert werden muss.

Die ESTEC als Weltraumforschungs- und Technologiezentrum ist so zu sagen das technische Herz der ESA. Die ESA betreibt eine Vielzahl von Projekten. Diese werden häufig in Kooperation mit anderen Raumfahrtagenturen durchgeführt z.B. Space Projekten, „Gaia“ (2013-), „Mars Express“ (2003-), „Rosetta“ (2004-), um nur einige zu nennen. Im Rahmen von „Mars Express“ werden Mars und seine Atmosphäre insbesondere auf organisches Leben untersucht.

„Gaia“ ist eine astronomische Weltraumsonde, die eine hochgenaue optische Durchmusterung des gesamten Himmels durchführt. Dabei soll rund ein Prozent der Sterne unserer Milchstraße (die aus geschätzt mehr als 100 Milliarden Sternen besteht) astrometrisch, photometrisch und spektroskopisch mit bis dahin unerreichter Genauigkeit kartographisch erfasst werden.

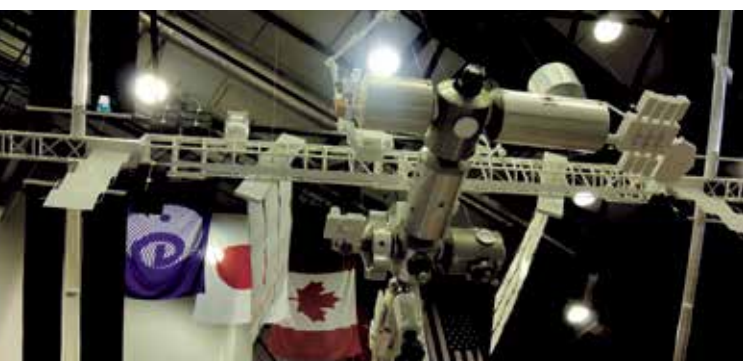
Zu guter letzt wurde die bekannte „Rosetta“ und dessen Sonde Philae, der erste von Menschen gebaute Apparat, der auf einem Kometen weich landete präsentiert. Der Lander der ESA war mit der Raumsonde Rosetta seit dem 2. März 2004 zum Kometen 67P/Tschurjumow-Gerassimenko unterwegs und ist am 12. November 2014 auf ihm gelandet. 67P/Tschurjumow-Gerassimenko ist der erste Komet und der siebte Himmelskörper insgesamt, der von einer gelandeten Raumsonde erforscht wurde oder noch wird.

Darüber hinaus gibt es noch eine Vielzahl weiterer Projekte folgende Bereiche betreffend: „Earth Explorers“ und „Telekommunikationsprojekte“, „EDRS“ (European Data Relay System), „Navigation“ insbesondere „Galileo“, „Human Spaceflight“, „International Space Station“ (ISS) und viele mehr. Die aktuellen wissenschaftlichen Aufträge umfassen unter anderem „Mars Express“, „Rosetta“, „Gaia“, „Galileo“, „GOCE“ und „LISA Pathfinder“.

Nach Beendigung der Vorträge ging es in eine Art 3-D Kino zu einem virtuellen 3-D Rundgang über das Gelände und die Arbeitsplätze von ESTEC.

Danach besichtigten wir einen großen Ausstellungsbereich mit einer Vielzahl an faszinierenden Exponaten, der technischen Entwicklungen der ESA.

Unter anderem erhält man Informationen über „A330 Zero G“, Parabelflug. Das ist ein besonderes Flugmanöver, bei dem das Flugzeug eine zur Erdoberfläche geöffnete Wurfparabel beschreibt. Der Zweck dieses Manövers ist das Erreichen von Schwerelosigkeit, der Simulation einer verminderten Schwerkraft. Zur Eingewöhnung können auch flachere Parabeln geflogen werden, die die Schwerkraft auf der Oberfläche des Mars (0,38g) oder Mondes (0,16g) simulieren, bevor in mehreren wellenartigen Flügen Schwerelosigkeit ermöglicht wird.



Ein Modell des ISS (International Space System), welches seit 1998 in internationaler Kooperation erfolgreich betrieben und ausgebaut wird, ist ebenfalls ausgestellt. Die beteiligten Länder sind USA, Russland, Japan, Kanada und Europa. Das Raumlabor Columbus ist ein Wissenschaftslabor der Internationalen Raumstation (ISS) und der größte Beitrag der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) zu der Station.

Modell des ISS



**Innenansicht esa
Raumlabor Columbus**

In einer Video-Vorführung erhielten wir Informationen darüber, wie das Leben an Bord einer Raumstation aussieht. Selbstverständlich werden

die Astronauten gut vorbereitet, trainiert und einer Reihe von Checks unterzogen bevor sie auf eine Raumstation entsandt werden. Aber nicht nur die Astronauten werden geprüft, sondern auch die „Raumfahrzeuge“ werden einer Vielzahl an Prüfungen unterzogen, bevor es ins All geht. Ein besonders wichtiger Test ist der sogenannte „Schütteltest“. Dazu wurde in einem separaten Raum eine Vorrichtung mit 3 Achsen konstruiert, die es erlauben, auch große Gegenstände, stärksten Schüttelungen auszusetzen und so zu testen. Darüber hinaus gibt es auch noch den Vakuum- und Auskitttest, auch hierfür gibt es speziell entwickelte Räume und Vorrichtungen. Darüber hinaus gab es noch eine Reihe weiterer interessanter Exponate.

Nach einem ereignisreichen Tag ging es etwa müde, jedoch voller neuer Eindrücke und Erkenntnisse zurück zu unserer Unterkunft nach Den Haag.

Canal Cruise - Amsterdam

Donnerstag 7. April 2016

Bericht von: Xin Jie

Nachdem wir in unserer Unterkunft in Den Haag ausgecheckt hatten, fuhren wir gegen 8:30 Uhr los nach Amsterdam. Etwa eine Stunde später erreichten wir unser Ziel den Anleger der „Blue Boot Company“ an der Singelgracht, mit welcher wir eine „Amsterdam Grachtenrundfahrt“ unternahmen. Die Kanäle in Amsterdam prägen den historischen Anblick der Stadt. Die Gesamtlänge beträgt mehr als 80 Kilometer. Die Kanäle werden von rund 1.400 nummerierten Brücken überspannt. Die drei wichtigsten Kanäle sind die Herengracht, Keizergracht und Prinsengracht.

Unser Boot war mit einem Audiosystem ausgestattet, so dass wir innerhalb unserer 75-minütigen Stadtkanal-Rundfahrt nicht nur einen guten Überblick über Amsterdam und seine wichtigsten Sehenswürdigkeiten erhielten, sondern auch noch viele interessante, aufschlussreiche Informationen und historische Hinweise. Unsere Tour führte uns von der Singelgracht (gegenüber dem Heineken Experience) durch die Amstel hindurch durch andere wichtige Kanäle vorbei am Hauptbahnhof und wieder zurück, dabei konnten wir unter anderem die folgenden Sehenswürdigkeiten bewundern.

Koninklijk Theater Carré

Das Theater wurde im Jahr 1887 erbaut und zunächst als festes Zirkusgebäude, später auch als große Musikhalle genutzt. Bis 1911 durfte es die Bezeichnung Königliches Theater (Koninklijk) führen. Seit seinem 100 jährigen Jubiläum im Jahr 1987 trägt es diese Bezeichnung nun wieder.

Das Theater wurde von Oscar Carré einem deutschen Zirkusdirektor als „Circus Carré“ erbaut, mit dem Ziel auch während der kalten Wintermonate Vorstellungen geben zu können. Es ist architektonisch in einem repräsentativen Neorenaissance-Stil gehalten. Am 3. Dezember 1887 fand die erste Vorstellung statt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde das Gebäude auch für Varieté- und Revue-Vorstellungen genutzt. Zeitweise wurden auch italienische Opern und Operetten aufgeführt. Niederländische Stars, aber auch internationale Berühmtheiten wie Josephine Baker oder der Clown Grock sind hier bereits aufgetreten.



Hermitage Amsterdam

Die „Eremitage Amsterdam“ ist ein niederländisches Museum an

der Amstel. Das Museum ist ein Ableger der „Eremitage“ in Sankt Petersburg. Es wurde am 19. Juni 2009 von Königin Beatrix und dem russischen Präsidenten Medwedew eröffnet. Bereits im Februar 2004 wurde ein kleiner Ableger in einem Gebäude neben der heutigen Eremitage eröffnet. Dieses Gebäude ist nun die Eremitage für Kinder.

Het Scheepvaartmuseum

Het Scheepvaartmuseum ist ein Schifffahrts- und Rijksmuseum über die Geschichte der Seefahrt in Amsterdam. Seit 1973 befindet sich das Museum im Zeemagazijn (Seemagazin), dem früheren Magazin der Admiralität Amsterdam. Dieses monumentale Gebäude wurde von Daniel Stalpaert (1615–1676) entworfen und diente ursprünglich als Lagerhaus. Der frühere Name war Historisch Scheepvaartmuseum.

Amsterdam Centraal (Amsterdam Hauptbahnhof)

Amsterdam Centraal ist der Hauptbahnhof der niederländischen Hauptstadt Amsterdam. Als einer der wichtigsten Fernbahnhöfe in den Niederlanden ist der Amsterdamer Hauptbahnhof Haltepunkt der Hochgeschwindigkeitszüge ICE International, Thalys und des europäischen Nachtreisezuges CityNightLine.

Anne-Frank-Haus

Das Anne-Frank-Haus ist ein Museum, das dem jüdischen Holocaust-Opfer Anne Frank gewidmet ist. In diesem Haus in Amsterdam hielt sich Anne Frank mit Ihrer Familie vor der Verfolgung durch die Nationalsozialisten versteckt und hielt ihre Erlebnisse und Gedanken in einem Tagebuch fest, das nach dem Krieg als „Tagebuch der Anne Frank“ von Ihrem Vater Otto Frank veröffentlicht wurde. Das Tagebuch der Anne Frank gilt als ein historisches Dokument aus der Zeit des Holocaust.

Am Ende unserer Rundfahrt hatten wir einen guten Eindruck von Amsterdam, seiner Historie und dem großen Kulturgut gewonnen.

NAP - Amsterdam

Donnerstag 7. April 2016

Bericht von: Julien De Keersmacker

Der Amsterdamer Pegel (nl. Normaal Amsterdams Peil) ist die Grundlage verschiedener Höhensysteme Europas, darunter Deutschland. Wie der Name bereits vermuten lässt, hat dieser seinen Ursprung in Amsterdam.

Im Jahr 1684 wurde für den Amsterdamer Pegel das mittlere Hochwasser als Null gewählt und in acht Marmortafeln festgehalten. 1818 wurde der Pegel von Preußen übernommen. Inzwischen wird der heutige Amsterdamer Pegel nicht in Tafeln festgehalten, sondern besitzt seinen eigenen Ausstellungsraum im Rathaus. Dort wird den Besuchern von ehemaligen, fachkundigen Geodäten die Geschichte des Pegels erläutert. Zudem sind die verschiedenen Geräte ausgestellt, mit welchen die Niederlande ihre Höhenvermessungen im Laufe der Jahrhunderte durchgeführt hat. In der Mitte des Ausstellungsraums



Ausstellungsräume und Vortrag

ist der eigentliche Pegel vermarktet. Um den Pegel stehen drei verschiedene, mit Wasser gefüllte Säulen, welche den aktuellen Wasserstand der Nordsee bei IJmuiden, der Westerschelde bei Vlissingen und einen Wasserstand der Hochwasserkatastrophe von 1953 zeigt, der in Vlissingen 4,55 Meter über dem Nullpunkt lag.

TomTom - Amsterdam

Freitag 8. April 2016

Bericht von: Patrick Schneider & Floria Fuchs

Am Freitag nach dem Frühstück stand noch ein Besuch bei der Firma TomTom an. Zur nahe gelegenen Firmenzentrale konnten wir von unserem Hostel aus bequem laufen. TomTom hatte für uns zwei Vorträge vorbereitet. Begonnen wurde mit einem Vortrag über den TomTom Live-Traffic Service. Einführend wurden die aktuellen Verkehrslagen der Städte Paris, New York, Stuttgart und Sydney gezeigt. Es wurden vor allem Staus und Fahrbahnschließungen visuell angezeigt. Die Quellen der Daten, die hierfür benötigt werden, stammen in erster Linie von den Benutzern selbst. So wurden früher die mobilen Funksignale zur Ortung benutzt (2007-2013), heute werden Sim-Karten im Telefon oder hauptsächlich die im Gerät verbauten GPS-Empfänger benutzt. Zusätzlich werden auch weitere Daten an stationären Messpunkten erhoben. Diese Daten werden anonymisiert an den TomTom Server übertragen. Um mit diesen Daten die gewünschten Ergebnisse, wie Staus oder Straßensperrungen detektieren zu können, sind eine Vielzahl von Algorithmen notwendig. Dafür gibt es eine eigene Abteilung in Berlin, die sich ausschließlich hiermit beschäftigt. Die ermittelten Daten werden gespeichert und in eine Art Modell umgerechnet. Aus diesem berechneten Modell wird eine Art Soll-Wert für die Streckenabschnitte abgeleitet. Sind die Soll-Werte von den aktuellen Ist-Werten abweichend kann auf eine mögliche Verkehrslagenänderung geschlossen werden. Diese Daten sind vielseitig einsetzbar, beispielsweise kann man hier auch überprüfen in welchen Städten am meisten Stau ist (TomTom Traffic Index).

Der zweite Vortrag beschäftigte sich in erster Linie mit dem zugrundeliegenden Kartenmaterial. Es werden täglich 1500 TB an Daten aktualisiert. Eine Aktualisierung könnte z.B. eine veränderte Streckenführung (Kreuzung in Kreisverkehr) sein. Für eine normale Navigation sind aktuelle Datensätze gut, aber nicht zwingend Voraussetzung. Die Entwicklung hin zum autonomen Fahren macht es aber notwendig exakte und korrekte Kartendaten bereitzustellen (min. 15 cm Genauigkeit). Um die geforderte Genauigkeit erreichen zu können hat TomTom die RoadDNA entwickelt. Ein Mobile Mapping System nimmt die Umgebung der Straße mit Laserscannern auf und berechnet daraus eine Art Barcode. Nun können Sensoren anhand dieses Barcodes sich in der Umgebung referenzieren. Zum Schluss wurde uns noch Anhand einer Demonstration gezeigt, wie eine Aktualisierung von Kartendaten von statten geht. Ein wichtiger Punkt bei der Aktualisierung ist dabei die Qualitätskontrolle. Dies unterscheidet das Kartenmaterial von TomTom vom Kartenmaterial von OpenStreetMap.



TomTom Live-Traffic Service

Nach diesen interessanten Vorträgen ging es zurück zu unserer Jugendherberge vor dessen Türe auch schon unser Reisebus für die Rückfahrt auf uns wartete. Nach einer etwa acht stündigen Fahrt, die eine 45 minütige Rast enthielt, erreichten wir sicher und mit neuen Erkenntnissen und Eindrücken das Gelände der Universität Stuttgart.

Entwicklung einer echtzeitfähigen C/C++ Software zur Verbesserung der GPS-Messung mittels SBAS für die Landfahrzeugnaviga- tion

Kurzbericht zur Diplomarbeit von Luis Diemer

Am Institut für Navigation der Universität Stuttgart, Juli 2014

1 Motivation

Für die Landfahrzeugnaviga-
tion haben sich die äußeren Bedingungen in den letzten Jahren im Wesentlichen aus zwei Gründen zunehmend erschwert. Ein Grund ist der kontinuierlich zunehmende Straßenverkehr, ein anderer die vor allem in Ballungszentren stetig komplexer werdende Infrastruktur.

Um das Autofahren dennoch möglichst komfortabel und sicher, sowie effizient zu gestalten forscht die Automobilindustrie vermehrt in dem Bereich des autonomen Fahrens. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Fahrspurerkennung. Mit einer Positionsgenauigkeit von ca. 10,3m¹ wird mit reinen GPS-Messungen dieses Ziel nicht erreicht.

Die SBAS gestützten GPS-Messungen erreichen eine Lagegenauigkeit von ca. 1 - 3m² und stellen zudem eine Integritätsinformation für die verwendeten Signale zur Verfügung. Damit wäre unter der Voraussetzung einer hochgenauen Kartengrundlage und eines guten Satellitenempfangs, bereits eine sehr genaue und auch zuverlässige Positionierung ohne zusätzliche Kosten für weitere Sensoren möglich.

Für die Entwicklung der Software wurde ein Ein-Frequenz Low-Cost Empfänger der Firma u-blox verwendet. Da weder die vom Empfänger berechnete Positions- noch die Geschwindigkeitslösung dokumentiert sind, werden diese in der entwickelten Software auf Basis der Beobachtungen mittels einer gewichteten Ausgleichung selbst geschätzt. Dabei werden die empfangenen Rohdaten nach den offiziellen Dokumenten IS-GPS-200G und RTCA DO229D für SBAS verarbeitet. Durch die Berechnung der Daten mit einer hardwarenahen Programmiersprache wie C/C++ wird dabei eine Positions- und Geschwindigkeitsschätzung in Echtzeit gewährleistet. Echtzeit soll in dieser Arbeit die Fähigkeit beschreiben, die empfangenen Daten innerhalb der von den Satellitenbeobachtungen vorgegebenen Taktrate von 1s zu verarbeiten und eine Schätzung für die Position und Geschwindigkeit an den Nutzer weiterzugeben.

2 Grundlagen

Aus dem Fehlerhaushalt (Kapitel 2.3) der Pseudorange (Kapitel 2.1) und Deltarange (Kapitel 2.2) ergibt sich die Notwendigkeit für das Anbringen von SBAS-Korrekturen (Kapitel 2.4) an diesen beiden GPS-Beobachtungsgrößen.

2.1 Pseudorange

Grundlage für die Positionsbestimmung bildet die Beobachtung der Pseudorange p , welche über die folgende Beobachtungsgleichung bestimmt wird:

$$p = |r| + c \cdot (\Delta t_{t,rec} - \Delta t_{t,sv}) + c \cdot \Delta t_e \quad (1)$$

Wobei $|r|$ den geometrischen Abstand zwischen Satellit und Empfänger beschreibt und $\Delta t_{t,rec}$ und $\Delta t_{t,sv}$ den Empfängeruhren- beziehungsweise den Satellitenuhrenfehler. Weitere Signallaufzeitfehler werden in dem Term Δt_e zusammengefasst. Die wesentlichen Signallaufzeitfehler sind in Tabelle 1 nach ihrer jeweiligen Fehlerquelle geordnet.

¹ W. Mansfeld. Satellitenortung und Navigation: Grundlagen, Wirkungsweise und Anwendung globaler Satellitennavigationssysteme. Vieweg+Teubner Verlag, 2010.
² ESA. User Guide for EGNOS Application Developers, Ed. 1.1. 2009.

2.2 Deltarange

Die Beobachtungsgröße der Deltarange $\dot{\rho}$ beschreibt Streckenunterschiede zwischen dem Empfänger und dem Satelliten. Für kleine Zeitintervalle kann die Deltarange als zeitliche Ableitung der Pseudorange betrachtet werden:

$$\dot{\rho} = \mathbf{v}_{\text{Rec}}^{\text{SV}} \cdot \mathbf{e} + c \cdot (\Delta \dot{t}_{\text{t,Rec}} - \Delta \dot{t}_{\text{t,SV}}) + c \cdot \Delta \dot{t}_{\text{e}} \quad (2)$$

Dieser Beobachtungsgleichung liegt die Messgröße der Dopplerfrequenz zu Grunde, welche auf Grund der Relativgeschwindigkeit $\mathbf{v}_{\text{Rec}}^{\text{SV}}$ zwischen Empfänger und Satellit entlang des sogenannten Line Of Sight Vektors $\mathbf{e}$ entsteht.

2.3 Fehlerhaushalt

Fehler bei einer GPS-Messung sind auf Laufzeitfehler des Signals zurückzuführen, weshalb die Streckenmessung zu einem Satelliten auch als Pseudorange Messung bezeichnet wird. Die Signallaufzeitfehler lassen sich nach ihrer Entstehungsquelle geordnet werden. Die unter dem Formelzeichen Δt_{e} zusammengefassten Fehler sind die nach dem anbringen von SBASKorrekturen verbleibenden Signallaufzeitfehler.

Quelle	Effekt	Formelzeichen
Satellit	Satellitenuhrenfehler	Δt_{SV}
	Satellitenorbitfehler	
Signalausbreitung	Refraktion in der Ionosphäre	Δt_{Iono}
	Refraktion in der Troposphäre	Δt_{Tropo}
Empfänger	Mehrwegefehler	Δt_{e}
	Antennenphasenzentrumsfehler	Δt_{e}
	Empfängeruhrenfehler	Δt_{Rec}

Tabelle 1: Signallaufzeitfehler Δt^1

¹ B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, und E. Wasle. GNSS - Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more. Springer, 2007.

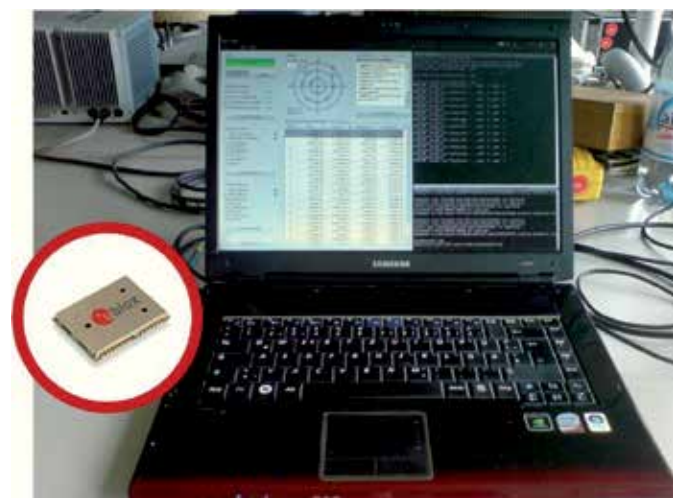
2.4 SBAS-Korrekturen

Von SBAS-Satelliten werden für die Minimierung der Troposphärenfehler, der Ionosphärenfehler und der Satellitenorbitfehler Parameter zur Berechnung von Korrekturmodellen übertragen. Der Empfängeruhrenfehler hingegen wird bei der Positionsschätzung als vierter, unbekannter Parameter mitbestimmt. Somit verbleiben der im Vergleich zu den übrigen Fehlern als gering einzustufende Antennenphasenzentrumsfehler und der antennenumbauungsabhängige Mehrwegefehler als einzige nennenswerte Fehlereinflüsse. Neben den Korrekturparametern werden auch Parameter für die Berechnung der Varianzen der Korrekturen übertragen, welche für eine gewichtete Ausgleichung genutzt werden können.

3 Vorgehensweise

Die verwendete Hardware (Kapitel 3.1) und die entwickelte Software (Kapitel 3.2), sowie zwei elementare Algorithmen (Kapitel 3.3) sollen an dieser Stelle kurz vorgestellt werden.

**Abbildung 1: Hardware des Messsystems.
PC und u-blox Empfänger.**



3.1 Hardware

Als Hardware Komponenten dienen ein Laptop mit einem Arbeitsspeicher von 4GB und einem 2,53GHz Dual-Core-Prozessor, sowie ein GPS-Empfänger der Firma u-blox (siehe Abbildung 1). Der Ein-Frequenz-Empfänger der Baureihe LEA-6T wird der Gruppe der Low-Cost-Empfänger zugeordnet und zeichnet sich wie die meisten Empfänger in diesem Preissegment durch eine hohe Sensitivität aus. Das bedeutet, dass auch sehr schwache Signale empfangen und für eine Positionsschätzung verwendet werden können. Der Empfänger überträgt über eine USB-Schnittstelle sowohl NMEA Daten, als auch die empfangenen Rohdaten in binärer Form, welche für die Weiterverarbeitung gelesen und in die entsprechenden C/C++ Klassen gespeichert werden.

3.2 Software

Die Software wurde unter der Linux-Distribution Ubuntu entwickelt. Sie ist in der Lage innerhalb einer Sekunde eine Positions- und eine Geschwindigkeitsschätzung durchzuführen. Diese Werte werden auf einer mit Qt entwickelten GUI ausgegeben. Die GUI bietet ebenfalls die Möglichkeit verschiedene Einstellungen vorzunehmen (siehe Abbildung 2). Unter anderem können nach Bedarf die von SBAS zur Verfügung gestellten Korrekturmodelle aus den vom Empfänger ausgelesenen Rohdaten berechnet und an die Positionsschätzung angebracht werden. Ein schematischer Überblick über den Programmablauf soll in Abbildung 3 dargestellt werden.



Abbildung 2: Screenshot der mit der C/C++ Klassenbibliothek Qt entwickelten Software Oberfläche.

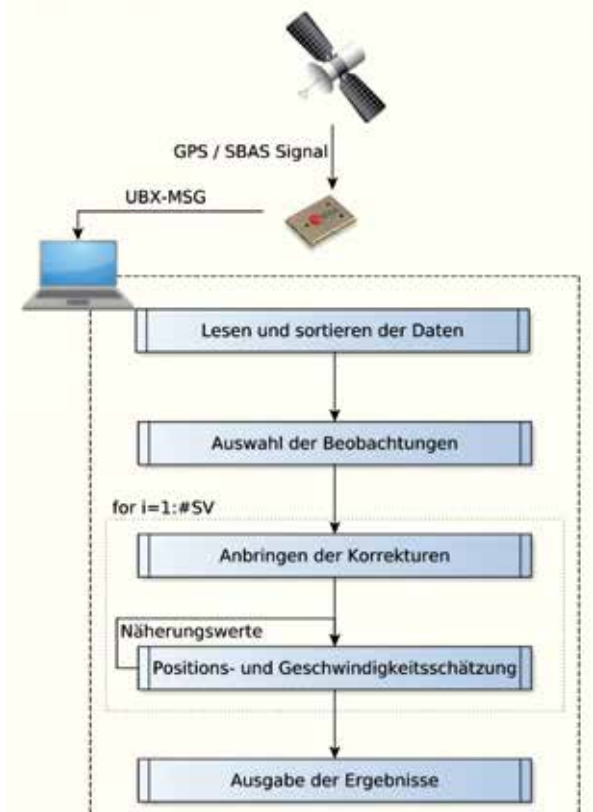


Abbildung 3: Schematischer Programmablauf.

3.3 Ausgleichung

Sowohl die Positions- als auch die Geschwindigkeitsschätzung wurden in der entwickelten Software nach der Methode der kleinsten Quadrate implementiert.

3.3.1 Positionsschätzung

Die gesuchte Empfängerposition ergibt sich aus Gleichung 1 und kann nur in einem nicht linearen Zusammenhang dargestellt werden, weshalb eine Linearisierung nach Taylor angewandt werden muss um zu folgendem funktionalem Modell zu gelangen:

$$\begin{bmatrix} \rho_1 - |\mathbf{r}_{0,1}| + c \cdot \Delta t_{t,SV,1} \\ \rho_2 - |\mathbf{r}_{0,2}| + c \cdot \Delta t_{t,SV,2} \\ \rho_3 - |\mathbf{r}_{0,3}| + c \cdot \Delta t_{t,SV,3} \\ \vdots \\ \rho_n - |\mathbf{r}_{0,n}| + c \cdot \Delta t_{t,SV,n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{X_{Rec,0} - X_{SV,1}}{|\mathbf{r}_{0,1}|} & \frac{Y_{Rec,0} - Y_{SV,1}}{|\mathbf{r}_{0,1}|} & \frac{Z_{Rec,0} - Z_{SV,1}}{|\mathbf{r}_{0,1}|} & 1 \\ \frac{X_{Rec,0} - X_{SV,2}}{|\mathbf{r}_{0,2}|} & \frac{Y_{Rec,0} - Y_{SV,2}}{|\mathbf{r}_{0,2}|} & \frac{Z_{Rec,0} - Z_{SV,2}}{|\mathbf{r}_{0,2}|} & 1 \\ \frac{X_{Rec,0} - X_{SV,3}}{|\mathbf{r}_{0,3}|} & \frac{Y_{Rec,0} - Y_{SV,3}}{|\mathbf{r}_{0,3}|} & \frac{Z_{Rec,0} - Z_{SV,3}}{|\mathbf{r}_{0,3}|} & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{X_{Rec,0} - X_{SV,n}}{|\mathbf{r}_{0,n}|} & \frac{Y_{Rec,0} - Y_{SV,n}}{|\mathbf{r}_{0,n}|} & \frac{Z_{Rec,0} - Z_{SV,n}}{|\mathbf{r}_{0,n}|} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta X_{Rec} \\ \Delta Y_{Rec} \\ \Delta Z_{Rec} \\ c \cdot \Delta t_{t,Rec} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Sind SBAS-Korrekturen vorhanden ist die Software in der Lage eine gewichtete Ausgleichung durchzuführen und somit eine Genauigkeit für die geschätzte Position zu bestimmen:

$$\hat{\mathbf{x}}_{4 \times 1} = (\mathbf{A}_{4 \times n}^T \cdot \mathbf{P}_{n \times n} \cdot \mathbf{A}_{n \times 4})^{-1} \mathbf{A}_{4 \times n}^T \cdot \mathbf{P}_{n \times n} \cdot \mathbf{l}_{n \times 1} \quad (4)$$

Die Gewichtsmatrix $\mathbf{P}$ ist dabei die Inverse der Kofaktormatrix der Beobachtungen, deren Diagonale sich wiederum aus einer Addition der von SBAS mit den jeweiligen Korrekturen übertragenen Varianzen ergibt.

3.3.2 Geschwindigkeitsschätzung

Für die Geschwindigkeitsschätzung ergibt sich nach der Auflösung der Gleichung 2 nach der Empfängergereschwindigkeit das bereits lineare funktionale Modell zu:

$$\begin{bmatrix} \dot{\rho}_1 - \dot{X}_{SV,1} \cdot \mathbf{e}_1 + c \cdot \Delta \dot{t}_{t,SV,1} \\ \dot{\rho}_2 - \dot{X}_{SV,2} \cdot \mathbf{e}_2 + c \cdot \Delta \dot{t}_{t,SV,2} \\ \dot{\rho}_3 - \dot{X}_{SV,3} \cdot \mathbf{e}_3 + c \cdot \Delta \dot{t}_{t,SV,3} \\ \vdots \\ \dot{\rho}_n - \dot{X}_{SV,n} \cdot \mathbf{e}_n + c \cdot \Delta \dot{t}_{t,SV,n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{X_{Rec,0} - X_{SV,1}}{|\mathbf{r}_{0,1}|} & \frac{Y_{Rec,0} - Y_{SV,1}}{|\mathbf{r}_{0,1}|} & \frac{Z_{Rec,0} - Z_{SV,1}}{|\mathbf{r}_{0,1}|} & 1 \\ \frac{X_{Rec,0} - X_{SV,2}}{|\mathbf{r}_{0,2}|} & \frac{Y_{Rec,0} - Y_{SV,2}}{|\mathbf{r}_{0,2}|} & \frac{Z_{Rec,0} - Z_{SV,2}}{|\mathbf{r}_{0,2}|} & 1 \\ \frac{X_{Rec,0} - X_{SV,3}}{|\mathbf{r}_{0,3}|} & \frac{Y_{Rec,0} - Y_{SV,3}}{|\mathbf{r}_{0,3}|} & \frac{Z_{Rec,0} - Z_{SV,3}}{|\mathbf{r}_{0,3}|} & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{X_{Rec,0} - X_{SV,n}}{|\mathbf{r}_{0,n}|} & \frac{Y_{Rec,0} - Y_{SV,n}}{|\mathbf{r}_{0,n}|} & \frac{Z_{Rec,0} - Z_{SV,n}}{|\mathbf{r}_{0,n}|} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{X}_{Rec} \\ \dot{Y}_{Rec} \\ \dot{Z}_{Rec} \\ c \cdot \Delta \dot{t}_{t,Rec} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Um eine gewichtete Ausgleichung durchzuführen wird auf die aus vergangenen Epochen berechneten Standardabweichungen der Dopplerfrequenz zurückgegriffen, da diese als alleinige Messgröße der Berechnung der Delta-range zugrunde liegt. Es wird angenommen, dass die Korrekturen von SBAS auf die Geschwindigkeitsmessung keinen Einfluss haben. Denn die zeitlichen Ableitungen der Atmosphärenfehler sind bereits in den Dopplerfrequenzmessungen enthalten und nehmen zudem nur sehr geringe Werte an.

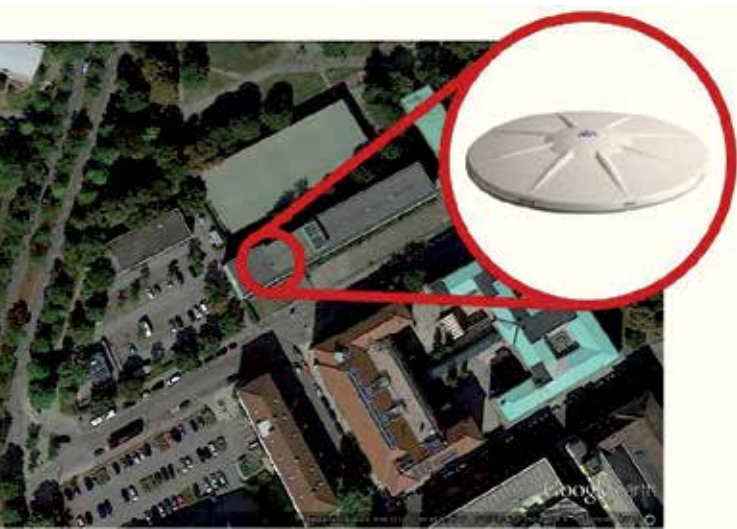


Abbildung 4: Messaufbau der statischen Messung.
Rechts: Trimble Zephyr Geodetic 2.

4 Untersuchungen

Es wurden die Genauigkeit der Positions- und der Geschwindigkeitsschätzung sowohl im statischen (Kapitel 4.1) als auch im kinematischen (Kapitel 4.2) Fall untersucht.

4.1 Statische Messungen

Die statischen Messungen mit einer exponierten Antenne wurden zur Verifizierung der entwickelten Software durchgeführt (siehe Abbildung 4). Bei der Untersuchung der Position konnte zum einen der Effekt der angebrachten Korrekturen dargestellt und mit Literaturwerten verglichen

werden. Zum anderen konnte die Integrität der Software dadurch nachgewiesen werden, dass die Abweichung der geschätzten Positionslösung die mittels SBAS bestimmten Genauigkeitsgrenzen nicht überschreitet. Durch Langzeitbeobachtungen konnte die Stabilität der Software bei variierenden Satellitengeometrien getestet werden.

Bei einer Messdauer von einer Stunde wurde dabei eine mittlere Punktabweichung von 0,9830m festgestellt. Die durch die mit SBAS Varianzen bestimmte Standardabweichung betrug 2,9310m. Da die Differenz der Referenzkoordinaten zu der geschätzten Position zu keiner Zeit die berechneten Standardabweichungen überschritten hat, ist diese Positionsschätzung als vertrauenswürdig anzusehen (vergleiche Abbildung 5).

Die Untersuchungen bei der Geschwindigkeitsmessung beschränkten sich im statischen Fall auf die Bestimmung der Standardabweichung einer Dopplerfrequenzmessung um einen mittleren Initialwert für die Kofaktormatrix der Beobachtungen zu bestimmen. Dieser wurde in dieser Arbeit auf 0,0710m/s gesetzt und durch Mittelbildung aus einer einstündigen Messung zu sechs Satelliten bestimmt.

4.2 Kinematische Messungen

Die kinematische Messung wurde exemplarisch anhand von drei unterschiedlichen Szenarien ausgewertet. Als Referenzmessung übergeordneter Genauigkeit diente dabei das POSLV-System der Trimble-Tochter Applanix.

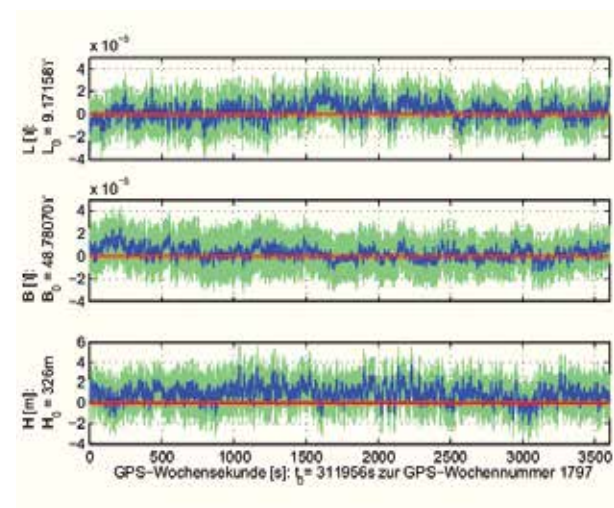
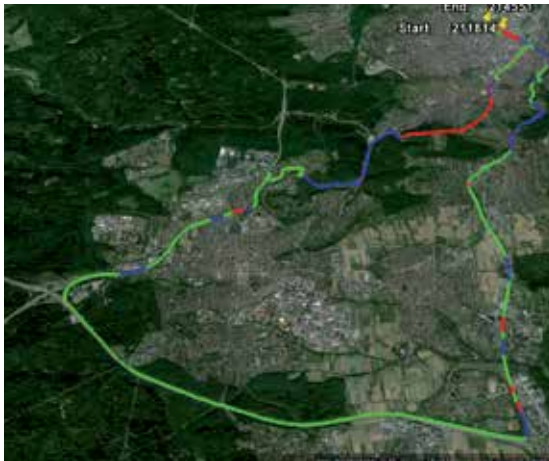


Abbildung 5: Dritte statische Positions-messung. Langzeitmessung.
Blau: Positionsschätzung; Grün: Standardabweichung; Rot: Referenz.

Die in Stuttgart gefahrene Route wird in Abbildung 6a dargestellt.

In einem für eine Autobahnfahrt typischen Szenario mit weitestgehend freiem Sichtfeld (vergleiche Abbildung 6b) wurde in den meisten Fällen die berechnete Standardabweichung nicht von der Abweichung zur Referenzmessung überschritten. Ausnahmen wurden durch Autobahnbrücken oder vorbeifahrende Lastkraftwagen verursacht.



(a) Screenshot aus Google Earth.



(b) Screenshot aus Google Street.

Abbildung 6: Gefahrene Route und erstes Szenario: Autobahn E52. Rot: Applanix; Blau: GPS'; Grün: GPS + SBAS.

In einem typischen Großstadtszenario wurde diese Genauigkeit auf Grund von starken Abschattungs- und Mehrwegeeffekten nicht erreicht. Sowohl die Ergebnisse der Positions- als auch die der Geschwindigkeitsschätzung sind deutlich sprunghafter und nur noch selten kann der mit den Varianzen der SBAS-Korrekturen berechnete Vertrauensbereich der Positionsschätzung eingehalten werden. Dass die erzielbare Genauigkeit sehr stark von der direkten Antennenumgebung abhängig ist konnte anhand der Beispiele in Abbildung 7 gezeigt werden. Trotz einer SBAS gestützten Positionslösung weicht die geschätzte Position für vier Sekunden um mehrere Meter deutlich von der Soll-Messung ab.



(a) Screenshot aus Google Earth.



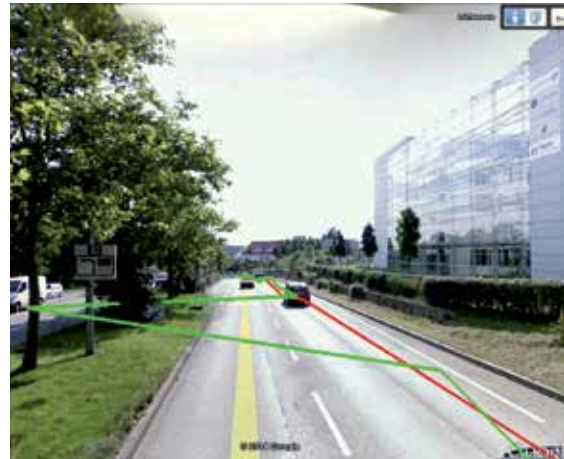
(b) Screenshot aus Google Earth.

Abbildung 7: Zweites Szenario: Hauptstätterstraße, Stuttgart. Rot: Applanix; Blau: GPS'; Grün: GPS + SBAS.

Auswirkungen des Mehrwegeffekts konnten in einem dritten Szenario (siehe in Abbildung 8) veranschaulicht werden. Trotz der Verfügbarkeit von SBAS-Korrekturen konnte in dieser Sekunde die berechnete Genauigkeit nicht eingehalten werden.



(a) Screenshot aus Google Earth.



(b) Screenshot aus Google Street View.

Abbildung 8: Drittes Szenario: Löffelstraße, Stuttgart. Rot: Applanix; Grün: GPS + SBAS.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine echtzeitfähige C/C++ Software zur kombinierten GPS und SBAS Positions- und Geschwindigkeitsschätzung entwickelt werden, welche die Rohdaten eines Low-Cost Ein-Frequenz-Empfänger der Firma u-blox nutzt.

Während die Genauigkeit der Positionsschätzung durch die Korrekturparameter der SBAS-Beobachtungen gesteigert werden konnte, blieb die Genauigkeit der Geschwindigkeitsschätzung, wie auf Grundlagen der Theorie zu erwarten war, unverändert. Bei statischen Messungen konnte die Integrität der entwickelten Software dadurch nachgewiesen werden, dass sich die absoluten Abweichungen der geschätzten Position innerhalb der berechneten Standardabweichungen bewegen. Die Geschwindigkeitsschätzung konnte bei statischen Messungen mit einer geringen Streuung von ca. 7cm/s in allen drei Komponenten ebenfalls verifiziert werden.

Bei den kinematischen Messungen wurden diese Genauigkeiten auf Grund antennenumgebungsabhängigen Fehlereinflüssen nicht erreicht. Dabei wurde eine starke Korrelation von ungenauen Messergebnissen zum einen mit einem hohen DOP Wert und zum anderen bei einzelner Messungen mit einem niedrigen Signal/Rauschverhältnis beobachtet.

Es konnte gezeigt werden, dass bei der Landfahrzeugnavigation häufig Fehler auf Grund einer schlechten Satellitengeometrie auftreten. Diese könnten durch die Verwendung des SBAS Ranging Signals verbessert werden. Hierfür müsste die entwickelte Software um das Lesen und die Verarbeitung der Daten des SBAS Message Types 9 erweitert werden.

Ein gewissermaßen konträrer Ansatz wird von der ESA mit dem Projekt Signal in Space through the Internet (SISNeT) verfolgt. SISNeT stellt die Korrekturdaten von SBAS in Echtzeit über das Internet bereit. Damit wäre ein kontinuierlicher Empfang von Korrekturdaten gewährleistet, auch wenn vorübergehend kein SBAS-Satellit sichtbar ist.

Betrachtet man die Ergebnisse der statischen Messung könnte durch kombinierte GPS- und SBAS-Beobachtungen eine 3,5m breite Fahrspur einer Landstraße erkannt werden. Jedoch kann diese Genauigkeit bei kinematischen Messungen in den meisten Fällen nicht gewährleistet werden. Eventuell können die hier beschriebenen Ansätze die Genauigkeit weiter steigern. Jedoch wird eine zuverlässige Modellierung der in der direkten Antennenumgebung auftretenden Fehler die größte Herausforderung der satellitengestützten Landfahrzeugnavigation bleiben und die Hinzunahme von Inertialsensoren unerlässlich sein.

Adressliste des Vorstandes

Name	1. Dienststelle/Firma	2. Privatschrift	Funktion
Prof. Dr. Gerrit Austen	Hochschule für Technik Stuttgart Schellingstr. 24 70174 Stuttgart Tel.: 0711/89262348 E-Mail: gerrit.austen@hft-stuttgart.de	Weinstr. 18/1 71394 Kernen Tel.: 07151/1652859	Vorsitzender
Dipl.-Ing. Sabine Feirabend	RIB IT AG Vaihinger Str. 151 70567 Stuttgart	Beethovenweg 4 73630 Remshalden Tel.: 07151/1696257 E-Mail: sabine.feirabend@gmx.de	Stellvertretende Vorsitzende
Dipl.-Ing. Volker Hell	Vermessungsbüro Hell Hirschgasse 5 74613 Öhringen Tel.: 07941/647947 E-Mail: v.hell@hell-vermessung.de	Panoramaweg 45 71696 Möglingen Tel.: 07141/4883595	Schatzmeister
Dipl.-Ing. Andrea Heidenreich	Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg Kernerplatz 10 70182 Stuttgart Tel.: 0711/1262319 E-Mail: andrea.heidenreich@mlr.bwl.de	Hecklestr. 4 71634 Ludwigsburg Tel.: 07141/7968225	Schriftführerin
Dipl.-Ing. Jürgen Eisenmann	Landratsamt Ostalbkreis Geoinformation und Landentwicklung Obere Str. 13 73479 Ellwangen Telefon: 07961/5673268 E-Mail: juergen.eisenmann@ostalbkreis.de	Im Schönblick 9 74542 Braunsbach Tel.: 07906/8761	Beisitzer
Dipl.-Ing. Karlheinz Jäger	Stadtmessungsamt Stuttgart Kronenstr. 20 70173 Stuttgart Tel.: 0711/21659597 E-Mail: karlheinz.jaeger@stuttgart.de	Goldschmiedstr. 16 74232 Abstatt Tel.: 07062/62236	Beisitzer

Dipl.-Ing. Stefanie Schmid	Landratsamt Neckar-Odenwald-Kreis Flurneuordnung und Landentwicklung Präsident-Wittmann-Str. 16 74722 Buchen Tel.: 06281/98280	Am Hardberg 45 74821 Mosbach E-Mail: SteffiSchmid.ES@web.de	Beisitzerin
Dipl.-Ing. Matthias Wengert	Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis Amt für Flurneuordnung Muthstr. 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/94665431 E-Mail: matthias.wengert@rhein-neckar-kreis.de	Müllheimer Talstr. 4 69469 Weinheim Tel.: 06201/6901921 E-Mail: mwengert@web.de	Beisitzer

Adressliste der Rechnungsprüfer und des Geschäftsführers

Name	1. Dienststelle/Firma	2. Privatanschrift	Funktion
Dipl.-Ing. Kurt Kohler	Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg Büchsenstr. 54 70174 Stuttgart Tel.: 0711/95980288 E-Mail: kurt.kohler@lgl.bwl.de	August-Müller-Str. 16 71691 Freiberg Tel.: 07141/76467	Rechnungsprüfer
Dipl.-Ing. Gerhard Waldbauer		Richard-Wagner-Str. 21 71686 Remseck Tel.: 07146/891110 E-Mail: gerhard.waldbauer@gmx.de	Rechnungsprüfer
Prof. Dr. sc. techn. Wolfgang Keller	Universität Stuttgart, Geodätisches Institut Geschwister-Scholl-Str. 24D 70174 Stuttgart Tel.: 0711/68583459 E-Mail: wolfgang.keller@gis.uni-stuttgart.de	Sperberweg 5 71364 Winnenden Tel.: 07195/942157	Geschäftsführer

Bitte zurücksenden an:

Prof. Dr. Gerrit Austen, c/o Hochschule für Technik Stuttgart, Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart

Beitrittserklärung

Hiermit erkläre ich meinen Beitritt zum

Verein „Freunde des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik der Universität Stuttgart e.V. (F2GeoS)“

Der Mitgliedsbeitrag beträgt: Euro 30,00 / Jahr für natürliche Personen
Euro 120,00 / Jahr für juristische Personen

Familienname, ggf. Titel

Vorname(n)

Geburtsdatum

Straße

Hausnummer

Postleitzahl

Wohnort

Telefon

Unterschrift

Ermächtigung zum Einzug von Forderungen durch SEPA-Lastschriftmandat

Zahlungsempfänger:

Verein „Freunde des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik der Universität Stuttgart e.V.(F2GeoS)“,

Gläubiger-Identifikationsnummer: DE98ZZZ00001022719, Mandatsreferenz: (wird separat mitgeteilt)

Ich ermächtige oben genannten Zahlungsempfänger widerruflich, die von mir zu entrichtenden **Jahresbeiträge** bei Fälligkeit am Jahresbeginn zu Lasten meines Kontos

Name und Anschrift des Kontoinhabers

IBAN

BIC

bei (Name des kontoführenden Kreditinstituts) mittels SEPA-Basislastschrift einzuziehen.

Wenn mein Konto die erforderliche Deckung nicht aufweist, besteht seitens des kontoführenden Kreditinstituts keine Verpflichtung zur Einlösung. Teileinlösungen werden im SEPA-Lastschriftverfahren nicht vorgenommen.

Ort, Datum

Unterschrift

Herausgeber:

Verein „Freunde des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik der Universität Stuttgart e. V. (F2GeoS)“
p. A. Prof. Dr. Gerrit Austen, c/o Hochschule für Technik Stuttgart, Schellingstraße 24, 70174 Stuttgart

Bankverbindung:

Landesbank Baden-Württemberg Stuttgart, IBAN: DE87600501010002088549, BIC: SOLADEST600