

# Jahresbericht 2018

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



[www.f2geos.de](http://www.f2geos.de)

## Vorwort



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

die Einladung zur Mitgliederversammlung 2018 haben Sie wieder im Voraus gesondert per Post erhalten. Dieser konnten Sie entnehmen, dass die diesjährige Mitgliederversammlung erstmalig am Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) stattfinden wird. Wie schon bei vorausgegangenen Mitgliederversammlungen von Zeit zu Zeit geschehen, unterbrechen wir dieses Jahr den üblichen Wechsel der Besuche bei den 4 geodätischen Instituten. Es freut mich daher sehr, mit dem Verein F2GeoS nun einmal Gast am MLR sein zu können. Im Anschluss an die diesjährige Mitgliederversammlung heißen uns die Referatsleiter der Referate mit Geodäsiebezug willkommen und berichten über die Arbeit aus ihren 3 Aufgabenbereichen. Nach diesem fachlichen Rahmen wird es beim geselligen Teil, so ab ca. 16:00 Uhr, dann die Möglichkeit für persönliche Gespräche geben. Ich möchte Sie daher gerne zur Teilnahme an der 24. Mitgliederversammlung am 6. Juli 2018 am MLR ermuntern.

Über folgende Neuigkeiten aus den Instituten kann an dieser Stelle berichtet werden. Die Nachfolge von Prof. Dr. Kleusberg steht nun fest. Assoc. Prof. Dr. Thomas Hobiger hat den Ruf als Direktor des Instituts für Navigation (INS) angenommen und wird nach derzeitigen Informationen zum 1.8.2018 die Stelle am INS antreten. Dr. Hobiger war zuletzt an der Chalmers University of Technology in Schweden als Associate Professor tätig. Dr. Hobiger ist Österreicher und ich gehe davon aus, dass auch er die gute Tradition weiterpflegen und sich gerne dazu bereit erklären wird, uns im Rahmen der nächsten Mitgliederversammlung über sich und seine Ideen für das Institut für Navigation zu berichten.

Auch das Berufungsverfahren für die Nachfolge von Prof. Dr. Keller ist bereits im Gange. Momentan werden die Gutachten zu den Kandidaten eingeholt. Wenn alles normal läuft, kann möglicherweise bis zum nächsten Sommersemester mit einer Nachfolge gerechnet werden. Zudem hat Prof. Dr. Sörgel seit Okt. 2017 das Amt des Studiendekans des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik als Nachfolger von Prof. Dr. Keller inne.

Aus Vereinsicht möchte ich hier kurz auf die neue EU-Datenschutzgrundverordnung (EU-DSGVO), die bereits am 25.5.2018 in Kraft getreten ist, zu sprechen kommen. Sie erhalten wie bisher auch weiterhin keine Nachrichten bzw. Informationen per E-Mail von F2GeoS e.V., insofern sehe ich diesbezüglich keine Notwendigkeit für ein weiteres Tätigwerden. Ohnehin liegen uns nur für etwa ein Drittel der Mitglieder die Mail-Adressen vor, z. B. dann wenn der Vereinsbeitritt auf elektronischem Wege erfolgt ist. Sofern Sie es wünschen und mir entsprechende Nachricht geben, wird Ihre Mail-Adresse selbstverständlich aus dem Mitgliederverzeichnis gelöscht. Alle weiteren personenbezogenen Daten (i.d.R. Postanschrift, Bankverbindung) werden ausschließlich für interne Vereinszwecke verwendet und natürlich auch nicht nach Extern weitergegeben. Was unsere Vereins-Homepage angeht, haben wir die Datenschutzerklärung sowie die Beitrittserklärung überarbeitet bzw. werden das in Kürze tun. Am besten Sie machen sich auf [www.f2geos.de](http://www.f2geos.de) unter Impressum bzw. Formular gelegentlich selbst ein Bild davon. Bitte wenden sich an unseren Geschäftsführer Herrn English, sofern Sie hier weiteren Handlungsbedarf sehen.

Aus berufspolitischer Sicht möchte ich Sie noch auf das bedeutsame Jubiläum 200 Jahre Landesvermessung in Baden-Württemberg und auf die damit verbundenen Veranstaltungen im Jubiläumsjahr 2018 hinweisen. Eine überaus hochkarätig besetzte Festveranstaltung fand unter gleichem Namen bereits am 11. Juni 2018 im Weißen Saal des Neuen Schlosses statt. Eine Übersicht weiterer Veranstaltungen finden Sie auf [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) unter 200 Jahre Landesvermessung.

Ferner erlaube ich mir an dieser Stelle auch wieder auf die Aktionswoche Geodäsie Baden-Württemberg aufmerksam zu machen, die im Zeitraum von 12. bis 20. Juli 2018 stattfinden wird, einschließlich einer zentralen Veranstaltung am 13. Juli 2018 in Ulm. Werfen Sie gelegentlich doch einen Blick auf den dafür extra ins Leben gerufenen Internetauftritt unter [www.aktionswoche-geodaesie-bw.de](http://www.aktionswoche-geodaesie-bw.de) und machen Sie bitte auch Werbung bzw. beteiligen sich aktiv bei dieser für unseren Berufsstand sehr wichtigen Kampagne.

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

Mit kollegialen Grüßen verbleibe ich als Ihr

Prof. Dr. Gerrit Austen, Vorsitzender

# Jahresbericht 2018

## Inhalt

Vorwort	Seite 2
Inhalt	Seite 4
Einladung	Seite 5
Protokoll über die Mitgliederversammlung, 7. Juli 2017	Seite 6
Geschäftsbericht 2018	Seite 10
Kassenbericht 2017	Seite 11
Integriertes Praktikum 2017	Seite 12
International Geodetic Student Meeting 2017, Zagreb, Croatia	Seite 14
KonGeoS Karlsruhe 2017, Berichte Fach- und Stadtexkursion	Seite 16
KonGeoS Zürich 2017, Berichte Fach- und Stadtexkursion	Seite 22
Große Geodätische Exkursion	Seite 27
Superweitwinkel- und Fisheye-Kameras in photogrammetrischen Anwendungen Bachelorarbeit Muyan Xiao	Seite 35
Detektion und Klassifikation von Verkehrszeichen mittels Deep Learning Kurzbericht zur Masterarbeit von Falk Kappel	Seite 40
Adressliste des Vorstandes	Seite 42
Adressliste der Rechnungsprüfer und des Geschäftsführers	Seite 43
Liste der Mitglieder	Seite 44
Beitrittserklärung	Seite 47

## Einladung

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

ich lade Sie herzlich zur **24. Mitgliederversammlung** unseres Vereins der Freunde des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik der Universität Stuttgart e.V. ein.

Diese findet statt am **Freitag, dem 6. Juli 2018 ab 14:00 Uhr** im Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) in Stuttgart am Kernerplatz 10 im Großen Sitzungssaal (L135).

### Tagesordnung

1. Begrüßung
2. Genehmigung der Tagesordnung
3. Genehmigung des Protokolls der 23. Mitgliederversammlung vom 7. Juli 2017
4. Verleihung des Bachelor-Preises
5. Bericht des Vorsitzenden
6. Bericht des Schatzmeisters (Kassenbericht 2017)
7. Bericht der Rechnungsprüfer
8. Aussprache über die Berichte
9. Entlastung des Vorstands
10. Beschluss über den Haushaltsplan 2019
11. Anträge (bitte **bis spätestens 29. Juni 2018** schriftlich beim Vorsitzenden einreichen)
12. Bericht der diesjährigen Bachelor-Preisträgerin
13. Bericht des diesjährigen Master-Preisträgers
14. Verschiedenes

Im Anschluss an die Mitgliederversammlung stellen uns die Referatsleiterin Frau Andrea Heidenreich sowie die Referatsleiter Herr Günther Steudle und Herr Andreas Schleyer die Arbeit der 3 Referate des MLR mit Geodäsiebezug 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 29. Juni 2018 anzumelden.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. Gerrit Austen, Vorsitzender

# Protokoll der Mitgliederversammlung am 7. Juli 2017

## Raum M24.01., Geschwister-Scholl-Str. 24/D, Stuttgart

Anwesend: rd. 30 Mitglieder

### TOP 1: Begrüßung

Um 14:00 Uhr eröffnet der Vorsitzende Prof. Dr. Gerrit Austen die 23. Mitgliederversammlung und begrüßt die Anwesenden. Besonders willkommen heißt der Vorsitzende Herrn Prof. Uwe Sörgel und dankt ihm für die Bereitschaft, im Anschluss an diese Versammlung das Institut für Photogrammetrie und dessen Arbeit vorzustellen sowie für die Bewirtung beim nachfolgenden Ausklang.

Der Vorsitzende heißt den Vorstand, die Kassenprüfer sowie den Geschäftsführer des Vereins F2GeoS willkommen. Entschuldigt fehlen die Vorstandsmitglieder Matthias Wengert und Tillmann Faust.

Die Ehrenmitglieder Alfred Hils und Prof. Friedrich Ackermann sowie der frühere Vorsitzende Hansjörg Schönherr können nicht an der Mitgliederversammlung teilnehmen.

Die Mitglieder gedenken in einer Schweigeminute dem im Dezember 2016 verstorbenen Mitglied Hans Ulrich Birkhold.

### TOP 2: Genehmigung der Tagesordnung

Der Vorsitzende stellt fest, dass die Einladung mit Tagesordnung satzungsgemäß mit Schreiben vom 31. Mai 2017 versandt und somit zur Mitgliederversammlung ordnungsgemäß mindestens 1 Monat vorher eingeladen wurde. Anträge zur Tagesordnung sind nicht eingegangen.

Auf Frage des Vorsitzenden wird die Tagesordnung ohne Änderung genehmigt.

### TOP 3: Genehmigung des Protokolls der 22. Mitgliederversammlung vom 22. Juli 2016

Das Protokoll der letztjährigen Mitgliederversammlung ist im Jahresbericht 2017 abgedruckt, der den Mitgliedern zugestellt wurde.

Das Protokoll wird von den Anwesenden einstimmig genehmigt.

### TOP 4: Verleihung des Bachelor-Preises

Der Vorsitzende übergibt den diesjährigen Bachelor-Preis an Frau Muyan Xiao für ihre Arbeit „**Superweitwinkel- und Fisheye-Kameras in photogrammetrischen Anwendungen**“. Der Bachelor-Preis ist mit 500,- € dotiert.

Der Vorsitzende teilt mit, dass der Master-Preis wie üblich im Rahmen des GAERO-Festes am 30. Juni 2017 im neuen Schloss in Stuttgart übergeben wurde. Herr Falk Kappel erhielt diesen für seine Arbeit „**Detektion und Klassifikation von Verkehrszeichen mittels Deep Learning**“. Er erhält vom Vorsitzenden einen Scheck über 1.000,- €.

### TOP 5: Bericht des Vorsitzenden

Zum Mitgliederstand berichtet der Vorsitzende, dass derzeit 133 natürliche Personen und 4 juristische Personen Mitglieder des Vereins sind. Insgesamt sind 6 neue Mitglieder, 1 Austritt und 1 Todesfall zu verzeichnen.

Der Vorsitzende bittet alle Mitglieder um eine intensive Werbung für den Verein.

Seit der letzten Mitgliederversammlung fanden zwei Vorstandssitzungen statt: Am 27. Oktober 2016 sowie am 23. März 2017.

Im Wesentlichen beinhaltet die Arbeit des Vorstands im vergangenen Jahr das Tagesgeschäft, vor allem die Bewilligung von Anträgen.

Im Namen aller Mitglieder bedankt sich der Vorsitzende bei Herrn Prof. Wolfgang Keller, der die Geschäfte seit Oktober 2000 vorbildlich führte und nun in den Ruhestand getreten ist. In der Vorstandssitzung am 27. Oktober 2016 erfolgte die Bestellung des neuen Geschäftsführers Markus Englich.

Die Homepage wurde zwischenzeitlich auf das Layout des neuen Jahresberichts umgestellt und insgesamt erneuert. Dazu passend wurde ein neuer Flyer erstellt.

Neu ist, dass im Mitgliederverzeichnis des Jahresberichts nun auch das Abdrucken von Firmenlogos möglich ist. Dies soll potenziellen juristischen Mitgliedern durch ein persönliches Schreiben des Vorsitzenden bekannt gegeben werden.

Der Vorsitzende hat gemeinsam mit der stellvertretenden Vorsitzenden, Frau Feirabend, ein Antrittsbesuch bei Herrn Prof. Sörgel am Institut für Photogrammetrie abgestattet.

### TOP 6: Bericht des Schatzmeisters (Kassenbericht 2016)

Herr Hell weist auf den im Jahresbericht 2017 abgedruckten Kassenbericht 2016 hin und trägt die wesentlichen Positionen vor:

Gesamteinnahmen von 9.232,00 € stehen Gesamtausgaben von 5866,62 € gegenüber. Der Kassenstand am 31. Dezember 2016 betrug somit 14.634,22 €.

Des Weiteren gibt Herr Hell nachrichtlich bekannt, dass sich das Sparguthaben des Vereins mit Stand 31. Dezember 2016 auf 18.761,32 € belief.

### TOP 7: Bericht der Rechnungsprüfer

Herr Kohler berichtet über die Prüfung der Kasse am 15. Mai 2017 durch die Rechnungsprüfer Kurt Kohler und Dr. Armin Schluchter. Es wurden keine Beanstandungen festgestellt. Die Rechnungsprüfer empfehlen daher vorbehaltlos die Entlastung des Schatzmeisters.

### TOP 8: Aussprache über die Berichte

Es erfolgten die folgenden Wortmeldungen:

- Auf Grund der hohen Gebühren der Bank wird angeregt, bei der Bank niedrigere Gebühren zu verhandeln oder evtl. die Bank zu wechseln.
- Es wird nachgefragt, weshalb im vergangenen Jahr keine Ausgaben für Auslandssemester vorliegen. Hierzu bietet Herr Prof. Schwieger an, verstärkt „Werbung“ bei den Studierenden zu machen.

#### TOP 9: Entlastung des Vorstands

Herr Roland Mayer-Föll hat sich bereit erklärt die Entlastung des Vorstands sowie die der Rechnungsprüfer zu übernehmen. Er weist auf die gute Arbeit des Vorstands hin. Er schlägt vor, den Vorstand und die Rechnungsprüfer en bloc zu entlasten. Die Mitglieder stimmen diesem Vorschlag zu.

Die Entlastung erfolgt ohne Gegenstimmen bei Enthaltung der Betroffenen.

#### TOP 10: Beschluss über den Haushaltsplan 2018

Der Schatzmeister stellt den Entwurf des Haushaltsplans für 2018 vor.

Er enthält folgende Positionen:

##### Einnahmen

Mitgliedsbeiträge	4.500 €
Spenden	900 €
Zinsen	80 €
Entnahme Festgeld	4.000 €

**Gesamteinnahmen** 9.480 €

##### Ausgaben

Große geodätische Exkursion	800 €
Grundpraktikum und Integriertes Praktikum	1.000 €
Zuschüsse KonGeoS	700 €
Master-Preis	1.000 €
Bachelor-Preis	500 €
Zuschuss Auslandsstudium	4.000 €
INTERGEO-Zuschuss	500 €
Konto-Abrechnung	70 €
Strato-Internetpaket	110 €
Jahresbericht 2018	1.300 €
Portokosten Einladungen + Jahresbericht	300 €

**Gesamtausgaben** 10.280 €

**Unterdeckung** - 800 €

Der Haushaltsplan 2018 wird einstimmig genehmigt.

#### TOP 11: Anträge

Es gingen keine Anträge ein.

#### TOP 12: Bericht des diesjährigen Bachelor-Preisträgers

Die diesjährige Preisträgerin, Frau Muyan Xiao stellt ihre Arbeit „**Superweitwinkel- und Fisheye-Kameras in photogrammetrischen Anwendungen**“ vor:

Im Rahmen der Arbeit wird untersucht, in wie weit sich das klassische perspektivische Kalibriermodell auf superweitwinklige bzw. Fisheye-Kameras übertragen lässt bzw. modifizierte Parametersätze notwendig sind. Dafür wird das Kalibriermodell mathematisch simuliert und der Einfluss der Kalibrierungen an empirischen Datensätzen untersucht. Aus dem Ergebnis der Simulation lässt sich feststellen, dass sich der Unterschied zwischen dem erweiterten perspektivischen Modell und einer idealen Fisheye-Projektion mit steigendem Einfallswinkel des Abbildungsstrahls vom Objektpunkt vergrößert. Bis zu einem maximalen Einfallswinkel von etwa 60° zeigt die durchgeführte Simulation eine Abweichung beider Modelle kleiner 1 pix. Das erweiterte klassische perspektivische Kalibriermodell reicht also nicht aus um die Bilder mit großen Bildwinkeln wie bei Fisheye-Objektiven komplett auszuwerten. In der empirischen Untersuchung werden drei Fisheye-Kamerasysteme und eine normale weitwinklige Kamera verwendet. Der Unterschied von äquidistantem bzw. erweitertem perspektivischem Kalibriermodell wird anhand verschiedener Datensätze einer Laborszene untersucht.

#### TOP 13: Bericht des diesjährigen Bachelor-Preisträgers

Der diesjährige Preisträger, Herr Falk Kappel stellt seine Arbeit „**Detektion und Klassifikation von Verkehrszeichen mittels Deep Learning**“ vor.

Die Erkennung von Verkehrszeichen ist wichtiger Bestandteil von Fahrerassistenzsystemen sowie Systemen zum autonomen Fahren. Ziel dieser Masterarbeit war eine auf neuronalen Netzen basierende Methode, die diese Erkennung ermöglicht. Der Schwerpunkt wurde dabei auf Zusatzschilder wie beispielsweise zeitliche Begrenzungen von Tempolimits gelegt. Neben einer Methode, die zwischen verschiedenen Klassen von Zusatzschildern unterscheidet, wurde eine binäre Methode entwickelt. Diese erlaubt es, auch Zusatzschilder zu erkennen, die nicht in den Trainingsdaten enthalten waren. Dadurch kann eine Datenbank mit diesen Schildern erstellt werden. Diese wiederum kann dann für ein Training mit mehr Trainingsdaten genutzt werden.

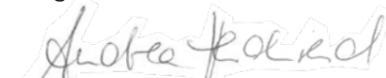
#### TOP 14: Verschiedenes

Es wurden keine weiteren Punkte besprochen.

Der Vorsitzende schließt um 15:20 Uhr die Mitgliederversammlung und dankt den Anwesenden.



Prof. Dr. Gerrit Austen, Vorsitzender



Andrea Heidenreich, Schriftführerin

## Geschäftsbericht 2018

Im Geschäftsjahr 2017/2018 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. Konferenz der Geodäsie-Studierenden 2017 in Zürich \_\_\_\_\_ 569,20 €
2. Geodätische Exkursion 2018 im 1. Sem. Masterstudiengang \_\_\_\_ 800,00 €
3. Konferenz der Geodäsie-Studierenden 2018 in Hannover \_\_\_\_\_ 400,00 €

### Bachelor-Preis 2017

Der Prämierungsausschuss entschied sich für die Auszeichnung der Bachelorarbeit von **Frau Muyan Xiao** mit dem Titel: „Superweitwinkel- und Fisheye-Kameras in photogrammetrischen Anwendungen“.

Der F2GeoS-Bachelorpreis 2017 in Höhe von 500,00 € wurde vom Vorsitzenden Prof. Dr. Gerrit Austen am 7.7.2017 im Rahmen der 23. Mitgliederversammlung des F2GeoS überreicht.

### Master-Preis 2017

Der Prämierungsausschuss entschied sich für die Auszeichnung der Masterarbeit von **Herrn Falk Kappel** mit dem Titel: „Traffic Sign Detection and Classification Using Deep Learning“.

Der F2GeoS-Masterpreis 2017 in Höhe von 1000,00 € wurde von Vorstandsmitglied und Mitglied des Prämierungsausschusses Jürgen Eisenmann am 30.6.2017 im Rahmen der Absolventen- und Preisträgerfeier Luft- und Raumfahrttechnik und Geodäsie (GAERO-Fest 2017) im Neuen Schloss 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 2017

Kassenstand am 31. Dezember 2016 **14.634,22 €**

### Einnahmen

Mitgliedsbeiträge	
133 Mitglieder je € 30,00 (natürliche Personen) _____	3.990,00 €
4 Mitglieder je € 120,00 (juristische Personen) _____	480,00 €
Spenden _____	750,00 €
Zinsen _____	56,00 €
Entnahme Festgeld _____	4.000,00 €
<b>Gesamteinnahmen</b>	<b>9.276,00 €</b>

### Ausgaben

Große geodätische Exkursion _____	800,00 €
Reisekostenzuschuss IGSM München _____	201,00 €
Reisekostenzuschuss IGSM Zagreb _____	210,00 €
Reisekostenzuschuss KonGeoS Zürich _____	569,20 €
Grundpraktikum und integriertes Praktikum _____	1.000,00 €
Master-Preis _____	1.000,00 €
Bachelor-Preis _____	500,00 €
Jahresbericht _____	1.272,51 €
Porto Jahresbericht und sonstiges Porto _____	307,43 €
Kontoabrechnung, LBBW Card _____	73,15 €
Strato-Internetpaket _____	106,80 €
<b>Gesamtausgaben</b>	<b>6.040,09 €</b>

Kassenstand am 31. Dezember 2017 **17.870,13 €**

### Nachrichtlich:

Sparguthaben 31. Dezember 2013 _____	26.604,27 €
Sparguthaben 31. Dezember 2014 _____	26.645,68 €
Sparguthaben 31. Dezember 2015 _____	22.698,02 €
Sparguthaben 31. Dezember 2016 _____	18.761,32 €
Sparguthaben 31. Dezember 2017 _____	14.835,75 €



Volker Hell, Schatzmeister

## Integriertes Praktikum 2017 Joachim Hörz

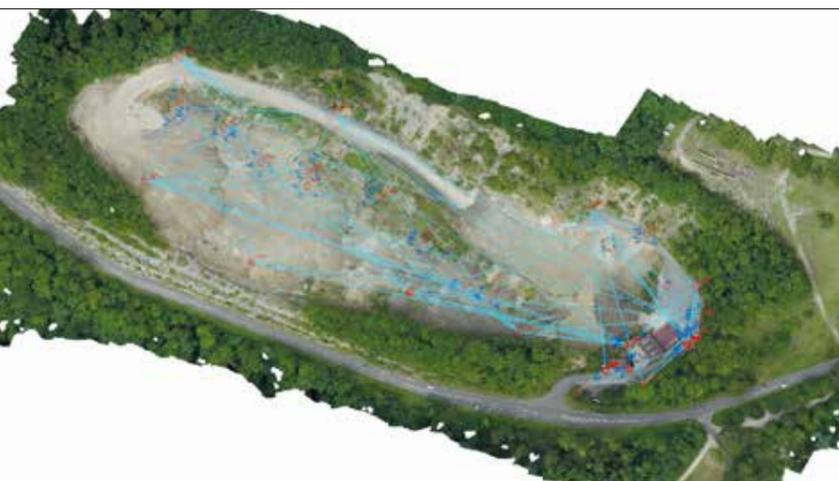
Wie schon in den Jahren zuvor führte das Integrierte Praktikum auch im Sommer 2017 etwa 20 Studierende des Bachelorstudiengangs Geodäsie und Geoinformatik sowie etwa 30 Studierende des Masterstudiengangs Geoengine zur Erddeponie Renkenberg. Betreut und unterstützt wurden diese von Mitarbeitern aller vier Institute. Basis war auch in diesem Jahr das Naturfreundehaus bei Eningen unter Achalm. Die zu bearbeitenden Arbeitspakete wurden über das gesamte Semester vorbereitet. Dies beinhaltete zum einen die Planung der vor Ort durchzuführenden Messungen, zum anderen auch deren Präsentation und die Durchführung von Übungen für Aufbau und Bedienung des verwendeten Instrumentariums. Dies war notwendig, da die Studierenden während des Integrierten Praktikums Messungen für verschiedene Arbeitspakete durchzuführen hatten.

Aufgrund der großen Teilnehmerzahl erstreckte sich das Integrierte Projekt auch in diesem Jahr über drei Wochen: In Woche eins und zwei führte jeweils die Hälfte der Studierenden die geplanten Messungen im Feld durch, in Woche drei wurden diese dann ausgewertet. Dabei hatten in Woche eins die Studierenden mit hochsommerlichem Wetter zu kämpfen, während es die Studierenden in Woche zwei mit Dauerregen und dementsprechend schlammigem Untergrund zu tun bekamen.



Abb. 1: Wetterbedingungen zweite Woche

Insgesamt gab es zwölf Arbeitspakete, wobei sich das erste Paket für die Projektplanung verantwortlich zeigte. Die Aufgabenfelder der übrigen Arbeitspakete sollen im Folgenden kurz umrissen werden.



Zur Einbindung der durchgeführten Messungen ins Landesvermessungsnetz wurde ein GNSS-Netz geplant und realisiert. Auch der Anschluss an das Deutsche Haupthöhennetz sollte gewährleistet werden, hierfür war ein Nivellement zu einem nahegelegenen Höhenfestpunkt notwendig. In der Erddeponie wurde mittels Tachymeter ein lokales Netz erstellt, welches mit RTK und Total Station nachverdichtet wurde.

Abb. 2: Lokales Netz mit Instrumentenstandpunkten

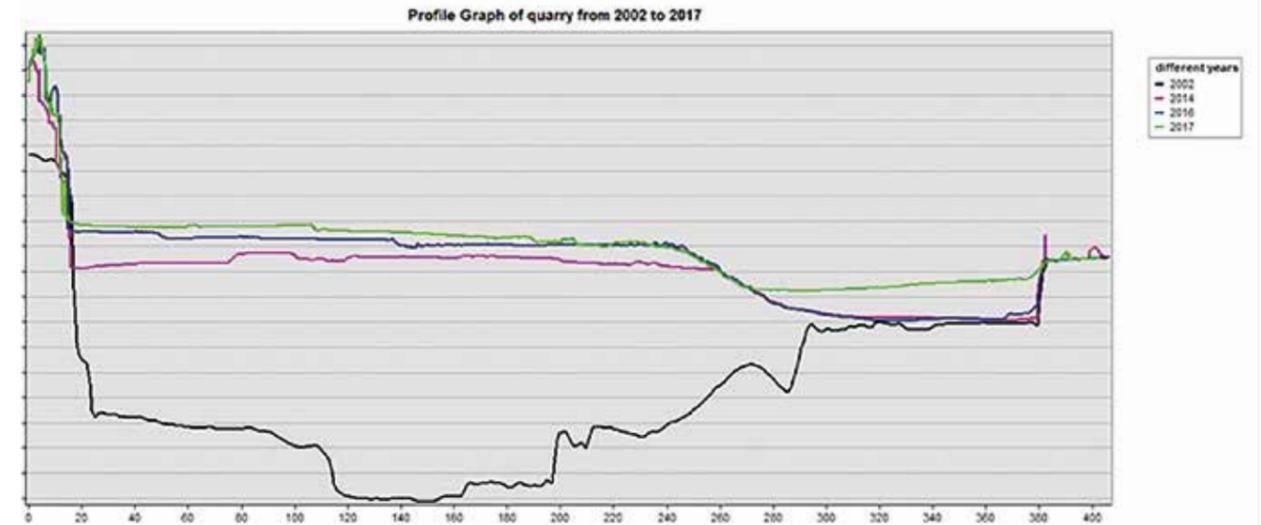


Abb. 3: Profillinien der Jahre 2002, 2014, 2016 und 2017

Zur Untersuchung auf Anomalien im lokalen Schwerfeld wurden in einem Teil der Deponie Messungen mit einem Relativgravimeter durchgeführt. Der Zufahrtbereich zur Erddeponie wurde im Rahmen einer Topaufnahme aufgemessen. Die Gebäude am Eingang zur Deponie wurden mittels terrestrischer Photogrammetrie und Laserscanning für eine dreidimensionale Rekonstruktion aufgenommen. Zudem konnte für das gesamte Gelände eine Luftbildbefliegung mittels Drohne durchgeführt werden. Mit einem speziell ausgerüsteten Messfahrzeug konnte zudem noch ein Teil des die Erddeponie umgebenden Straßennetzes vermessen werden. Außerdem wurden für die Durchführung einer überwachten Klassifikation von Sentinel-2-Bildern der Umgebung noch Ground true data gesammelt.

In Woche drei stand die Auswertung der einzelnen Arbeitspakete in Stuttgart auf dem Programm. Die resultierenden Ergebnisse wurden dann zum Abschluss des Integrierten Praktikums den anderen Studierenden und Betreuern präsentiert.

Abb. 5: Punktwolke aus terrestrischem Laserscanning

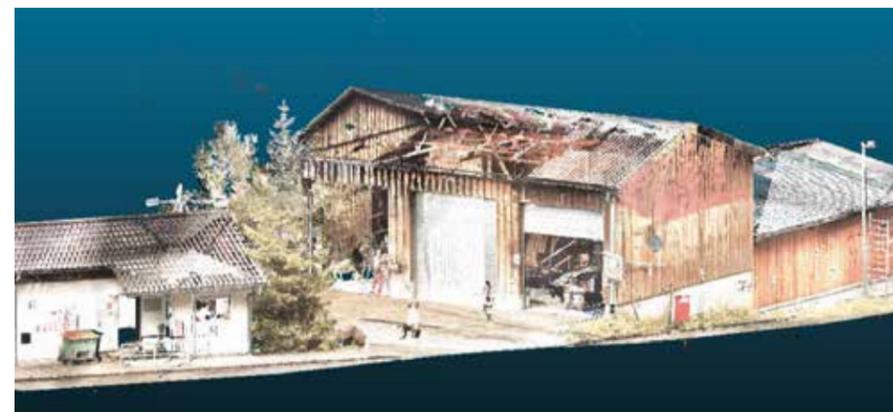


Abb. 4: Topographische Karte des Zufahrtbereichs

Das Integrierte Praktikum war für die Studierenden eine gute Gelegenheit das im Studium Gelernte in einem richtigen Projekt anwenden zu können. Trotz aller Anstrengungen hatten alle beteiligten Personen viel Spaß bei dieser Erweiterung ihres Erfahrungsschatzes.

Der ausführliche Bericht der Studenten ist nachzulesen unter: [http://www.f2geos.de/pdf/IP2017\\_Sponsorenbericht\\_gesamt.pdf](http://www.f2geos.de/pdf/IP2017_Sponsorenbericht_gesamt.pdf)

# International Geodetic Student Meeting 2017, Zagreb, Croatia, from June 25 to July 1, 2017

Agnieszka Drynda

## About IGSM

IGSM is an annual meeting which is organized by International Geodetic Student Organization. These meetings are a chance to exchange professional experience with other geodetics students, seniors as well as representative of geodetics companies. During the meeting students have the opportunity to participate in workshops, presentations and poster sessions. Over the week the students formed friendships with people around the world.

## IGSM 2017 in Zagreb

Every year IGSM takes place in a different country. This year students from 29 different universities met in Croatia. Students attended professional sessions, lectures including a focus on different fields of Geodesy as well as presentations from industry sponsors.



Fig. 1. 145 students and alumni from more than 16 countries focusing on Europe

Sponsors presented their companies and work at the session. We could talk to them and inform ourselves about whatever we want to know about them. We could read through six different posters and participate in four different technical sessions in which the participants had the opportunity to present their projects and research work.

The lectures focused on "Avalanches on Atlantis - Real or Fake? The "true story!" (Florian Thiery, Germany), "The importance of UAVs in precision agriculture" (Paulina Raeva, Czech Republic), "Application of GPR technology

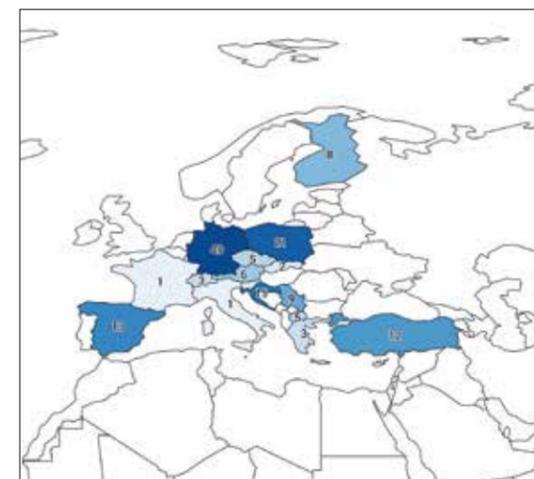
in detecting a heating system pipeline" (Igor Ruskovski, Serbia) and "Modelling of atmospheric drag for positioning of the PW-Sat2 student satellite" (Michał Rabiński, Poland). The best presentation was awarded to Igor Ruskovski from Serbia.

Workshops focused on topics such as fast map making, SLAM, engineering geodesy, sea bottom mapping which were held by professors of the geodetic faculty of the University of Zagreb.

Fig. 2. Introducing to the IGSM program



Fig. 3. Map that shows where all of participants came from IGSM 2017



Students and alumni also had the opportunity to participate in HERE Technologies contest. The task was to start mapping our neighborhood or city, in our home country by using a special map editing tool called MapCreator. The prize was awarded to Agnieszka Drynda from Germany.

The students also got to participate in an international evening. All participating countries represented their culture by providing typical food and drinks. Also on the agenda was to visit the Technical Museum Nikola Tesla. We became acquainted with the capital of Croatia by visiting some of Zagreb's most famous and beautiful places and spots within the scope of a game.

The General Assembly took place on the last day of IGSM. During the vote we decided that the next IGSM 2018 will be hosted in Spain (Valencia) and IGSM 2019 in Poland (Warsaw).

# KonGeoS Karlsruhe 2017

## Berichte Fach- und Stadtekursion

KonGeoS Team Uni Stuttgart 2017/18

Dieses Semester fand das Treffen der KonGeoS vom 15.06.2017 bis 18.06.2017 in Karlsruhe statt. Da diesmal die Anreise sehr kurz war und geschickter Weise sogar ohne zusätzliche Fahrkarte möglich war, konnten alle Studenten entspannt mit der Bahn fahren. Schon ein paar Tage vor der Abreise wurden die Tickets des Nahverkehrs um Karlsruhe per Post zugeschickt.

Am Donnerstag den 15.06.2017 ging es dann mittags gemeinsam vom Hauptbahnhof Stuttgart los. Gut gelaunt und voller Erwartungen kamen wir dann in Karlsruhe an und bezogen die Turnhalle, die als Schlafquartier diente. Bis zur Eröffnungsfeier war noch etwas Zeit, die wir damit verbrachten uns die Stadt etwas anzuschauen und uns mit den Geodäsie studierenden der anderen Universitäten und Hochschulen zu unterhalten. Bei der Einführungsveranstaltung wurde das Wichtigste zum Ablauf erklärt und auf einige Regeln hingewiesen. Anschließend gab es Maultaschen für alle.



Übernachtung  
in der Turnhalle



Empfang

Der nächste Tag begann mit den Fachexkursionen. Leider war von unserer Universität nicht bei jeder Fachexkursion jemand dabei, somit konnten leider nur Berichte über das Mercedes-Benz Werk in Wörth, den Campus Nord und das Geothermiekraftwerk in Insheim geschrieben werden. Anschließend fanden die AGs statt, in denen die Aufgaben von den AG-Leitern der KonGeoS gestellt wurden. Auch die Fachvorträge durften dieses Mal nicht fehlen. Am Abend wurde zu einem gemütlichen Abend mit viel Musik eingeladen.

Der Freitag begann mit den AGs und ging weiter mit den Stadtekursionen. Hier waren wir mit auf der Pferderennbahn in Iffezheim und am Rheinhafen. Zum Abschluss fand die Mitgliederversammlung statt. Am Abend fanden die traditionelle Geschenkeübergabe und die Abschiedsfeier im Anne-Frank-Haus in Karlsruhe statt.

Am Sonntag war dann nur noch die Rückreise. Wie auch die Anreise, gemütlich und noch müde, aber glücklich, mit der Bahn.

## Fachexkursionen

### Bericht KonGeoS Karlsruhe Mercedes-Benz Werk Wörth

Die Fachexkursionen führten uns unter anderem zum Mercedes-Benz Werk in Wörth nahe Baden-Baden. Es ist das größte Lkw-Montagewerk der Welt mit fast 12.000 Arbeitern; viele von ihnen wohnen in Wörth. Die Einwohner der Stadt sind zu etwa 90% Daimler Mitarbeiter.

Im Besucherzentrum angekommen ging es per Bus zur Produktionshalle, in der die Lkw Actros, Arocs, Atego, Antos und Axor zusammengebaut werden. Wir konnten uns fast den kompletten Produktionsablauf ansehen, nur zur Lackierung hatten wir keinen Zutritt. Die Führung fing beim Rohbau an und hörte bei der Testfahrt auf, als die Laster aus der Halle fuhren. Große Teile der Produktion sind vollautomatisch, vor allem zu Beginn. Die Schweißarbeiten werden vollständig von Robotern ausgeführt, die Teile werden automatisch durch Roboter, die per Induktion gesteuert sind, transportiert. So konnten wir sehen wie die Führerhäuser entstanden. Stichprobenartig werden manche kontrolliert, dies geschieht durch einen Mitarbeiter. Hier spielt die Vermessung eine große Rolle. Es wird überprüft ob die Schweißpunkte an den richtigen Stellen sind und jedes Loch stimmt.

Die Führerhäuser kommen auf ein langes, U-förmiges Band, wo die Innenmontage durch Mitarbeiter stattfindet. Parallel dazu wird das Fahrgestell produziert. Am Ende treffen sich beide zur sogenannten „Hochzeit“, das Führerhaus wird auf dem Fahrgestell montiert. Sitzen alle Schrauben und Kabel und sonstigen Teile folgt die Probefahrt, bei der jeder Lkw überprüft wird. So entstehen etwa 400 Lkw pro Tag im 2-Schicht Betrieb.

Mercedes stellt noch in einer anderen Halle die Sonderfahrzeuge Eonic, Unimog und Zetros her, dies konnten wir jedoch nicht sehen. Ihre Produktion soll praktisch vollständig von Hand erfolgen und beträgt 20 Fahrzeuge pro Tag.

Zum Schluss ging es wieder per Bus zurück ins Besucherzentrum.



### Campus Nord

Am ersten ganzen Tag der KonGeoS in Karlsruhe hat man die Wahl zwischen verschiedenen Fachexkursionen. Unter anderem gibt es die Möglichkeit sich „Campus Nord“ anzuschauen. Teilnehmer dieser Exkursion werden zunächst vor der, zum Schlafsaal umfunktionierten Turnhalle abgeholt und fahren dann gemeinsam mit der regulären Buslinie zu dem ehemaligen Kernforschungszentrum. Nach einer grob 20 Minuten langen Fahrt Richtung Norden erreichte die Gruppe von etwa 20 Personen den Eingangsbereich, welchen man nur mit einer Durchgangsberechtigung passieren darf. Ein paar Minuten verstreichen, bis eine Frau mittleren Alters die verloren wirkende Gruppe unter ihre Fittiche nimmt.

Sie stellt sich vor und erklärt, dass sie selbst für einige Jahre das Forschungsinstitut ihren Arbeitsplatz nennen durfte. Gemeinsam sucht man einen weiteren Bus auf, der diesmal jedoch nur für die Teilnehmer der Exkursion bestimmt ist. Weil das Gelände etwa 2 km<sup>2</sup> groß ist, ist dieser auch notwendig, da man sonst innerhalb von 3 Stunden nur wenig zu Gesicht bekommt.

Begleitet von informativen Beiträgen unserer Führerin und teilweise auch des Busfahrers fährt man so bequem von einem Gebäude zum anderen und legt Zwischenstopps ein, um Blicke hinter die wenig aussagenden Fassaden werfen zu können.

So bekommt man nicht nur eine acht Tesla starke Magnetspule zu sehen, sondern auch Einblicke in das Experiment „Karlsruhe Tritium Neutrino“ (kurz: KATRIN), mit Hilfe dessen man versucht, die Masse von Neutrinos zu bestimmen. Vorbei an einer, bis 2011 verwendeten, ursprünglichen Lagerhalle für radioaktive Abfälle geht es in ein Areal, in dem der charakteristische Geruch von Landluft zu vernehmen ist. Das liegt an einem weiteren Versuch, mit dem sich einige Angestellte auf dem Campus Nord auseinandersetzen: Der Versuch Sprit aus Strohabfällen zu gewinnen, die ansonsten keine Verwendung finden. Gemeinsam mit dem Versuch das Wetter über kleineren Bereichen zu Gunsten von Landwirten zu beeinflussen zeigt dieser Forschungszweig, dass sich die Forschungsgebiete des ehemaligen Kernforschungszentrums in Bereiche entwickelt haben, an die man während des Baus von Campus Nord vermutlich noch gar nicht gedacht hatte.

Mit diesen bleibenden Eindrücken machten sich die Studenten gegen Mittag wieder auf den Rückweg, um sich am Campus Süd mit ihren Kommilitonen über die eigene und deren Fachexkursionen der anderen auszutauschen.



#### Geothermiekraftwerk in Insheim

Am 16.06.2017 waren wir mit der KonGeoS in Karlsruhe zu Besuch in dem Geothermiekraftwerk in Insheim. Dort angekommen wurden wir in ein kleines Haus gebracht, wo uns erklärt wurde was Geothermie- und ein dazugehöriges Kraftwerk überhaupt ist.

Geothermie ist die ingenieurtechnische Nutzung der Erdwärme. In Insheim wird hierzu Wasser aus 4 km Tiefe an die Oberfläche gepumpt. Je gebohrten 100 Metern Tiefe nimmt die Temperatur um 3°C zu. Das nach oben gepumpte Wasser hat 165°C. Es werden 80 Liter in der Sekunde nach oben gepumpt. Bei dem Wärmetauscher wird ein Gemisch, das die Wärme transportiert, so lange erhitzt bis es gasförmig ist. Dieses gasförmige Gemisch treibt dann eine Turbine an die wiederum

einen Generator antreibt, der dann Strom produziert. Das gasförmige Gemisch wird dann mithilfe eines Rotatorfeldes abgekühlt. Das bis auf 80°C abgekühlte Wasser wird mithilfe eines zweiten Rohres wieder in den Tunnel gepumpt. Da das Wasser einen hohen Kalk- und Salzgehalt hat, gibt es einen weiteren Seitenarm, da die Rohre sonst irgendwann verstopfen.



Im Geothermiekraftwerk in Landau gab es durch Erdbeben und durch Sprengungen Risse im Boden, was zu geplatzten Rohren führte. Diese Vorfälle rückten auch das Kraftwerk in Insheim ins Rampenlicht. Jedoch wurden aufgrund der Erfahrungen aus Landau Vorkehrungen (Tiefenbohrungen dreifach isoliert) getroffen, die solche Schwierigkeiten vermeiden sollen.

#### Stadtexkursion

##### Ausflug auf die Pferderennbahn in Iffezheim

Am 17.06.2017 haben wir mit der KonGeoS in Karlsruhe die Pferderennbahn in Iffezheim angeschaut. Dort angekommen sind wir vom Kit aus zuerst mit der S- Bahn zum Hauptbahnhof und danach mit dem Zug und dem Bus.

Dort angekommen wurden wir von einer gebürtigen Stuttgarterin in Empfang genommen. Der Beginn der Führung waren die Ställe, in denen die Pferde an den Renntagen untergebracht sind, während wir dort standen erzählte sie uns wie es zu der Rennbahn gekommen ist und welche Schicksale diese schon erlitten hat. Gleich neben den Stallungen befindet sich ein Rondell, in welchem sich die Pferde und Jockeys vor dem Rennen präsentieren können.

An den Wettbuden vorbei ging es zu einem Teil, den man eigentlich nicht sieht und zwar die Umkleidekabinen der Jockeys und die Waage, mit der die Jockeys vor und nach jedem Rennen gewogen werden. Hier wurde uns berichtet, dass der größte Teil der Jockeys männlich ist, jedoch sind sie klein, um die 1,60 groß und maximal 50 kg schwer. Was interessant war, dass die Jockeys an Renntagen nichts essen und nichts trinken. Sie befeuchten ihre Zunge an Weintrauben, ohne diese jedoch herunterzuschlucken. Das gesamte Preisgeld wird zwischen den ersten drei, manchmal auch den ersten vier, aufgeteilt.

Als letztes kam das Highlight der Pferderennbahn und zwar die Tribünen. Dort gibt es Plätze mit Sitznummern und welche mit freier Platzwahl. Was man uns auch erzählt hat ist, dass die Jockeys mit den Pferden auf der Sandbahn im Inneren der Rennbahn trainieren, damit der Rasen nicht beschädigt wird. Am Schluss haben wir uns noch die Startboxen angeschaut mit denen geübt wird. Da das Pferd ein Fluchttier ist, muss man trainieren, dass das Pferd vor dem Start in der Box stehen bleibt. An diesen Startboxen wurde dann noch ein Gruppenbild gemacht.

##### Stadtexkursion: Reinhafen Karlsruhe

Schon im 18. Jahrhundert gab es Überlegungen Karlsruhe durch einen schiffbaren Kanal (Ludwigskanal) mit dem Rhein zu verbinden, um einen stadtnahen Hafen zu bekommen. Entsprechende Pläne wurden aber nie ausgeführt. Der heutige Rheinhafen entstand dann ab 1898 als Nachfolger des zu klein gewordenen Hafens von Maxau (der 1862 für die Versorgung der Stadt sorgte und heute als Yachthafen genutzt wird) und wurde 1901 eröffnet.

Dadurch wurde Karlsruhe zum Rheinanlieger, obwohl die Stadtmitte circa sieben Kilometer vom Rhein entfernt ist. Heute umfasst der Hafen nach Aus- und Umbauten sechs Hafenbecken (mit dem Stichkanal) mit 71 ha Wasserfläche. Fünf sind auf einer Fläche von ca. 300 ha angelegt wie die Finger einer Hand. Kaianlagen und Lagerflächen (Freilager, Lagerhallen, Siloraum, Tanklager) sind durch Straße und Hafenbahn erschlossen. Rheinhafen und Ölhafen bilden zusammen die Städtischen Rheinhäfen und gehören zu den größten Binnenhäfen von Baden-Württemberg, Deutschland und Europa. Die beiden Rheinhäfen gehören mit circa viertausend Arbeitsplätzen zu den wichtigsten Industrie- und Dienstleistungsgebieten der Stadt und sind somit die Voraussetzung für tausende weitere Arbeitsplätze im Raum Karlsruhe. Wegen der Überlastung der Bundesfernstraßen und der unzureichenden Transportkapazität der Bahn erwartet man zudem einen weiteren Aufschwung – besonders im Containerverkehr direkt von der Nordsee bis in den Binnenhafen. Ein Zukunftsplan ist eine leistungsfähige Verbindung von Karlsruhe zum Mittelmeer durch den Ausbau des Rhein-Rhone-Kanals.

## AGs

### AG Nachwuchs

Bei der 10. KonGeoS in Karlsruhe fand erneut die AG Nachwuchs statt. Inhalte der AG waren die Fertigstellung der Auswertung der Erstsemester-Fragebögen des Wintersemesters, die Auswertung der Fragebögen des Sommersemesters, eine Überarbeitung der Präsentation „Kurzer Einblick in das Studium Geodäsie“ auf der Homepage und ein Austausch über die Nachwuchsarbeit an den verschiedenen Hochschulen.

Aus den zusammengetragenen Daten der Fragebögen wurde ein neues Plakat für die Intergeo2017 in Berlin erstellt.

Die AG wurde geleitet von Paula Lippmann (Uni Hannover).

### AG Öffentlichkeitsarbeit (PR)

Bei der 10. KonGeoS in Karlsruhe fand erneut die AG Öffentlichkeitsarbeit (PR) statt. Dort wurden zur Bearbeitung der verschiedenen Themen die AG in vier kleinere Arbeitsgruppen unterteilt.

Der erste Teil der Teilnehmenden überarbeitete und aktualisierte die Flyer und andere Give-aways.

Ein weiteres Team wurde zur Vorbereitung und Vorbesprechung der INTERGEO gegründet. Dabei gab es eine kurze Einführung für die Studenten, die zum ersten Mal dabei sein werden. Des Weiteren wurde das bisherige Briefing zur INTERGEO überarbeitet.

Eine dritte Gruppe beschäftigte sich mit dem Facebookauftritt der KonGeoS und sammelte Ideen zu dessen Wiederbelebung.

Der restliche Teilnehmerkreis bereitete eine Anzeige zu Werbezwecken in geodätischen Zeitschriften vor.

Die AG wurde geleitet von Peter Grabbert (TU Dresden).



Fachvortrag

### AG Studium

Bei der 10. KonGeoS in Karlsruhe fand erneut die AG Studium statt. Hier wurden die verschiedenen Änderungen an allen teilnehmenden Universitäten und Hochschulen zusammengetragen und aufgeschrieben.

Die AG wurde geleitet von Laura Koch (Jade Hochschule Oldenburg) und Dimitri von Arx (Fachhochschule Nordwestschweiz Muttenz)

### AG Vereine und Verbände

Beim Jubiläumstreffen in Karlsruhe fand zum ersten Mal die Arbeitsgruppe Vereine und Verbände (vorher AG DVW) statt. Die Umfrage, welche ein Treffen zuvor in Mainz bei der AG DVW erstellt wurde, wurde optimiert und Fehler wurden behoben. Es ist geplant, diese Umfrage beim Treffen in Zürich wieder zu verteilen. Außerdem ist es Ziel der Arbeitsgruppe eine Steckbriefübersicht geodätischer Berufsvereine/-verbände zu erstellen. Dafür wurde ein Steckbrief erarbeitet, der an diese zum Selbstausfüllen geschickt wird. Außerdem wurde die Übersicht der Vereine und Verbände in Deutschland, Österreich und der Schweiz erweitert und neu designt.

Die AG Vereine und Verbände wurden in Karlsruhe von Nadine Hausmann (Uni Stuttgart) und Stefan Thoben (Uni Hannover) geleitet.

### AG Web

Bei der 10. KonGeoS in Karlsruhe fand erneut die AG Web statt.

In der AG wurde die Webseite auf Fehler überprüft und Verbesserungen eingefügt.

Die AG wurde geleitet von David Bräth (Uni Hannover) und Lukas Czychon (Uni München).



Gruppenbild der 10. KonGeoS in Karlsruhe vom 15.06. – 18.06.2017

# KonGeoS Zürich 2017

## Berichte Fach- und Stadtexkursion

KonGeoS Team Uni Stuttgart 2017/18

Im Wintersemester 2017/2018 fand die KonGeoS in Zürich statt. Die An- und Abreise war mit der Bahn geplant.

Pünktlich waren alle Studierenden am Hauptbahnhof in Stuttgart versammelt. Der IC stand auch schon bereit, so gab es nichts was uns daran hindern konnte unsere Fahrt zu beginnen. Auf der Hinfahrt wurde viel geredet und spekuliert, wie es in Zürich wohl sein wird. Andere spielten während der Fahrt UNO. In Zürich angekommen, wurden wir am Bahnhof abgeholt und zu unserer Unterkunft gebracht. Anders als bei den letzten KonGeoS-Treffen war dies keine Turnhalle oder sonstiges, sondern die Übernachtung war in Zivilschutzbunkern geplant. So hatte jeder sein eigenes Bett und ausreichend Wasser. Wir suchten uns unsere Betten aus, da wir recht früh eingetroffen waren, hatten wir noch viel Auswahl. Wir entschieden uns für ein ruhiges Eck ganz am Ende.



Am Donnerstag fand nur noch die Begrüßungsveranstaltung und die anschließende Begrüßungsfeier statt.

Am Freitag begannen die Fachexkursionen sehr früh, da teilweise die Anreise noch einige Zeit dauerte. Nachmittags fanden die AGs statt, wobei jeder eine Aufgabe zugeteilt bekam. Am Abend stand ein gemeinsamer Fondue-Abend an.

### Teilnehmer des KonGeoS Zürich

Wie bei jedem Treffen fanden am Samstag die Stadtexkursionen statt, leider nicht bei allzu gutem Wetter.

Am Mittag trafen sich die AGs noch ein zweites Mal. Nach dem darauffolgenden Gruppenfoto fand die Hauptversammlung statt, bei der einige neue Vorstandsmitglieder gewählt wurden.

Am Sonntag brachen wir erst mittags in Richtung Bahnhof auf, um uns auf den Rückweg zu machen. Dieser verlief ganz anders als geplant. Der gebuchte Zug wurde gestrichen, der dafür eingesetzte Zug hatte einen defekten Wagen und konnte nur sehr langsam fahren, weshalb die Fahrt schon am nächsten Bahnhof vorzeitig endete und alle in den nachfolgenden RE umsteigen mussten. Dieser fuhr dann leider nur bis Schaffhausen. Dort warteten wir auf die S-Bahn bis Singen um dort in den RE nach Stuttgart umzusteigen. So wurde aus einer Direktverbindung eine lange Fahrt mit dreimaligem Umsteigen. Zu guter Letzt haben wir es aber geschafft und trennten uns erschöpft am Stuttgarter Hauptbahnhof und jeder ging seinen eigenen Heimweg.

### Fachexkursion zum Flughafen Zürich

Die Exkursion unter dem Thema „Navigation“ gab einen sehr interessanten Einblick in den Landevorgang am Zürcher Flughafen. Vor der eigentlichen Rundfahrt wurden wir, nach der obligatorischen Personenkontrolle, sehr nett von einem pensionierten Herrn von der Flugsicherung empfangen und seinem ebenfalls pensionierten Kollegen, der Experte für die Landesysteme am Flughafen ist. Ersterer erklärte uns das Prozedere, wie der Ausflug ablaufen werden. Zunächst wurde uns etwas über den Flughafen an sich erzählt und dann die einzelnen Stationen unserer Rundfahrt auf einer Karte angezeigt.

Danach wurden wir zum Bus begleitet, der uns von Station zu Station bringen sollte. Auf dem Weg zum ersten Stopp wurde uns allerhand über den Flughafen an sich erzählt, unter anderem zum Beispiel, dass alle Gebäude nach 30–40 Jahren meist abgerissen und neu erbaut werden, um den Flughafen auf dem neuesten Stand zu halten. Außerdem wurden uns die Helikopter Landplätze und die Charterflugzeuge verschiedener Firmen gezeigt. An diesem Flughafen landen verschiedene Arten von Flugzeugen, jedoch nicht die ganz großen. Der Guide erzählte uns, dass Flugzeugklassen wie die Boeing 747 und der Airbus A430 regelmäßig hier landen.

Der erste Anlaufpunkt der Tour war der Landekursender. Dieser besteht aus verschiedenen Antennen, die in einer Breite von 60 m und in vier Reihen am Ende der Landebahn stehen. Damit wird ein konisches Signal ausgesandt, welches das Flugzeug auf die Mitte der Landebahn leitet. Um die Mitte zu finden, werden rechts und links zwei verschiedene Frequenzen des Signals ausgesandt, mit 90Hz und 150Hz. Das Signal kann ab 20 km Entfernung empfangen werden und das Flugzeug muss von Flugzeuglotsen in den Kegel geführt werden, damit sie ihn finden können.

Die zweite Station war der Gleitwegsender. Das Prinzip ist ähnlich wie das des Landekursenders. Die Antenne steht jedoch wesentlich weiter vorne und deshalb neben der Flugbahn. Das erzeugt zwei Probleme. Das erste ist, dass das Flugzeug beim Landen auch mal abdriften kann. Die Lösung ist die Verkürzung der Antenne auf knapp 15 m. Davor befindet sich eine große ebene Betonfläche, die als großer Spiegel fungiert. Die Signale werden hier gespiegelt und somit „sieht“ das Flugzeug nicht nur drei Antennen sondern sechs. Das zweite Problem ist, dass die Antenne neben der Landebahn steht und damit das Signal theoretisch verfälscht. Der Flughafen löst dieses Problem mit der Verdrehung der Antennen, so dass sie auf einem großen Kreis liegen und die Signale sich in einem Schnittpunkt treffen, der in der Mitte der Landebahn liegt.

Als nächstes fuhren wir zum Ende der Landebahn. Dort befinden sich optische Signallichter, um dem Piloten zu signalisieren, dass hier die Landebahn anfängt. Diese Lichter werden nicht dauerhaft betrieben. Wenn die Sicht einwandfrei ist, können sie auch abgeschaltet werden und bei Nacht werden sie runtergedimmt, um den Piloten nicht zu blenden.

Der vierte Stopp war eine VOR-Einrichtung, auf Deutsch ein UKW-Drehfunkfeuer. Diese Navigationseinheit sendet zwei verschiedene Signale aus, wovon das zweite richtungsabhängig ist. Durch die Einstellung eines bestimmten Azimuts und dem Phasenvergleich beider Signale wird das Flugzeug auf die Richtung der Landebahn gelenkt. Die VOR-Station beinhaltet zusätzlich eine DVOR, welches mit der Dopplerverschiebung arbeitet. Durch die Anordnung der Antennen in einem Kreis und der Sendefrequenz von 30Hz wird vom „Beobachter“ jeweils eine Bewegung des Signals zu sich hin, quer zu ihm, von ihm weg und wieder quer zu ihm wahrgenommen. Dadurch kann ebenfalls die Position der Landebahn generiert werden und das Flugzeug wird sicher auf die Landebahn ausgerichtet.

### Fachexkursion Hauptbahnhof

Der Zürcher Hauptbahnhof liegt zwischen zwei Flüssen und ist als Kopfbahnhof konzipiert, da bei Baubeginn die Stadt Zürich das Gebiet aufgrund der schlechten Lage kostenfrei zur Verfügung stellte. Anfangs war die Bahnhofshalle voller Gleise, doch aufgrund des großen Verkehrsaufkommens verlegte man diese vor die Bahnhofshalle, da hier mehr Platz für weitere Gleise zur Verfügung stand. Der jetzige Bahnhof weist aufgrund des Platzmangels eine hohe Taktung auf. Dies wird durch die Verkürzung der Signalweiten erreicht. Auch eine große Steigung von vier Prozent ließ sich leider nicht vermeiden, so dass des Öfteren Züge bei Nässe die Steigung nicht bewältigen/überwinden können und angeschoben werden müssen. Der Tunnel wurde durch Eineisung unter der Limmat vorgetrieben.

Aus früherer Bauphase existiert ein U-Bahngleis, welches lange Zeit leer stand. Nur durch Umrüstung fährt nun eine S-Bahn auf den U-Bahngleisen, die eine Rentabilität gewährleistet. Die Röhre besitzt daher zwei Abnehmerleitungen nebeneinander mit unterschiedlicher Spannung.

Unter den Bahngleisen befindet sich eine riesige Einkaufspassage. Der dort ansässige Migros verkauft an guten Tagen seinen gesamten Bestand dreimal leer und ist damit der erfolgreichste Migros in der ganzen Schweiz. Unter der Einkaufspassage befindet sich ein schon gegrabener Autobahntunnel, welcher nicht genutzt wird, da die Planungen der Bauarbeiten abgebrochen wurden. Die Ab- und Zuwärme der Gleise sowie der Passagen wird mit Limmatwasser vollzogen. Entweder wird das Limmatwasser um maximal fünf Grad Celsius erhöht, oder es werden dem Wasser fünf Grad Celsius entzogen.

### Stadtextkursion: FIFA Museum

Am Samstag den 11.11.2017 ging es zur Stadtextkursion ins FIFA Museum. FIFA bedeutet zu Deutsch „Internationaler Fußballverband“. In diesem Museum werden alle Facetten der Fußballwelt präsentiert. Es wird eine interaktive Erlebniswelt zum Thema Fußball und der Geschichte der FIFA geboten. Im ersten Raum gab es eine Ausstellung zum Thema FIFA Weltmeisterschaft, in der die gesamte Geschichte erzählt wird, wie die Weltmeisterschaft zustande gekommen ist und wie sie sich in den Jahrzehnten weiterentwickelt hat. Außerdem waren dort alle Trikots der unterschiedlichen Länder, die daran teilnehmen, zu sehen. Danach ging es in einen weiteren Raum, wo man digital auf einer Weltkarte jedes Land antippen konnte und dann die Statistiken über Spielsiege und -niederlagen sowie auch deren Platzierung in der Weltrangliste einsehen konnte. Darüber hinaus waren viele Dinge ausgestellt, so zum Beispiel die unterschiedlich designten Fußbälle der verschiedenen Weltmeisterschaften sowie auch der FIFA-WM Pokal. Hier konnte man sich auch einige kurze Videos von spektakulären Spielen der verschiedenen Weltmeisterschaften ansehen. Danach ging es in das darüber gelegene Stockwerk. Hier gab es ein paar weitere Ausstellungsstücke sowie einen Raum, in dem man sein eigenes fußballerisches Können auf die Probe stellen konnte. Es gab fünf Disziplinen, dafür waren Präzisionsschüsse, Schussstärke sowie Koordination gefragt. Zum Schluss konnte man sich noch Souvenirs kaufen. Damit ging dann die interessante Führung durch das FIFA Museum zu Ende.



Modell „The Circle“



Baustellenführung

### Exkursion: The Circle

The Circle bezeichnet die größte Baustelle der Schweiz. Dabei entsteht am Flughafen Zürich, dem größten Flughafen der Schweiz und einem der größten Europas, ein Business und Spitalzentrum auf einer Grundfläche von ca. 37.000 qm.

Es sollen dabei mehrere Hotels, Kongressräume, Geschäfte und Bürogebäude entstehen sowie auf 10.000 qm eine Abteilung des Universitätsspitals Zürich für ambulante und stationäre Behandlung. Insgesamt werden dabei 180.000 qm Nutzfläche gebaut. Besonderheiten sind dabei, dass ein Teil der vorderen Fassade über der darunter verlaufenden Schnellstraße hängen wird. Außerdem soll ein Großteil der benötigten Energie über Solarzellen und Sonnenkollektoren gewonnen werden und durch aufgefangenes Regenwasser alle Sanitären Anlagen mit Wasser versorgt werden.

Eine Schwierigkeit beim Bau ist, abgesehen vom Bau der Fassade über der stark befahrenen Schnellstraße, die Tatsache, dass ein Großteil des Neubaus über den Gleisen des Bahnhofs am Flughafen Zürich liegt.

Die Führung über die Baustelle führte durch die großzügig gestalteten Zufahrtswege der Zulieferer für die zukünftigen Geschäfte und das Spital, welche sich innerhalb des Gebäudes von der einen zur anderen Seite erstrecken und dabei direkt auf die Schnellstraße führen, wodurch Ampeln, welche den Verkehrsfluss behindern könnten, vermieden werden sollen. Desweiteren wurden die verschiedenen Bauabschnitte gezeigt, in welchen sich die unterschiedlichen Gebäude befinden, vom Gießen des Fundaments bis zum Rohbau mit Kabelverlegung bei anderen Gebäuden.



### Stadtführung Zürich

Die Stadtführung am Samstag, den 11.11.2017 führte uns durch den älteren Teil der Innenstadt von Zürich. Sie begann an der Limmat gegenüber vom Bauschänzli. Die Limmat fließt aus dem Zürichsee und ist neben der Sihl

einer der Flüsse, der durch die Stadt Zürich fließen. Von dort aus ging es über den Hechtplatz zu einem der wenigen noch zu besichtigenden Ehgraben. Das „Eh“ des Wortes „Ehgraben“ leitet sich vom mittelhochdeutschen „ê“ ab, was etwas rechtlich Festgesetztes bedeutete („seit eh und je“). „Ehgraben“ meinte ursprünglich die durch einen Graben markierte Grundstücksgrenze, die häufig auch als Abflusrinne diente. Die Bedeutung des Begriffs hat sich schließlich auf die Funktion als Abflusrinne verengt, die an der gemeinsamen Rückseite zweier Häuserzeilen verlief. Ehgräben gab es in der Stadt Zürich zu großer Zahl beidseits der Limmat, aber auch im Einzugsbereich des Wolfbachs im Gebiet von Neumarkt und Froschaugasse. Wir erfahren, dass sich jeder für den Ehgraben Schiffflände 30/32 den Schlüssel im Baugeschichtlichen Archiv ausleihen kann.



**Stadtmodell der Stadt Zürich um 1800**

Bevor wir die Limmat überquerten machten wir kurz Halt an der Wasserkirche. Wir erfuhren etwas über die Reformation der Kirche in der Region um Zürich in der Schweiz und ihrem Anführer Huldrych Zwingli. Er war sehr brutal in der Umsetzung seiner Ziele, deshalb wird er oft mit einem Schwert dargestellt, so wie die Statue in Zürich an der Wasserkirche. Auf der anderen Seite der Limmat machten wir halt am Fraumünster mit ihren berühmten Kirchenfenstern von Chagall. Von dort ging es über den Münsterhof zur Thermengasse, die ihren Namen den Römern zu verdanken hat. Es sind hier nämlich noch Überreste der römischen Bäder von Tivricvm zu sehen. Das erste der Bäder, das etwa um 70 n. Chr. gebaut wurde, war recht klein. Nach der Mitte des 2. Jahrhunderts wurde es durch ein bedeutend größeres Gebäude ersetzt. Die letzte Veränderung erfolgte im früheren 3. Jahrhundert. Wann dieses Bad seinen Betrieb einstellte, ist unbekannt; möglicherweise erfolgte dies im späteren 3. Jahrhundert. Nun ging es hoch zum höchsten Punkt Zürichs, dem Lindenhof. Die Römer gründeten dort ein Kastell und legten somit den Grundstein für Zürich. Noch heute kann man im Lindenhof-Keller die Reste der Grundmauern des römischen Kastells besichtigen.

Beendet wurde unsere wirklich interessante Stadtführung im „Haus zum untern Rech“ und abgerundet mit einem schönen historischem Stadtmodell der Stadt Zürich um 1800.

## Große Geodätische Exkursion 9. April 2018 – 13. April 2018 Teilnehmer der Exkursion 2018

### Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren des Vereins „Freunde des Studienganges Geodäsie und Geoinformatik an der Universität Stuttgart e. V.“, wir freuen uns Ihnen heute den Abschlussbericht unserer diesjährigen „Großen geodätischen Exkursion“ präsentieren zu können. Diese wurde vom 9.04.2018 bis 13.04.2018 vom INS, dem Institut für Navigation, unter Leitung durch Frau Doris Becker, Herr Aloysius Wehr und Frau Wanda Herzog durchgeführt. Unsere Exkursion führte uns in einem komfortablen Reisebus von Stuttgart über Nürnberg, Furth im Wald, München, Berchtesgaden bis nach Ulm. Zeitliche Planung und detaillierte Berichte entnehmen Sie bitte den nachfolgenden Seiten.

### Tag 1: Nürnberg

Der erste Tag der großen geodätischen Exkursion bestand aus der Besichtigung des Fraunhofer-Instituts für integrierte Schaltkreise (IIS). Nach der Ankunft um 11 Uhr wurden in einem kurzen einleitenden Vortrag von Dr. Felber die Grundkompetenzen des Instituts und des Standorts Nürnberg erläutert. Während sich die allgemeine Ausrichtung in die Sparten der kognitiven Sensoren und der Audio- und Mediatechnologien (das MP3-Format wurde hier entwickelt) aufteilt, werden in Nürnberg die Themen Lokalisierung und Vernetzung behandelt. Der für uns Geodäten besonders interessante Teil ist die Empfängerentwicklung für Galileo, wobei der Fokus auf Receiver für spezialisierte Anwendungsfälle liegt, die hier prototypisch entwickelt werden. Außerdem sind auch die Themen der Indoor-Navigation und Vernetzung von Sensorsystemen unter dem Schlagwort Industrie 4.0 von großer Bedeutung.

Es schloss sich ein Rundgang an, dessen erste Station das Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K. (Lokalisierung – Identifikation – Navigation – Kommunikation) war. Auf einer Fläche von über 11.000 m<sup>2</sup> können dort umfangreiche Tests zur Ortung und Indoor-Navigation für vorwiegend industrietypische Anwendungen unter realitätsnahen Bedingungen durchgeführt werden. So lässt sich zum Beispiel in kurzer Zeit eine Lagerhalle nachbauen. Zur Kontrolle der Tests stehen in der Halle verschiedene Referenzsysteme zur Verfügung. Dies bietet Unternehmen ideale Bedingungen, um die Performance neuer Systeme vorab zu evaluieren. Es finden sich dort aber auch nicht-industrielle Anwendungen. Zum Zeitpunkt unserer Besichtigung war zum Beispiel ein Fußballtor aufgebaut, das zum Testen einer vom IIS entwickelten Torerfassungstechnologie verwendet wurde.

Die zweite Station des Rundgangs war das Industrie 4.0 Lab, wo Entwicklungen zur Ablaufoptimierung im industriellen Bereich vorgeführt wurden. Ein Ausstellungsstück war zum Beispiel ein interaktives Schraubenregal, das den Arbeitern durch farbige Leuchten signalisiert, welche Schrauben entnommen werden sollen. Dies erleichtert die individualisierten Produktionsabläufe im Rahmen von Industrie 4.0. Auch die Ortung und Navigation von Gabelstaplern in Lagerhallen, sowie ein intelligenter Akkuschauber wurden vorgestellt. Alle diese Systeme wurden so entwickelt, dass sie mit geringem Aufwand in den bestehenden Produktionsprozess eingebunden werden können. Dies macht sie wirtschaftlich attraktiv.



L.I.N.K. Testhalle, ©Fraunhofer



Nach dem Mittagessen in der hauseigenen Kantine, wozu uns das IIS freundlicherweise einlud, gestaltete Simon Taschke, einer unserer Absolventen, den Nachmittag. Dies war sehr interessant, da er seine Erfahrungen von Studium und Berufseinstieg einfließen ließ und seinen Vortrag so sehr gut auf uns abstimmen konnte.

Der Fokus lag auf verschiedenen GNSS-Empfänger-technologien, deren Funktionsweise und Aufbau anhand von Anschauungsobjekten vermittelt wurde. Dabei lernten wir verschiedene Typen von Empfängern kennen und besuchten anschließend das GALILEOLAB. Dort wurde ein Signalsimulator präsentiert, mit dem sich insbesondere der Einfluss durch Multipath-Effekte untersuchen lässt.

Abschließend bekamen wir noch einige Informationen über berufliche Möglichkeiten am IIS und fuhren dann weiter nach Furth im Wald an der tschechischen Grenze, wo wir übernachteten.



Tracking eines Akkuschraubers im Industrie 4.0 Lab, ©Fraunhofer IIS

### Tag 2: Wettzell

An unserem zweiten Tag der Exkursion besichtigten wir das Geodätische Observatorium Wettzell. Gleich zu Anfang wurden alle Handys auf Flugmodus gestellt, um die vielerlei Signale nicht zu stören. Empfangen wurden wir von Dr. Thomas Klügel und erhielten einen ausführlichen Vortrag über die Aufgaben und angewandten Verfahren des Observatoriums.



Radioteleskop (Twin Teleskop)

Eine wesentliche Aufgabe ist die Bereitstellung von Messdaten zur Realisierung des Raumbezugs. Hierfür benötigt man die Position der Erdrotationsachse und die Drehgeschwindigkeit der Erde, welche von einem Ringlaser und dem Verfahren VLBI bereitgestellt werden. Bei VLBI werden anhand von drei Radioteleskopen Laufzeitunterschiede von elektromagnetischen Wellen weit entfernter Quellen, den sogenannten Quasaren, ermittelt.

Daneben wurde ein weiteres Verfahren vorgestellt, das Satellite Laser Ranging. Das Observatorium steuert hierfür zwei Laserteleskope in einem Kontrollzentrum. Dort bekamen wir von einem erfahrenen Mitarbeiter verschiedenste Abläufe erklärt. Obwohl die Auswahl der Satelliten manuell durchgeführt wird, gibt es ein automatisches Ausschaltssystem, falls Objekte, wie Flugzeuge oder Paragliders, in die Nähe des Laserstrahls gelangen, da dieser eine enorme Energie besitzt.

In einem weiteren Labor werden Gravimeter getestet und betrieben. Für internationale Projekte werden Absolutgravimeter miteinander verglichen. Hierbei wurde sogar schon ein Prototyp eines Quantengravimeters für Schwere-messungen eingesetzt.

Im Anschluss besichtigten wir den weltweit bekannten Großringlaser G von Wettzell. Dieser Drehgeschwindigkeits-sensor erfasst hochgenau die kurzzeitigen Schwankungen der Erdrotation. Diese Messungen können sogar eine Änderung der Tageslänge um 0,1 ms aufzeigen.

Das Vermessungsnetz, welches sich über das gesamte Observatorium erstreckt, muss sehr genau bestimmt und jederzeit stabil sein. Daher wird das Netz alle zwei Jahre vollständig beobachtet, um Veränderungen festzustellen.



Benediktinerkloster Metten

Nach unserer Mittagspause besuchten wir das Benediktinerkloster in Metten. Hier erhielten wir eine sehr interessante Führung durch eine Bibliothek im Barockstil.



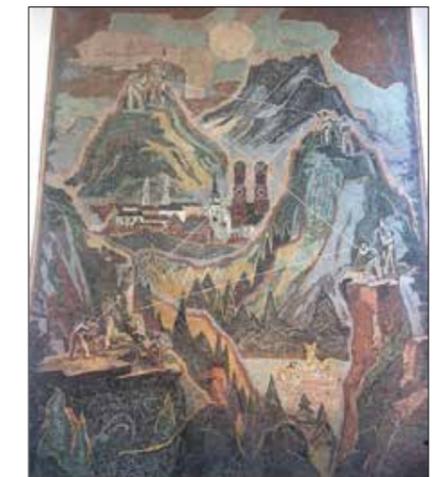
Klosterschule Aula

### Tag 3: München

Am heutigen Vormittag besuchten wir das LDBV (Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung) in München. Das LDBV ist verantwortlich für den gesamten Bereich der amtlichen Vermessung in Bayern.

Herr Sum, der mit uns die Führung machte, zeigte uns zunächst die Geschichte der Vermessung in Bayern. Durch seine Vorstellung lernten wir drei Personen Philipp Apian (1531-1589), Joseph Fraunhofer (1787-1826) und Georg von Reichenbach (1771-1826) kennen. Philipp Apian trug viel für die erste bayerische genaue „Landes-Mappirung“ bei. 1568 stellte er die berühmten „24 Bairischen Landtafeln“ her. Georg von Reichenbach und Joseph von Fraunhofer sind maßgeblich an der Entwicklung hochwertiger Vermessungsinstrumente beteiligt.

Danach gingen wir in den Keller des LDBV zum Besuch des Lithographiesteinarchivs. Die Ergebnisse der flächendeckenden Grundstücksvermessung in Bayern wurden ab Beginn des 19. Jahrhunderts und bis weit in das 20. Jahrhundert hinein zur Vervielfältigung und Fortführung von Plänen und Karten in die Kalksteinplatten aus Solnhofen graviert. Das Archiv umfasst 26.637 Lithographiesteine und steht seit 1980 unter Denkmalschutz. Es war faszinierend, ganz nah die weltweit wohl einzigartige Steinbibliothek anzuschauen.



Mosaik der Landesvermessung



**Lithographiesteinarchiv**



**Steindruckpresse**

Schließlich besichtigten wir die druckhistorische Werkstätte. Herr Sum zeigte die Druckmaschinen, und wie sie funktionierten. Er versetzte uns mit den eindrucksvollen Druckmaschinen zurück in eine Zeit des Umbruchs und Fortschritts.

Am Nachmittag besuchten wir die IFEN GmbH in Poing. IFEN ist das erste Unternehmen in Europa, das seit 1999 an den Integritätsprüfungsalgorithmen für EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) arbeitet.

Der Leiter, Herr Pielmeier, stellte uns die Arbeitsgebiete der Firma vor und zeigte uns die wesentlichen Produktgruppen. Die Hauptaufgabe von IFEN ist es, die Satellitennavigation für alle Arbeitsergebnisse, egal ob es sich um Produkte oder Dienstleistungen handelt, zu optimieren. Ein Ergebnis dieses Missionsziels ist die Beteiligung an GALILEO seit dem Anfang des Projekts. Daher verfügt IFEN über einen großen Fundus an Erfahrung und Fähigkeiten in der HF-Signalemulation und Signalverarbeitung dieser wichtigen europäischen Satellitennavigationstechnologie. IFEN widmet sich der Entwicklung und Bereitstellung von GNSS-Simulatoren, Software-GNSS-Empfängern, Algorithmen und Anwendungstestlösungen, welche für Test, Verifikation und Systemintegration von GPS-, Galileo-, GLONASS-, QZSS- oder Multi-GNSS-Empfängern dienen. Er zeigte auch die Produkte von IFEN. Zu den Produkten von IFEN gehören NCS-TITAN, NavX-NCS Essential, NavX-NTR, SX3-Dual und Single Antenna Input, GNSS-Test Infrastruktur usw. IFEN ist auch der Betreiber der deutschen Galileo Test- und Entwicklungsumgebung, dem GATE Berchtesgaden, das am nächsten Tag besucht wird. Insgesamt war der Besuch bei der IFEN sehr informativ und interessant.



#### Tag 4: Berchtesgaden

Das Programm an diesem Tag in Berchtesgaden begann mit dem Besuch beim GATE, einer Galileo Test- und Entwicklungsumgebung. Dort angekommen wurden wir vom Leiter der Anlage, Dr. Georg Kern, begrüßt und direkt auf die angrenzende Wiese geführt. Dort wurden uns die Standorte der umliegenden Sendestationen gezeigt. Mithilfe eines Fernglases konnten alle einen näheren Blick auf zwei der drei Stationen werfen. Die dritte Station war noch eingeschneit und somit nicht sichtbar. Dadurch konnten wir einen ersten Eindruck von den Dimensionen des Testfelds erhalten. Anschließend folgte im Servicebüro des GATE ein Vortrag über den Aufbau und die Funktionsweise der Anlage.

Das GATE wurde 2011 eingeweiht und erstreckt sich über etwa 65 km<sup>2</sup>. Betreut und entwickelt wird es von der Firma IFEN GmbH, der Eigentümer ist jedoch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Der Standort in Berchtesgaden bietet aufgrund seiner Kessellage mit ringherum liegenden Bergen optimale Bedingungen für ein solches Testfeld. Durch Positionierung der Sendestationen auf den Gipfeln kann die Abschattung der Sendestationen minimiert und deren gleichmäßige Verteilung um das Testgebiet erreicht werden.

Zu Beginn bestand das Testfeld aus sechs Stationen, der Maximalausbau erweiterte deren Anzahl auf acht. Aufgrund der steigenden Anzahl an verfügbaren Galileo-Satelliten und der damit verbundenen erreichten Operabilität wurde das GATE auf drei Sendestationen zurückgebaut. Die verbliebenen Stationen befinden sich auf den Bergen Grünstein, Rauhenkopf und Brettgabel und können vom Servicebüro aus über WLAN angesteuert werden.

Für die Simulation der Galileo-Satelliten wird über ein mobiles GPS-System die Position bestimmt. Diese wird dann an die GATE Processing Facility übermittelt. Dort werden aus den Koordinaten die Satellitennachrichten für die einzelnen Sendestationen berechnet und zu diesen gesendet. Eine solche Satellitennachricht besitzt dann unter anderem einen angepassten Zeitstempel und angepasste Bahnparameter, um so einen (virtuellen) Satelliten zu simulieren. Eine Station kann zwei Satelliten gleichzeitig darstellen, zusätzlich werden die verfügbaren (echten) Galileo-Satelliten verwendet. Mithilfe des GATE können somit verschiedene Satellitenkonstellationen simuliert werden. Zudem können kombinierte Positionierungen durchgeführt werden und kommerzielle Empfänger ohne Modifikationen verwendet werden.



**Serverraum GATE**

**Panorama Testfeld GATE**



Das Hauptaufgabengebiet des GATE liegt mittlerweile im Bereich der Störsicherheit. Beispielsweise kann getestet werden, ob die Positionsbestimmung bei Modifikationen des Signals noch hinreichend genau möglich ist. So können als mögliche Störungen beispielsweise Jamming, Rauschen, Satellitenuhrenfehler oder Dopplereffekte aufgeschaltet werden.

Nachdem der Vortrag beendet und keine Fragen mehr offen waren, fuhren wir zu unserem nächsten Programmpunkt, dem Salzbergwerk Berchtesgaden. In der dortigen Führung durch den alten Stollen bekamen wir einen Überblick über die Geschichte des Salzabbaus in der Region bis zum heutigen Tag und der dabei verwendeten nassen Abbautechnik.



Geodätischer Referenzpunkt am Königssee

Stimmung vor dem Einfahren in den Bergwerksstollen

Die Mittagspause am Königssee stand dann zur freien Verfügung. So wanderte ein Teil der Gruppe beispielsweise zu einem nahen Aussichtspunkt um einen schönen Blick auf den See zu erhaschen. Am Parkplatz gab es auch einen Geodätischen Referenzpunkt zu entdecken, den die bayrische Vermessungsverwaltung zur Verfügung stellt, um die Genauigkeit von privaten GNSS-Empfängern zu überprüfen.

Anschließend folgte die Reise zur Jugendherberge in Ulm. Dort wurden uns an einem praktischen Beispiel die Grenzen der eingesetzten Navigationssysteme demonstriert, denn der Weg zur Jugendherberge führte innerorts durch eine einzige Großbaustelle. Zum Abschluss des Tages besuchten wir zum gemeinsamen Abendessen eine nahegelegene Pizzeria.

### Tag 5: Ulm

Am letzten Tag unserer Exkursion haben uns die Herren Brucklacher und Andelfinger der intermetric GmbH durch das Bahnprojekt Stuttgart-Ulm geführt. Zusammen mit Herrn Gerner, Projektleiter der Fa. Schmid, Baltringen wurde zuerst das Projekt „Nordkopf Ulm“ vorgestellt. Das Projekt gehört zum „Bahnprojekt Stuttgart-Ulm“. Das Großprojekt wird im nördlichen Teil des Hauptbahnhofes Ulm gebaut. In Ulm wird die Neubaustrecke an den Hauptbahnhof angebunden. Dessen nördlicher Bereich liegt dabei teilweise im Abschnitt Alabstieg. Ab Juli 2012

wurden die Bohrpfähle für die Baugrubenwände hergestellt und der Bau einer neuen Eisenbahnüberführung war erforderlich, um die Zufahrt zum Tunnelportal Ulm des Alabstiegstunnels im Bau- und im Endzustand zu ermöglichen. Dabei werden jetzt zunächst Hilfsbrücken eingebaut, unter denen das alte Bauwerk abgerissen und die neue Eisenbahnüberführung errichtet wird.



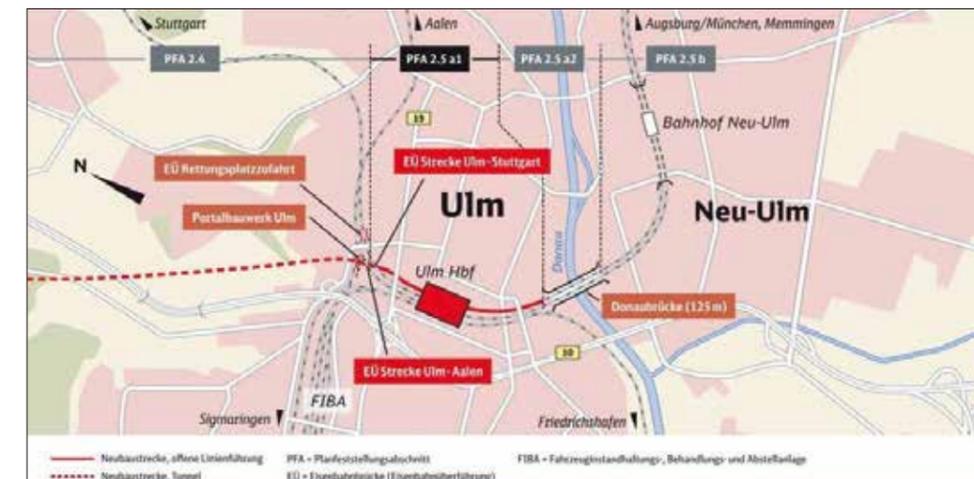
Blick in die offene Baugrube am Bahnhof

Der Bahnhof und sein Umfeld werden entsprechend ihrer Bedeutung als zentraler Verkehrsknotenpunkt der Region neu konzipiert und Zug um Zug umgebaut.

Es entsteht ein umfassendes Mobilitätsgefüge durch die optimale Verbindung von öffentlichem, städtischem und regionalem Nahverkehr mit dem Fernverkehr, dem Individualverkehr, den Radfahrern und den Fußgängern. Mit der zweiten Straßenbahnlinie wird eine Verbindungsachse über den Hauptbahnhof hinweg zwischen den beiden Stadtteilen Oberer Eselsberg/Wissenschaftsstadt und dem Kuhberg geschaffen.

Ein geplanter Bahnhofszugang im Westen an der Schillerstraße und eine durchgehende Verbindungsebene unter den Gleisanlagen sollen die Weststadt und die Innenstadt künftig auf kurzem Weg miteinander verbinden. Das Eingangstor zur Stadt wird mit der Neugestaltung des Bahnhofplatzes und dem Wohn- und Geschäftsviertel Sedelhöfe deutlich aufgewertet.

Ingenieurvermessung spielt eine große Rolle für das ganze Projekt. Der Vermessungsleiter hatte uns ausführlich erklärt, was sie getan haben, um die Sicherheit der ganzen Projekte zu gewährleisten. Das Monitoring der Brücke muss sorgfältig sein, da die Züge von allen Richtungen jeden Tag die Brücke durchfahren. Dabei wird die Durchfahrung der Züge auch Deformationen anderer Bauten verursachen.



Nach dem Vortrag und der Besichtigung der Baustelle hatten wir ein gutes Mittagessen in der Kantine der SWU, das uns von intermetric spendiert wurde.

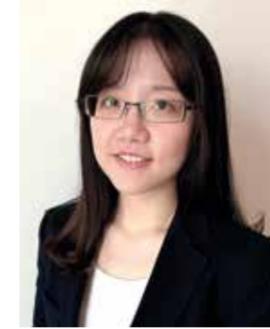
Anschließend fuhren wir zur geplanten Besichtigung des Tunnels in Merklingen, wobei während der Fahrt von Herrn Andelfinger die einzelnen Bauabschnitte entlang der Autobahn erläutert wurden, zu denen auch Fledermausdurchgänge zählen. Gegen 14 Uhr erreichten wir mit unserem Bus den Abschnitt NBS Merklingen, wo wir von Herrn Wohlers, Fa. Leonhard Weiss in Empfang genommen wurden und uns für die Tour ausrüsteten.

Der Tunnel Merklingen gehört zur Neubaustrecke im Teil Wendlingen-Ulm. Der Bauabschnitt 2.3 Albhochfläche ist mit 21 km der längste Abschnitt der Neubaustrecke. Er verläuft in weiten Teilen oberirdisch parallel zur Autobahn A8.

Während des Bauprozesses verwendete die Firma auch viel Technik zur Vermessung, z. B. Monitoring des Tunnels, denn der Tunnel unterquert die Autobahn A8. Die Deformation des Tunnels beeinflusst nicht nur die Struktur und Form, sondern auch die Sicherheit der Autobahn. Aufgrund von Bauarbeiten konnten wir leider den geschlossenen Tunnelbereich nicht betreten.

Auf dem Weg durch die weitere Baustelle wurden noch die Probleme mit dem karstigen Bauuntergrund und den entsprechenden Stützmaßnahmen erläutert.

Außerdem war es sehr interessant, dass die Bagger alle mit einem Navigationssystem ausgerüstet werden, um die Genauigkeit und Geschwindigkeit des Bauverlaufs zu versichern.



## Superweitwinkel- und Fisheye-Kameras in photogrammetrischen Anwendungen Bachelorarbeit von Muyan Xiao<sup>1</sup>

### Zusammenfassung

Im Rahmen der Arbeit soll untersucht werden, in wie weit sich das klassische perspektivische Kalibriermodell (mit physikalischer Parameter von D. Brown) auf superweitwinklige bzw. Fisheye-Kameras übertragen lässt bzw. modifizierte Parametersätze notwendig sind. Dafür wird das Kalibriermodell mathematisch simuliert und der Einfluss der Kalibrierungen an empirischen Datensätzen untersucht. Aus dem Ergebnis der Simulation lässt sich feststellen, dass sich der Unterschied zwischen dem erweiterten perspektivischen Modell und einer idealen Fisheye-Projektion mit steigendem Einfallswinkel des Abbildungsstrahls vom Objektpunkt vergrößert. Bis zu einem maximalen Einfallswinkel von etwa  $60^\circ$  zeigt die durchgeführte Simulation eine Abweichung beider Modelle kleiner 1 pix. Das erweiterte klassische perspektivische Kalibriermodell reicht also nicht aus um die Bilder mit großen Bildwinkeln wie bei Fisheye-Objektiven komplett auszuwerten. In der empirischen Untersuchung werden drei Fisheye-Kamerasysteme und eine normale weitwinklige Kamera verwendet. Der Unterschied von äquidistantem bzw. erweitertem perspektivischem Kalibriermodell wird anhand verschiedener Datensätze einer Laborszene untersucht.

### 1 Einleitung

Fisheye-Optiken sind Objektive, die extrem kurze Brennweite besitzen und sehr große Öffnungswinkel bis  $180^\circ$  oder sogar mehr realisieren können. Heutzutage finden sich solche Kamerasysteme im Massenmarkt überwiegend in Freizeitanwendungen. Aufgrund des großen Sichtfelds und der Realisierung von kurzen Aufnahmedistanzen sind Fisheye-Objektive im Sportbereich anzutreffen. Als Beispiel soll die „Action Cam“ Hero GoPro genannt werden. Fisheye-Kameras finden sich aber auch zunehmend im photogrammetrischen Bereich. Zunächst waren sie eher im Bereich der Innenraumvermessung bzw. Robotik zu finden. Mittlerweile gibt es erste UAV-Systeme mit Fisheye-Kameras z.B. für die Erzeugung von 3D-Punktwolken oder zur (Bauwerks-)Überwachung. Ein weiterer Anwendungsbereich ist das fahrzeuggestützte Mobile-Mapping (BEERS 2011), vor allem auch für die Modellierung von Straßenszenen. Bei Verwendung von Fisheye-Kameras werden im Vergleich zu normalen Kameras viel weniger Bilder benötigt, um den gleichen Anteil der Überlappung zwischen den Bildern zu bekommen (KEDZIERSKI et al. 2009).

Die starke Verzeichnung derartiger Optiken erlaubt in der Regel nicht die Verwendung von herkömmlichen Parametermodellen zur Modellierung der Kamerageometrie. Viele Forschungsarbeiten bieten daher verschiedene Methode an, um Fisheye-Optiken zu kalibrieren. In einigen Untersuchungen werden bestimmte Eigenschaften aus dem Lochkamera-Modell als Bedingungen zur Rektifizierung der Bilder von Fisheye-Kameras eingesetzt (ABRAHAM & FÖRSTNER 2005). Manche Arbeiten versuchen ein generelles Kalibriermodell für verschiedene Abbildungsgeometrien einschließlich Fisheye-Linsen zu erstellen. KANNALA & BRANDT (2006) empfehlen ein Modell basierend auf einem Polynom neunten Grades für alle Arten von Fisheye-Kameras. GENNERY (2006) formuliert ein allgemeines Linsenmodell, das unterschiedliche Abbildungsgeometrie zusammen kombiniert, wobei ein Parameter das spezielle Kameramodell bestimmt. Nach GROSSBERG & NAYAR (2005) werden Abbildungsgeometrien einfach durch eine Gruppe von Elementen beschrieben, die geometrische, radiometrische und optische Eigenschaften bezeichnet.

<sup>1</sup>Bachelorarbeit Studiengang Geodäsie & Geoinformatik an der Universität Stuttgart, Institut für Photogrammetrie, Geschwister-Scholl-Str. 24D, 70174 Stuttgart, Kontakt E-Mail: xiaomy92@gmail.com

Nachdem der letzte Tag leider etwas kälter und die Baustellenbegehung in Merklingen neben der Kälte auch im Regen verlief, kehrten wir mit unserem Bus nach Stuttgart zurück. Diese Exkursion kam an der Universität zum Ende.



Baustellenführung Nordkopf

### Schlusswort

Die Exkursion hat uns vielseitig neue Eindrücke von Arbeitsfeldern der Geodäsie vermittelt und für manchen eventuelle zukünftige Arbeitsmöglichkeiten aufgezeigt. Auch hat sie den Zusammenhalt im Semester unten der Studenten gestärkt und eine willkommene Abwechslung vom Studienalltag gebracht. Wir, die Teilnehmer der Exkursion, möchten uns hiermit herzlich für Ihre finanzielle Unterstützung für die „Große geodätische Exkursion“ bedanken. Wir haben uns sehr über die gut organisierte Exkursion mit hervorragenden Unterkünften und exzellentem Essen gefreut.

## 2 Abbildungsgeometrie der Fisheye-Objektive

### 2.1 Projektionsart der Fisheye-Optiken

Je nach Projektionsart können Fisheye-Objektive mit äquidistanter, flächentreuer, orthographischer und stereographischer Projektion klassifiziert werden (nach PRENZEL 1986; RAY 2002). Die meisten Fisheye-Optiken sind entsprechend der äquidistanten Projektionsart konstruiert. Im Folgenden wird diese Abbildungsgeometrie im Vergleich zur perspektivischen Abbildung vorgestellt (nach SCHNEIDER et al. 2009; ABRAHAM & FÖRSTNER 2005). Der Abbildungsvorgang der äquidistanten Projektion wird in Abb. 1 dargestellt, wobei die Volllinie den entsprechenden äquidistanten Abbildungsstrahl zeigt und die Strichlinie die Zentralprojektion bezeichnet. Die Gleichungen (1) und (3) beschreiben die jeweils zugehörige Beziehung zwischen dem Einfallswinkel ( $\alpha$ ) eines Objekts und der radialen Distanz ( $r$ ) des abgebildeten Punkts, wobei  $c$  die Kamerakonstante ist. Aus der Gleichung (3) wird der Einfallswinkel eines Abbildungsstrahls zu radialen Distanz linear transformiert. Deswegen wird ein Objektpunkt mit einem Einfallswinkel von  $90^\circ$  auf dem Rand des Bildkreises ( $R=c \cdot \pi/2$ ) abgebildet, während der gleiche Punkt in der perspektivischen Abbildung unendlich weit projiziert wird. Die Gleichungen (2) und (4) sind die Kameramodelle beider Abbildungsarten, mit denen der Bezug zwischen Bildkoordinaten ( $x,y$ ) und Objektkoordinaten ( $X,Y,Z$ ) hergestellt wird.

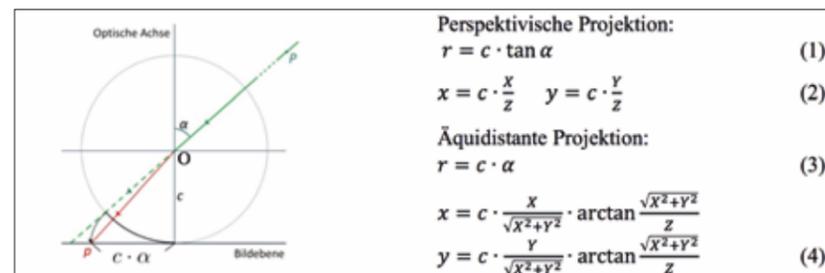


Abb. 1: Äquidistante und perspektive Projektion

### 2.2 Physikalisches Verzeichnungsmodell

Das Verzeichnungsmodell von Brown definiert physikalisch relevante Parameter, um die Abweichung zwischen Abbildungsrealität und theoretischem Kameramodell zu kompensieren. Diese Parameter beschreiben sowohl radial-symmetrische- und tangentiale Verzeichnung als auch Unebenheit und in-plane Verzerrung (BROWN 1971). Die Anwendung dieser Parameter in der geometrischen Kamerakalibrierung ist bekannt. In dieser Arbeit wird das perspektivische Kameramodell mit den Brown-Verzeichnungsparametern erweitert und mit dem äquidistanten Modell verglichen. Parallel kann das Verzeichnungsmodell von Brown auch für die Erweiterung von geometrischen Modellen von Fisheye-Optiken verwendet werden (SCHNEIDER et al. 2009). Entsprechend wird das physikalische Verzeichnungsmodell sowohl für die Zentralprojektion als auch die Fisheye-Abbildung in den später in den empirischen Untersuchungen eingesetzten Auswerteprogrammen implementiert.

### 3 Simulation

Um die Kameramodelle mathematisch darzustellen und das Potenzial des erweiterten perspektivischen Modells für die Fisheye-Geometrie ohne Einfluss von möglichen realen Fehlerquellen zu simulieren, wird folgende Simulation vorgenommen: Eine simulierte Fisheye-Kamera macht aus unterschiedlichem Abstand Nadir-Aufnahmen einer mit bekannten Punkten versehenen Fläche (Abb. 2).

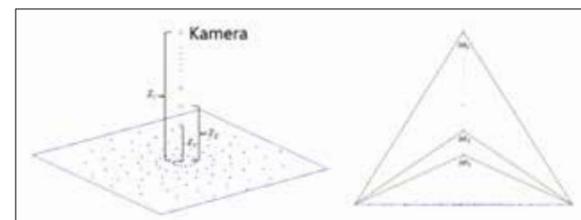


Abb. 2: Simulationsszene

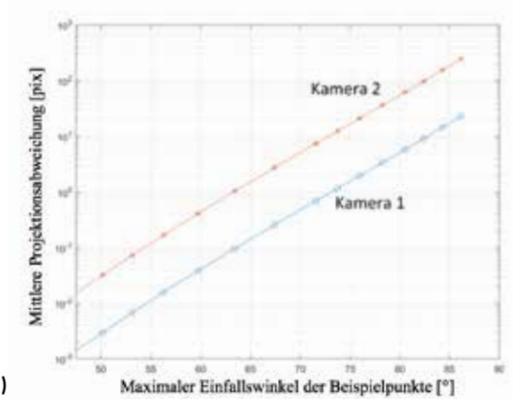


Abb. 3: Abweichung der Bildkoordinaten beider Abbildungsmodelle (in [pix])

Die Fläche hat eine Ausdehnung von  $60\text{m} \times 60\text{m}$  und enthält 100 bekannte Punkte. Die Koordinaten ( $X,Y,Z$ ) der Punkte im Objektraum werden mit Ursprung im Projektionszentrum des Bildes simuliert. Wenn sich die Distanz ( $Z$ ) zwischen dem Aufnahmestandpunkt und der Fläche vergrößert, wird der zugehörige Einfallswinkel ( $\alpha$ ) repräsentiert durch die Objektpunkte kleiner (siehe Abb. 2, rechts). Für die Simulation werden zwei unterschiedliche Kameras angenommen, die in ihrer Geometrie ähnlich den später in den empirischen Untersuchungen eingesetzten Kameras sind: Kamera 1 hat eine Kamerakonstante von  $1.25\text{mm}$ , eine Pixelgröße von  $3.75\mu\text{m}$ , und Kamera 2 entsprechend  $5\text{mm}$  und  $1.41\mu\text{m}$ .

Mit den vorgegebenen Aufnahmestandpunkten lassen sich nun die entsprechenden Bildkoordinaten der Objektpunkte mit dem äquidistanten Modell (Gl. 4) berechnen. Parallel wird in der Simulation versucht, die Objektpunkte auch mit dem um die radiale Verzeichnung erweiterten perspektivischen Modell zu berechnen. Dabei wurden sechs Verzeichnungsparameter ( $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$ ) verwendet – i.d.R. werden nur die Parameter  $k_1-k_4$  eingesetzt. Die mittlere Abweichung der simulierten Bildkoordinaten in Abhängigkeit von den unterschiedlichen maximalen Einfallswinkeln ist für beide Abbildungsmodelle logarithmisch in Abb. 3 dargestellt.

Die Simulation zeigt, dass die Abweichung zwischen dem äquidistanten Modell und dem erweiterten perspektivischen Modell mit steigendem Einfallswinkel immer größer wird. Außerdem ist die Größe der Abweichung abhängig von der gewählten Kamerageometrie. Für die Kamera 1 liegt die Abweichung bei einem maximalen Einfallswinkel von etwa  $70^\circ$  noch im sub-pixel Bereich. Für die Kamera 2 ist die Abweichung kleiner als 1 pix, wenn der max. Einfallswinkel kleiner gleich etwa  $63^\circ$  ist. Damit können Fisheye-Kameras (je nach Geometrie) bis zu diesen Winkeln noch mit einem erweiterten perspektivischen Modell sub-pixel genau ausgewertet werden. Für größere Bildwinkel reicht die Anwendung des erweiterten perspektivischen Modells nicht aus. Deswegen ist es wichtig, das korrekte Abbildungsmodell für Fisheye-Kameras für genaue photogrammetrische Anwendungen zu benutzen.

### 4 Empirische Untersuchung

Für die empirische Untersuchung werden Bildverbände einer Laborraumszene erfasst. Zentrum dieser Szene ist eine Kalibrierwand (Schrankfläche), die mit gleichmäßig verteilten kodierten Zielmarken beklebt ist. Die Ausdehnung dieser Kalibrierwand beträgt etwa  $3\text{m} \times 2.45\text{m}$  (BxH). Zur Anwendungen kommen 3 unterschiedliche Fisheye-Optiken um die Bandbreite vorhandener Systeme gut abzudecken. Es handelt sich dabei um eine (Industrie-)Kamera mit einem Zirkular-Fisheye (Chameleon 1.3 MP Mono USB 2.0 (Sony ICK445) mit Lensagon BF2M12520 Objektiv). Außerdem wird das UAV-System DJI Phantom Vision mit der Kamera FC 200 untersucht. Die dritte Konfiguration ist eine vollformatige Spiegelreflexkamera (Nikon D800E) mit einem  $16\text{mm}$  Fisheye-Objektiv. Diese Kamera wird auch in Kombination mit einem klassischen  $20\text{mm}$  Weitwinkel-Objektiv untersucht. Dieses repräsentiert die eher klassische Aufnahmekonfiguration, die dann als Referenzlösung für die Fisheye-Objektive dient.

Ähnlich der Simulation werden Bildverbände aus unterschiedlicher Distanz (ca.  $1\text{m}$ ,  $2\text{m}$ ,  $3\text{m}$  Aufnahmeabstand) erfasst. Damit ergeben sich unterschiedliche maximale Einfallswinkel.

Jeder Bildverband von einem Fisheye wird mit sowohl dem perspektivischen als auch dem äquidistanten Kalibriermodell mit den bekannten Softwarepaketen Agisoft PhotoScan bzw. Pix4D Pix4Dmapper ausgewertet. Nach der Bildorientierung wird eine dichte Punktwolke für jeden Bildverband generiert. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Auswertungen dargestellt und diskutiert.

Tab. 1 zeigt die mittlere Verbesserung (Rückprojektionsfehler) an den kodierten Marken nach der Orientierung jedes Bildverbands. Tab. 2 zeigt das Rauschen der Punktwolke.

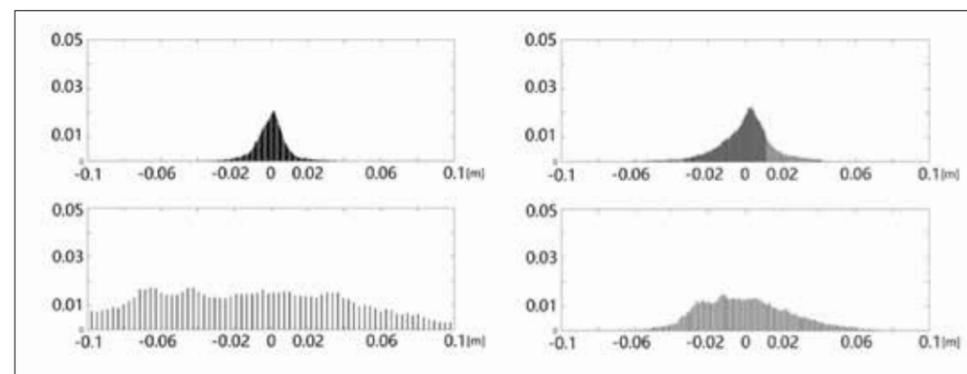
Bildverband	Einfallswinkel (max.)	Fisheye-Modell [pix]		Perspektivisches Modell [pix]	
		PhotoScan	Pix4Dmapper	PhotoScan	Pix4Dmapper
Chameleon 1m	70°	0.389	0.468	7.420	3.209
Chameleon 2m	47°	0.148	0.292	2.511	1.504
Chameleon 3m	32.5°	0.162	0.231	1.347	0.743
Nikon-Fisheye 1m	62.5°	0.136	—	58.173	—
Nikon-Fisheye 2m	42.5°	0.151	—	5.553	—
DJI 1m	52°	1.128	0.660	2.042	0.962
DJI 2m	33°	0.453	0.353	0.922	0.640
Nikon-Weitwinkel	47°	—	—	0.110	—

**Tab. 1: Mittlere Verbesserung (Rückprojektionsfehler) der kodierten Marken**

Bildverband	Einfallswinkel (max.)	Fisheye-Modell [cm]		Perspektivisches Modell [cm]	
		PhotoScan	Pix4Dmapper	PhotoScan	Pix4Dmapper
Chameleon 1m	70°	0.92	1.70	12.57	3.63
Chameleon 2m	47°	0.64	1.51	2.47	3.58
Chameleon 3m	32.5°	0.73	1.67	0.90	2.20
Nikon-Fisheye 1m	62.5°	0.34	—	9.38	—
Nikon-Fisheye 2m	42.5°	0.42	—	0.93	—
DJI 1m	52°	1.46	1.70	2.44	1.98
DJI 2m	33°	1.26	1.51	1.36	1.55
Nikon-Weitwinkel	47°	—	—	0.42	—

**Tab. 2: Rauschen (Abweichung von ausgleichender Ebene) der 3D-Punktvolke (relative Genauigkeit)**

Die Genauigkeit der Punktvolke wird durch die Analyse des Rauschens bzw. der Abweichung von einer die Kalibrierungswand ausgleichenden Ebene vorgenommen (relative Genauigkeit). Ein Beispiel dieser relativen Genauigkeitsanalyse wird in Abb. 4 gezeigt, wobei die Histogramme der Differenzbildung für den Datensatz Chameleon 1m dargestellt sind. Oben und unten sind jeweils die Ergebnisse der Punktvolken ausgewertet mit dem Fisheye- und perspektivischen Kalibriermodell. Tab. 2 zeigt die statistische Auswertung (Standardabweichung) der Differenzen der Punktvolke von der vermittelnden Ebene.



**Abb. 4: Häufigkeitsverteilung des Rauschens der 3D-Punktvolke: äquidistantes Modell (oben) bzw. perspektives Modell (unten), Datensatz Chameleon 1m, Auswertung PhotoScan (links) bzw. Pix4Dmapper (rechts)**

Die Anwendbarkeit des klassisch perspektivischen Kameramodells ist eine Funktion vom maximalen Einfallswinkel, wie auch schon in der Simulation gezeigt. Die Auswertungen zeigen, dass der Rückprojektionsfehler der Bündelgleichung mit dem erweiterten perspektivischen Modell in Abhängigkeit vom max. Einfallswinkel abnimmt. Das gilt auch für die Genauigkeit der Punktvolke. Wenn man das Rauschen der abgeleiteten Punktvolke vergleicht, so scheinen die Differenzen zwischen beiden Abbildungsmodellen für die kleineren max. Einfallswinkel geringer. Der Rückprojektionsfehler für den Nikon-Fisheye 1m Datensatz (Perspektivmodell) ist auffallend groß. Das Objektiv hat eine viel größere Kamerakonstante als die anderen Systeme und damit ist die Abweichung größer (siehe auch Simulation).

In allen Fällen liefert das Fisheye-Abbildungsmodell bessere Resultate als das erweiterte Perspektivmodell, wie in Abb. 4 dargestellt: die Histogramme der Differenz der Punktvolke mit dem perspektivischen Kalibriermodell von der vermittelnden Ebene sind viel breiter gestreut als mit dem Fisheye-Kalibriermodell, mit dem fast alle Bildverbände mit einem mittleren Rückprojektionsfehler besser 1 pix ausgewertet werden. Die besten Genauigkeiten werden mit der Nikon-Fisheye-Konfiguration erreicht, was an der deutlich besseren Abbildungsqualität liegt. Der Rückprojektionsfehler (Fisheye) bleibt für beide Nikon-Datensätze praktisch gleich und erreicht die Qualität der Weitwinkel-Referenzlösung. Außerdem wird für die Genauigkeit der Punktvolke mit einer Standardabweichung von ca. 0.4 cm die Qualität der Referenzlösung erreicht.

Wenn man die Ergebnisse der Auswertungen beider Softwarepakete vergleicht, so ist die Genauigkeit der Punktvolke mit dem Fisheye-Kalibriermodell von Pix4Dmapper schlechter als das Ergebnis von PhotoScan. Es könnte

daran liegen, dass für das Fisheye-Kalibriermodell in Pix4Dmapper ein anderes Verzeichnungsmodell als die physikalischen Parameter von Brown implementiert sind (HARTLEY & ZISSERMAN 2003). Hinzu kommen Unterschiede in den Auswerteprozessen der beiden Softwarepakete. PhotoScan erlaubt es, die Bündelblockausgleichung zuerst nur mit automatisch extrahierten Verknüpfungspunkten (z. B. Feature-Punkte) zu berechnen und erst danach signalisierter Kontrollpunkte (kodierte Zielmarken) in den Bildern manuell zu messen. So wird die Triangulation nicht von den manuellen Messungen beeinflusst und die Projektionsfehler an den Zielmarken können bezüglich der schon existierenden Orientierung ermittelt werden. In Pix4Dmapper werden die Rückprojektionsfehler erst dann geliefert, wenn die Triangulation gleichzeitig mit den von der Software automatisch erkannten Verknüpfungspunkten und den manuell gemessenen Zielmarken durchgeführt wird. Aufgrund der Berücksichtigung der manuell gemessenen Punkte im Rahmen der Ausgleichung werden die deren Residuen entsprechend minimiert, sodass die Auswertung mit dem perspektivischen Modell von Pix4Dmapper kleinere Rückprojektionsfehler an den Zielmarken und geringere Abweichung zwischen den Punktvolken und der ausgleichenden Ebene im Vergleich zu den Ergebnissen von PhotoScan liefert.

## 5 Zusammenfassung

Die theoretischen und empirischen Auswertungen dieser Studie zeigen, dass Fisheye-Bilder bei Verwendung des richtigen Abbildungsmodells die sub-pixel Genauigkeitsanforderung photogrammetrischer Anwendungen erfüllen. Die Untersuchung zeigt aber auch, dass das äquidistante Kalibriermodell die Fisheye-Kameras besser als das (erweiterte) perspektivische Modell mit Verzeichnungsparametern von Brown modelliert. Die Genauigkeit des erweiterten perspektivischen Modells wird mit steigendem max. Einfallswinkel immer schlechter. Da die Realisierung eines großen Sichtfelds die eigentliche Motivation der Fisheye-Objektive ist, kann das klassische Modell daher in den meisten Fällen nicht verwendet werden.

Bezüglich der Simulationen in dieser Arbeit sind beide Abbildungsmodelle jedoch ineinander überführbar, sofern der max. Einfallswinkel kleiner etwa 60° bleibt. Die meisten normalwinkligen Kameras können einen Bildwinkel von 120° nicht erreichen. Deswegen könnte das äquidistante Modell mit entsprechenden Verzeichnungsparametern als ein generelles Kalibriermodell für beide Kameratypen eingesetzt werden.

Die Unterschiede der mathematischen Modellierung der Fisheye-Geometrie in unterschiedlichen Softwarepaketen werden ebenfalls thematisiert. Pix4Dmapper implementiert dabei ein anderes Verzeichnungsmodell als die physikalische Parametersätze von Brown. Das Abbildungsmodell beeinflusst die Genauigkeit, was der Vergleich mit den Ergebnissen aus PhotoScan zeigt.

## 6 Literaturverzeichnis

- ABRAHAM, S. & FÖRSTNER, W., 2005: Fish-eye-stereo calibration and epipolar rectification. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 59:278–288. BEERS, B., 2011: Collection and application of 2d and 3d panoramic imagery. In Fritsch, D. (Ed.), Photogrammetric Week '11, S. 277-287, Wichmann Verlag. BROWN, D., 1971: Close-range camera calibration. Photogram. Eng. Remote Sens, 37:855–866. GENNERLY, D., 2006: Generalized camera calibration including fish-eye lenses. International Journal of Computer Vision, 68(3):239–266. GROSSBERG, M. & NAYAR, S., 2005: The raxel imaging model and ray-based calibration. International Journal of Computer Vision, 61(2):119–137. HARTLEY, R. & ZISSERMAN, A., 2003: Multiple view geometry in computer vision. Cambridge university press. KANNALA, J. & BRANDT, S., 2006: A generic camera model and calibration method for conventional, wide-angle, and fish-eye lenses. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, 28(8):1335–1340. KEDZIERSKI, M.; WALCZYKOWSKI, P. & FRYSKOWSKA, A., 2009: Application of fisheye lens and terrestrial laser scanning in architectonic documentation of hard-to-reach cultural heritage objects. Proceedings of the ASPRS 2009 Annual Conference. PRENZEL, W., 1986: Entwicklungstendenzen der fotografischen optik. Bild und Tonwissenschaftliche Zeitschrift für visuelle und auditive Medien. RAY, S., 2002: Applied photographic optics: Lenses and optical systems for photography, film, video, electronic and digital imaging. Focal Press. SCHNEIDER, D.; SCHWALBE, E. & MAAS, H.-G., 2009: Validation of geometric models for fisheye lenses. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64(3):259–266.



# Detektion und Klassifikation von Verkehrszeichen mittels Deep Learning

Kurzbericht zur Masterarbeit von Falk Kappel

Die Erkennung von Verkehrszeichen ist wichtiger Bestandteil von Fahrerassistenzsystemen sowie Systemen zum autonomen Fahren. Ziel dieser Masterarbeit war eine auf neuronalen Netzen basierende Methode, die diese Erkennung ermöglicht. Für Hauptverkehrszeichen wurden diesbezüglich schon viele Ansätze getestet und es existieren sehr gute Methoden. Für Zusatzschilder – wie beispielsweise zeitliche Begrenzungen eines Tempolimits – ist dies nicht der Fall. Sie sind jedoch ebenso wichtig, da sie die Bedeutung, beziehungsweise Gültigkeit, der Hauptverkehrszeichen abändern. Der Schwerpunkt der Masterarbeit wurde daher auf eben diese Schilder gelegt. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für ein derartiges Schild.



Abbildung 1: Beispiel für ein Zusatzschild

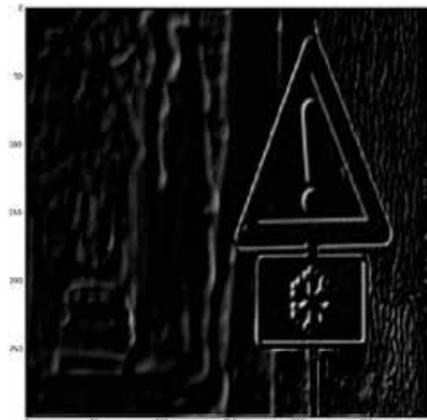


Abbildung 2: Beispiel für das Ergebnis einer Filterung

Zur Umsetzung wurde Caffe, ein Framework für Deep Learning, unter Linux verwendet. Da es sich bei dem Input für das Netzwerk um Bilder handelt, fiel die Wahl für den Netzwerktyp auf Convolutional Neural Networks. Dieser Typ Netzwerk beachtet durch seine Struktur den räumlichen Zusammenhang, der in Bildern enthalten ist. Namensgebend für Convolutional Neural Networks sind sogenannte Convolutional Layer. Diese falten den Input mit einer Maske, wobei die Gewichte der Maske während des Trainings des Netzwerks gelernt werden. Das Lernen der Gewichte erfolgt in

einer Weise, die es dem Netzwerk erlaubt, möglichst viele Informationen aus dem Input zu extrahieren. Speziell in den ersten Schichten eines Netzwerkes kann man oft feststellen, dass die Ergebnisse, Filterungen entsprechen, die man auch selbst zum Informationsgewinn anwenden würde. Abbildung 2 zeigt das Beispiel für das Ergebnis einer Filterung mit einem gelernten Filter.

Nach dem Experimentieren mit verschiedenen Netzwerkstrukturen fiel die Wahl für die Umsetzung auf ein Netzwerk namens SSD. SSD steht für Single Shot MultiBox Detection und wurde im März 2016 veröffentlicht. Viele Netzwerke arbeiten in zwei Schritten. In einem ersten Schritt werden dann Regionen gesucht, die ein Objekt enthalten können. Der zweite Schritt untersucht dann diese Regionen auf spezielle Objekte.

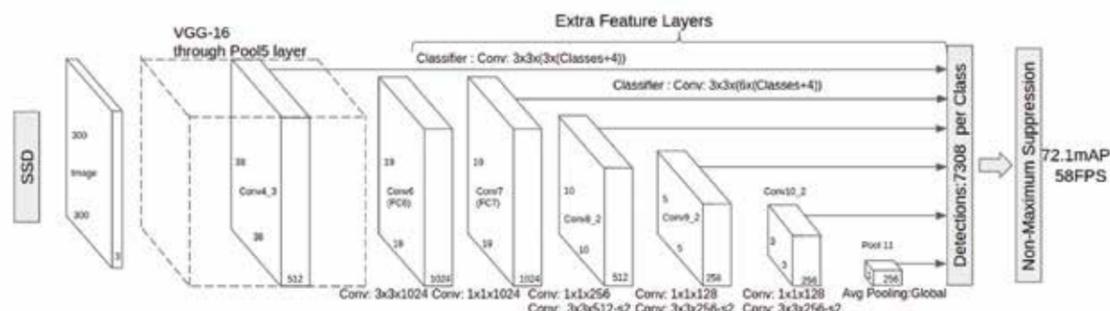


Abbildung 3: Single Shot MultiBox Detection Netzwerk

Im Falle von SSD fällt der erste Schritt weg, wird jedoch implizit ausgeführt, indem mehrere vordefinierte Boxen über den Input verteilt werden. Diese werden dann auf Objekte untersucht. Eine weitere Besonderheit von SSD ist, dass die Boxen in verschiedenen Abschnitten des Netzwerks verwendet werden, wodurch eine Detektion in verschiedenen Skalen erreicht wird. Dies ist besonders für kleinere Objekte wie Verkehrszeichen von Vorteil, da von diesen in den früheren Layern noch mehr Details enthalten sind. Der Aufbau des Netzwerks ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die Grundidee für die Detektion und Klassifikation der Zusatzschilder war es, die Umgebung detektierter Hauptverkehrszeichen zu untersuchen. Dies führt dazu, dass die detektierten Zusatzschilder immer in Zusammenhang mit einem Hauptverkehrszeichen gebracht werden können. Welches Verfahren dabei zur Detektion der Hauptverkehrszeichen verwendet wird spielt keine Rolle.

Als Daten für das Training des Netzwerks wurden gerenderte Schilder verwendet, die auf Hintergrundbilder aus Google Street View gelegt wurden. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel hierfür. Neben dieser Art von Daten wurden auch Zusatzschilder aus der German Traffic Sign Benchmark extrahiert. Diese ist eine Datenbank, die eigentlich auf Hauptverkehrszeichen ausgelegt ist und diese in gelabelter Form enthält. Jedoch sind auch Zusatzschilder vertreten, für die im Laufe der Masterarbeit Bounding Boxes und Labels erstellt wurden. Ein Beispiel für diese Art von Daten kann in Abbildung 5 gesehen werden.



Abbildung 4: Beispiel für ein gerendertes Schild auf Hintergrund aus Google Street View



Abbildung 5: Beispiel für ein aus der German Traffic Sign Benchmark extrahiertes Zusatzschild

Für alle der Schilder muss beachtet werden, dass genug Hintergrund enthalten ist. Das Netzwerk kann sonst nicht lernen zwischen den Schildern und Hintergrund zu unterscheiden. Trainiert wurden zwei verschiedenen Ansätze. Beim ersten wurde das Netzwerk so trainiert, dass es zwischen den verschiedenen Zusatzschildern zu unterscheiden lernte. Dabei erfolgte eine Einteilung in die neun Klassen, die in Abbildung 6 zu sehen sind. Diese standen als gerenderte Schilder zur Verfügung.

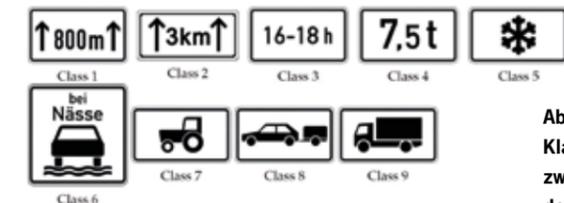


Abbildung 6: Klassen, zwischen denen unterschieden wurde.

In einem zweiten Ansatz wurde das Netzwerk so trainiert, dass es alle Zusatzschilder als eine Klasse ansieht. Durch diesen Ansatz können auch Zusatzschilder detektiert werden, die nicht in den Trainingsdaten enthalten sind.

Die Resultate sind in beiden Fällen sehr gut. Für die Unterscheidung der einzelnen Klassen wurde sowohl für Recall als auch für Precision 100% erreicht. Im Falle, in dem alle Zusatzschilder eine Klasse bilden, liegt der Wert für Precision bei 98% und für Recall bei 85%. In letzterem Fall ist das Netzwerk jedoch noch nicht austrainiert und lässt sich durch weiteres Training verbessern. Die Ergebnisse zeigen, dass das Netzwerk zur Detektion von Zusatzschildern verwendet werden kann. Das Netzwerk, das Zusatzschilder unabhängig von der Klasse erkennt, kann verwendet werden um eine Datenbank mit Zusatzschildern zu erstellen. Auf diese Weise können für zukünftige Methoden mehr Trainingsdaten zur Verfügung gestellt werden.

## Adressliste des Vorstandes

Name	1. Dienststelle/Firma	2. Privatanschrift	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. Tillmann Faust	Landratsamt Böblingen Amt für Vermessung und Flurneuordnung Parkstraße 2 71032 Böblingen Tel.: 07031/663-5070 E-Mail: t.faust@lrabb.de	Karlstr. 6A 71154 Nufringen Tel.: 07032/895870	Beisitzer

Dipl.-Ing. Karlheinz Jäger		Goldschmiedstr. 16 74232 Abstatt Tel.: 07062/62236 E-Mail: gust.enpar@outlook.com	Beisitzer
Dipl.-Ing. Stefanie Müller	Landratsamt Neckar-Odenwald-Kreis Flurneuordnung und Landentwicklung Präsident-Witte mann-Str. 16 74722 Buchen Tel.: 06281/98280 E-Mail: Stefanie.Mueller@lgl.bwl.de	Am Hardberg 45 74821 Mosbach	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. 18 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
Dr.-Ing. Armin Schluchter	Landratsamt Schwäbisch Hall Amt für Flurneuordnung und Vermessung In den Kistenwiesen 2/1 74564 Crailsheim Tel.: 07951/492-5501 E-Mail: A.Schluchter@lrasha.de	Mainhardter Str. 25 74626 Bretzfeld Tel.: 07945/8089	Rechnungsprüfer
Dipl.-Ing. Markus Englich	Universität Stuttgart Institut für Photogrammetrie Geschwister-Scholl-Str. 24/D 70174 Stuttgart Tel.: 0711/685-83385 E-Mail: markus.englich@ifp.uni-stuttgart.de	Dornbirner Weg 17 71522 Backnang	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

E-Mail

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