

Universität Stuttgart

GROSSE GEODÄTISCHE EXKURSION

9. – 13. April 2018



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Tag 1: Nürnberg.....	3
Tag 2: Wetzell.....	5
Tag 3: München.....	7
Tag 4: Berchtesgaden	9
Tag 5: Ulm.....	11
Schlusswort	14

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.

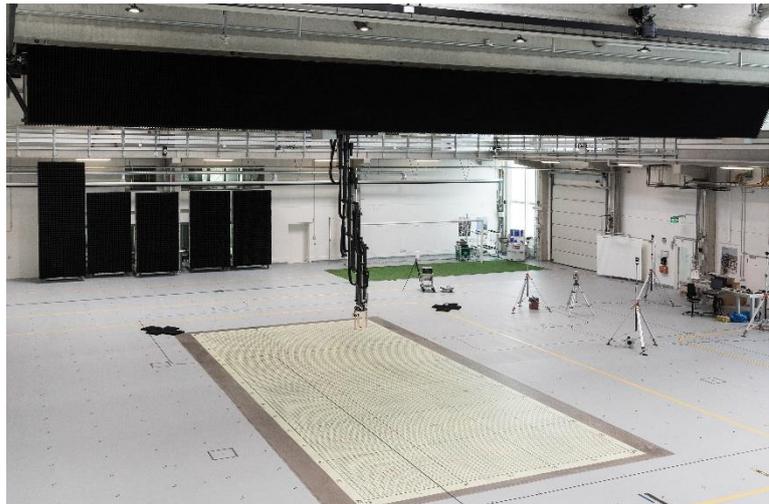
Der für uns Geodäten besonders interessante Teil ist die Empfängerentwicklung für Galileo, wobei der Fokus auf Receivern für spezialisierte Anwendungsfälle liegt, die hier prototypisch entwickelt werden.

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 m² 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.

Nach dem Mittagessen in der hauseigenen Kantine, wozu uns das IIS freundlicherweise einlud, gestaltete Simon Tasche, 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.



L.I.N.K. Testhalle, @Fraunhofer

Der Fokus lag auf verschiedenen GNSS-Empfängertechnologien, 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.

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 Paraglider, in die Nähe des Laserstrahls gelangen, da dieser eine enorme Energie besitzt.



Radioteleskop (Twin Teleskop)



Kontrollstation

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 Schweremessungen eingesetzt.

Im Anschluss besichtigten wir den weltweit bekannten Großringlaser G von Wettzell. Dieser Drehgeschwindigkeitssensor 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.

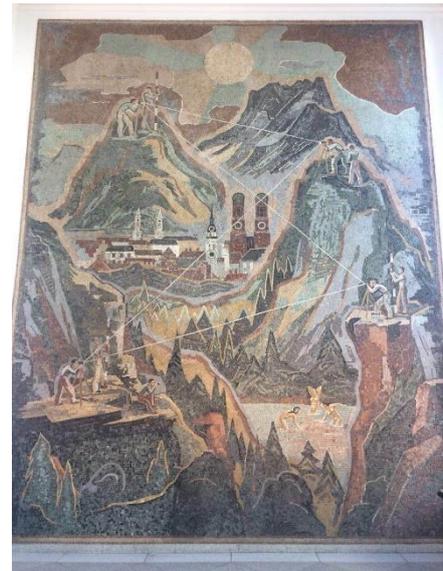


Klosterschule Aula

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.



Mosaik der Landesvermessung

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.



Lithographiesteinarchiv

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.



Steindruckpresse

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 km². 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 ringsherum 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.



Panorama Testfeld GATE

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



Serverraum GATE

des GATE können somit verschiedene Satellitenkonstellationen simuliert werden. Zudem können kombinierte Positionierungen durchgeführt werden und kommerzielle Empfänger ohne Modifikationen verwendet werden.

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.



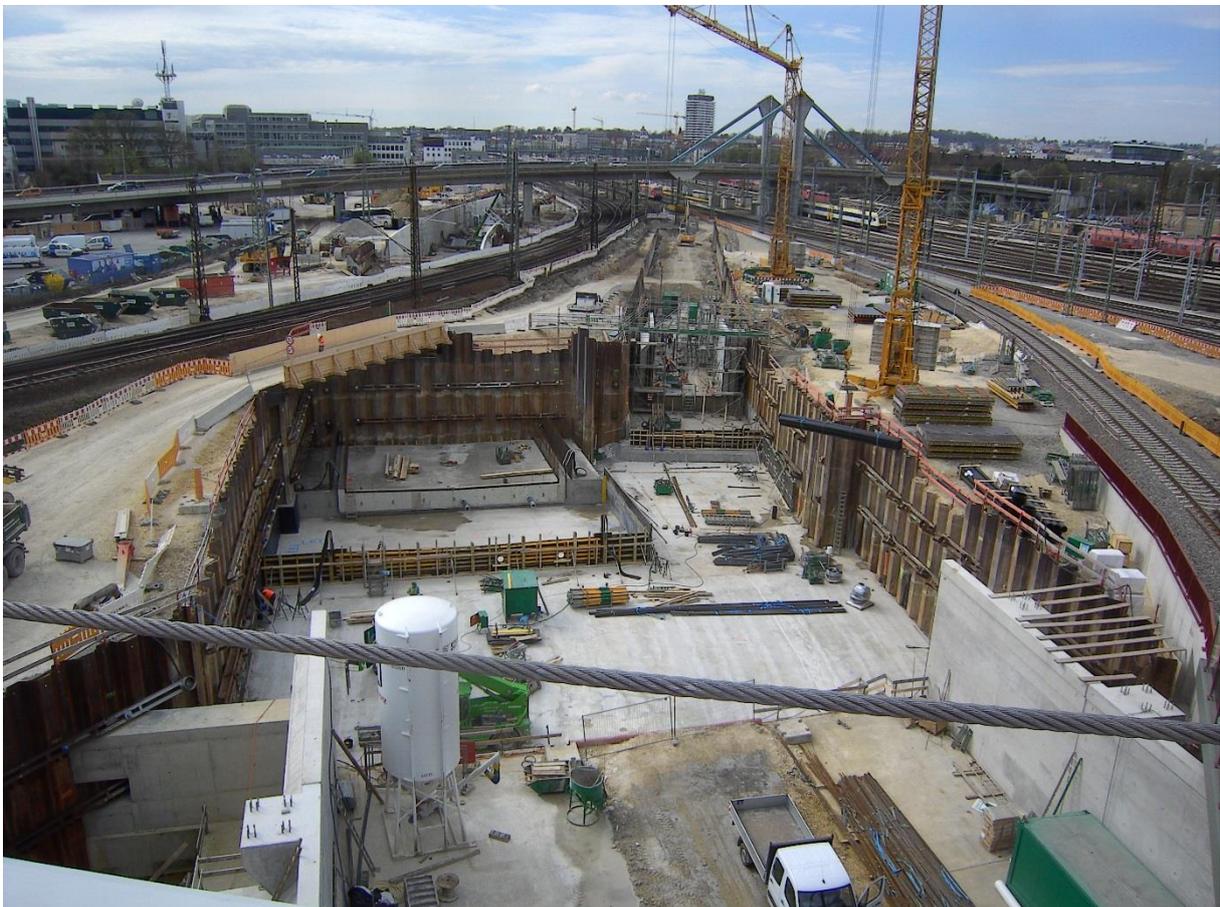
Stimmung vor dem Einfahren in den Bergwerksstollen (links), Geodätischer Referenzpunkt am Königssee (rechts)

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.



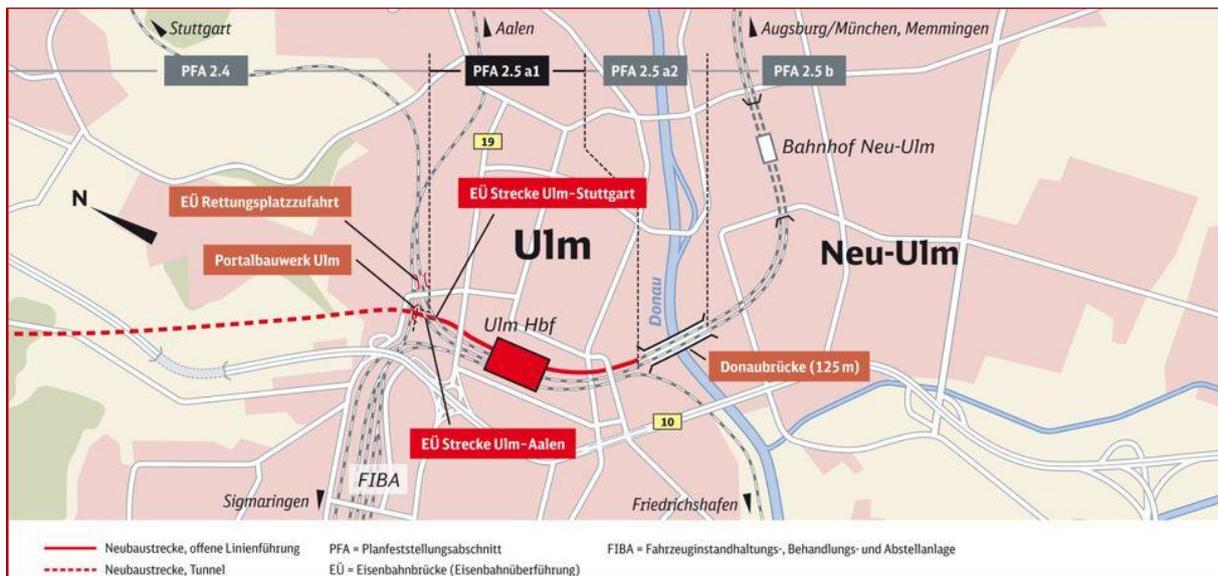
Blick in die offene Baugrube am Bahnhof

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 städtischen und regionalen 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.



Baustellenführung Nordkopf

Nach dem Vortrag und der Besichtigung der Baustelle hatten wir ein gutes Mittagessen in der Kantine 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.

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.

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.

Die Teilnehmer der Exkursion 2018