

Schlussbericht



Island

24. - 29. Mai 2010

Veranstaltet von



Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen



Institut für Hydromechanik

In Kooperation mit



Institut für Wasser- und Gewässerentwicklung



Institut für Verkehrswesen



Institut für Städtebau und Landesplanung

Inhalt

1. Vorwort.....	3
2. Teilnehmer und Programm	4
3. Einleitung.....	5
4. Isländische Straßenbauverwaltung „Vegagerðin“	6
Das isländische Straßennetz	6
Allgemeines zur Frostsituation der Straßen in Island	7
Winter Maintenance Management	8
5. City of Reykjavik	9
Road Heating System	10
Stadtplanung.....	10
6. Háskóli Íslands – University of Iceland.....	11
Das isländische Nationalmuseum	12
Vorträge und Campusrundgang	12
7. Besichtigung der Harpa	13
8. Besuch des Geothermiekraftwerks Hellisheiði	17
9. Golden Circle.....	18
10. Kleinwasserkraftwerk in Laugarvatn	20
11. Ein Besuch bei Verkís.....	22
„Working as a German in Iceland“	22
„The hydraulic roughness of TBM tunnels in basaltic and sedimentary rock measurements in the Karahnjúkar Project HEP“	23
Grußwort.....	27

1. Vorwort

Die jährlich organisierten einwöchigen technischen Exkursionen der Vertieferrichtungen „Wasser und Umwelt“ und „Raum- und Infrastrukturplanung“, die traditionell in der Woche nach Pfingsten stattfinden, sind Lehrveranstaltungen im Hauptdiplom des Studienganges „Bauingenieurwesen“ der Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften des Karlsruher Instituts für Technologie. Üblicherweise wird pro Vertieferrichtung eine Exkursion angeboten. Im Bereich Raum- und Infrastrukturplanung wird diese abwechselnd vom Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen (ISE), Institut für Verkehrswesen (IfV) sowie dem Institut für Städtebau- und Landesplanung (ISL) organisiert. Im Bereich Wasser und Umwelt abwechselnd vom Institut für Hydromechanik (IfH) und Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG). Umso erfreulicher ist es, dass in diesem Jahr (2010) bereits zum zweiten Mal eine fachübergreifende Exkursion der beiden Vertieferrichtungen stattfinden konnte. Die guten Erfahrungen aus dem Jahr 2007 (Pfingstexkursion in die Schweiz) haben gezeigt, dass sich die verschiedenen Thematiken gut kombinieren lassen. Zudem ist es als angehender Ingenieur enorm wichtig, auch über den Tellerrand hinaus zu blicken und die unterschiedlichen Fachrichtungen, vor allem auch im späteren Berufsleben, im Blick zu behalten. Dies konnte im Rahmen dieser Exkursion, besonders auch im internationalen Rahmen und in Hinblick auf die verschiedensten technischen Herausforderungen die daraus resultieren, den Studierenden erfolgreich vermittelt werden.

Die Exkursion wurde federführend vom ISE, in Zusammenarbeit mit dem IfH organisiert. Sie führte eine Gruppe von 20 Studierenden sowie drei akademische Mitarbeiter und einen Professor in der Woche vom 24. Bis 29. Mai 2010 in das wunderschöne Island. Nach erfolgreicher Vorbereitung stand nur noch die Frage über die Aktivität des Vulkans Eyjafjallajökull im Wege, der zur Freude aller pünktlich zum 24. Mai als „untätig“ eingestuft wurde. Somit konnte die Exkursion wie geplant stattfinden. Der folgende Bericht, der die einzelnen Programmpunkte zusammenfasst, ist von den Studierenden vorbereitet und hauptsächlich verfasst worden. Dazu sind die Gruppen bereits vor der Exkursion festgelegt worden, um schon im Vorlauf Informationen und Hintergründe oder auch Literatur zu den einzelnen Programmpunkten zu recherchieren. Im Laufe der Exkursion konnten dann die recherchierten Ergebnisse vor Ort nachgehakt und mit gezielten Nachfragen die Thematiken noch einmal vertieft werden.

An dieser Stelle gebührt der Dank allen Studierenden, die diese Exkursion mit großem Interesse vor- und nachbereitet und mit Ihrer Teilnahme zu einem sehr erfolgreichen Gelingen beigetragen haben! Für die begleitenden betreuenden akademischen Mitarbeiter Susanne Schulz, Frederik Folke und Thomas Mohringer sowie Prof. Ralf Roos war es vor Ort ein Einfaches und selbst mit großem Interesse verbunden, mit dieser Gruppe die Exkursion durchzuführen sowie dieser den Beruf des Bauingenieurs in einer so vielfältigen Weise darzustellen.

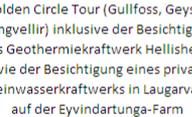
Besonders positiv aufgefallen ist die große Gastfreundschaft, die der Gruppe von allen Institutionen und Referenten vor Ort entgegengebracht wurde. Hierfür möchten wir uns im Namen aller Teilnehmer noch einmal herzlich bedanken, insbesondere auch für die anspruchsvollen und interessanten Vorträge und Führungen, die Studenten wie auch Betreuer gleichermaßen fasziniert haben. Ebenso bedanken möchten wir uns beim Dekanat, das jedes Jahr einen Beitrag aus dem Fakultätshaushalt für die Exkursionen bereit hält. So konnte die Exkursionsgebühr für die einzelnen Teilnehmer verhältnismäßig gering gehalten werden.

Das Orga-Team

2. Teilnehmer und Programm



Abbildung 1: Andreas Wetzel, Prof. Ralf Roos, Johannes Rohde, Verena Steinbauer, Marianne Frese, Sebastian Buck, Inga Brandenburger, Ulrich Schaaf, Sebastian Schweiger, Hedy Grafmüller, Michael Heilig, Jana Stachetzki, Pierre Frotscher, Ina Brauchart, Nathalie Muller, Frederik Folke, Philipp Höger, Michael Stuffer, Susanne Schulz, Verena Belz, Felix Schmider, Thomas Mohring, Constanze Steinhilber, Pit Demuth

Montag, 24.05.2010	Dienstag, 25.05.2010	Mittwoch, 26.05.2010	Donnerstag, 27.05.2010	Freitag, 28.05.2010	Samstag, 29.05.2010
10:00 Abfahrt vom Hbf Karlsruhe nach Frankfurt / Main Flughafen	09:00 Besuch der Icelandic Road Administration (ICERA) "Vegagerðin"	09:00 Aufenthalt an der Faculty of Civil and Environmental Engineering der "Háskóli Íslands" (University of Iceland)	08:30  	09:00 Besuch der Firma Verkis	05:00 Abfahrt vom Hotel Loftleidir
14:00 Abflug nach Keflavik / Island					07:25 Abflug in Keflavik
17:00 Ankunft im Hotel Loftleidir	Vorträge: • Welcome to ICERA , Road network and bridges • Winter Maintenance Management – Information systems • Maintenance Management – AVL, Road tax, data acquisition in the field • Thaw-induced Axle Load Limitation Management, Real-time frost depth forecast	Vorträge: • Overview of the Faculty of Civil and Environmental Engineering • Road Building and Geotechnology Research • Environmental Engineering and Hydrodynamical Research • Natural Hazards in Iceland • Meet PhD and MS students • Tour of campus and facilities	Golden Circle Tour (Gullfoss, Geysir, Thingvellir) inklusive der Besichtigung des Geothermiekraftwerk Hellisheiði sowie der Besichtigung eines privaten Kleinwasserkraftwerks in Laugarvatn auf der Eyvindartunga-Farm	Vorträge: • Working as a German in Iceland • The hydraulic roughness of TBM tunnels in basaltic and sedimentary rock measurements in the Karahnjúkar Project HEP	
18:00 Stadtspaziergang zur Orientierung in Reykjavik	12:30 Lunch, Kantine der Straßenbauverwaltung	12:30 Lunch, Háskólatorg	 	12:00	
20:00 Gemeinsames Abendessen im Restaurant Prikid	13:30 Besuch bei der Stadt Reykjavik 	14:00 Baustellenbesichtigung des Konzert- und Kongresszentrums "Harpa" in Reykjavik 	Zeit für eigene Unternehmungen		ca. 18:00 Ankunft in Karlsruhe
	Vorträge: • Heated Streets and Pavements • City Planning • Site Visit "Road Heating in Reykjavik"				

3. Einleitung

Donnerstag, 15.04.2010 00:00 Uhr: Anmeldung zur Island-Exkursion freigegeben.

Donnerstag, 15.04.2010 00:02 Uhr: Alle Plätze der Island-Exkursion belegt.

Die Pfingstexkursion der Vertieferrichtungen Raum- und Infrastrukturplanung sowie Wasser- und Umwelt war für die Woche vom 24.05.2010 bis 29.05.2010 geplant. Doch es trug sich Unheimliches und Mächtiges auf der Insel des Feuers und Eises zu. Der gigantische Eyjafjallajökull wollte durch ausspeien einer dunklen und furchteinflößenden Rauchwolke die Gruppe Wissenshungriger daran hindern die Lande zu seinen Füßen zu betreten.

Zum Glück hat sein Timing nicht gestimmt und wir konnten trotzdem fliegen.

20 Studenten, drei Mitarbeiter und ein Professor des Studiengangs Bauingenieurwesen der Fakultät Bau-Geo-Umwelt am KIT fuhren am 24.05.2010 mit dem ICE zum Flughafen in Frankfurt. Flug FI 521 brachte uns pünktlich und sanft nach Keflavik im Süd-Westen Islands. Jetzt „nur noch“ mit dem Bus zum Hotel. Dieser war allerdings defekt... Aber auch der letzte Versuch uns daran zu hindern die Exkursion zu bestreiten scheiterte klaglos. Unser kleiner Ersatzbus chauffierte uns komfortabel zum Hotel Loftleiðir am Flughafen von Reykjavík.

Nach einer kleinen Wanderung durch „schweres“ Gelände, trafen wir Thorsten, den Bruder von Susanne. Er führte uns wohlinformiert und motiviert durch Reykjavík und zeigte uns die wichtigsten Sehenswürdigkeiten. Anschließend kehrten wir in einem heimeligen Lokal ein, in dem wir unsere erste und teilweise auch direkt die zweite Mahlzeit zu uns nahmen. Beim anschließenden, gemütlichen Biertrinken fand ein erstes Kennenlernen der Teilnehmer statt.

(...)

Freitag, 28.05.2010 12:07 Uhr. Nach Erhalt von Taschenlampe und USB-Stick offizielles Programm beendet.

Nach den letzten Vorträgen machten wir uns auf den Weg zur Autovermietung, um den letzten Nachmittag und Abend mobil verbringen zu können. Nach einer Rundfahrt im Südwesten und der Besichtigung der „Blue Lagoon“ schlugen wir uns in einem kleinen Küstenlokal die Bäuche mit köstlichem Tiefseehummer voll. Nach kurzem und spätem Aufenthalt in der Innenstadt Reykjavíks wurden wir wieder zum Flughafen von Keflavík kutschiert und traten den leider viel zu frühen Heimflug an. Und nachdem wir mit einem verspäteten und später noch ausfallenden Zug ein letztes Mal Pech hatten, kamen wir wohlbehalten in Karlsruhe an. Und was zwischen Montagabend und Freitagmittag geschah, lesen Sie (fast) alles in diesem Bericht.

Sebastian Buck, Michael Heilig

4. Isländische Straßenbauverwaltung „Vegagerðin“

Das isländische Straßennetz

Nachdem uns G. Pétur Matthíasson von der Straßenbauverwaltung willkommen geheißen hat, erläuterte er uns im ersten Vortrag das isländische Straßennetz.

Das Straßennetz Islands wird von der in Reykjavík ansässigen Straßenbauverwaltung Vegagerðin verwaltet. Die Vegagerðin ist neben dem Straßenbetrieb auch für den Fährbetrieb, insbesondere nach Grimsey und Vestmannaeyjar zuständig. Das Straßennetz umfasst rund 13.000 km, von denen mit 4.331 km nur ungefähr ein Drittel asphaltiert ist. Die wichtigste Straße des Landes ist die Ringstraße, die erst im Jahre 1974 fertiggestellt wurde und die komplette Insel unter Auslassung der größeren Halbinseln umrundet. Mittlerweile ist der „Hringvegur“ annähernd durchgängig asphaltiert und wird stetig weiter verbessert. Die Ringstraße ist neben dem Schiffsverkehr die wichtigste Güterverkehrsverbindung, da in Island keinerlei Schienennetz existiert. Island besitzt keine Straßen mit Autobahnwidmung, jedoch ist die Verbindungsstraße der Hauptstadtregion mit dem internationalen Flughafen in Keflavík autobahnähnlich ausgebaut.

Das Straßennetz ist für Betriebszwecke in fünf Kategorien unterteilt, wovon sich drei auf das relativ milde und wirtliche Flachland in Küstennähe beschränken: Die Primärstraßen mit einer Gesamtlänge von ca. 4.500 km sind von größerer Bedeutung, auch wenn sie nicht allesamt asphaltiert sind. Sie verbinden alle größeren Ortschaften mit mehr als 100 Einwohnern mit der Ringstraße oder anderen nahegelegenen Grundzentren. Daneben existieren die Sekundärstraßen, die dem Anschluss aller weiteren Siedlungen mit Ausnahme einzelner Gehöfte an das primäre Straßennetz dienen. Die lokalen Anschlussstraßen verbinden beispielsweise einzelne Höfe oder industrielle Anlagen mit dem übrigen Straßennetz. Diese beiden letzteren Kategorien bestehen fast ausschließlich aus Schotterstraßen. Neben den genannten drei existieren zwei weitere Kategorien für die Hochlandstraßen: Die Primärstraßen besitzen durchaus Verbindungsfunktion und sind damit von höherer verkehrlicher Bedeutung als die gewöhnlichen Hochlandpisten. Straßen beider Kategorien unterliegen jedoch nur beschränktem Straßenbetriebsdienst und sind im Winter geschlossen. Die Schotterstraßen sind üblicherweise nicht durchgängig für Gegenverkehr ausgelegt und die meisten Flussquerungen sind nicht überbrückt.

Für die Straßenunterhaltung ist das Netz in neun Regionen gegliedert, wobei Region 1 nur die Ringstraße umfasst. Diese Unterteilung dient auch der Unterscheidung gleichnamiger Siedlungen. Jede Straßennummer beginnt mit der Nummer ihres jeweiligen Gebiets, so sind beispielsweise alle Landstraßen im südwestlichsten Teil der Insel, der Halbinsel Reykjanes, der Region 4 zugeordnet und sind daher mit Nummern wie 43 oder 427 versehen.

Islands teilweise sehr bergige und zerklüftete Küste hat dazu geführt, dass seit einigen Jahren zur Verbesserung des Netzes einige größere Brücken- sowie Tunnelbauprojekte realisiert wurden. Der derzeit längste isländische Straßentunnel befindet sich in den Westfjorden und hat eine Länge von 9,2 km, während sich im Norden ein ca. 11 km langer Tunnel in Bau befindet. Die längsten Brücken des Landes befinden sich im Süden, wo sie die teilweise sehr breiten Gletscherabflüsse überqueren. Die längste unter ihnen verläuft 880 m lang über einige Mündungsarme eines Abflusses des größten Inlandsgletschers Vatnajökull.

Allgemeines zur Frostsituation der Straßen in Island

Skúli Þórðarsson erläuterte uns ein Forschungsprojekt der isländischen Straßenbauverwaltung, das sich mit dem Frost-Tau-Wechsel im Straßenoberbau beschäftigt.

Das Tauen von Eis im Straßenaufbau ist ein großes Problem auf den Straßen in Regionen mit kalten klimatischen Bedingungen rund um die Welt, besonders in Bezug auf den Schwerlastverkehr stellt es auch in Island ein Problem dar, da es bei hoher Achs-Belastung zu Verformungen der Straßenoberfläche kommen kann. Daher ist ein Modell entwickelt worden, um die exakte Straßentemperatur und eine Prognose für die Frosttiefe ermitteln zu können. Das Modell basiert auf den Messungen eines Sensors, welcher die genaue Frosttiefe und die Temperatur des Untergrundes misst, sowie auf den Daten einer automatischen Wetterstation, was einen relativ genauen Echtzeit-Betrieb des Modells erlaubt. Es ermöglicht der Straßenbauverwaltung, eine 5-Tages-Vorhersage über das Gefrieren von Wasser und Tauen von Eis im Straßenoberbau zu erstellen und darauf basierend Achslastbeschränkungen für den Schwerlastverkehr anzukündigen, um die Gefahr einer übermäßigen Straßenschädigung zu verringern. Die Kosten, die durch die Beschädigung entstehen, sind für die isländische Straßenbauverwaltung (ICERA) und für die Transportwirtschaft erheblich. Steigende Temperaturen in den Wintermonaten der letzten Jahre haben dazu geführt, dass es mehrere Frost-Tau-Zyklen in der Zeit von Dezember bis April gegeben hat als in früheren Jahren, was eine erhöhte Anzahl an Achslastbeschränkungen zur Folge hatte. Der Klimawandel führt wahrscheinlich zu einer weiteren Erhöhung dieses Problems, auch wenn die Winter immer kürzer werden. Um die Anzahl der Tage mit Lastbeschränkungen zu minimieren, sind die Bestrebungen, eine genaue Voraussage während dem Tauwetter zu geben, sehr hoch. Das Modell wurde ebenfalls angepasst, um die Auswirkungen zukünftiger Klimaszenarien auf den Straßenuntergrund besser vorhersagen zu können.

Für die Überwachung der Frosttiefe im Untergrund der Straße hat ICERA mit der Entwicklung eines Messgerätes begonnen, welches an mehr als 40 Standorten im isländischen Straßennetz installiert ist; weitere 20 sind zusätzlich noch geplant.

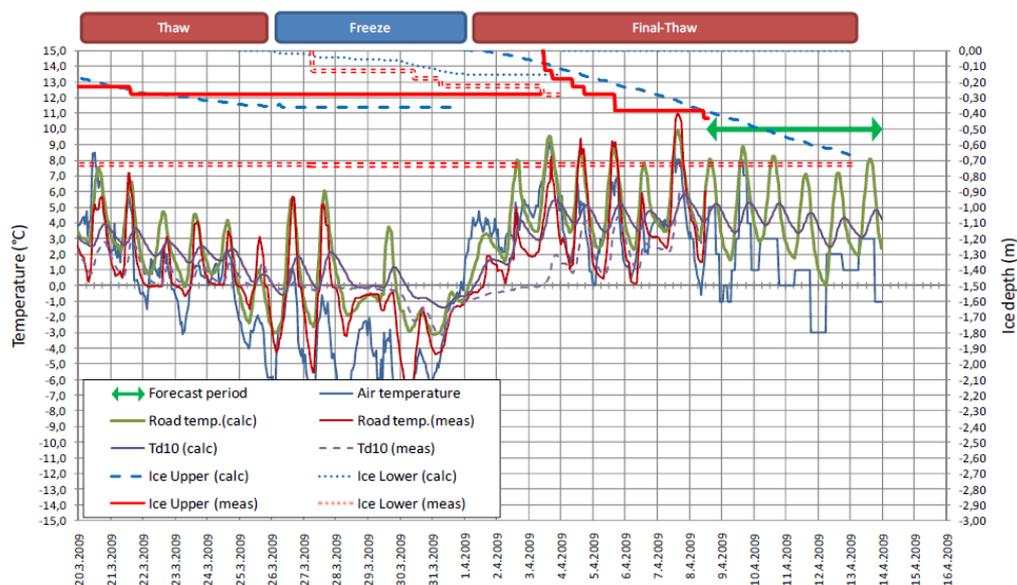


Abbildung 2: Einfluss der Sonneneinstrahlung auf die Fahrbahntemperatur und deren Vorhersage [1]

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass das Modell sehr nützlich ist für die Abschätzung der Auswirkungen von zukünftigen Klimaveränderungen im Eis, sowie Auswirkungen auf die Tragfähigkeit der Straße

Literatur

- [1] Thordarson, S.; Jonasson, N.; Sveinbjornsson, E.; Thorolfsson, A.H.; Bjornsson, G.O. **Real-time frost depth forecast model for thaw-induced axle load limitation management**, XIII International Winter Road Congress, Quebec, Canada, Feb. 2010, Congress Proceedings, 8 p., CD

Winter Maintenance Management

Einar Pálsson hielt einen Vortrag über den Winterdienst in Island, wie dieser aufgebaut ist und welche Bedeutung ein gutes Management des Winterdienstes heute schon einnimmt und in Zukunft noch weiter einnehmen wird.

Der Winterdienst in Island wird von der ICERA gesteuert und ist zur besseren Kontrolle und Ausführung in mehrere Bezirke aufgeteilt. Seit 2009 sind die ehemals achtzehn Areale des Winterdienstes zusammengefasst und in nur noch drei Kontrollbezirke eingeteilt worden: Das Süd-, Nordwest und Nordost-Areal. Diese sind wiederum in kleinere Einsatzbereiche unterteilt, welche sich ihre Einsatzfahrzeuge teilen.

Um die Straßen auf Island auch im Winter befahrbar zu halten, werden mit Hilfe von Winterdienstfahrzeugen die Straßen geräumt bzw. mit Streusalz abgestreut. Um eine gleichmäßige flächendeckende Verteilung zu gewährleisten, werden die Streuweite und die Geschwindigkeit des Wagens von der ICERA kontrolliert. Auf 100 km Fahrt müssen circa 200 verschiedene Streuweiten-Einstellungen verwendet werden, beispielsweise auf Grund von Abbiegungen, Straßenverengungen oder Bushaltestellen. Die Streuweite ist einerseits durch die Fahrer aufwändig zu steuern und andererseits durch die ICERA schwer zu kontrollieren. Daher laufen weitere Untersuchungen, bei denen die Winterdienstfahrzeuge mit GPS ausgestattet sind, um - abhängig von der Fahrgeschwindigkeit und der Position - die Streuweite automatisch einzustellen. Der Vorteil liegt dabei in der Gewährleistung, dass der gesamte Straßenbereich bestreut wird, aber kein Streusalz über den Straßenbereich hinaus verschwendet wird. Die Auswertung der Daten erfolgt in dem zuständigen Bezirk, wo für jeden Einsatzwagen die bearbeitete Strecke, die gefahrenen Kilometer, die verbrauchten Tonnen an Salz und die Kosten dokumentiert werden. Über digitale Karten können dann Geschwindigkeit, Straßenzustand usw. ausgewertet und miteinander verglichen werden, sodass ein direkter Kosten-Nutzen-Vergleich des Einsatzes zur Verfügung steht.

Die Region Reykjavik in Südwest-Island ist verantwortlich für den Winterdienst auf Straßen mit einer Gesamtlänge von 230 km. Im Winter 08/09 fuhren die zwölf zur Verfügung stehenden Fahrzeuge täglich 745 km. Im Durchschnitt ist der Winterdienst 179 Tage im Jahr im Einsatz.

Road Information Service and Management

Nach einer ausgiebigen Kaffeepause, die zu Gesprächen mit den Mitarbeitern der Straßenbauverwaltung einlud, erläuterte uns Nicolai Jónasson die Instrumente des „Road Conditions and Weather Service“. Dieser ist im Internet unter www.vegagerdin.is öffentlich zugänglich und steht

allen Autofahrern vor Antritt einer Fahrt zur Verfügung steht, um sich beispielsweise über den Straßenzustand eines Streckenabschnittes oder Arbeitsstellen oder auch die Verkehrsmengen auf diesen informieren zu können.

Seit fünfzehn Jahren hat die ICERA dieses Online-Informationssystem, welches Auskunft über den Zustand der isländischen Straßen gibt. Die circa 300.000 Webseitenbesucher pro Tag können dort Informationen über die Beschaffenheit und die Passierbarkeit der Straßen erfahren. Ebenso sind Informationen über das Wetter und die zulässigen Achslasten (siehe vorhergehendes Kapitel) verfügbar. Über die verschiedenfarbige Kennzeichnung der Straßen ist auf den ersten Blick erkennbar, welche Straßen benutzbar sind (vgl. Abbildung 3).

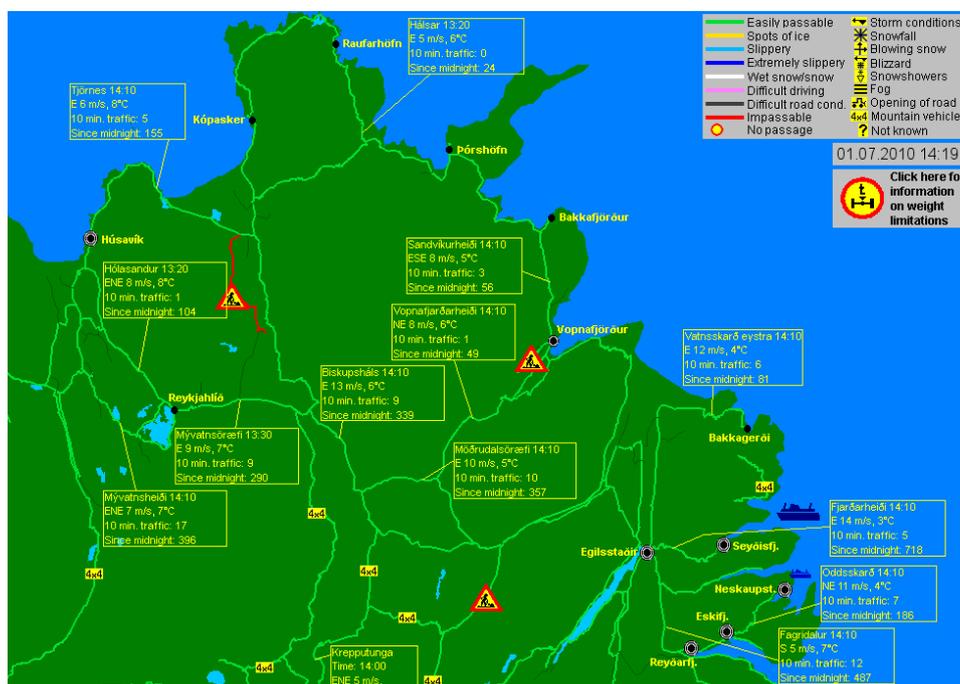


Abbildung 3: Straßenzustand und Wetter im Nordosten Islands (Quelle: <http://www.vegagerdin.is/english/road-conditions-and-weather/>)

Ein großes Problem stellt die Stromversorgung der einzelnen Messstationen an den Straßen dar, da nicht alle an das Hauptstromnetz angeschlossen sind. Es wurde so gelöst, dass die Messstationen im Sommer über Wind- und Solarenergie betrieben werden, im Winter hingegen in der Regel ein Generatoren zugeschaltet werden, um eine stabile Stromversorgung zu gewährleisten.

Johannes Rohde, Pierre Frotscher, Michael Stuffer

5. City of Reykjavik

Am Nachmittag besuchten wir die auf der anderen Straßenseite liegende, für Planung und Bauen zuständige Abteilung der Stadtverwaltung Reykjaviks.

Road Heating System

Aufgrund der hohen vulkanischen Aktivität auf Island kann die Insel diese zur Genüge für die Energiegewinnung nutzen. Einen Großteil des Energiebedarfs deckt das Land aus geothermalen Quellen. Diese liefern einen so großen Überschuss, dass in der Stadt Reykjavik beispielsweise seit 1989 mehr als 310.000 m² der Straßen und Bürgersteige mit Erdwärme beheizt werden können. Das Warmwasser, mit dem zuvor die Wohnhäuser beheizt wurden, wird im Nachhinein noch für die Straßenbeheizung verwendet. Diese erspart den Anwohnern vereiste Gehwege oder das altbekannte Schneeschippen. Mehr interessante Fakten dazu wurden uns von Andri Ægisson, einem Ingenieur von „Verkis Consulting“, vorgetragen.



Abbildung 4: Warmwasserbeschickung eines Wohnhauses mit Anschluss an das Straßenheizungssystem



Abbildung 5: Einbau der PP-Rohre in die Skólavörðustígur vor der Hallgrímskirkja <http://www.georeisecommunity.de/bild/77414/Reykjavik-Island-Strassenheizung-vor-der-Hallgrimskirka>

Stadtplanung

Da es in Island zu immer mehr Abwanderung der Landbevölkerung nach Reykjavik kommt, müssen sich die Stadtplaner Gedanken darüber machen, wie und wo in Zukunft Siedlungsflächen ausgewiesen werden können. Zu diesem Thema referierte ein Stadtplaner, dessen Beitrag mehrere Fragen aufwarf. Zur Siedlungsflächenerweiterung präsentierte er unterschiedliche Konzepte, welche einerseits die Entstehung neuer Vororte im Umland von Reykjavik vorsahen, andererseits die Innenentwicklung der Stadt forcierten. Bei der Außenentwicklung wies er vor allem auf die Probleme durch den zunehmenden Verkehr hin. Zur Innenentwicklung stehen nur sehr wenige Flächen zur Verfügung. Eine Möglichkeit wäre die Neulandgewinnung durch Aufschüttung im Bereich des Hafens oder die Verlegung des nahe am Zentrum liegenden Inlandsflughafens. Dies alles wurde sehr kontrovers diskutiert. Bei der Volksabstimmung votierten knapp über 49 % der befragten Isländer für die Verlegung und knapp unter 49 % dagegen.



Abbildung 6: Blick auf den Inlandsflughafen in Reykjavik

Sebastian Hans Schweiger, Verena Steinbauer, Andreas Wetzel

6. Háskóli Íslands – University of Iceland

Die Háskóli Íslands wurde 1911 gegründet und ist die älteste Universität Islands, welche heute das größte Studienangebot umfasst. Im Jahre 2009 studierten dort 13.640 Studenten. Die "Faculty of Civil and Environmental Engineering" ist Teil der „School of Engineering and Natural Sciences“. Hier studieren zurzeit insgesamt 276 Studenten. In den letzten Jahrzehnten hat die Fakultät eine wichtige Führungsrolle im Bereich der Bauingenieure eingenommen. Die Fakultät besitzt zudem wichtige internationale Beziehungen und alle Dozenten haben Erfahrungen im Ausland gesammelt. Dies macht sie zu einer hoch angesehenen Institution auch in der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft.

Das Studium wird in drei Stufen unterteilt:

- General undergraduate studies, 3 Jahre, Abschluss: B.S. degree
- Master's studies, 2 Jahre, Abschluss: master's degree
- Doctoral studies, 3 Jahre, Abschluss: doctoral degree

Master-Studiengänge gibt es in den Bereichen Hydraulik- und Umwelttechnik, Planung und Verkehr, Auslegung von Bauwerken, in der Energietechnik sowie in Bau, Verwaltung und Betrieb.

Forschungsschwerpunkte im Bereich Mechanik liegen auf Themen im Zusammenhang mit isländischen Umweltbedingungen, wie Erdbeben, Sturm und Lawinen und ihre Auswirkungen auf Bauwerke, im Umwelt- und Wasserbereich auf Hydrologie, Hydraulik und Umwelttechnik. Weitere Schwerpunkte gibt es im Bereich Verkehrsanalyse und -sicherheit, sowie Untersuchungen von Straßenbaustoffen, aber auch im Bereich der Raumplanung.

Viele Forschungen werden in enger Zusammenarbeit mit isländischen Unternehmen oder auch anderen internationalen Fachleuten durchgeführt.

Das isländische Nationalmuseum

Das isländische Nationalmuseum (Þjóðminjasafn Íslands), welches im Rahmen der Campus-Führung besichtigt werden konnte, wurde 1863 gegründet und bewahrt die Altertümer, die einen Einblick in die Kulturgeschichte Islands gewähren. Es hat die Aufgabe die Kenntnisse des kulturellen Erbes von Island von der ersten Besiedlung bis zur Gegenwart zu vermitteln. Die permanente Ausstellung trägt den Titel „Eine Nation entsteht. 1200 Jahre Kultur und Gesellschaft in Island.“ und wird von verschiedenen, zumeist modernen Sonderausstellungen ergänzt.



Abbildung 7: Hauptgebäude der Háskóli Íslands



Abbildung 8: „Rüstungen zum Ausprobieren“ im isländischen Nationalmuseum

Inga Brandenburger, Ina Brauchart, Hedy Grafmüller

Vorträge und Campusrundgang

Einen sehr herzlichen Empfang bereitete uns die „Faculty of Civil and Environmental Engineering“ der Háskóli Íslands (HI) an diesem Mittwochmorgen. Zunächst begrüßte uns Dr. Sigurður Magnús Garðarsson, der Dekan der Fakultät und gab der Gruppe einen Überblick über das Studium „Bauingenieurwesen“ an der Háskóli Íslands. Danach referierte Þorsteinn Þorsteinsson über die Lehre und Forschung, die im Bereich Straßenbau und Geotechnik betrieben wird. Er beeindruckte die Gruppe immer wieder mit seinen Deutsch-Kenntnissen, die er sich während seines Studiums an der Fridericiana in Karlsruhe, also unserem heutigen KIT, angeeignet hat. Im weiteren Verlauf sprach Dr. Hrunn Ólöf Andradóttir, die ebenfalls schon zu Gast am KIT war, über den Fachbereich Umwelt und Hydrodynamik, den Sie anhand eines Forschungsprojektes aufzeigte, bei dem der Einfluss von Treibeis auf Strömungen im unterirdisch gespeisten Thingvallavatn (siehe Kapitel 9) untersucht wurde. Als letzter Vortragender gab Dr. Bjarni Bessason einen Überblick über natürliche Gefahren in Island und deren Hintergründe, sowie deren möglichen Auswirkungen und wie die Isländer mit solchen Situationen umgehen. Hierzu gehören nicht nur Erdbeben oder Vulkanausbrüche, sondern auch die vielen nahe an einen Berghang gebauten Dörfer, die stets von Erdstößen und Lawinen bedroht sind.

Nach den überaus interessanten Vorträgen gesellten sich Master- und PhD-Studenten für ein „get-together“ zu unserer Gruppe, die anhand von Postern ihre Forschungsarbeiten vorstellten. Nach ersten zögerlichen Gesprächsansätzen konnte jeder „sein Thema“ bzw. Gesprächspartner finden.

Es wurde so ausgiebig ausgetauscht und diskutiert, dass die Zeit leider viel zu schnell rumgegangen ist. Im Anschluss bekamen wir eine exklusive Campus-Führung von Hrund Ólöf Andradóttir, der im Háskólatorg endete, wo sich die Studenten zum Mittagessen und Kaffeetrinken treffen.



Abbildung 9: Die Gruppe beim Campus-Rundgang mit der Professorin der Hydrodynamik Hrund Ólöf Andradóttir

7. Besichtigung der Harpa

Unsere Exkursion führte uns am 3. Tag zur Baustelle der Harpa. Dort erwartete uns Finnur Torfi Magnússon, einer der Bauleiter, um uns über die Baustelle zu führen. Der Rohbau der Hauptgebäude war zum Zeitpunkt unserer Besichtigung weitgehend fertiggestellt, so dass wir uns schon einen Eindruck von den Dimensionen machen konnten.

Derzeit ist in Island die Harpa, das isländische Jahrhundertprojekt, im Bau. Bei der Harpa handelt es sich um ein Zentrum für Konzert- und Kongressveranstaltungen, mit dazugehörigen Hotel- und Gastronomie-Einrichtungen. Das Gebäude entsteht am Hafen von Reykjavik und das Meer wird nach dem Ende der Bauphase bis an das Gebäude heran reichen.

Der Gebäudekomplex wurde von dem Architekturbüro „Henning Larsen Architects“ entworfen. Das Büro ist ein international agierendes Architekturbüro, hat jedoch seinen Schwerpunkt bei Projekten in den nordischen Ländern. Für die Gestaltung der Glasfassade konnte der international renommierte dänische Künstler Olafur Eliasson gewonnen werden.

Der gesamte Komplex besteht aus mehreren Konzert- und Mehrzweckveranstaltungssälen. Das Fassungsvermögen der Räume reicht dabei von 60 Personen (Besprechungsräume) bis hin zur großen Konzerthalle, die bis zu 1.800 Personen Platz bietet.

Die größeren Räume sind dabei als Mehrzweckhallen ausgelegt, sodass in ihnen die unterschiedlichsten Veranstaltungen stattfinden können (von Kinovorstellungen bis hin zu Rockkonzerten). Das Gebäude soll zudem die neue Heimat des isländischen Symphonieorchesters werden.



Abbildung 10: Zustand der Baustelle zum Zeitpunkt der Besichtigung

Die Außenseite des Gebäudes wird durch die Glasfassade geprägt. Die Fassadenelemente sind dabei Basaltsäulen mit ihren hexagonalen Umrissen nachempfunden. Das Highlight dieser Fassade ist die Beleuchtung der Fassadenelemente der Südfassade. Jedes Element ist mit LEDs unterschiedlicher Farben ausgestattet. Es wird somit möglich sein, jedes einzelne Element direkt anzusteuern und Intensität und Farbe zu regeln.

Im Folgenden werden wir auf die einzelnen Stationen der Besichtigung eingehen.

Die Tiefgarage erstreckt sich über das gesamte Gelände, abzüglich der beiden Haupthäuser, und wird für ca. 1000 Autos Platz bieten. Die Planung sieht vor, das oberste Parkdeck ausschließlich Frauen vorzubehalten. Aus diesem Grund wird diese Etage großräumiger und sehr gut beleuchtet sein. Die untere Etage ist für Männer und Personal vorgesehen.

Da die Garage bei Flut ca. 6 m unter dem Meeresspiegel liegt und sie in Leichtbauweise (Zwischendecke wird mit betonsparenden Elementen gebaut) ausgeführt wird, muss die Konstruktion gegen Auftrieb gesichert werden. Hierfür wurde das Fundament mit ca. 300 Ankern gesichert. Die Außenwände sind im Unterwasserbereich wegen der direkten Nähe zum Meer und des anstehenden Wasserdrucks doppelt mit dazwischen liegendem Freiraum ausgeführt, aus dem eindringendes Wasser abgepumpt werden kann. Die Hauptgebäude müssen durch ihre enorme Masse nicht zusätzlich gegen Aufschwimmen gesichert werden. Während der Bauphase wird die von Spundwänden umschlossene Baugrube mittels acht Pumpen, mit einer Förderleistung von insgesamt $5 \text{ m}^3 / \text{s}$, von denen derzeit jedoch nur eine Förderleistung von $1 \text{ m}^3 / \text{s}$ benötigt wird, entwässert.

Auf der ersten Ebene des Gebäudes werden sich nach der Fertigstellung mehrere Ausstellungsflächen, kleinere Räume für Besprechungen, Shops und ein größerer Veranstaltungsraum für ca. 200 Personen befinden. An der Decke der Ausstellungsflächen sind im Abstand von 4 Metern (teilweise sogar alle 2,5 m) Schwerlastanker angebracht, die jeweils eine Last von bis zu einer Tonne tragen können. So wäre es z.B. kein Problem ein Auto an die Decke zu hängen.

Auf der 2. Ebene konnten wir einen näheren Blick auf die Fassadenarbeiten werfen. Die Fassadenelemente der Südseite werden vollständig in einer ehemaligen chinesischen Werft hergestellt. Auch die Montage der Elemente wird von chinesischen Bauarbeitern übernommen. Die Montage der Elemente ist dabei alles andere als trivial. Die Anforderungen an die Bauausführung sind enorm. So ist z.B. für die gesamte Fassadenkonstruktion eine max. Abweichung von 2 cm auf 30 m Bauhöhe erlaubt.

Die hexagonale Struktur der Elemente wird auch auf den weiteren Fassadenseiten fortgesetzt. Allerdings wird diese Struktur nicht mehr in 3 Dimensionen realisiert, sondern nur noch als 2 dimensionale Glasplatten.



Abbildung 11: Montage der Fassadenelemente



Abbildung 12: Bauarbeiten im künftigen Konzertsaal

Auf dieser Ebene befinden sich auch die drei größten Räume des Komplexes. Diese Räume sind alle dafür ausgelegt, verschiedenste Veranstaltungen durchzuführen. Die Akustik der Räume ist durch die einstellbaren Nachhallzeiten variabel. Sie ist eine wichtige Kenngröße in der Raumakustik und ist als die Zeit definiert, in der, nach verstummen der Schallquelle, der Schalldruck um 60 dB abnimmt. Zum besseren Verständnis der Zeiten hier ein kleiner Auszug aus Wikipedia zu diesem Thema:

„Die Sprachverständlichkeit leidet stark, wenn ein Raum zu viel Nachhall hat; je kürzer die Nachhallzeit, desto besser. Für Musik dagegen ist Nachhall in gewissem Umfang erwünscht, da die Musik in einem zu „trockenen“ Raum unnatürlich klingt und zudem Ungenauigkeiten im Spiel zu gut hörbar sind. Für Kammermusik wird eine Nachhallzeit von etwa 1,2 s bis 1,6 s erwünscht, für Orchestermusik 1,7 s bis 2,2 s, für Orgelmusik noch wesentlich mehr.“

Die zwei kleineren Säle (450 – 750 Personen) sind auf Messen und Konferenzen als Hauptveranstaltungen ausgelegt. Ihre Nachhallzeiten können zwischen 1,2 s und 1,6 s variabel eingestellt werden. Der größere der zwei Säle kann zusätzlich in der Mitte geteilt und so als Ort für zwei kleinere Veranstaltungen gleichzeitig genutzt werden.

Durch die absenkbare, massive Decke sowie durch rundherum vorhandene massive Betontüren im großen Konzertsaal lassen sich dort, bei einer Veränderung des Raumvolumens um bis zu 35 %, Nachhallzeiten von 1,0 s bis 3,0 s einstellen,

Um die Innenarbeiten vor Abschluss der Fassadenmontage beginnen zu können, wurde der Betonkern innerhalb der Glasfassaden komplett mit einer temporären, gedämmten Sperrholzwand umschlossen.

Eine besondere Herausforderung stellt die Klimatisierung des Gebäudes dar. Zwar betragen die Durchschnittstemperaturen im Sommer nur +10°, jedoch wurde wegen der fast 24-stündigen Sonneneinstrahlung auf die Glasfassade eine erhebliche Gebäudeerwärmung berechnet. Die Klimaanlage wurde so dimensioniert, dass im Sommer Temperaturen von 20 bis 25 °C nicht überschritten werden. Ein Teil der Kühlung funktioniert auch über in die Wände eingearbeitete Rohrleitungssysteme, die von kaltem Wasser durchströmt werden können.

Auch das Thema Umweltschutz findet sich in der Planung des Gebäudes wieder. Es wird eine zentrale Müllsammelstelle für den gesamten Komplex (inkl. Hotel und Gastronomiebetriebe) geben, bei der auch eine Mülltrennung vorgesehen ist. Die gesamte Innenbeleuchtung ist mit Dimmern ausgestattet und selbstausschaltend realisiert.

Auch an diesem Bauprojekt hinterlässt die Wirtschaftskrise ihre Spuren. So wurden an vielen Stellen Einsparungen erforderlich. Zeitweilig mussten auch alle Gastarbeiter entlassen und das Bautempo gedrosselt werden. Außerdem wird der Platz vor dem Gebäude nun nur noch aus einfachen Betonplatten gestaltet.

Die Besichtigung der Baustelle war auch dank des kompetenten Führers ein voller Erfolg. Wir haben einen Einblick in die Konstruktion und Bauweise solcher Projekte erhalten und neue Eindrücke sammeln können.



Abbildung 13: Foto der Exkursionsgruppe und einem lustigen Bauarbeiter, der sich gekonnt hinter einem Brett versteckt

Verena Belz, Philipp Höger, Felix Schmider

8. Besuch des Geothermiekraftwerks Hellisheiði

Wir wurden von unserem Bus am Hotel abgeholt und verließen Reykjavik in Richtung Südosten für die „Golden-Circle-Tour“, die neben den berühmten touristischen Attraktionen zusätzlich fachliche Zwischenstationen auf dem Weg beinhaltet.

Unser erstes Ziel an diesem Tag war die bekannte Hellisheiði, die eine Hochebene zwischen Reykjavik und Hveragerdi ist und zahlreiche Spuren vulkanischer Aktivität aufweist. Der letzte Ausbruch soll vor circa 1000 Jahren stattgefunden haben. Die Gegend ist immer noch vulkanisch aktiv und deswegen zur Gewinnung von geothermaler Energie besonders geeignet. Das Geothermiekraftwerk Hellisheiði wird von Orkuveita Reykjavíkur betrieben. Die Eigentümer sind zu 93,5 % die Stadt Reykjavik und zu 6,5 % der Gemeindeverband.

Erste Bohrungen wurden im Jahr 1985 durchgeführt, um das geothermale Potenzial dieser Region zu erforschen. Weitere Bohrungen folgten in den Jahren 1994 und 2001. Die letzten Bohrungen waren ausschlaggebend für den Bau des Kraftwerks. Die gesamte Anlage wurde erdbebensicher gebaut.

Das Kraftwerk ist das zweitgrößte seiner Art weltweit mit einer installierten Leistung von 214 MW und kann bis 300 MW ausgebaut werden. Es wäre dann das größte Geothermiekraftwerk der Welt. Die verfügbare geothermische Energie beträgt 400 MW. In der Anlage sind fünf Dampfturbinen installiert, die im Zeitraum 2006 bis 2008 an das Netz angeschlossen wurden. Im Jahr 2006 gingen zuerst zwei Hochdruckturbinen mit jeweils 45 MW ans Netz, danach folgte eine Niederdruckturbine mit 34 MW Leistung und im Jahr 2008 zwei weitere Turbinen mit einer Leistung von 45 MW. Zurzeit wird eine Anlage zur Erzeugung von Warmwasser an das Kraftwerk angeschlossen.



Abbildung 14: Geothermiekraftwerk Hellisheiði

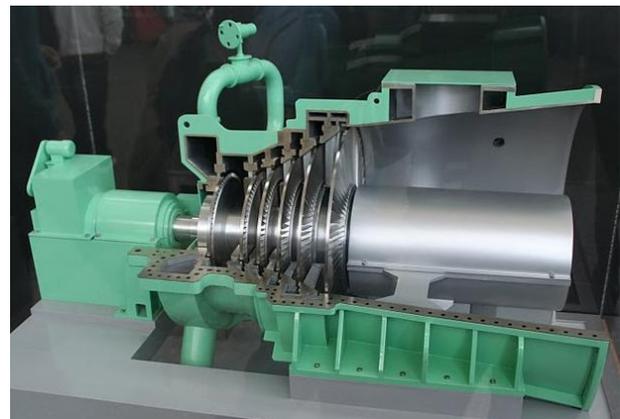


Abbildung 15: Innenansicht einer Dampfturbine

Der heiße Wasserdampf tritt mit einer Temperatur von fast 300°C durch Bohrlöcher aus der Erde und wird durch „Wasser-Dampf-Abscheider“ geleitet. Die Hoch- und Niederdruckturbinen werden von dem separierten Wasserdampf angetrieben, die mit Generatoren verbunden sind und Strom erzeugen. Das heiße Wasser wird zur Erwärmung von kaltem Grundwasser benutzt. Das abgekühlte Wasser wird wieder in den Untergrund geleitet, damit der Kreislauf geschlossen ist. Das erwärmte Grundwasser wird durch Rohre nach Reykjavik geleitet.

Mit einer Temperatur von circa 80°C erreicht es die Haushalte. Das heiße Wasser dient nicht nur zur Warmwasserversorgung, sondern auch zur Beheizung der Gebäude. Nachdem das 80°C heiße Wasser durch die Wärmepumpen der Haushalte gelaufen ist, wird es in Frostperioden mit einer Temperatur von 35°C unter die Straßen gepumpt, um die Straßen von Eis und Schnee zu befreien (siehe Kapitel 4).



Abbildung 16: Hochdruckturbinen im Geothermiekraftwerk Hellisheiði

Marianne Frese, Ulrich Schaaf, Constanze Steinhilber

9. Golden Circle

Weiter ging es mit dem Bus auf dem Golden Circle, einer Route die entlang der berühmtesten Sehenswürdigkeiten Islands führt.

Hveragerði (ca. 1.300 Ew.) liegt am Fuße des Vulkans Hengill und ist ein Zentrum isländischer Treibhauskultur. Die Erdwärme der zahlreichen heißen Quellen wird zur Beheizung der Gewächshäuser genutzt, in denen Gemüse und Blumen für den eigenen Markt gezüchtet werden.



Abbildung 17: Karte der Golden-Circle-Tour

Weiter im Nordwesten liegt der Gullfoss, auch "Goldener Wasserfall" genannt. Er ist einer der schönsten Wasserfälle des Landes und fällt in zwei rechtwinklig versetzten Kaskaden auf breiter Front 32 m tief in eine 2,5 km lange Schlucht hinab. Bis in die 70er Jahre gab es Pläne zur Errichtung eines Wasserkraftwerkes. Dieses Projekt wurde jedoch niemals verwirklicht.



Abbildung 18: Gullfoss

Weiter gen Westen liegen im Haukadalur die Geysire. Dies sind sprudelnde Springquellen, die ihr Wasser in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen als Fontäne ausstoßen. Der Große Geysir, welcher ursprünglich der Namensgeber aller Geysire ist und Springquellen generell bezeichnet, ist heute nicht mehr aktiv.

Wenige Meter neben ihm liegt der Strokkur, was übersetzt "Butterfass" bedeutet, der ca. alle 5-10 Minuten kochend heißes Wasser bis zu 15 m in die Höhe schleudert.



Abbildung 19: Warten auf Strokkur

Laugarvatn (250 Ew.), "See der warmen Quellen", ist ein Schulort am Nordufer des Sees mit heißen Quellen und Dampfsauna. Hier wurde der letzten katholischen Bischofs Islands, Jón Arnason 1541, hingerichtet. In diesem Dorf befindet sich auch das Internat, welches ursprünglich mit dem Strom aus dem Kleinwasserkraftwerk der Eyvindartunga-Farm versorgt wurde (s.u.).

Thingvallavatn ist Islands viertgrößter See. Er umfasst 83 km² und ist 114 m tief. Die Thingfelder (Thingvellir) liegen an seinem Nordufer in der Mitte des ältesten Nationalparks.

Thingvellir ist heute Islands meist besuchte touristische Attraktion und Schauplatz zahlreicher staatlicher Feierlichkeiten. Hier sind geologisch weltweit einmalige Sehenswürdigkeiten zu bestaunen.



Abbildung 20: Thingvellir und Thingvallavatn

Die Thingfelder waren nach der Besiedlung des Landes der Ursprung des mittelalterlichen Staates. 930 wurde hier das erste Althing, eine parlamentsartige Versammlung, einberufen, die einmal jährlich tagte.

Hier ist auch der einzige Ort der Erde, an dem die Grenzen zweier Erdplatten, der eurasischen und der amerikanischen, sichtbar wird. Die Platten bewegen sich jährlich um 1 cm und verbreitern somit das Tal.

Inga Brandenburger, Ina Brauchart, Hedy Grafmüller

10. Kleinwasserkraftwerk in Laugarvatn

Das private Kleinwasserkraftwerk der Eyvindartunga-Farm in Laugarvatn ist das älteste Wasserkraftwerk der Region. Im Jahr 1929 wurde die erste Turbine in Betrieb genommen. Das Wasserkraftwerk wurde damals gebaut, um das Internat im Ort mit Strom zu versorgen.

Über die Jahre wurde die Anlage vergrößert, erneuert und erst vor wenigen Jahren, 2005, wurde die derzeit neueste Turbine installiert. Es handelt sich hierbei um eine gebrauchte Francis-Turbine aus Deutschland, die 1953 gebaut wurde. Die Nettotfallhöhe dieser Turbine liegt bei 50 Metern.

Das Kraftwerk verfügt über zwei Staustufen. Von dem nahe gelegenen Fluss wird Wasser in das obere Becken geleitet und dort durch einen sieben Meter hohen Damm aufgestaut. Der Damm hat einen dichten Betonkern und ist mit Erde aufgeschüttet. Vom oberen Becken führt eine Druckrohrleitung in Holzbauweise über die Francisturbine in das untere Staubecken. Vom unteren Becken wird die Energie über eine Durchströmturbine abgebaut. Das Wasser läuft von dort wieder dem Fluss zu.



Abbildung 21: Besichtigung des Kleinwasserkraftwerks auf der Eyvindartunga-Farm



Abbildung 22: Stausee des Kleinkraftwerkes

Bringt eine Anlage durchgängig die gleiche Leistung, wird der Strom besser vergütet. Das ist bei dieser Anlage der Fall, da der Zufluss über das Jahr gesehen sehr gleichmäßig ist. Er liegt bei ca. $1\text{m}^3/\text{s}$!

Die Francis-Turbine ist eine radial beaufschlagte Überdruckturbine, deren Anströmung über Leit-schaufeln geregelt wird. Die spezifische Drehzahl der in dieser Anlage eingebauten Turbine liegt bei $n = 1000$ Umdrehungen / Minute.



Abbildung 23: Francis-Turbine



Abbildung 24: Kontrollanzeige

Bei der Cross-flow-Turbine handelt es sich um eine radial beaufschlagte Durchströmturbine. Sie hat im Vergleich zur Francis-Turbine eine geringere spezifische Drehzahl (hier: $n = 259$ Umdrehungen / Minute), ist aber flexibler, was die Fallhöhe und den Durchfluss angeht. Das heißt, dass der Wirkungsgrad über einen größeren Drehzahlbereich hoch bleibt, im Gegensatz zur Francisturbine.

Jón Snaebjörnson, Ingenieur bei Verkís, und seine Familie, die auf der Farm nebenher immer noch Schafe hält, führte uns über das Gelände und hatte bezüglich aller Fragen über das Wasserkraftwerk Antworten parat. Ein kleines Highlight war mit Sicherheit auch die Geburt eines Lämmchens. Am Ende des Rundgangs wurden noch Snacks und isländisches Bier gereicht, was den Aufenthalt perfekt machte und statt geplanter 1,5 Stunden schließlich spontan auf 3 Stunden ausgeweitet wurde.

Marianne Frese, Ulrich Schaaf, Constanze Steinhilber

11. Ein Besuch bei Verkís

Verkís, eines der größten Ingenieurbüros Islands, war der letzte offizielle Programmpunkt auf unserer Exkursion nach Island. Jón Snaebjornson, der uns schon bei der Besichtigung des Wasserkraftwerks auf der Eyvindartunga-Farm begleitet hatte, ermöglichte uns diesen Besuch.

Bei Verkís arbeiten rund 350 Mitarbeiter, sowohl in Island als auch im Ausland. Die Firma wurde im November 2008 durch den Zusammenschluss von fünf Ingenieurbüros - VST, Raffeikning, Fjarhitun, Fjölhönnun und RT-Rafagnatækni – gegründet und ist zu 100% im Besitz der Mitarbeiter des Unternehmens.

Bei unserem Besuch bekamen wir zwei spannende und sehr unterschiedliche Aspekte präsentiert.

„Working as a German in Iceland“

Dirk Lübker, der seit 7 Jahren auf Island lebt und bei Verkís als Planer arbeitet, hat einen interessanten Vortrag gehalten und uns Island aus der Sicht eines Deutschen vorgestellt.

Angefangen mit ein paar allgemeinen Themen:

- **Wirtschaftliche Situation in Island**
 - Aluminium ist der größte Exportartikel Islands, aber auch Marineprodukte sind hoch im Kurs.
 - Island hat einen 5 Mal höheren Energieverbrauch als Deutschland, da die Aluminiumproduktion sehr energieaufwendig ist.
 - Die Arbeitslosenquote liegt bei etwa 7,6% und die Wirtschaftsschrumpfung im Jahre 2010 betrug 2,0 %.
 - Nicht zu vergessen ist die „Schafquote“: 1636 Schafe pro 1000 Einwohner.
- **Politik**
 - Island ist seit 1944 unabhängig und hat seitdem eine linksorientierte Regierung. Island hat keine Armee, ist allerdings in der NATO vertreten.
 - Grundinformationen zur Gesundheit und zum Lebensstil.
 - In Island zählt jeder Einzelne. Die Isländer haben einen relativ hohen Lebensstandard und sind technologieorientiert.
 - Die Raucherquote bei den 20-29 Jährigen beträgt 21%.
 - Bierquote: 10% der Isländer trinken 3 Mal oder mehr pro Woche.
 - Die Lebenserwartung ist mit 78 Jahren etwas höher als in Deutschland.
- **Wie wirken die Isländer auf die Deutschen?**
 - Die Isländer haben die Mentalität einer Fischergesellschaft; sie vertrauen auf das Glück und planen nicht im Voraus, wie lange sie fischen wollen und wissen auch nie, ob sie Fische fangen werden oder nicht. Pünktlichkeit ist für die Isländer nicht so wichtig, aber sie legen Wert auf ein gutes Arbeitsklima. So herrscht, wie uns Dirk erzählte, eine gute und freundliche Atmosphäre bei Verkís. Dazu gehört auch, dass jeder mit dem Vornamen angesprochen wird. Die Isländer haben die höchste Arbeitszufriedenheit innerhalb der EU.

Insgesamt herrscht in Island kein Unterlegenheitsgefühl der „kleineren Leute“ gegenüber den Besserverdienern.

Die Isländer haben allgemein ein hohes Bildungsniveau und viele von ihnen haben einen Uni-Abschluss. Des Weiteren ist Familie und Arbeit in Island gut zu vereinbaren. Die Isländer sind immer offen für etwas Neues, so wie sie offen für unerwartete Wetterbedingungen sein müssen und bringen des Öfteren Innovationen oder neue Erfindungen auf den Markt.

Sie fällen schnell Entscheidungen und sind nicht so detailinteressiert wie die Deutschen. Es fehlt ihnen manchmal an Selbstdisziplin, können dafür aber gut unter Stress arbeiten.

Die Isländer sind ein aktives Volk, sie haben viele Hobbys und sind in Kommissionen und Vereinen tätig. Ausgelastet zu sein, ist für sie ein positives Zeichen. So haben die Isländer auch den Willen hart zu arbeiten (Durchschnitt bei Männern: 47,3 h/Woche).

Im Beruf und im Privatleben sind die Isländer risikofreudig, sie sind furcht- und rastlos und leben oft über ihre eigenen Verhältnisse. Dafür sind sie sogar bereit sich zu verschulden. Ebenso sind sie ein optimistisches Volk und haben keine Angst etwas Neues auszuprobieren.

■ Die Deutschen auf Island:

- Es leben etwa 1.000 Deutsche auf Island, wobei die Deutschen nicht die größte Ausländergruppe darstellen. Die Polen sind mit knapp 9.600 Personen am stärksten vertreten.

Für die Deutschen ist die isländische Sprache nicht so schwer zu erlernen, da es sich um eine germanische Sprache handelt.

Die Isländer verbinden mit Deutschland folgendes:

- Hochwertige Produkte,
- Pünktlichkeit.

Des Weiteren sind die Deutschen aus Sicht der Isländer, gut im Organisieren und eher konservativ was die Finanzen angeht.

Möchte man nun als Deutscher in Island arbeiten, dann ist folgender rechtlicher Hintergrund wichtig: Island ist Mitglied des Europäischen Wirtschaftsraum EWR. Es ist den Deutschen also gewährt in Island zu arbeiten, allerdings haben sie anfangs keinen Anspruch auf Arbeitslosengeld. Verliert ein Deutscher nun seinen Arbeitsplatz nach 3 Monaten Arbeitszeit, dann wird auch er Arbeitslosengeld bekommen.

Nach diesem nichttechnischen Vortrag, der jedoch trotzdem realistisch das Bild eines Technikers auf Island zeigte, forderte der zweite Vortrag unser technisches Verständnis im Bereich der Hydraulik und war im gleichen Maße fesselnd.

„The hydraulic roughness of TBM tunnels in basaltic and sedimentary rock measurements in the Karahnjúkar Project HEP“

Der abschließende Vortrag unserer Island-Exkursion war eine Präsentation über das aktuell größte Wasserkraftwerkprojekt Islands und wurde von Kristín Martha Hákonardóttir (Civil Engineer, Ph.D. Fluid Dynamics) gehalten. Das Karahnjúkar-Projekt wurde 1978 erstmals entwickelt, ab 1999 je-

doch schritt die Planung zielstrebig voran, sodass Ende 2007 das Kraftwerk in Betrieb genommen werden konnte.

Der Schwerpunkt dieser Präsentation lag jedoch nicht in der Gesamtplanung des Projekts, sondern vielmehr in einer spezifischen hydraulischen Fragestellung und deren Erörterung, die uns Kristín, eine junge und sympathische Ingenieurin, näher brachte.

Um zunächst jedoch einen Überblick zu bekommen, soll hier das Projekt kurz vorgestellt werden. Bei dem Kárahnjúkar Projekt handelt es sich um eine Wasserkraftanlage im Nordosten Islands, am Fuße des Brúarjökull Gletschers, der drei Wasserreservoirs speist, die durch Staudämme aufgestaut werden. Dieses Wasser wird durch zwei Stollen zum Kraftwerkshaus geleitet, etwa 500 Höhenmeter weiter unten gelegen, wo es dann sechs Francis-Turbinen mit einer Gesamtleistung von 690 MW antreibt und damit eine Jahreserzeugung von 4.600 GWh erzielt.

Die Anlage dient ausschließlich dem Zweck der Energiegewinnung für ein Aluminiumwerk der Firma Alcoa bei Reyðarfjörður, das sich etwa 100 km nordöstlich befindet. Eine weitere Energieverwendung ist nicht vorgesehen. Das Projekt wird von der staatlichen Energiegesellschaft Landsvirkjun finanziert, die die gewonnene Energie dann an den alleinigen Kunden Alcoa weitergibt.

Der Vortrag behandelte die Frage der hydraulischen Rauheit der Triebwasserstollen, im Englischen als „headrace tunnel“ bezeichnet. Diese sind insgesamt über 40 km lang, überwinden etwa 600 Höhenmeter und werden auf Grund seiner Dimensionen mit Tunnelbohrmaschinen (TBM) vorangetrieben. Diese haben Durchmesser von 7,2 m und 7,6 m und sind die ersten TBMs, die auf Island zum Einsatz gekommen sind.

Das Gestein vor Ort ist größtenteils Basalt (65%), sodass auf Erfahrungen aus dem Ausland, wie beispielsweise aus Südafrika, zurückgegriffen werden konnte. Das übrige Gestein ist aus Sedimenten aufgebaut, strukturelle Unregelmäßigkeiten sind durch Ort beton ausgebessert worden. Die Tunnelwände verbleiben in ihrer rohen Gestalt, sie werden also nicht durch Ort beton verkleidet, sodass die hydraulische Rauheit, die essentiell zu Energieeffizienz der gesamten Anlage beisteuert, allein vom anstehenden Gestein abhängt. Hier sind unterschiedliche Rauheitsabstufungen festgestellt worden, die von der Art und Anzahl der Risse und der gesamte Oberflächenstruktur abhängen. Diese wurden abschnittsweise, alle 50 m, im gesamten Tunnelverlauf erfasst, um ein möglichst genaues Bild zu erhalten. Zusätzlich wurden mit Kameras Aufnahmen gemacht und analysiert; sie erfassten etwa 10% der Tunneloberfläche. Aus der gemessenen physikalischen Rauheit lässt sich nun auf die hydraulische Rauheit schließen.

Die Sandrauheit lässt sich über die Formel $h_L = f \cdot (v^2 \cdot l) / (d \cdot 2g)$ bestimmen, wobei f der hydraulische Reibungsbeiwert ist. Bei der Bestimmung dieses Koeffizienten ging man zunächst von $f = 10$ mm aus, wobei man dann durch praktische Messungen zu Werten von $f = 7$ bis 9 mm für Basalt und $f = 2$ bis 6 mm für die übrigen Oberflächen kam. Der daraus gewonnene Koeffizient wurde somit auf $f = 8$ mm festgelegt.

Mithilfe dieses Wertes ließ sich nun der Druckverlust über die Tunnelstrecke kalkulieren, wobei man hier mit einer geringeren Rauheit zu einem geringeren Energieverlust kam, wodurch die Effektivität der Anlage gesteigert wurde. Dieses Ergebnis ist als positiv zu werten, jedoch kann man die Untersuchungen zu diesem Thema noch nicht als abgeschlossen ansehen, da die zeitliche

Entwicklung der Rauheit unter Betrieb der Anlage noch nicht geklärt ist und noch durch Labormessungen erforscht wird.

Mit diesem zukunftsweisenden Aspekt des Projekts schloss Kristín ihren Vortrag zunächst ab, blieb jedoch für weitere Fragen offen und bot so die Möglichkeit, speziellere und auch allgemeine Unklarheiten zu diesem großen und spannenden Projekt aufzuklären.

Nach den beiden Vorträgen erhielten wir als Gastgeschenke einen USB-Stick und eine Mini-Taschenlampe, ehe es nachmittags mit gemieteten Autos durch den Südwesten der Insel ging.

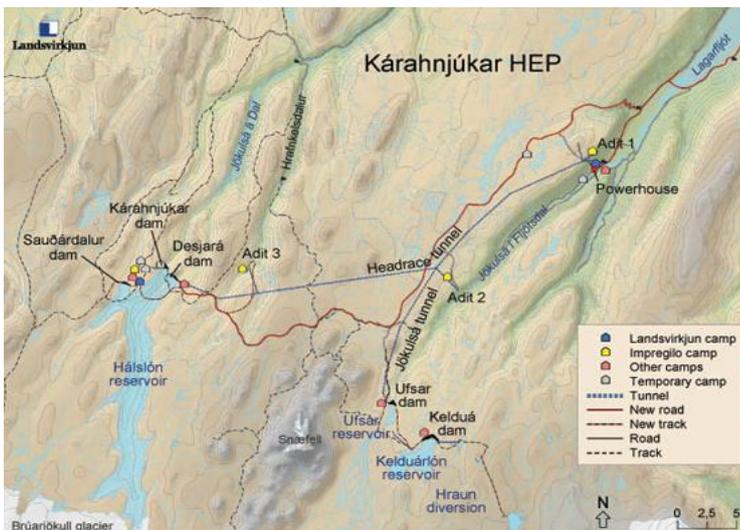


Abbildung 25: Das Kárahnjúkar-Projekt (Quelle: www.karahnjukar.is)



Abbildung 26: Kristín Martha Hákonardóttir bei ihrem Vortrag

Jana Stachetzki, Nathalie Muller, Pit Demuth

Danksagungen

Eyjafjallajökull	Gebirge Eyjafjöll	Für das rechtzeitige Stoppen des Ausbruches.
Ute Zimmer	Icelandair Frankfurt	Für die leichte Organisation des Fluges und der Unterbringung sowie die etlichen „Vulkananfragen“.
Oðinn & Team	Go Travel Iceland	Für die Bustransfers und Organisation der Golden-Circle-Tour.
Thorsten Schulz	Erasmus-Student	Für den schönen Stadtspaziergang und die Organisation des Restaurants am 1. Abend.
Einar Pálsson Nicolai Jónasson G. Pétur Matthíasson Skúli Þórðarsson	Vegagerðin (Icelandic Road Administration ICERA)	Für den lockeren und interessanten Einblick in die Aufgaben der Straßenbauverwaltung, die leckeren Brownies, den literweise gekochten Kaffee und das leckere Essen in der Vegagerðin-Kantine.
Guðbjartur Sigfússon	City of Reykjavik	Für die Organisation der Vorträge über Straßenheizung und Stadtplanung in Reykjavik.
Sigurður Magnús Garðarsson Þorsteinn Þorsteinsson Hrund Ólöf Andradóttir Bjarni Bessason Sigurður Erlingsson	Háskóli Íslands (Faculty of Civil and Environmental Engineering, University of Iceland)	Für den herzlichen Empfang unserer Gruppe und den umfangreichen Einblick in die Forschung und das Studierendenleben in Reykjavik sowie die Campusführung.
Finnur Torfi Magnússon Hrönn Ingólfssdóttir	Portus Group	Für die sehr kompetente Führung durch die Baustelle und die Organisation des Besuches
Jón Snæbjörnsson + Familie	Eyvindartungafarm in Laugarvatn	Für die super Führung über das Farmgelände inklusive Lammgeburt, Kleinwasserkraftwerk, Häppchen und Bier
Jón Snæbjörnsson Kristín Martha Hákonardóttir Dirk Lübker	Verkís	Für die Organisation der sehr interessanten Vorträge, die sowohl Einblick in das isländische Leben als auch die fachliche Seite gegeben haben.

Grußwort

Im Namen aller Studenten wollen wir uns bei Susanne Schulz für die grandiose Idee, Organisation und Leitung der Exkursion bedanken. Des Weiteren danken wir Thomas Mohringer und Frederik Folke, sowie den Professoren Roos und Uhlmann für ihre Unterstützung.



Abbildung 27: Aufnahme von dunklem Sand auf etwas hellerem