

Fachexkursion zum Themenfeld Beschaffungswirtschaft, Logistik, Nachhaltige Beschaffungswirtschaft, Nachhaltige Logistik, Umweltpolitik, Nachhaltiger Tourismus, Naturschutz, Klimaschutz und Hydrologie im Sommersemester 2019 nach Island



Fotos: Daniela Ludin

Prof. Dr. Matthias Friedle

Professur für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Limnologie
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, University of Applied Forest Sciences

Prof. Dr. Daniela Ludin

Professur für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre
Hochschule Heilbronn, Heilbronn University of Applied Sciences

Prof. Dr. Wanja Wellbrock

Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Beschaffungswirtschaft
Hochschule Heilbronn, Heilbronn University of Applied Sciences

Vorwort

Vom 30. Mai bis zum 07. Juni 2019 leiteten wir eine hochschulübergreifende Fachexkursion nach Island als fakultative Lehrveranstaltung an den Hochschulen Rottenburg und Heilbronn. Es hatten sich 37 Studierende aus beiden Hochschulen angemeldet. Die Schwerpunkte der Exkursion lagen auf den Themenfeldern Beschaffungswirtschaft, Logistik, Nachhaltige Beschaffungswirtschaft, Nachhaltige Logistik, Umweltpolitik, Nachhaltiger Tourismus, Naturschutz, Klimaschutz und Hydrologie.

An mehreren exkursionsvorbereitenden Terminen im Rahmen eines Seminars, präsentierten die Studierenden in Gruppen den anderen Exkursionsteilnehmern in einem Kurzvortrag ein Themenfeld der Exkursion. Das zu diesem Zweck von den Studierenden angefertigte Kurzexposé wurde während der Exkursion vor Ort protokollartig von jeder Gruppe ergänzt. Für diese Dokumente zeigen sich die teilnehmenden Studierenden als Autoren selbstverantwortlich; diese Dokumente bilden neben allgemeinen Informationen die Grundlage dieses Exkursionsberichtes.

Das primäre Ziel dieser Auslandsexkursion ist die interdisziplinäre Vermittlung studienkonformer Kenntnisse durch Besichtigen und Diskutieren der Strategien vor Ort als notwendige inhaltliche Ergänzung des Studiums. Im Grund- sowie im Hauptstudium werden die genannten Themengebiete in den Lehrveranstaltungen nicht nur im mitteleuropäischen Kontext, sondern auf europäischer Ebene und darüber hinaus behandelt. Gerade der nordische Raum weist in allen im Exkursionsprogramm genannten Programmpunkten ein erhebliches Defizit auf. Auf der Basis des im regulären Vorlesungs-, Seminar- und Übungsbetriebs vermittelten Grundlagenwissens kann dieses nur durch eine Diskussion und Bewusstseins-schaffung vor Ort entsprechend vertieft werden. Geografische Besonderheiten insularer Situationen sind landestypisch, der besondere beschaffungswirtschaftliche Kontext ist nur vor Ort vermittelbar.

Finanziell unterstützt wurde die Exkursion durch die Hochschulen Rottenburg und Heilbronn sowie die Hornbach Baumarkt AG. Für diese Unterstützung danken wir im Namen aller Studierenden.

Wir möchten uns aber auch ganz herzlich bei den teilnehmenden Studierenden bedanken, die mit ihrem überdurchschnittlichen Engagement bei der Vor- und Nachbereitung der Exkursion sowie bei der Gestaltung vor Ort zum Gelingen der Exkursion beigetragen haben.

Rottenburg und Schwäbisch Hall, im Juli 2019

Prof. Dr. Matthias Friedle

Prof. Dr. Daniela Ludin

Prof. Dr. Wanja Wellbrock

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	I
Inhaltsverzeichnis.....	II
1 Besiedlungsgeschichte Islands vor dem Hintergrund von Politik, Rechtssystem und Gesellschaft.....	1
2 Isländische Wirtschaft – Branchen und ihre Entwicklungen.....	6
3 Walfang und fischverarbeitende Industrie auf Island.....	13
4 Die Flora und Fauna in und um Island vor dem Hintergrund von Natur-schutz und Nationalparks auf Island.....	19
5 Seen, Flüsse, Wasserfälle, Klima, Geologie und Böden auf Island.....	25
6 Vulkanismus und Vergletscherung in Island.....	33
7 Geothermie – Aktuelle und mögliche Nutzungen.....	41
8 Wasser- und Energieversorgung in Island am Beispiel der Stadt Reykjavik.....	50

1. Besiedlungsgeschichte Islands vor dem Hintergrund von Politik, Rechtssystem und Gesellschaft

Micaela Tovar, Lena Silzle



Island hat ca. 344.000 Einwohner (Stand 2018). Davon leben ca. zwei Drittel im Großraum Reykjavik. Mit drei Einwohnern pro Quadratkilometer ist Island das am dünnsten besiedelte Land Europas. Ganze vier Fünftel von Island sind unbewohnt.

In der folgenden Abbildung sieht man Island. Es ist deutlich zu sehen, dass sich das besiedelte Ballungsgebiet um Reykjavik erstreckt. Die Ansiedlung befindet sich zum Großteil an der südlichen Westküste.

Das Inland ist zum Großteil unbesiedelt, da sich hier verschiedene Vulkane, Gletscher und Naturschutzgebiete befinden.

Im 9. Jahrhundert besiedelten erstmals irische Mönche die Insel. Sie waren damals aus der Suche nach Einsamkeit. Kurze Zeit später besiedelten die norwegischen Wikinger, unter der Führung von Ingólfur Arnason, das Land. Sie bauten die ersten Siedlungen auf und vertrieben die dort lebenden Mönche.



Abbildung 1: Landkarte Island

Im Jahre 930 wurde aufgrund der steigenden Bevölkerungsanzahl das Althing einberufen und der erste isländische Freistaat entstand.



Abbildung 2: Irische Mönche auf dem Weg nach Island

Exkurs: Das Althing ist das isländische Parlament. Es ist eines der ältesten Parlamente weltweit. Die gesetzgebende als auch rechtssprechende Versammlung trat früher alljährlich in Þingvellir zusammen. Das Entscheidungsorgan war die sogenannte Lögrétta, die Versammlung der Goden. Gode bedeutet auf Isländisch in etwa Priester oder im übertragenen Sinne König oder auch Gott. Im Jahre 1056 wurden auch die Bischöfe zu Goden ernannt. Schon damals erwies sich das Fehlen einer Exekutive als sehr problematisch. Das heutige isländische Parlament trägt auch heute noch den Namen Althing.



Abbildung 3: Das Althing

Im Jahre 1000 fasste das Althing den Beschluss, das Christentum zur Staatsreligion zu erklären.

Exkurs: Die isländische Staatskirche ist auch heute noch evangelisch-lutherisch. 1994 gehören dieser Kirche noch 96% der Isländer an. 2017 sind es nur noch 67,2%. In Island gibt es auch heutzutage noch keine Trennung zwischen Kirche und Staat. Nur 6,7% der Isländer gehören keiner Glaubensgemeinschaften an.



Abbildung 4: Wappen der evangelisch-lutherischen Kirche / Bischofskirche in Reykjavik

Nach jahrelangen Kämpfen verfeindeter isländischer Clans fiel Island 1262 unter norwegische Hoheit. Dies bedeutete das Ende des isländischen Freistaats.

Im 14. Jahrhundert fielen Island und Norwegen unter dänische Herrschaft. Das 14. Jahrhundert gilt auch als Jahrhundert der Katastrophen. Im Jahre 1341 brach der Vulkan Hekla so gewaltig aus, dass das Volk in Hungersnöte gestürzt wurde.

Zwischen dem 15. und dem 17. Jahrhundert starben zwei Drittel der isländischen Bevölkerung an der Folge von Pest- und Pockenepidemien. In dieser Zeit führte der Dänenkönig Friedrich III außerdem den Absolutismus ein. Somit haben die Isländer ihre letzten eigenständigen Rechte verloren. Somit fiel Island unter dänische Monarchie.

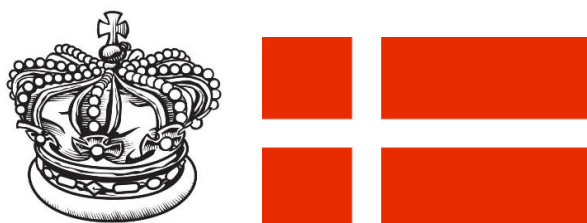


Abbildung 5: die Dänische Krone und Flagge

Im 18. sowie im 19. Jahrhundert kam es erneut zu schwerwiegenden Vulkanausbrüchen und die Isländer verfielen erneut in schwere Hungersnöte. In dieser Zeit starb ein Fünftel der Bevölkerung.

Zur damaligen Zeit war das Althing aufgrund der dänischen Monarchie komplett machtlos. Im Jahre 1800 wurde das Althing schließlich komplett durch die Dänen abgeschafft. Jon Sigurdsson wurde zum Anführer der isländischen Freiheitsbewegung, woraufhin das Althing 1874 wieder begrenzte legislative Rechte erhielt. Das Land hatte nun eine eigene Verfassung aber keine eigene Exekutive.

Im Jahre 1904 gewährte Dänemark Island die Autonomie. Island unterzeichnete den Unionsvertrag mit Dänemark, der die Unabhängigkeit Islands offiziell bestätigte (ausschließlich die Außenpolitik wurde von dänischer Seite geleitet).

Der Vertrag war zunächst auf 25 Jahre angelegt, danach sollte über einen Volksentscheid über die Unabhängigkeit abgestimmt werden.

Die Isländische Republik wurde im Jahre 1944 verkündet und Sveinn Björnsson wurde der erste Präsident des Landes.

Seit 1945 ist Island Mitglied mehrerer Organisationen wie beispielsweise der UN, NATO, UNESCO oder der EFTA und beteiligt sich somit international in der Politik.

Literatur

Eldey: <https://www.eldey.de/Geschichte/Besiedlung/besiedlung.html> (10.04.2019)

Extreme Iceland: <https://www.extremeiceland.is/de/informationen/ueber-island/die-umfassende-geschichte-von-island> (10.04.2019)

Island Pro Travel: <https://www.islandprotravel.de/island/mehr-ueber-island/geschichte-islands.html> (10.04.2019)

Statista:

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/19302/umfrage/gesamtbevoelkerung-von-island/> (10.04.2019)

Urlaube.info: <http://www.urlaube.info/Island/Geschichte.html> (10.04.2019)

2. Isländische Wirtschaft – Branchen und ihre Entwicklungen

Philipp Lehmann, Florian Michelmichel



Island ist mit rund 300.000 Einwohnern und einem Bruttoinlandsprodukt (BIP) von rund 18 Milliarden Euro ein sehr kleines Land. Trotz des durch die Insellage begrenzten Marktes entwickelt sich die isländische Wirtschaft derzeit stabil. Große Vorteile sind, dass Island preiswerten, grünen Strom und eine gut ausgebaute IT-Infrastruktur anbieten kann; Nachteile, dass es ein begrenztes Arbeitskräftepotenzial gibt und damit einhergehend Fachkräfteknappheit und steigende Arbeitskosten.

Island ist die kleinste Volkswirtschaft in der OECD mit einem BIP (Bruttoinlandsprodukt) von ca. 21 Milliarden Euro im Jahr 2017 liegt aber im Pro-Kopf-BIP mit ca. 48.500 Euro in einer oberen Kategorie. Sektoral tragen Dienstleistungen zwei Drittel, Industrie ein Fünftel und Fischerei ein Zehntel zum BIP bei. Das Land ist besonders reich an Meeres- und Energieressourcen.

Während der letzten Jahrzehnten hat sich die isländische Wirtschaft langsam diversifiziert, hauptsächlich in den produzierenden und den dienstleistenden Wirtschaftssektor. Neue Unternehmen im Bereich Computersoftware, Biotechnologie und Finanzservice sind entstanden. 2019 arbeiteten nur noch etwa 4,8 % der

isländischen Bevölkerung im primären Sektor, in der Industrie arbeiteten etwa 22,2 %, im Dienstleistungssektor 73 % der Beschäftigten. Mit 2,8 % im Jahr 2019 hat Island eine der niedrigsten Arbeitslosenquoten weltweit. Steigende Löhne, günstigere Transportkosten dank niedriger Rohölpreise, der allgemeine Aufschwung und vor allem der dynamische Tourismussektor führen in Island zu höherem Bedarf an Güterimporten und einem deutlichen Handelsbilanzdefizit

Die Wirtschaft Islands ist von folgenden Faktoren geprägt: es fehlen mineralische Bodenschätze; die Bedingungen für Landwirtschaft sind schlecht; die Bedingungen für Fischfang sind traditionell gut; Energie steht in großen Mengen zur Verfügung (Wasser, Erdwärme).

Island hat es aufgrund des Fehlens wichtiger natürlicher Ressourcen seit jeher schwer gehabt, eine stabile Wirtschaft aufzubauen. Durch Fremdherrschaft, den damit verbundenen Handels- und Wirtschaftseinschränkungen und durch verheerende Naturkatastrophen wurde die Entwicklung zurückgeworfen. Heute ist Islands Wirtschaftslage konstant. Der Versuch einer wirtschaftlichen Diversifizierung, um die Abhängigkeit von anderen Ländern zu minimieren, ist gelungen. Laut OECD-Statistik zählt Island heute sogar zu den zehn Ländern mit dem höchsten Einkommen.

Islands Wirtschaft hat in den letzten Jahren anhaltend starkes Wachstum erlebt, und war 2015-2016 um durchschnittlich 5,9% gewachsen. Privatkonsum, Investitionen und der Touristenboom erklären die dynamische Entwicklung des kleinen Inselstaates. 2017 und im Vorjahr fiel das Wachstum etwas moderater aus, mit 4% 2017 und 4,2% 2018. Auch 2019 wird mit einem vergleichsweise verhaltenen Wachstum von 3,6% gerechnet.

Anhaltend starker Privatkonsum, Investitionen und der Touristenboom erklären die dynamische Entwicklung des kleinen Inselstaates. Aluminium ist mittlerweile eines der wichtigsten Exportprodukte des Landes. Auch als Standort für energieschluckende Server hat sich das Land mittlerweile etabliert: kaltes Klima und billige Energie begünstigen die Ansiedlung von Datacentern. Die Insel im Nordatlantik strebt aber danach, in seiner Wirtschaftsleistung nicht nur von der Aluminiumproduktion und dem traditionellen Fischexport abhängig zu sein, sondern ist stark an wirtschaftlicher Diversifizierung interessiert.

Die wirtschaftliche Entwicklung Islands lässt erkennen, dass die Industrie einen

wesentlichen Beitrag zur Stabilisierung der Eigenkräfte leistet. Zum jetzigen Zeitpunkt hat gerade der Industriesektor die Möglichkeit, die Ausrichtung des Handels auf viele verschiedene Exportwaren zu erweitern. Diese würde auch den heute noch sehr wichtigen Fischexport reduzieren und die Exporteinnahmen stets auf gleichem positivem Niveau halten.

Island ist seit 1970 ein Vollmitglied in der EFTA und hat bereits 1973 ein Freihandelsabkommen mit der EU abgeschlossen. Seit Inkrafttreten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum am 1. Januar 1994 können Waren, Arbeitskräfte, Kapital und Dienstleistungen annähernd unbeschränkt zwischen Island, Norwegen und den Mitgliedsstaaten der EU verkehren. Am 16. Juli 2009 befürwortete der Althing nach engagierter Diskussion ein Beitrittsgesuch zur EU, das die Regierung Sigurddottir am gleichen Tag beschloss und schon am Folgetag bei der EU einreichte.

Island ist innerhalb der OECD (Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) zwar die kleinste Volkswirtschaft, liegt aber bezüglich des Bruttosozialprodukts pro-Kopf in einer oberen Kategorie. Der Dienstleistungssektor hat Anteil von zwei Dritteln am Bruttosozialprodukt (BIP), mehr als 75% der Arbeitnehmer sind hier beschäftigt. Die Industrie stellt ein Fünftel des BIP. Rund 19% der der isländischen Beschäftigten arbeiten in diesem Sektor. Ein Zehntel des BIP entfällt schließlich auf die Fischerei. In Fischerei & Landwirtschaft arbeiten knapp 6% der isländischen Arbeitnehmer. Der Fischereisektor war in der Vergangenheit das Rückgrat der Wirtschaft Islands. Er verliert jedoch gegenüber Industrie und Dienstleistungen zunehmend an Bedeutung

Die außenwirtschaftliche Verflechtung Islands ist hoch: Exporte von Gütern und Dienstleistungen machten 2015 rund 53 % des Bruttoinlandsprodukts aus, Importe 47 %. Bei den Exporten dominieren Industrieprodukte (hauptsächlich Aluminium/Silizium, Medizin- und Pharmaprodukte), Fischereiprodukte und Dienstleistungen, bei den Importen Konsumgüter, Kapitalgüter und Dienstleistungen.

Neben Fisch und Fischproduktion, die traditionell einen hohen Stellenwert im Export einnehmen (72,6 %), konnte sich nur das Aluminium einen herausragenden Anteil am Gesamtexport sichern (13,5 %). Weitere Exportgüter sind von geringerer Bedeutung und verteilen sich auf die restlichen 13,8 %.

Der Tourismus ist in den letzten Jahrzehnten für Island zu einer immer wichtigeren

Quelle für Deviseneinnahmen geworden. Der Anteil an den Exporterlösen liegt bei dieser Branche mit Stand 2015 bei 31 % und übertrifft damit die isländische Fischereiwirtschaft und Aluminiumindustrie.

Bis in die 1980er Jahre war Island eine eher regulierte Volkswirtschaft mit vielen Eingriffen von staatlicher Seite. Im Laufe der Zeit wurde die isländische Wirtschaft immer mehr entflechtet und liberalisiert. Seit 1991 wurden dann auch zahlreiche Staatsunternehmen privatisiert. Mit der Gründung des Europäischen Wirtschaftsraumes gelten zwischen Island und den anderen Teilnehmerländern der freie Waren-, Dienstleistungs-, Kapital- und Personenverkehrs.

Islands relativ liberale Handelspolitik wurde durch den Beitritt zum Europäischen Wirtschaftsraum im Jahr 1993 maßgeblich gestärkt. Der landwirtschaftliche Sektor bleibt aber weiter stark subventioniert und abgeschottet, manche Einfuhrzölle betragen bis zu 700 %.

Die globale Finanzkrise stellte Island vor die größte Herausforderung innerhalb seiner jüngeren Geschichte. Nahezu alle der rund 320.000 Einwohner Islands hatten seit 2009 unter den Auswirkungen der Krise zu leiden. Es galt im Anschluss - unter anderem - das Bankensystem neu aufzubauen, Auslandsverschuldung zu begrenzen und die Währung zu stabilisieren sowie Inflation und Arbeitslosigkeit zu kontrollieren. Seit ungefähr 2011 erfahren Wirtschaft und Arbeitsmarkt Islands einen moderaten Aufschwung.

Die Regierung hat sich vorgenommen, Island bis 2040 CO₂-neutral zu machen, Steueranreize einzuführen, um Innovation und Wettbewerbsfähigkeit zu fördern, die Verkehrsinfrastruktur auszubauen (Straßen, Flughäfen, öffentlichen Transport), mit Investitionen auf den Druck der Touristenzahlen zu reagieren und die Regeln zur Kontrolle von Air BnB zu stärken.

Island war bis in das 20. Jahrhundert ein landwirtschaftlich geprägtes Land. Bei einer Volkszählung im Jahr 1703 waren 69 % der Bevölkerung ausschließlich in der Landwirtschaft tätig, 30 % betrieben neben der Landwirtschaft noch Fischerei. Ende des 19. Jahrhunderts erfolgte dann der Übergang zur Hochseefischerei. Die Landbevölkerung fand hier neue Arbeitsplätze und so war 1901 nur noch die Hälfte der Bevölkerung in der Landwirtschaft tätig. Die Landwirtschaft spielt heute in Island eine recht geringe Rolle. Das Klima ist nicht günstig, und ein Großteil der Fläche besteht aus Wüsten und Gletschern. Lediglich die Schafe leisten mit ihrer Wolle einen

Beitrag zum Export.

Die Wirtschaft hängt stark vom Fischfang und damit verbundenen Industrien (Verarbeitung, Fischfang- und Fischverarbeitungs-ausrüstung) ab, die für etwa 60 % der Exporte verantwortlich sind. Der Zustand der Wirtschaftslage im Land wird traditionell stark vom Markt für maritime Produkte beeinflusst.

Weitere wichtige Produkte sind etwa Aluminium, Ferrosilicium sowie Wollprodukte. Die meisten der Exporte gehen in die Staaten der EU und EFTA, die USA und Japan. Die Landwirtschaft spielt in Island eine recht geringe Rolle. Das Klima ist nicht günstig, und ein Großteil der Fläche besteht aus Wüsten und Gletschern. Lediglich die Schafe leisten mit ihrer Wolle einen Beitrag zum Export.

In Island ist die Tourismusbranche der derzeit stärkste Wirtschaftssektor, die zu den stärksten wachsenden Industriezweigen der Insel gehört. Während im Jahr 1950 noch rund 4000 Besucher nach Island kamen, stieg die Zahl auf etwa 190.000 im Jahr 1995. Seit Mitte der 1990er Jahre nimmt der Touristenstrom jährlich in großem Maße zu. Im Jahr 2000 zählte man mit über 300.000 Reisenden erstmals mehr Touristen, als Island damals Einwohner hatte. Zugleich stieg auch die Zahl der Übernachtungen in Hotels und Gästehäusern sowie auf Bauernhöfen auf dem Land deutlich.

Im letzten Jahr konnte man über eine Millionen Touristen in Island verbuchen. Ein stetiges Besucherwachstum von circa 10% wird in den nächsten Jahren erwartet. Die beliebtesten Bereiche sind Ökotourismus und Walbeobachtung. In dieser Branche ist man mittlerweile auf ausländische Arbeitskräfte angewiesen. Anfang 2019 arbeiten rund 37.000 ausländischen Arbeitskräfte in Island und stellen damit 20 % der arbeitenden Bevölkerung, jedoch nur 13 % der gesamten Bevölkerung.

Insbesondere die Metallbranche hat in Island in den letzten Jahren eine hohe Zuwachsrate der Produktion erfahren. Das größte Unternehmen in diesem Bereich ist die ISAL (Icelandic Aluminium Company Ltd.), die im Jahre 1969 einen Aluminium Schmelzer in Straumsvik nahe Reykjavik errichtet hat. Durch die Zunahme anderer Industriezweige ging der Anteil des Aluminiums am Export von Industrieerzeugnissen von 75 % Anfang der 70er Jahre auf rund 68 % im Jahre 1978 zurück. Im Jahr 1990 betrug der Anteil des Aluminiums nur noch 55 %. Dennoch ist der Aluminiumexportanteil sehr hoch geblieben.

Die kostengünstige Herstellung von Energie lässt in Island Aluminiumhütten

entstehen, denn zur Verhüttung von Aluminium werden riesige Mengen an Strom verbraucht. Die Bauxit-Erde wird unter anderem von Australien nach Island transportiert. Die großen Aluminiumwerke tragen nicht unwesentlich zur Wirtschaftsleistung in Island bei, haben Hunderte Arbeitsplätze in Island geschaffen und ziehen auch viele ausländische Arbeitskräfte an. Die Kosten für diese Politik trägt wie so oft die Natur: riesige Staudämme werden gebaut und ganze Landschaften in Seen verwandelt.

Die Bioökonomie ist integraler Bestandteil der nordischen Wirtschaften. Schon jetzt macht sie mehr als 10% der gesamten nordischen Wirtschaft aus – in einigen nordischen Ländern sind es sogar 20%. In Island stehen vor allem die Ressourcen des Meeres im Mittelpunkt: Fischerei, Aquakultur und Algen. Island ist die 12-wichtigste Fischereination der Welt; ungefähr 4% der Bevölkerung sind im Fischerei-Sektor beschäftigt. Die Überreste der Fischproduktion werden in innovativen Biotech-Start-ups weiterverarbeitet. Verschiedenste Algensorten wachsen im Überfluss in den Küstengewässern und sind eine wertvolle Ressource für die Bioökonomie des Landes – als Rohstoff für die Nahrungsmittelindustrie, Kosmetikbranche und Bioraffinerien. Island hat eine Führungsrolle bei der Entwicklung der Bioökonomie eingenommen.

Die zu den mittelgroßen Industriezweigen gehörende Kunstdünger- und Zementfabriken sind nahe den benötigten Rohstoffen angesiedelt und produzieren für den Export- und Binnenmarkt. Die Kunstdüngerproduktion basiert auf der Elektrolyse von Meerwasser. Sie benötigt wie die Aluminiumindustrie gewaltige Mengen an elektrischer Energie, welche die Wasserkraftwerke liefern. 1958 nahm die staatliche Zementindustrie von Akranes ihren Betrieb auf. Das Werk bezieht seinen Rohstoff aus einer Muschelbank in der Faxflör-Bucht, wo das Kalkmaterial an die Oberfläche gepumpt wird. Die Produktion deckt nahezu den gesamten Zementbedarf des Landes.

In den letzten Jahren hat sich auch die High-Tech-Industrie etabliert, während Pharmazeutik und Fischverarbeitung bereits ein rasches Wachstum vollzogen haben. Hinzu kommen die Software-Industrie und die Biotechnologie.

Andere Branchen sind nur gering vertreten und sind auf den Import von Rohmaterial angewiesen. Trotzdem zählen sie zu den Wachstumsbranchen. Die Rede ist von der kunststoffverarbeitenden-, Keramik-, Lebensmittel- und Trinkwaren-, chemischen-,

Papierwaren- und Reparatur-Industrie. Die exportorientierte Kieselgur- und Magnesiumproduktion benötigt die geothermale Energie, die Island im Überschuss anzubieten hat.

Eine Herausforderung für die verschiedenen Industrien sind die häufig weiten Transportwege. Ein Großteil der Transporte in Island wird über das nationale Straßennetzwerk getätigt, das die meisten bewohnten Orte verbindet. Staatlich organisierter Straßenbau wird seit Beginn des 19. Jahrhunderts betrieben und seit den 1980er Jahren in großem Stil vorangetrieben. Der Transport per Schiff wird fast ausschließlich für den Gütertransport genutzt, obwohl sich auch hier eine Verlagerung auf die Straßen abzeichnet. Die wichtigste Fährverbindung existiert zwischen dem Festland Islands von Landeyjahöfn und den Vestmannaeyjar (Westmännerinseln) und zwischen Stykkishólmur und Brjánslækur in den Westfjorden. In Island gibt es zurzeit keine Eisenbahn, obwohl immer wieder eine Bahnverbindung zwischen dem internationalen Flughafen in Keflavík und Reykjavík im Gespräch ist.

3. Walfang und fischverarbeitende Industrie auf Island

Felix Grüning, Tamara Seidl

Der Nordostatlantik ist sehr fischreich. Das Zusammenströmen des warmen oberflächennahen Golfstroms und der kalten arktischen Tiefenströmung auf Höhe Islands bietet ideale Lebensbedingungen für Meeresplankton. Diese essenzielle Nahrungsgrundlage in Kombination mit sauerstoffreichem Wasser sind die Ursache für das hohe Fisch- und Meeressäugervorkommen.



Abbildung 5: Strömungen im Nordatlantik (Quelle: Nature)

Allerdings sind die Gewässer um Island auch stürmisch und unberechenbar. Das ist ein wesentlicher Grund warum die Erschließung der Fischgründe in größerem Umfang erst Anfang des 20. Jahrhunderts begann. Der technische Fortschritt erhöhte die Sicherheit in der Seefahrt und machte durch verbesserte Fanggeräte und Beobachtungsmöglichkeiten den Fischfang lukrativ. Im Laufe der Zeit erkämpfte sich Island den Ruf als eine der wichtigsten Fischfangnationen Europas.

Heute umfasst die Fischfangflotte etwa 60 hochtechnisierte Trawler und um die 800 kleinere Boote unter 100 Tonnen. Zur fischverarbeitenden Industrie gehören weiterhin etwa 100 Gefrierhäuser entlang der Küste, die den Fisch frisch halten, sowie zahlreiche Fischfabriken. Hier findet beispielsweise die Sortierung, Köpfung, Halbierung, Filetierung, Untersuchung auf Parasiten und Verpackung statt.

Von den 150 in den Umgebungsgewässern vorkommenden Fischarten sind nur etwa 25 wirtschaftlich interessant. Zu den wichtigsten Fangfischen gehört beispielsweise der Hering. Er hat trotz großer Bestandseinbrüche durch Überfischung eine große Bedeutung für den Export. Für den Handel ist auch der Kabeljau interessant. Immerhin wird ein Drittel des weltweit verbrauchten Kabeljaus in isländischen

Wässern gefangen. Der Kabeljau, der auch als Dorsch bezeichnet wird, hat wenig Fett und ist daher auch als Trocken- oder Stockfisch genießbar. Diese traditionelle Methode zur Haltbarmachung von Fisch kann nur bei fettarmen Arten angewendet werden, da das Fett sonst schnell ranzig wird und unangenehm riecht. Heute spielt Stockfisch genau wie Salzfisch nur noch eine untergeordnete Rolle. Ein weiterer wichtiger Fisch ist die Lodde. Sie wird vor allem zu Fischmehl- und öl verarbeitet. Dass der Fischfang enorme Auswirkungen auf die Bestände hat und somit rückwirkend auch ein Risikofaktor für die Fischerei ist, wird am folgenden Beispiel deutlich: Der vormals wichtige Garnelenfang ist völlig eingebrochen, so dass Shrimps teilweise aus Russland importiert werden müssen. In den letzten Jahren gibt es hohe Zuwachsraten in Aquakulturen in isländischen Gewässern, in denen vor allem Lachs gehalten wird.



Abbildung 7: Hering (www.ndr.de)

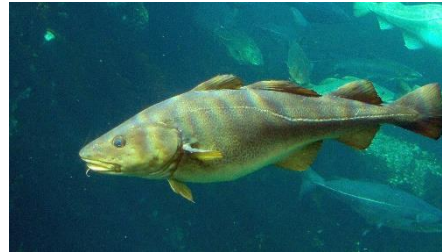


Abbildung 6: Kabeljau (www.wikipedia.de)

Bis 2005 lag die Fischfangmenge gleichbleibend bei etwa 1,6 – 2,1 Millionen Tonnen jährlich. Diese Zahlen sind als Erfolg zu bewerten, da aufgrund von sinkenden Fischbeständen trotz steigender Marktpreise die weltweiten Erträge zurückgehen. Seit 2005 ist auch auf Island ein Rückgang auf etwa 1,4 Millionen Tonnen jährlich zu verzeichnen. Obwohl der Anteil der Fischindustrie am BIP lediglich 6 % beträgt, machen die Produkte 40 % der Exportwaren aus. Dass die Bedeutung des Sektors in den letzten Jahren abnimmt, ist nicht nur daran erkennbar, dass der Anteil früher nahezu bei 100 % lag, sondern vor allem auch an den sinkenden Beschäftigungszahlen in der Branche. Mittlerweile arbeiten noch etwa 5 % der Isländer in der Fischerei oder der Fischverarbeitung. Dabei muss angemerkt werden, dass viele Stellen mit ausländischen Hilfskräften besetzt sind, da die Arbeit vor allem durch die Geruchsbelästigung als unangenehm gilt. Dennoch leistet die Branche nach wie vor einen wichtigen Beitrag zu den Deviseneinnahmen des Landes und ist fest im kulturellen Selbstverständnis der Isländer verhaftet. So war die Frage der Fangquote und Fischterritorien eine der Hauptgründe gegen den EU-Beitritt. Im Jahr 2015 wurde der Beitrittsantrag zurückgezogen.



Abbildung 8: Fischfanggebiete Nordatlantik
(www.diercke.westermann.de)

Wale waren für die Isländer schon in früher Zeit die einzige Rohstoffquelle. Mit dem Tran der Tiere wurden beispielsweise Öl, Kerzen und Seifen erzeugt, das Fleisch war eine überlebensnotwendige Nahrungsquelle.

Der Walfang im großen Stil begann in Island erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, als ein norwegischer Reeder eine Harpune, die mit einer Kanone in die Walkörper geschossen wurde, entwickelte. Durch die darauffolgende extreme Jagd wurden die Walbestände in den Isländischen Gewässern schon Ende des 19. Jahrhunderts stark dezimiert. Daraufhin erließ die Isländische Regierung 1915 ein Gesetz zum Schutz der Wale, wodurch der Walfang verboten wurde. 1928 wurde das Gesetz so angepasst, dass es den Isländern wieder erlaubt war in heimischen Gewässern Wale zu jagen. Sie verpflichteten sich aber dazu, alle Teile der Tiere zu nutzen. Erst 1935 im Zuge der Modernisierung und Einrichtung einer eigenen Walfangstation wurde der Walfang von den Isländern wiederaufgenommen.



Abbildung 9 Walfang, Quelle: www.firmmkahedeu.wordpress.com

1982 rief die internationale Walfangkommission (IWC) das Walfangmoratorium, aufgrund der allmählichen Ausrottung vieler Walarten, ins Leben. Dieses trat 1986 in Kraft. Auch die Isländer waren Mitglied des Moratoriums, jedoch erstritten sie sich das Recht 200 Wale im Jahr zu „wissenschaftlichen Zwecken“ zu harpunieren. Der Fakt, dass die Hälfte des Fanges als Delikatesse nach Japan exportiert wurde, aktivierte viele Umweltschützer. 1986 versengte Sea Sheperd aus diesen und weiteren Gründen die Hälfte der Isländischen Walfangflotte. Aufgrund dieser und weitere Boykottierungen stellte Island den Walfang 1989 ein.

Die IWC verlängerte 1992 das Walfang-Moratorium, wobei Island austrat, mit der Begründung, man wollte sich nicht mehr bevormunden lassen. Trotz des Austritts gab es von Seiten der Isländer keinen Walfang zwischen 1989 und 2003.

2002 traten die Isländer wieder in das Moratorium ein, mit dem Vorbehalt, dass sie das Verbot von jeglichem kommerziellen Walfang nicht anerkennen. Die knappe Mehrheit der IWC Mitglieder nahmen Island auf mit der Bedingung, dass sie nicht vor 2006 mit Jagd beginnen. Die Walfang-Lobby Islands reichte 2003 den Antrag auf „Walfang zu wissenschaftlichen Zwecken“ ein, im selben Jahr wurden bereits 36 Zwergwale getötet.

Im Oktober 2006 wurde nach 17 Jahren der kommerzielle Walfang wiederaufgenommen. Seit 2013 werden in den isländischen Gewässern Finnwale getötet, diese stehen auf der roten Liste der bedrohten Tierarten.

Die Regierung legte regelmäßig eine Walfangquote für einen bestimmten Zeitraum fest. Von 2014 bis 2018 waren es beispielsweise 154 Finnwale und 229 Zwergwale. Diese Fangquoten werden aber in den meisten Jahren nicht ausgeschöpft. Ein Großteil des Walfleisches wird nach Japan exportiert.

Der zu heutigen Zeiten letzte verbliebene Finnwaljäger ist Kristjan Loftsson Geschäftsführer von dem Unternehmen Hvalur hf. Loftsson plant einige neue Geschäftsmodelle, wie zum Beispiel aus dem Walfleisch Präparate gegen Eisenmangel oder Nahrungsergänzungsmittel herzustellen.

Der Walfang bietet auf der ganzen Welt und nicht zuletzt auf Island selbst eine heftige Kontroverse.

Fakt ist, dass nur knapp 5% der Isländer Walfleisch konsumieren, jedoch den Touristen das Fleisch als „traditionelle isländische Küche“ angepriesen wird. Dadurch

wird 40% des Zwergwalfleischs von den Touristen verspeist.

Ein weiterer wichtiger Faktor für diese Diskussionen ist die Bejagung, der vom Aussterben bedrohten Finnwale. Natur- und Umweltschützer bringen hervor, dass Island das einzige Land ist, das diese bedrohte Tierart noch jagt. Die Isländischen Walfangunternehmen argumentieren, dass die Finnwal Population sehr stabil und groß genug ist und die Fangquoten so gering, dass die Population dadurch nicht gefährdet wird.



Abbildung 10 Wale am Boot, Quelle: www.badische-zeitung.de

Für viele spielt die Jagd selbst eine große Rolle. Um einen Wal zu töten, braucht man ein Boot, eine Harpune und eine Sprengkapsel. Man schraubt die Kapsel, einen Zylinder aus rot lackiertem Stahl, auf die Harpune. Weiter hinten sitzen die Widerhaken, 30 Zentimeter lang und starr, sie verankern das Geschoss im Fleisch. Wird der Wal zu weit hinten, zum Beispiel in den Rücken getroffen, stirbt er nicht sofort und leidet eine ungewisse Zeit lang.

Auch die Tourenanbieter sehen den Tourismus, vor allem die Walbeobachtungstouren gefährdet. Der kommerzielle Walfang könnte sich negativ auf die touristische Nutzung der Walbestände auswirken und auch viele Touristen verschrecken.

Zieht man all diese Faktoren in die Diskussion mit ein, fragt man sich, worin die Befürworter den Nutzen im Walfang sehen. Die Wirtschaftlichkeit spielt hier keine große Rolle. Für die meisten ist es die Tradition die zählt. Island ist schon immer abhängig von den Ressourcen des Meeres gewesen, und somit fragen sich die Walfänger und Befürworter, warum sollten Wale eine Ausnahme sein. Es geht mehr als um wirtschaftliche Gründe, sondern um historisch begründete Abneigung gegen Einmischung des Auslands in innere Angelegenheiten, um nationalen Stolz und Aufrechterhaltung einer Identität, die in der Abgrenzung zur Außenwelt beruht.

Literatur:

- Berger, L.; Quack, U. (2018): Island. 11. Auflage. Dormagen. Iwanowski GmbH
- Sadler, C.; Willhardt, J. (2015): Island. 7. Auflage. Würzburg. Michael Müller Verlag
- <https://www.statice.is/statistics/business-sectors/fisheries/> (05.04.19; 18:15)
- <https://www.eldey.de/Wirtschaft/Fischerei/fischerei.html> (05.04.19; 16:45)
- <https://www.iceland.de/landeskunde/pflanzen-und-tiere/wale/walfang/>
(08.04.19;20:20)
- <https://www.br.de/br-fernsehen/sendungen/euroblick/euroblick-reportage-island-100.html>
- <https://www.zeit.de/2017/22/walfang-island-tierschutz-aktivisten-finnwale/komplettansicht>
(08.04.19;20:00)
- https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Walfang_Tabelle_Final_Juni_10.pdf (09.04.19;18:10)

Bilder:

- <https://www.tagesspiegel.de/gesellschaft/panorama/klimawandel-golfstrom-schwaecht-sich-ab-folgen-nicht-absehbar/21165002.html> (Strömungen im Nordatlantik)
- <https://www.ndr.de/ratgeber/kochen/warenkunde/Warenkunde-Hering-Tipps-fuer-die-Zubereitung-,hering218.html> (Hering)
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Kabeljau> (Kabeljau)
- <https://diercke.westermann.de/content/nordatlantik-fischfang-978-3-14-100700-8-241-4-0> (Fischfanggebiete)
- <https://www.zeit.de/2018/18/waljaenger-island-finnwale-kristjan-loftsson>
- <http://www.taz.de/!5066182/> (Wal zerlegt)
- <https://www.bild.de/news/ausland/news-ausland/waljagd-island-will-mehr-als-2000-wale-toeten-60308854.bild.html#fromWall> (Wal im Netz)
- <https://www.badische-zeitung.de/ausland-1/islaender-fremdeln-mit-der-eu--33698716.html> (Wal am Boot)

4. Die Flora und Fauna in und um Island vor dem Hintergrund von Naturschutz und Nationalparks auf Island

Luisa auf dem Berge, Franziska Günther

Flora

Ein Viertel von Island ist bewachsen, das sind ca. 25000 m², davon ist ein Prozent bewaldet. Vor der Landnahme waren es 20 Prozent und größtenteils Birkenwälder.

Nach der letzten Eiszeit sind viele gemäßigte und subtropische Arten verschwunden, unter anderem der Ahorn und der Mammutbaum. Durch das arktische Klima und die hohe Vulkanaktivität ist die Artenvielfalt nicht besonders groß.

Die Pflanzen stammen größtenteils auf Europa und teilweise aus Amerika. Die verschiedenen Gefäßpflanzenarten treten in Norwegen zu 90 Prozent und auf den britischen Inseln zu 85 Prozent auf. Auf Island gibt es nur 10 Pflanzenarten, die nur in Amerika und Grönland zu finden sind und nicht in Europa.

In Island findet man ungefähr 500 höhere Pflanzenarten, davon kommt ein Viertel aus norwegischem Bestand, ungefähr 600 verschiedene Moose und etwa 450 verschieden farbig wachsende Flechten. Die Vegetationsgrenze befindet sich auf 700 m NN. Im Inneren der Insel (Hochland) ist fast keine Vegetation zu finden.

Laut der isländischen Umweltagentur Umhverfisstofnun gibt es auf Island 31 Arten, die gemäß dem Naturschutzgesetz geschützt sind.

Man findet manche Unterarten des Leimkrautes auf Island, wie zum Beispiel das Einblütige Leimkraut (siehe Abb. 2), was sehr widerstandsfähig ist und als Pionierart gilt, was die Erstbesiedelung eines Lavafeldes angeht. An feuchten Bachrändern und Seeufern sind Doldengewächse sehr verbreitet, wie zum Beispiel der Engelwurz (siehe Abb. 1). Der Engelwurz wird als Heilkraut und auch zur traditionellen Teeherstellung benutzt.



Abbildung 12: Einblütiges Leimkraut



Abbildung 11: Enqelwurz

<https://www.trekkingguide.de/pflanzen/skandinavien-pflanzen-flora.htm>

Die wenigen Baumarten, die man auf Island finden sind unter anderem die Wollige Weide, Eberechse und verschiedene Birkenarten, wie die Moor- und Zwergbirke. Die ältesten Birken sind etwa 100 Jahre alt und 12 Meter hoch.

Die Alaska-Lupine wurden nach dem Zweiten Weltkrieg eingeführt. Sie blühen violett und helfen mit ihrem dichten Wurzelwerk die kargen Wüstenböden gegen Bodenerosion zu schützen, da diese sehr starken Windverwehungen ausgesetzt sind. Sie sind zusätzlich auch noch für eine Stickstoffanreicherung in den Böden verantwortlich. Ebenfalls wurden Düngergräser gesät um gegen die Winderosion anzukämpfen.

Fauna

Natürlicherweise kommen in und um Island nur relativ wenige Tierarten vor. Vor allem Landsäugetiere sind sehr selten, das einzige ursprüngliche Landsäugetier, welches ohne Zutun des Menschen Island besiedelte ist der Polarfuchs. Er kam wahrscheinlich während kühlerer Klimazeiten über das damals gefrorene Polarmeer. Heute umfasst die Population der Polarfüchse ca. 10.000 Individuen.

Selten kamen auch Eisbären aus Grönland mit Eisschollen nach Island, diese sind und waren dort allerdings nie heimisch.

Zu den Wassersäugetieren gehört eine große Vielfalt an Robbenarten und Delfinen.

Auch Fische fühlen sich in den nährstoffreichen Gewässern in und um Island sehr wohl. Vor Island treffen der warme Irmingerstrom und der kalte Ostgrönlandstrom aufeinander, was zu einer sehr großen Artenvielfalt führt. Im Meer um die Insel leben deshalb rund 270 unterschiedliche Fischarten. Die Flüsse in Island sind zudem sehr klar und schadstoffarm. Auch Wale fühlen sich in diesen klaren und sauberen

Gewässern um Island sehr wohl. Zahlreiche Walarten finden sich dort, darunter auch Blauwale, Buckelwale und Pottwale. Die Gesamtzahl der Wale wird auf 230.000 geschätzt. In den Flüssen und Seen Islands ist der Artenreichtum an Fischen nicht sehr groß. Auf der Insel leben fünf Arten, welche teilweise für längere Perioden ins Meer wandern. Diese Arten gehören alle zu den Lachsartigen, es sind Aale, Lachse, Saiblinge, Stichlinge sowie Forellen.

Die größte auf Island vorkommende Tiergruppe sind allerdings die Gruppe der Vögel. Im Sommer kann auf Island die größte Entenvielfalt der Welt beobachtet werden.

Der Eistaucher, die Kragenente und die Spatelente sind nordamerikanische Arten und haben auf Island ihr einziges Brutvorkommen in Europa.

Der wohl bekannteste Vogel Islands ist der Papageientaucher. Früher wurde er stark bejagt und auch heute noch gilt er als Delikatesse und wird trotz strenger Auflagen noch gefangen. Er ist gleichzeitig auch ein sehr großer Touristenmagnet.

Sie leben vorrangig an den Küsten, dort sind sie an zahlreichen Vogelfelsen zu beobachten. Anzutreffen sind unter anderem der Papageientaucher (siehe Abb. 3), Trottellummen, Eissturmvögel und Basstölpel.



Abbildung 13: Papageientaucher

http://www.sciamanna.com/island/pop/2004_07_08/089_papageientaucher.htm

Aber auch im Landesinneren und an den Gletscherseen sind viele Arten zu finden. Darunter das Alpenschneehuhn, der Sterntaucher, die Küstenseeschwalben und das Odinshühnchen. Auch Greifvögel sind mit dem Gerfalken und Merlin sowie mit dem Seeadler vertreten.

Nationalparks

In Island gibt es drei Nationalparks, den Thingvellir, Vatnajökull und Snaefellsjökull.

Die Nationalparks werden von der isländischen Umweltagentur Umhverfisstofnun betreut. Zu ihren Hauptaufgaben zählt die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen und der Umweltschutz.

Der Thingvellir-Nationalpark wurde 1928 gegründet er hat eine Größe von 23.700 Hektar und befindet südwestlich auf der Insel. Der Snæfellsjökull wurde 2001 gegründet und hat eine Größe von 17.000 Hektar, er ist somit der Kleinste der Dreien und befindet im Westen. Der Vatnajökull wurde 2008 gegründet er umfasst eine Größe von 1.200.000 Hektar und ist somit der größte Nationalpark Europas. Er erstreckt sich von Südisland bis Nordisland und in dem Gebiet befindet sich der gesamte Gletscher Vatnajökull, die Nationalparks Skaftafell und Jökulsárgljúfur, die seit 2008 in das Gebiet mit einbezogen wurden.

Im Snæfellsjökull-Nationalpark ist der Boden sehr porös und das Wasser versickert schnell im Boden, trotzdem findet man in den Lavafeldern und auf den Hügeln eine ansehnliche Vegetation. Man findet auch zahlreiche Moosarten im Snæfellsjökull. Wie auch in anderen Gegenden der Insel sind die Bäume nicht sehr hoch, aber man findet in diesem Nationalpark auch Zwergbirken und Silberweiden.

Man findet auch einige geschützte Pflanzenarten, wie zum Beispiel der Wiesen-Wachtelweizen (siehe Abb. 4), ein Halbschmarotzer und die vierblättrige Einbeere (siehe Abb. 5), die sehr giftig ist.



Abbildung 14: Wiesen-Wachtelweizen

<https://www.ecosia.org/images?q=WiesenWachtelweizen#id=9D432D31EDF48A0208C05902271149BA4E3E4B92>



Abbildung 15: vierblättrige Einbeere

<http://www.nabuschwieberdingen.de/wanderungen/2010/2010-08-glemstal/DSCF0365w.jpg>

In den Nationalparks ist diese Artenvielfalt auch zu beobachten. Im Snaefellsjökull, welcher sich im Westen vom Meer bis zu den Gipfeln der Berge erstreckt, brüten viele Seevögel auf den Meeresklippen. Auch der Seeadler lässt sich weiter landeinwärts entdecken. Marder und Polarfüchse ernähren sich dort von den Eiern und kleineren Vögeln.

Auch im größten Nationalpark Island dem Vatnajökull lassen sich Vögel beobachten. Er beheimatet rund 30 verschiedene Arten und ist ein wichtiges Feuchtgebiet für die Kurzschnabelgans.

Im Thingvellir-Nationalpark nahe Reykjavik ist der See Thingvallavatn von großer Bedeutung. Er beheimatet drei von fünf Süßwasserfischen, welche auf der Insel zu finden sind. Zum einen ist das die Bachforelle, sowie der Dreistachlige Stichling. Auch der Saibling ist dort zu finden, dieser spielt in der Fischproduktion Islands eine sehr große Rolle.

Mit dem Menschen kamen auch noch andere Tiere auf die Insel, darunter Nagetiere von den Schiffen wie Ratte und Mäuse. Allerdings auch Nutztiere wie Schafe und Pferde. Über die Zeit haben sich daraus auch spezielle Arten wie das Islandschaf und das Islandpferd (siehe Abb. 6) entwickelt. Das Islandpferd ist heute was Ein- und Ausfuhr angeht auch streng kontrolliert. Die Schafhaltung auf Island ist zu Vorbeugung von Überweidung quotiert.

Aus Norwegen kamen 1771 rund 13 Rentiere nach Island, welche zur Jagd und weiterem Nutzen gedacht waren. Die Zucht war allerdings weniger erfolgreich und es leben heute ca. 3000 wild auf der Insel, welche zum Jagen freigegeben sind.



Abbildung 16: Islandpferde

https://www.joachimgerhard.de/reiseberichte/island_2011/html/island_2011_27_06.html

Literatur:

<https://de.visiticeland.com/AktivitaetenAttraktionen/Nationalparks> (11.04.19)

<https://www.vatnajokulsthjodgardur.is/en/about-us/about-the-national-park>
(11.04.19)

<https://www.thingvellir.is/en/nature/the-fish-in-the-lake/> (11.04.19)

<https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5590/> (11.04.19)

<https://www.trekkingguide.de/pflanzen/skandinavien-pflanzen-flora.htm> (11.04.19)

<https://www.eldey.de/FloraFauna/Vegetation/vegetation.html> (11.04.19)

<https://www.bilderreisen.at/isl/island-geografie.php> (11.04.19)

<http://www.nabu-schwieberdingen.de/wanderungen/2010/2010-08-glemstal/DSCF0365w.jpg> (11.04.19)

<https://www.ust.is/the-environment-agency-of-iceland/protected-areas/#Tab2>
(14.05.19)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Island#Fauna> (14.05.19)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Island#Flora> (14.05.19)

<https://www.grin.com/document/107922> (14.05.19)

<https://guidetoiceland.is/de/natur-island/uebersicht-der-nationalparks-in-island>
(15.05.19)

5. Seen, Flüsse, Wasserfälle, Klima, Geologie und Böden auf Island

Magnus Graf, Ulrike Harloff

Seen

Islands gesamte Wasserfläche beträgt etwa 2796 Quadratkilometer. Neben den zahlreichen Flüssen ist auch eine große Anzahl an Seen für die Flächenausdehnung verantwortlich. Diese Seen entstanden in Island auf verschiedenste Art und Weisen, wobei sich jedoch fünf Hauptgründe für die Bildung festmachen lassen. Der erste Grund für die Seenbildung auf Island ist die Nutzung der Wasserkraft und das daraus resultierende Aufstauen von Flüssen zu, zum Teil, sehr großen Stauseen. Um die Turbinen der Kraftwerke durchgehend mit ausreichend Wasser zu versorgen und eine möglichst große Fallhöhe zu erzeugen, wurden Staumauern und Dämme errichtet. Exemplarisch hierfür ist der Hálsón See, welcher durch das Aufstauen des Jökulsá á Brú und dessen Nebenflüsse entstand. Drei Staumauern bildeten einen See der heute ca. zwei Kilometer breit und 200 Meter tief ist. Gesamt nimmt der See eine Fläche von 57 Quadratkilometer ein und fasst ein Volumen von 2,1 Milliarden Kubikmeter Wasser zur energetischen Nutzung.

Der zweite Grund für die Seenbildung auf Island sind tektonische Aktivitäten. Hebungen und Senkungen, wie auch Rissbildungen können Räume entstehen lassen, in denen sich Wasser sammeln kann. Zwar entstand der Þórisvatn überwiegend durch Aufstauungen, jedoch mündet in ihn die Silfra Verwerfung. Diese ist eine unterwasserliegende Kluft, die durch das Auseinanderdriften der Eurasischen und der Nordamerikanischen Platte entstand und künftig weiterwachsen wird.

Eine weitere Seenart auf Island sind die Glazialseen. Diese entstehen durch die Aktivitäten und die Rückbleibsel eines Gletschers. In Hohlformen, die durch die Wanderung des Gletschers entstehen und welche von End- und Seitenmoränen abgedichtet werden, kann sich Schmelz- und Regenwasser sammeln und aufstauen. In Kombination mit dem wärmer werdenden Klima ließ dieses Phänomen den tiefsten aller isländischen Seen entstehen. Der Jökulsárlón hat eine Tiefe von 248 Metern und seine Fläche wuchs bereits von 7,9 auf 18 Quadratkilometer an, wobei diese Zahl künftig noch weiter steigen kann.

Durch das verstärkte Vorkommen von Vulkanen auf Island gibt es hier auch immer wieder Krater- und Calderenseen. Immer wenn eine Magmahöhle einstürzt bzw. ein Vulkan ausbricht kann sich im entstandenen Krater Wasser sammeln. Wird der Hohlraum durch magmatisches Gestein abgedichtet verhindert dies das Ausdringen von Wasser und begünstigt die Seenbildung. Der Öskjuvatn ist zum Beispiel ein See der 1875 nach Einbruch einer Magmakammer entstand und heute eine Fläche von 11 Quadratkilometer einnimmt.

Zu guter Letzt kann eine Seenentstehung auch einen anthropologischen Hintergrund haben, sowie bei der Bláa Lónið. Hierbei wurde Nutzwasser aus einem Geothermie Kraftwerk auf ein Lavafeld geleitet. Das Wasser versickerte allerdings nicht und so bildete sich ein See. Heute ist die Bláa Lónið ein Thermalbad und eine Touristenattraktion.

Flüsse

Islands Landschaft wird seit Jahrtausenden durch endogene Prozesse aufgebaut und geprägt. Doch genauso prägend waren auch die exogenen Prozesse, zu denen auch die Flüsse zählen. Durch den Wasserreichtum Islands entstanden reißende Ströme, die sich im Laufe der Zeit in die Landschaft einschneiden und diese neugestalteten. Besonders die Erosions- und Sedimentationsprozesse von hauptsächlich magmatischem Gestein sind hierbei hervorzuheben. Jedoch fließen in Island nicht alle Flüsse ganzjährig mit demselben Abfluss. Wie schon bei den Seen lassen sich auch bei den Flüssen drei Hauptkriterien, die zu deren Bildung und dem Abflussverhalten führen, finden.

Die erste Flussart, bei welcher der Abfluss das ganze Jahr ungefähr konstant ist, sind die Quellflüsse. Da die Quellen ganzjährig etwa dasselbe Volumen schütten sind die Wasserspiegel dieser Flüsse mehr vom Wetter als von der Jahreszeit abhängig. Die Abflüsse von Gletscherflüssen hingegen schwanken je nach Jahreszeit und damit korrelierend der Temperatur sehr stark. Steigen die Temperaturen über den Gefrierpunkt schmelzen die Eisflächen, welche große Teile von Island bedecken. Daraus resultieren große Wassermassen, die dann die Flüsse bilden. Fallen die Temperaturen allerdings unter den Gefrierpunkt, taut das Eis nicht auf und die Flüsse werden nicht weiter von Schmelzwasser genährt.

Ebenfalls abhängig von den Temperaturen sind auch die Sammelflüsse, in welchen

mehrere Flüsse zusammenlaufen. Da in ihnen auch Gletscherflüsse münden können, kann es je nach Zustromgröße und Klima zu starken Abflusserhöhungen kommen.

Eine weitere Besonderheit der isländischen Flüsse ist, dass deren Wassertemperaturen stark schwanken können. Kommt Wasser, wie im Falle der Gletscherflüsse von Eisflächen, so liegt die Wassertemperatur meist nur knapp über dem Gefrierpunkt. Jedoch gibt es aufgrund des Vulkanismus und der Geothermie auf Island immer wieder Ausflüsse von heißem Wasser. Münden diese in einem Fluss, so kann sich dessen Temperatur stark erhöhen.

Wasserfälle

Ein weiteres Phänomen für das Island bekannt ist, sind seine unzähligen Wasserfälle. Von besonders großer Bekanntheit sind vor allem die, welche an der sogenannten Ringstraße liegen. Zu Ihnen gehört unter anderem der Gullfoss, welcher der wahrscheinlich berühmteste Wasserfall Islands ist. Er hat einen Abfluss von ca. 100-130 Kubikmeter, welcher jedoch im Maximum auch schon bei 2000 Kubikmeter lag. Prägend ist für den Gullfoss sein zweistufiger Absturz, der gesamt eine Höhe von 32 Meter beträgt.

Neben dem Gullfoss erreichte aber auch der Skógafoss mit einem 25 Meter breiten und 60 Meter tiefen Absturz große Bekanntheit. Der sogenannte „Waldwasserfall“ liegt nahe der Küste und entstand an einer Steilklippe, nach dem sich hier das Meer zurückgezogen hat.

Zu guter Letzt gehört auch der 66 Meter hohe Seljalandsfoss zu den bekanntesten Wasserfällen Islands. Dafür sorgt seine Ästhetik, die ihn vor allem bei Sonnenuntergang zu einem häufig gewählten Fotomotiv macht.

Klima:

Surface circulation

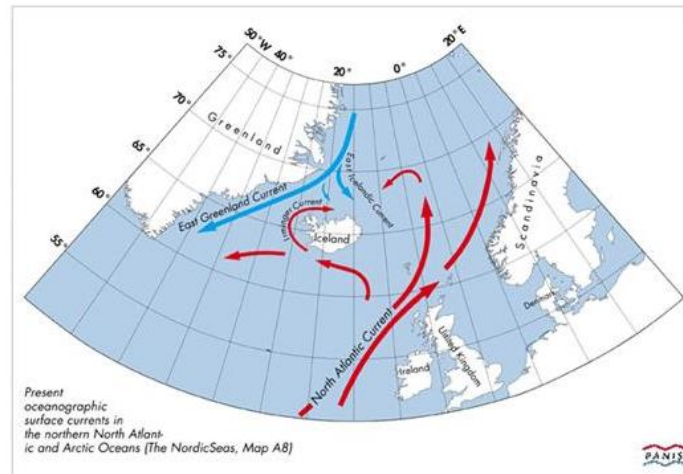


Abbildung 17 Strömungen um Island

Island befindet sich nahe dem nördlichen Polarkreis und liegt damit in der kalten Zone der Erde. Die Insel wird in 3 Klimaklassifikationen nach Köppen-Geiger eingeteilt. Subarktisches Klima (Dfc), kaltes ozeanisches Klima (Cfc) und Tundrenklima (ET). Es existiert dem entsprechend eine Spanne von einem warmgemäßigten bis zu einem kalten Klima. Das gemäßigte Klima, entlang der Küste im Süden bis Westen, verdankt Island dem Irmingerstrom (siehe Abb.1). Er ist ein Teil des Golfstroms. Ebenso sind die Winter durch diese Strömungsverhältnisse in der Regel sehr mild. Die Temperaturen an den Küsten im Nordosten und Südwesten sind durch den dort verlaufenden Grönlandstrom aus dem Norden deutlich kühler. Im Folgenden wird dies durch den Vergleich der Klimaverhältnisse, in der Hauptstadt Reykjavik an der Südwestküste und Akureyri im Norden der Insel, verdeutlicht.

Klimadiagramm von Reykjavik (Flughafen) / Island

Koordinaten: geographische Breite: 64° 08' N, geographische Länge: 21° 56' W

Stationshöhe: 14 m über NN



Abbildung 18 Klimadiagramm Reykjavik

Die Durchschnittstemperatur liegt dann in Reykjavik (Abb.2) bei 0° C und in Akureyri

(Abb.3) bei -2°C . Im Sommer liegt der Durchschnitt bei 10°C und sind entsprechend der Insellage kühl. In den Monaten Juni, Juli und Augusten können Höchstwerte von 20° bis 25°C erreicht werden. Jedoch kann es im Sommer, bei entsprechenden Temperaturen zu Schneefällen kommen.

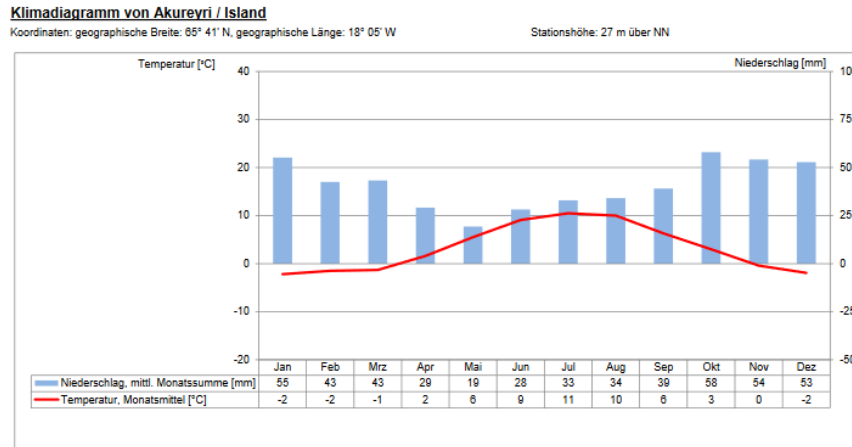


Abbildung 19 Klimadiagramm Akurevri

Laut Statistik regnet es ca. jeden zweiten Tag in Island, doch dies sind oft nur Regenschauer, die wegen des fast immer vorhandenen Windes nur selten in einen tagelangen Dauerregen übergehen. Das Wetter wird von der sich häufig ändernden Windrichtung bestimmt. Aus diesem Grund kann sich die Wetterlage am Tag mehrfach ändern.

Die regenärmsten Monate sind Mai, Juni und Juli. Im August wird es wieder etwas feuchter.

Der Süden ist deutlich stärker von Niederschlag betroffen als die nördliche Region der Insel. Der Grund dafür liegt im vorherrschenden Süd- und Westwind, welcher vom Ozean viel Feuchtigkeit mit sich bringt. Dieser regnet sich im Inland an den Gletschern und Gebirgen ab. Nur selten kommt es zu Nordwinden. So kommt es, dass die durchschnittliche Niederschlagsmenge an der Südküste bei 3000 mm pro Jahr liegt, während im Hochland nördlich des Vatnajökull (größte Gletscher Islands) nur 400 mm Niederschlag pro Jahr fällt. In der Region des Vatnajökull fällt durchschnittlich der meiste Niederschlag.

Gesteine

Island ist erdgeschichtlich eine sehr junge Insel. Sie tauchte vor ca. 20 Millionen Jahren durch vulkanische Aktivität aus dem Meer auf. Die Insel liegt zwischen der nordamerikanischen und der eurasischen Kontinentalplatte. Sie ist ein Teil des

Mittelatlantischen Rückens und einer der wenigen Abschnitte, die aus dem Meer ragen. Der Rücken verläuft von Südwesten nach Nordosten über die Insel. Dieser rund 50 km breite Streifen ist reich an aktiven Vulkanen, sowie an heißen Quellen und ist daher geologisch höchst aktiv. Die beiden Kontinentalplatten driften auseinander, so dass abhängig von ihrer Bewegungsrichtung, entlang der Grenzlinie Auffaltungen und Gebirge entstehen. Die Platten driften pro Jahr ca. zwei Zentimeter auseinander, wobei aufsteigendes Magma diese Lücke ständig wieder auffüllt. Island ist eine stetig wachsende Insel. Zurzeit gehört zu Island eine Fläche von 103.000 km². Entsprechend der Entstehungsgeschichte und stätigen Entwicklung Islands, finden sich auf der Insel zahlreiche Formen von Vulkaniten. An Schluchten und Gräben entlang der tektonischen Grenzlinie sind besonders die dunklen Basalte auffällig.

Laut dem Mineralatlas findet man auf Island folgende Gesteine:

- Alkali-Basalt,
- Basalt,
- Basanit,
- Dazit,
- Geysirit,
- Obsidian,
- Olivin-Basalt,
- Palagonit, Rhyolith,
- Schlacke, Tholeiit,
- Sedimentäre Gesteine und Sedimente

Boden

Der Boden, der durch das zerkleinerte Vulkangestein entsteht, ist locker, durchlässig und sehr mineralstoffreich.

Island kämpft gegen Erosion und gegen die „Wüstenbildung“ an. Die Insel ist regenreich und ist durch seine vulkanischen Gesteine potenziell nährstoffreich, trotzdem ist sie sehr vegetationsarm. Durch die großflächige Abholzung und frei

wildernde Schafe und Pferde, ist die oberste Bodenschicht ohne Vegetation dem Wind und Wetter ausgesetzt. Diese speichert jegliche Nährstoffe und enthält den mikrobiologisch aktiven Teil des Bodens. Weiterhin kann das Vulkangestein nur schlecht Wasser halten.

Literatur:

Christian Nowak, Baedeker Reiseführer Island, Januar 2018

<https://www.urlaubsguru.de/reisekalender/beste-reisezeit-island/>, 30.03.2019

<https://www.geo.de/natur/4476-rtkl-geologie-vulkanismus-auf-island>, 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/Island#Geologie>, 30.03.2019

https://notendur.hi.is/oi/climate_in_iceland.htm, 30.03.2019

https://www.dwd.de/DWD/klima/beratung/ak/ak_040300_di.pdf, 30.03.2019

<https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Island>, 30.03.2019

<http://www.vulkane.net/lernwelten/schueler/menschen2.html>, 30.03.2019

https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_FI%C3%BCsse_in_Island 30.03.2019

https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Seen_in_Island 30.03.2019

https://www.island-ringstrasse.de/island-wasserfall/#Quellen_weitere_Informationen_zu_Wasserfaumlllen_in_Island
30.03.2019

<https://guidetoiceland.is/de/natur-island/wasserfaelle-in-island> 30.03.2019

<https://www.worldwaterfalldatabase.com/country/Iceland/map> 30.03.2019

<https://www.government.is/topics/environment-climate-and-nature-protection/water/>
30.03.2019

<https://guidetoiceland.is/history-culture/6-facts-you-didn-t-know-about-icelandic-water> 30.03.2019

https://de.wikipedia.org/wiki/Geographie_Islands#FI%C3%BCsse 30.03.2019

https://www.planet-wissen.de/kultur/nordeuropa/island_feurige_insel_im_eis/index.html 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/Island> 30.03.2019

<https://just-iceland.com/de/island-geologie> 30.03.2019

<https://www.zdf.de/dokumentation/dokumentation-sonstige/ausgerechnet-island-102.html> 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/Gletscherrandsee> 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9E%C3%B3risvatn> 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/J%C3%B6kuls%C3%A1rl%C3%B3n> 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Eingvallavatn> 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96skjuvatn> 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/Keri%C3%B0> 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/Silfra-Spalte> 30.03.2019

<https://de.wikipedia.org/wiki/H%C3%A1sl%C3%B3n> 30.03.2019

https://de.wikipedia.org/wiki/Bl%C3%A1a_L%C3%B3ni%C3%B0 30.03.2019

<https://naturreisen.is/fluss-reykjadalur> 30.03.2019

6. Vulkanismus & Vergletscherung in Island

Juliana Gaisler, Maïke Strack

Island ist ein Land der Extreme. Durch das Zusammenspiel von Feuer und Eis ist die geologisch junge Insel sehr lebendig. Sowohl endogene Kräfte, d.h. Vulkanismus, als auch exogene Prozesse wie glaziale Erosion prägen signifikant die Landschaft (Nowak 2017, S.10-11). Diese Ausarbeitung ergänzt die Exkursion nach Island, thematisiert die Entstehung Islands und der damit zusammenhängende Vulkanismus sowie die Vergletscherung.

Vor rund 20 Mio. Jahren tauchte das heutige Island aufgrund tektonischer Bewegungen auf und ist neben den Azoren die einzige ländliche Erhebung des mittelatlantischen Rückens. Erst 1963 bewirkte eine Eruption unter See das Auftauchen der neuen *Insel Surtsey* (Nowak 2017, S.12). Durch die Lage in einer Erdbebenzone kommt es zu vielen Vulkanaktivitäten. Während der Eiszeit vor 10.000-12.000 Jahren war Island nahezu vollständig von Gletschern bedeckt. Nach der Theorie von W. Jason Morgan ist die Island-Plume, ein Aufstrom anomal heißen Gesteins im Erdmantel unter Island, die Ursache für die Entstehung der Insel und für ihren Vulkanismus (Wikipedia o.J.).

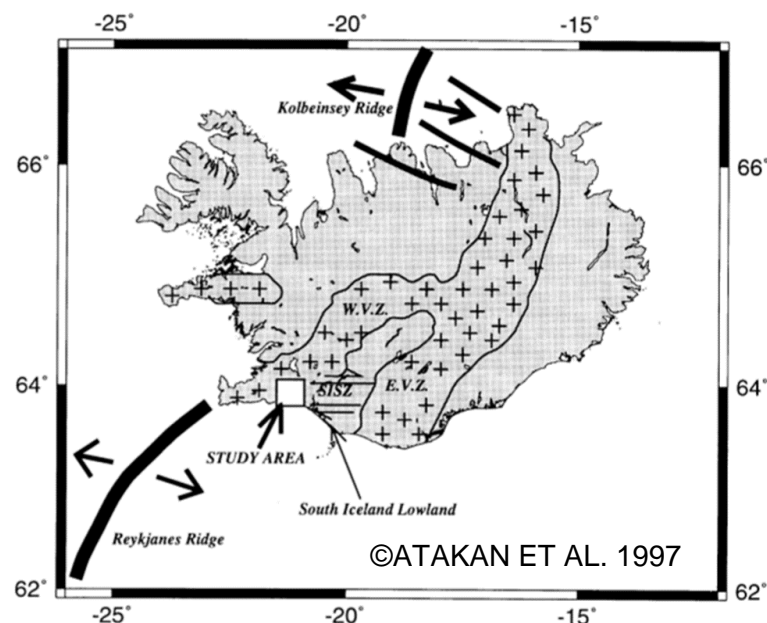


Abb. 1: Aktiver Vulkangürtel

Mit über 200 Vulkanausbrüchen seit der menschlichen Besiedlung ist Island sehr

dynamisch. Aufgrund der tektonischen Plattengrenze, die sich quer durch die ganze Insel streckt, kommt durch Auseinanderdriften Magma aus den Spalten. Die Grenze zwischen der nordamerikanischen und eurasischen Platte ist somit, wie in Abb. 1 dargestellt, die aktive Vulkanzone mit den häufigsten Eruptionen. Bekannte Vulkane wie Askja, Bárðabunga, Eldfell, Hekla, Katla oder Kaki liegen in diesem Gürtel (Nowak 2017, S.10-14).

Vulkantypen

In Island sind viele verschiedene Typen an Vulkanen zu finden. Es wird zwischen Spalt- sowie Zentralvulkanen unterschieden. Zentralvulkane lassen sich wiederum in Strato-, Tafel- sowie Schildvulkane untergliedern. Zudem gibt es subglaziale sowie submarine Vulkane. Daneben sind des Weiteren postvulkanische Erscheinungen, wie beispielsweise Geysire, Fumarole oder Black Smoker zu nennen. Vor allem Spaltenvulkane sind, wie in Abb. 2 ersichtlich, typisch für Island. Im folgenden Absatz werden einige der Vulkanarten genauer beschrieben.

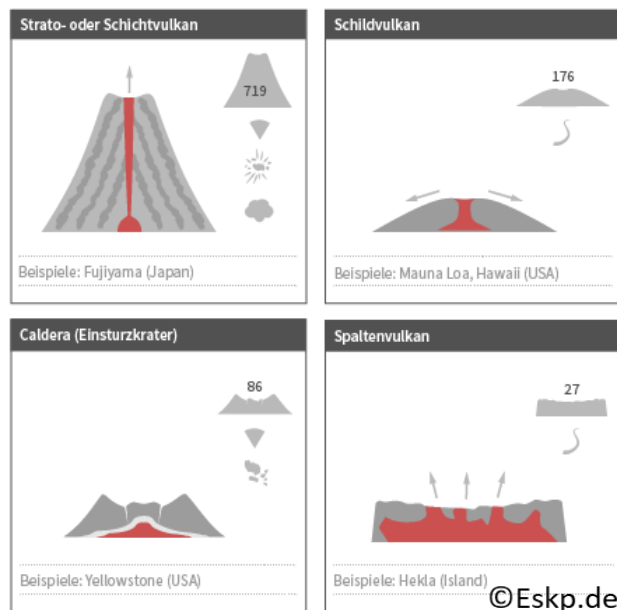


Abb. 2: Vulkantypen

Ein Strato- bzw. Schichtvulkan schichtet sich in die Höhe. Die Lava ist relativ zähflüssig und sauer und kommt mit seitlichen Lavaströmen vor. Der Schildvulkan hingegen ist flach und weit gespannt. Die Lava ist dünnflüssig, wodurch sie schneller abfließt. Ein weiterer Typ, der Spaltenvulkan, ist ebenfalls flach. Hier befindet sich jedoch flächendeckend Lava unterhalb der Erdoberfläche.

Aktive Vulkane und deren Auswirkungen

Aufgrund der aktiven Vulkanzone kommt es regelmäßig zu Eruptionen. Als Überblick werden einige Beispiele in nachfolgender Tabelle für isländische Vulkanausbrüche sowie ihre Folgen und Besonderheiten aufgelistet (Nowak 2017, S.10-14).

Tab. 1: Vulkanausbrüche Islands

Eruptionsjahr	Vulkan	Folgen bzw. Besonderheiten
1104	Hekla	bis heute 168 Mal ausgebrochen
1783	Laki-Krater	Große Katastrophe mit 10.000 Toten
1973	Eldfell auf Insel Heimaey	Große Evakuierungsmaßnahme
2010	Eyjafjallajökull	Behinderung des europäischen Flugverkehrs
2014/2015	Bárðabunga	aktivster Vulkan Islands unter Gletscher Vatnajökull

Vulkanausbrüche bringen ausschlaggebende Folgen mit sich. Es lassen sich sowohl lokale als auch globale Auswirkungen feststellen. Zu den regionalen Effekten gehören Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit durch Einatmen von Schwefeldioxyden, sowie vor Ort entstehende Katastrophen wie verstärkte Erosionen und Überschwemmungen, die u.a. durch das Abschmelzen von Gletschern zustande kommen. Des Weiteren bringen Druckwellen, sogenannte Surges, Häuser zum Einstürzen, wobei es zu zahlreichen Todesfällen kommen kann. Zudem werden die Landwirtschaft sowie das Grundwasser durch Einträge von Fluorid aus den, wie in

Abb. 3 dargestellten, Vulkanaschen erheblich beeinträchtigt.



Abb. 3: Insel Heimaey unter Asche und Lava begraben

Global haben Vulkaneruptionen ebenfalls verheerende Folgen. Zum einen wird der Flugverkehr lahmgelegt, wie beispielsweise im Jahr 2010 bei dem Ausbruch des Eyjafjallajökulls, der europaweit Flüge annullierte. Zum anderen bilden sich Aerosolwolken, die teilweise zu vulkanischen Wintern führen und diese die Landwirtschaft so beeinträchtigen, dass es zu Ernteaussfällen kommt (Wehrmann o.J.).

Während der Eiszeit vor 10.000-12.000 Jahren war Island nahezu vollständig mit Gletschern bedeckt. Danach erwärmte sich das Klima auf der Insel und viele Gletscher verschwanden wieder. Im weiteren Verlauf wechselten sich Warm- und Kaltperioden ab. Durch die kleine Eiszeit vom 15. bis 19. Jhd. dehnten sich die Gletscher wieder aus. Seit dieser Zeit ziehen sich die Gletscher wieder zurück.

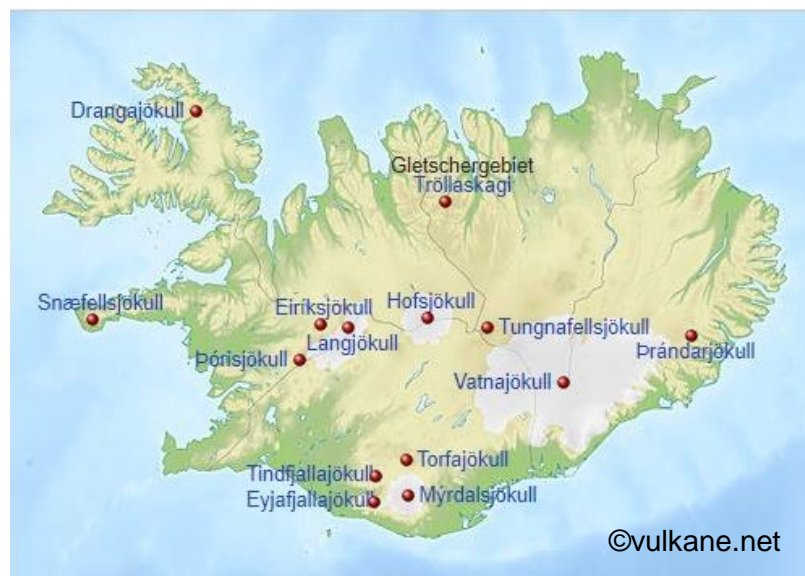


Abb. 4: Die 13 Gletscher Islands

In Island gibt es insgesamt 13 Gletscher, die ca. 11 % der Landesoberfläche bedecken (Wikipedia o.J.). Diese sind in Abb. 4 zu sehen.

Im Folgenden werden einige der 13 bedeutsamsten Gletscher in Island näher beschrieben.

Der Vatnajökull ist der zweitgrößte Gletscher Europas mit einer Fläche von ca. 8300 km². Übersetzt heißt er „Wassergletscher“. Er ist ein Plateaugletscher, der vor ca. 2500 Jahren entstanden ist. Unter ihm befinden sich die aktivsten Vulkane Islands, die Grímsvötn und die Bárðabunga. Der Vatnajökullgletscher ist Teil des zweitgrößten Nationalparks Europas, der mit einer Fläche von über 12.000 km² ca. 12% der Landesoberfläche bedeckt.

Der Langjökull (Langer Gletscher) ist der zweitgrößte Gletscher Islands. Er ist 953 km² groß. Unter dem Plateaugletscher befinden sich 2 Vulkansysteme, Prestahnúkur und Hveravellir. Er verläuft parallel zur aktiven Vulkanzone Islands von Nordost nach Südwest. Langjökull versorgt viele Wasserfälle in ganz Island mit Wasser, z.B. Hraunfossar, Gullfoss und Barnafoss. Das Wasser des Gletschers wird als Trinkwasser genutzt. Die Klimaauswirkungen sind auch hier zu bemerken, es entstehen mehr und mehr Gletscherspalten, wodurch das Begehen gefährlicher wird.

Der Name Mýrdalsjökull bedeutet „Gletscher des sumpfigen Tales“. Mit einer Größe von 596 km² bedeckt der Plateaugletscher die ca. 100 km² große Caldera des Vulkans Katla. Der Sólheimajökull ist ein Auslassgletscher des Mýrdalsjökull, dem der Fluss „Jökulsá á Sólheimasandi“ entspringt. Durch die vulkanischen Aktivitäten enthält das Wasser des Flusses Schwefelverbindungen. Subglaziale Ausbrüche von Katla haben zu Jökulhlaups (Gletscherlauf) geführt. Durch das Nährgebiet auf dem Mýrdalsjökull werden Klimaveränderungen auf den Auslassgletscher erst verzögert sichtbar. In den letzten 10 Jahren ist der Gletscher um einen Kilometer zurückgegangen.

Der Eyjafjallajökull ist der bekannteste der 13 Gletscher Islands. Sein Name bedeutet übersetzt „Inselberge-Gletscher“. Unter dem Plateaugletscher befindet sich der gleichnamige Vulkan Eyjafjallajökull, dessen letzter Ausbruch im Jahr 2010 war. Vor dem Vulkanausbruch des Eyjafjallajökull 2010 kalbte der Gletscher in den Gletschersee Lónið. Durch den Ausbruch des Vulkans wurde der Gletschersee mit Sedimenten und Vulkanasche komplett aufgefüllt und ist verschwunden (Wikipedia

o.J.).

Die Besonderheit in Island sind Vulkane, die unter Gletscher liegen. Durch den Rückzug der Gletscher werden die, sich unter dem Eis befindenden Vulkane freigelegt und Geologen befürchten, dass dadurch ihre vulkanische Aktivität zunehmen könnte. Diese subglazialen Vulkane halten eine Eruption aufgrund der bis zu 100m dicken Eisschicht oft lange zurück. Die Gase, die in der Lava eingeschlossen sind, können somit nicht entweichen. Erst wenn sich genug Druck aufgebaut hat, kommt es zu explosionsartigen Ausbrüchen, die eine große Menge an Asche fördern (Köndgen 2011).

Sobald das Magma an die Erdoberfläche tritt, kommt es zum erhöhten Schmelzwasserabfluss. Die von Gletscher bedeckten Vulkane können Gletscherläufe (Flutwellen), auslösen. Diese entstehen infolge der Gletscherabschmelzung bei vulkanischen Eruptionen. Nach der Eruption 1996 z.B. schmolzen Teile des Gletschers Vatnajökull (Nowak 2017, S.13-14).

Das Schmelzwasser der Gletscher wird in der Landwirtschaft, als Trinkwasser und für die Stromerzeugung genutzt, sodass das Zusammenwirken von Feuer und Eis durchaus eine hohe wirtschaftliche Bedeutung für die Isländer hat.



Abb. 5: Rückgang des Gletschers

Die Klimaerwärmung lässt, wie links in Abb. 5 zu sehen ist, Gletscher schmelzen und die vulkanische Aktivität nimmt zu. Seit 1890 bis 2011 haben weltweit die Gletscher über 300 km³ an Eis verloren (Wikipedia o.J.).

Literatur:

Bonanati, Christina (o.J.): Naturgefahren Vulkanismus: Vulkantypen. Hg. v. GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel. Earth System Knowledge Platform (ESKP). Kiel. Online verfügbar unter <https://www.eskp.de/grundlagen/naturgefahren/vulkantypen/>, zuletzt geprüft am 07.04.2019.

Köndgen, David (2011): Geologie: Vulkanismus auf Island. Hg. v. GEO.de. G+J Medien GmbH. Online verfügbar unter <https://www.geo.de/natur/4476-rtkl-geologie-vulkanismus-auf-island>, zuletzt geprüft am 07.04.2019.

Nowak, Christian (2017): Island. Perfekte Tage auf der Insel aus Feuer und Eis. 2. Auflage. Ostfildern: Mairdumont GmbH & Co. KG Verlag Karl Baedeker (Baedekersmart).

Wehrmann, Heidi (o.J.): Naturgefahren Vulkanismus. Auswirkungen von Vulkanausbrüchen. Hg. v. GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel. Earth System Knowledge Platform (ESKP). Kiel. Online verfügbar unter <https://www.eskp.de/grundlagen/naturgefahren/auswirkungen-von-vulkanausbruechen/>, zuletzt geprüft am 07.04.2019.

Online verfügbar unter http://geo.ksseetal.ch/?Vulkane_Europas, zuletzt geprüft am 08.04.2019.

Szeglat, Marc (o.J.): Die größten Gletscher auf Island. Online verfügbar unter <http://www.vulkane.net/reisemagazin/reiseziele/island/gletscher-island.html>, zuletzt geprüft am 09.04.2019.

Gunnarsdóttir, Nanna (o.J.): Gletscher in Island. Online verfügbar unter <https://guidetoiceland.is/de/natur-island/gletscher-in-island>, zuletzt geprüft am 08.04.2019.

Artic adventures (o.J.): Vatnajökull. Europas größter Gletscher und geschützte Region. Online verfügbar unter <https://adventures.is/de/island/attraktionen/vatnajokull-glacier/>, zuletzt geprüft am 09.04.2019.

Pier, Christopher(o.J.): Islands Gletscher. Gigantische Riesen aus ewigem Eis. Online verfügbar unter <https://www.islandreisen.info/de/island-infos/island-lexikon/island-gletscher>, zuletzt geprüft am 06.04.2019.

Gudmundsson, Vignir Andri (2016): Die 10 größten Gletscher Islands. Online verfügbar unter <https://icelandictimes.com/die-10-grossten-gletscher->

islands/?lang=de, zuletzt geprüft am 06.04.2019.

Climate Service Center Germany (o.J.): Gletscher auf Island. Online verfügbar unter http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Gletscher_auf_Island, zuletzt geprüft am 09.04.2019.

Sekundärquellen:

Wikipedia, zuletzt geprüft am 09.04.2019:

Geografie Islands: Island-Plume. <https://de.wikipedia.org/wiki/Island-Plume>

Gletscher: Gletschertypen. <https://de.wikipedia.org/wiki/Gletscher>

Gletscher Islands. https://de.wikipedia.org/wiki/Gletscher_Islands

Vatnajökull. <https://de.wikipedia.org/wiki/Vatnajökull>

7. Geothermie – Aktuelle und mögliche Nutzungen

Alisa Dzafic, Irina Ochs

Einleitung

Klimawandel, Nachhaltigkeit und erneuerbare Energien begleiten unsere Gesellschaft seit Jahren und sind heute sowie zukünftig von noch größerer Bedeutung. Diese Themen sind wesentliche Bestandteile in politischen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Diskussionen sowie Forschungsfelder. Besonders für die Erreichung der bekannten Klimaziele stehen nachhaltige sowie klimaneutrale erneuerbare Energien in der Forschung und Entwicklung im Vordergrund (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung o.J.).

Die Geothermie ist eine wichtige klimaneutrale und regenerative Energiequelle. Dieser wissenschaftliche Aufsatz befasst sich mit der allgemeinen Funktionsweise der Geothermie und deren aktuellen sowie möglichen Nutzungen. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf den geothermalen Vorkommen in Island.

Geothermie – Allgemeine Informationen

Die Geothermie beschreibt die in der Erde gespeicherte Wärme sowie die Möglichkeiten ihrer Nutzung als Energiequelle für den Menschen. Aufgrund des kontinuierlichen Erdwärmeflusses, genießt die Geothermie besonders im Bereich der erneuerbaren Energien einen hohen Stellenwert (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie o.J.).

Das sog. Lindal Diagramm (Abb. 9) zeigt eine Übersicht der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten der geothermalen Energie in Abhängigkeit der Temperatur.

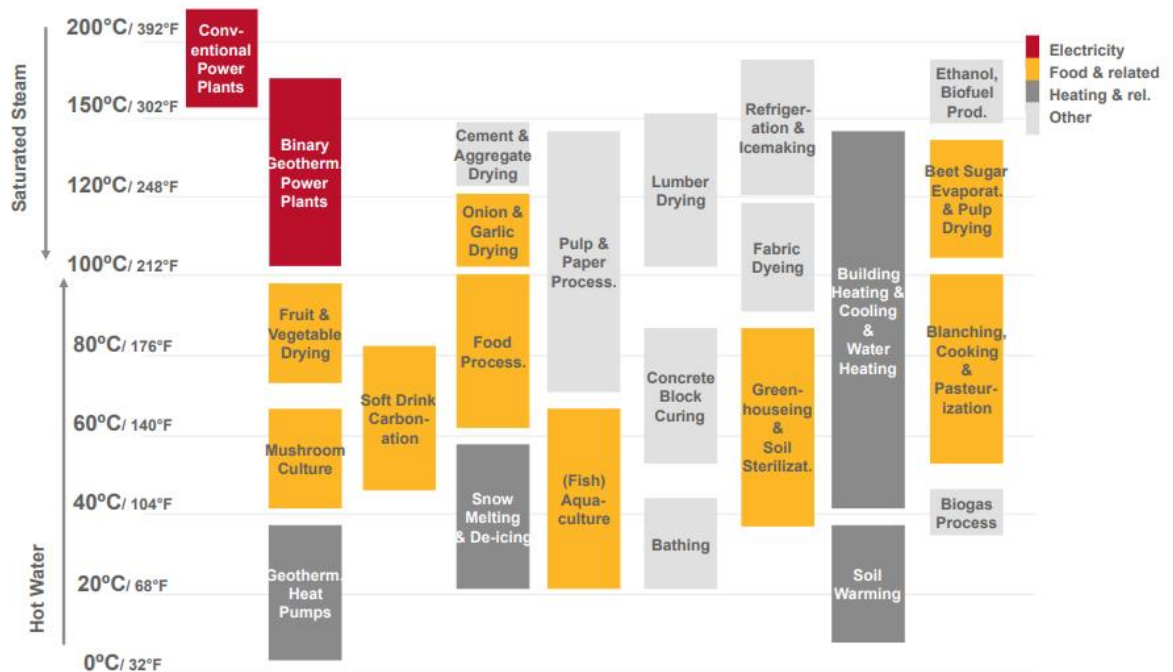


Abb. 9: Nutzung von Erdwärme für verschiedene Anwendungen (Pálsson 2012, S. 49)

Funktionsweise Geothermie

Durch die unterschiedlichen Tiefen bei der Nutzung von geothermischer Energie wird in oberflächennahe und tiefe geothermische Systeme unterschieden. Obwohl der Übergang vom einem in das andere System fließend ist, wird eine Unterscheidung der Systeme als sinnvoll deklariert. Nicht nur die Techniken zur Energiegewinnung weisen Unterschiede auf, sondern auch die geowissenschaftlichen Parameter (vgl. Bauer 2014, S. 38).

Oberflächennahe geothermische Nutzung der Energie

Bei der oberflächennahen geothermischen Energienutzung geht es darum, geothermische Energie lokal zum Beheizen zu nutzen.

Diese Art von System reicht von einigen wenigen Metern bis zu mehreren Dekametern in die Tiefe. Deshalb werden nur Temperaturen von ca. 25 °C erreicht. Diese Art der Nutzung kann bei Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden, Energiepfählen und Koaxialbrunnen verwendet werden. Im Folgenden wird auf zwei dieser Methoden näher eingegangen.

Erdwärmekollektoren entziehen dem Untergrund in Tiefen von bis zu 5 m Wärme. Um die Effizienz dieses Systems zu steigern, wird der Flächenkollektor zum Heizen und zum Kühlen verwendet. Die in den Kollektoren enthaltenen Sondenkreise

können unterschiedlich angeordnet sein. Sie können entweder in der Fläche ausgelegt oder in einzelnen Spiralen übereinander angeordnet sein. Dabei findet in den Rohrleitungen eine Zirkulation eines Wasser-Frostschutzgemisches statt, die dem umgebenden Boden Wärme entzieht. Streng genommen wird mit Erdwärmekollektoren aufgrund der Nähe zur Oberfläche keine Erdwärme, sondern Solarenergie genutzt. Einfluss auf die Wärmeentzugsleistung dieses Systems nehmen die Wärmeleitfähigkeit und die spezifische Wärmekapazität des Bodens, der Wasser- und Luftgehalt sowie die Bodentemperatur (vgl. Bauer 2014, 38ff). Eine Darstellung der Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden sind in Abb. 10 ersichtlich.

Eine weitere Möglichkeit die geothermische Energie zu nutzen, ist durch Erdsonden. Diese können bei einer Tiefe von maximal 400 m Tiefe verwendet werden. Oft werden die Bohrungen aber nur um die 100 m tief. In der Erdwärmesonde zirkuliert die verwendete Flüssigkeit bzw. das verwendete Gas und entzieht dem umgebenden Gestein Wärme. Diese Technologie gilt als ausgereift und in Kombination mit einer solarthermischen Anlage z.B. Erdwärmekollektoren als besonders effizient (vgl. Bauer 2014, 42f).

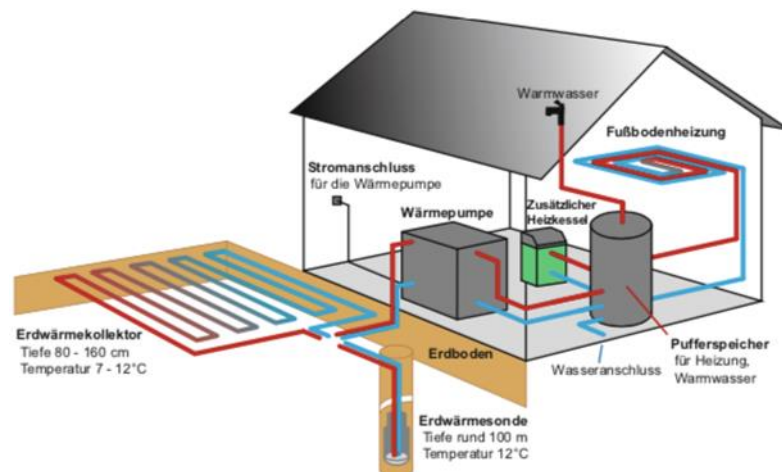


Abb. 10: Beheizung eines Gebäudes mit einer Kombination aus Erdwärmekollektor und -sonde (Bauer 2014, S.

40)

Tiefe geothermische Energienutzung

Bei der Nutzung von hydrothermalen Energie wird überwiegend das im Untergrund in Grundwasserleitern vorhandene warme oder heiße Wasser genutzt. Das thermale Wasser kann zur Speisung von Nah- oder Fernwärmenetzen genutzt werden. Ab einer Temperatur von 80 °C ist eine Verstromung möglich. Jedoch ist dies erst ab einer Temperatur von 120 °C mit einem elektrischen Wirkungsgrad wirtschaftlich.

Eine Verstromung findet mit einer ORC-Anlage (Organic Rankine Cycle) oder einer Kalina-Anlage statt. Die gängigste Art hydrothermale Energie zu nutzen ist mit der hydrothermalen Dublette (Abb. 11). Dabei wird in der Tiefe heißes Wasser aus einem Grundwasserleiter gefördert. An der Erdoberfläche wird dem Wasser durch einen Wärmetauscher Wärme entzogen und kann größtenteils in elektrische Leistung umgewandelt werden. Das abgekühlte Wasser wird in gewisser Entfernung demselben Grundwasserleiter injiziert. Diese Reinjektion hat mehrere Gründe. Das Aquifer wird wiederaufgefüllt, da man sehr große Mengen an Wasser entnimmt und die Zirkulation sowie die Erneuerung von Tiefengrundwässern sehr lange dauert. Es ist am wirtschaftlichsten das Wasser dorthin zurückzuleiten woher es stammt, damit wird eine Entsorgung des mineral- und gashaltigen Tiefengrundwassers erspart.

Zu den petrothermalen Systemen gehören die tiefen Erdwärmesonden. Hierbei erfolgt die Energienutzung aus einer beliebigen Gesteinsabfolge in einem geschlossenen Flüssigkeitskreislauf in der Sonde. Tiefe Erdwärmesonden dienen ausschließlich der Wärmeversorgung. Wegen des geringen Temperaturniveaus ist eine Stromproduktion mit der heutigen Technologie nicht möglich (vgl. Bauer 2014, 46ff).

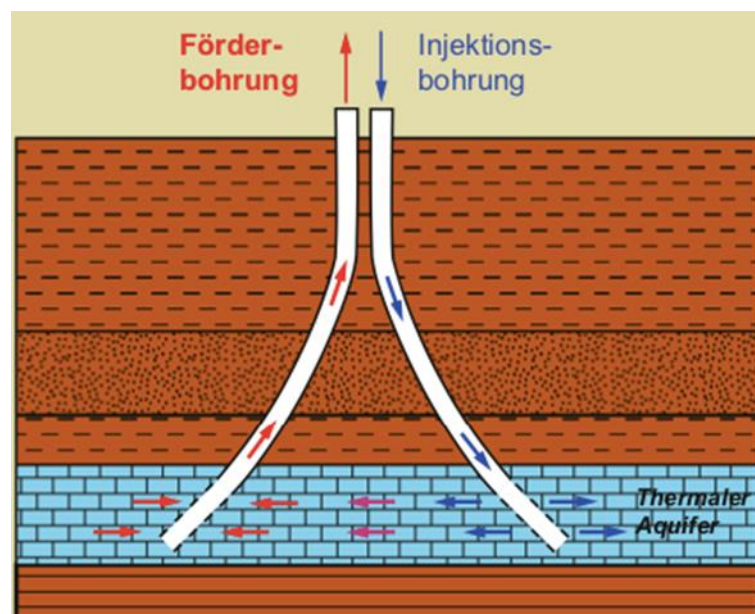


Abb. 11: Schema der hydrothermalen Dublette (Bauer 2014, S. 47)

Geothermale Felder und Hochenthalpie-Felder

Es gibt verschiedene Arten von Kraftwerken um mit Geothermie Strom zu erzeugen. In Hochenthalpie-Feldern, die bereits in geringen Tiefen hohe Temperaturen aufweisen, sind Dry-Steam-Kraftwerke oder Flash-Steam-Kraftwerke geeignet

(trockener und feuchter Dampf). Hierbei wird dampfförmiges Thermalfluid verwendet um eine Turbine zur Stromerzeugung anzutreiben (vgl. Bauer 2014, 58ff).

In Island wird bspw. der Strom mit einer elektrischen Leistung von 172 MW produziert. Es wird sowohl in Hochenthalpie-Feldern in vulkanisch aktiven Zonen, als auch in Niedrigenthalpie-Feldern über Binär-Kreislauf-Kraftwerke Strom gewonnen.

Binär-Systeme sind eine Möglichkeit mithilfe von ORC-Anlagen (Organic Rankine Cycle) oder Kalina-Anlagen in geschlossenen Systemen aus Niedertemperatur-Lagerstätten Strom zu erzeugen (vgl. Bauer 2014, S. 61).

Geothermie in Island

Die Bezeichnung als „Pioniere der Geothermie“ verdanken die Isländer ihrer geographischen Lage. Die Insel wird durch die Grenze der amerikanischen und der eurasischen Tektonikplatte durchkreuzt. Die jährliche Auseinanderbewegung der Platten macht Island zu einem der tektonisch aktivsten Orte der Welt und weist deshalb viele Vulkane und heiße Quellen auf. In der vulkanischen Zone befinden sich mindestens 20 Hochtemperaturzonen. In den Randbereichen der vulkanischen Zone liegen nochmals etwa 250 Niedrigtemperaturzonen (Abb. 12) (vgl. Pálsson 2012, 51f).

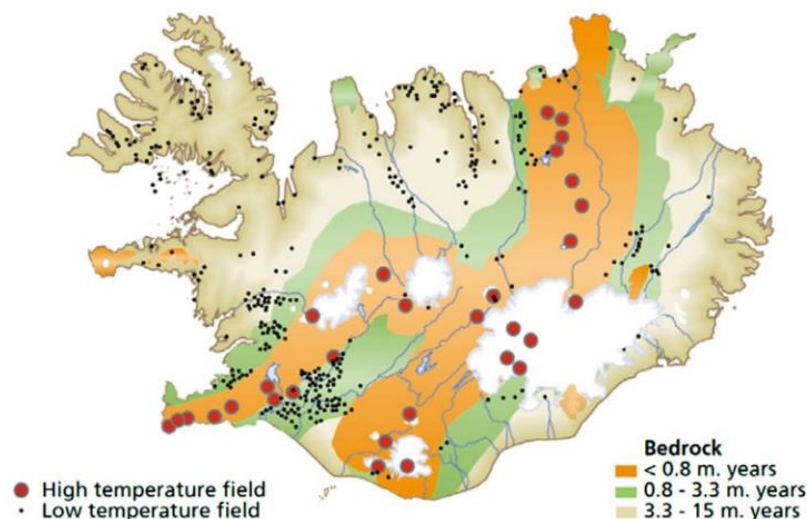


Abb. 12: Geothermale Felder in Island (Bauer 2014, S. 828)

Aktuelle Nutzungen

In Island erfolgt die Energieerzeugung aus der Geothermie aktuell in fünf aktiven Kraftwerken. Die geothermale Energie wird in verschiedenen Bereichen genutzt und macht ca. 69% der gesamten Primärenergieversorgung aus. Das Diagramm in Abb.

13 zeigt die prozentuale Aufteilung der geothermalen Energienutzung für das Jahr 2013. Hervorzuheben ist besonders die Wärmeversorgung. Es werden 90% aller Haushalte in Island mit Wärme aus der Geothermie versorgt (vgl. Orkustofnun 2014).

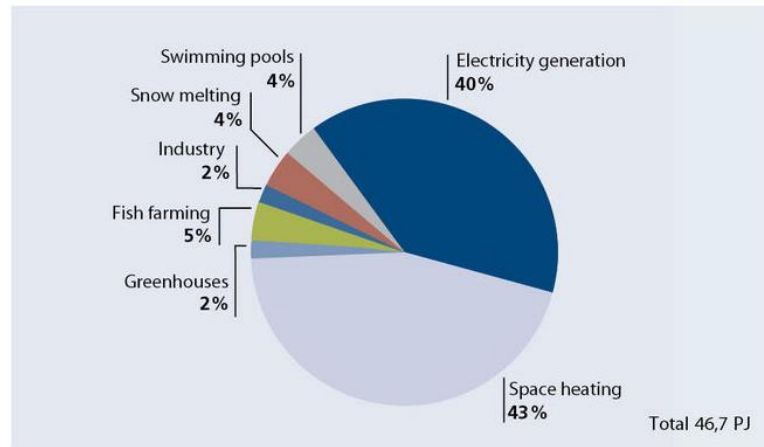


Abb. 13: Nutzung der Erdwärme in Island 2013 (Orkustofnun 2014)

Export von Know-how

Das Fachwissen der isländischen Geothermieexperten genießt weltweite Anerkennung. Isländische Firmen arbeiten mit Ländern zusammen, die Vorkommen von Hoch-Temperaturgebieten aufweisen. Ziel ist es, deren geothermale Energiepotentiale zu entwickeln und auszubauen. Mit Blick auf die globale Erderwärmung und dem damit einhergehenden Ausbau erneuerbarer Energien, spielt das Know-how der Experten aus Island eine zentrale Rolle (vgl. Pálsson 2012, 69f).

Geothermie und Tourismus

Die geothermalen Energievorkommen sind eine der Hauptkomponenten des Tourismusbetriebes in Island. In den Geothermiekraftwerken können sich Besucher über die Funktionsweise der Erdwärmegewinnung oder technische Details der Kraftwerke informieren.

Die Beheizung der Schwimm-/ Thermalbäder sowie bspw. des Thermalstrands von Nauthòlsvik erfolgt durch den Einsatz geothermaler Energien (vgl. Pálsson 2012, 70f).

Mögliche Nutzungen

Im Folgenden werden drei Möglichkeiten erläutert, die in der zukünftigen Entwicklung der geothermalen Energienutzung von Bedeutung sein können.

Export von Strom

Die jährliche Stromerzeugung durch Geothermie in Island liegt über dem eigentlichen Bedarf der isländischen Bevölkerung bzw. Industrie. Die Diskussion über einen Export des Überschusses aus der Stromerzeugung wird bereits seit Jahrzehnten geführt. Hierfür würde bspw. ein Unterseekabel mit einer Länge von 1000 km nach Schottland benötigt. Nach dem Stand der Technik führe dies mithilfe der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik beim Stromtransport lediglich zu einem vertretbaren Energieverlust von 5% (vgl. Budde 2015). Der isländische Energiemarkt könne von einem solchen Export hinsichtlich seiner jetzigen Abhängigkeit von Großabnehmern profitieren.

Die Lukrativität des Stromexportes steht allerdings in Zusammenhang mit den Strompreisunterschieden zwischen Island und den anderen europäischen Ländern. Erst bei einem großen Preisunterschied lohne sich der Verkauf von in Island produziertem Strom. Außerdem reiche nach Expertenmeinung, der aktuell überschüssige Strom nicht für einen lohnenswerten Export in diesem Ausmaß aus. Vielmehr müsse an eine Erweiterung der Kraftwerke gedacht werden, die somit neue Flächen beanspruchen und einen Ausbau der Infrastruktur erfordert (vgl. Titze 2015).

Iceland Deep Drilling Project (IDDP)

Das Iceland Deep Drilling Project (IDDP) wird seit 2000 von einem internationalen Zusammenschluss aus isländischen Energieversorgern und Experten aus dem Ausland durchgeführt. Dieses Langzeitprojekt untersucht mithilfe von Bohrversuchen einen möglichen potentiellen Ausbau der Energieerzeugung durch überkritische geothermale Flüssigkeit. Diese kommt in Hochtemperaturgebieten ab einer Temperatur von mehr als 374 °C und einem Druck von mehr als 221 bar vor. Neben dem Ziel der Erweiterung der Energieproduktion ermöglicht dieses Projekt Erkenntnisse über Vorgänge im Erdinnern, die bisher nur über Laborforschung erfolgen (vgl. Jacob 2007).

Im Februar 2017 erreichte das IDDP auf der Reykjanes Halbinsel einen „wesentlichen Meilenstein“ für die Geothermie-Branche (vgl. CORDIS 2017). Die erfolgreiche Probebohrung in einer Tiefe von 4.659 m ermöglicht die Entnahme von Bohrkernen, die überkritischen Dampf (374 °C) aufweisen. Die Temperatur am Bohrlochgrund beträgt hierbei 427 °C mit einem Druck von 340 bar. Dieses Bohrloch ist zudem die bisher tiefste Bohrung in Island. Als nächsten Schritt gilt die daraus folgende mögliche

Energieerzeugung (vgl. Informationsportal Tiefe Geothermie 2017). Seither erfolgen umfangreiche Forschungsarbeiten u.a. in Form von Bohrlochsimulationen und Durchflusstests. Diese sollen frühestens ab Ende des Jahres 2018 Aufschlüsse zum Potential der Energiequelle geben (vgl. CORDIS 2017). Bisher sind jedoch keine weiteren Informationen bekannt.

Magma-Geothermie

Bei der IDDP Bohrung im Jahr 2008 in Krafla ist der Bohrstrang auf flüssiges Magma gestoßen. Bei Eindringen von Magma während Bohrvorgängen, werden die Bohrlöcher i.d.R. verschlossen. Im Fall Krafla nutzt die isländische Nationale Energiegesellschaft die Situation um Forschungen über die Energiegewinnung mithilfe von Magma durchzuführen. Während diesen Untersuchungen konnte der bisher heißeste geothermische Dampf gemessen werden. Dabei werden Temperaturen von bis zu 450 °C erreicht (vgl. Lang 2014). Dieser Dampf kann zu einer noch höheren Energieeffizienz führen. Problematisch gelten jedoch die sehr hohen Temperaturen. Die Bohrrohre sind nicht für Extremsituationen wie Magma ausgelegt und sind schneller Korrosion ausgesetzt. Indirekt wird Magma als geothermische Energiequelle durch heißen Dampf genutzt. Die Forschungseinrichtung in Krafla konnte jedoch nach dem heutigen Stand der Technik und Wissenschaft nicht weitergeführt werden und schließt bisher eine direkte Nutzung des Magmas aus. Experten blicken jedoch diesbezüglich optimistisch in die Zukunft (vgl. Klubert 2018).

Literatur:

Bauer, Mathias (2014): Handbuch Tiefe Geothermie. Prospektion, Exploration, Realisierung, Nutzung. Berlin: Springer Spektrum.

Budde, Vanja (2015): Pioniere der Geothermie: Island will die grüne Batterie Europas werden. Unter Mitarbeit von Gerda Kuhn und Jonas Eichacker. Hg. v. Bayerischer Rundfunk. Online verfügbar unter <https://www.br.de/radio/bayern2/sendungen/iq-wissenschaft-und-forschung/geothermie-energie-pioniere-island-102.html>, zuletzt geprüft am 03.04.2019.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hg.) (o.J.): Nachhaltigkeit, Klima und Energie - BuFI Kampagne. Online verfügbar unter <https://www.bundesbericht->

forschung-innovation.de/de/Nachhaltigkeit-Klima-und-Energie-1714.html, zuletzt aktualisiert am 22.10.2018, zuletzt geprüft am 07.04.2019.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hg.) (o.J.): Geothermie. Online verfügbar unter <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Technologien/Geothermie/geothermie.html>, zuletzt geprüft am 07.04.2019.

CORDIS (Hg.) (2017): Meilenstein bei geothermischem Tiefenbohrungsprojekt erreicht. Online verfügbar unter <https://cordis.europa.eu/news/rcn/128148/de>, zuletzt aktualisiert am 19.03.2019.

Informationsportal Tiefe Geothermie (Hg.) (2017): Bohrung in Island mit überkritischem Dampf erschlossen. Online verfügbar unter <https://www.tiefegeothermie.de/news/bohrung-in-island-mit-ueberkritischem-dampf-erschlossen>, zuletzt geprüft am 05.04.2019.

Jacob, Klaus (2007): Insel unter Dampf. Hg. v. Konradin Medien. Online verfügbar unter <https://www.wissenschaft.de/erde-klima/insel-unter-dampf/>, zuletzt geprüft am 05.04.2019.

Klubert, Katrin (2018): Können wir Magma als Energiequelle nutzen? Online verfügbar unter <https://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wieso/artikel/beitrag/koennen-wir-magma-als-energiequelle-nutzen/>, zuletzt geprüft am 05.04.2019.

Lang, Hagen (2014): Bilanz des ersten Magma-gestützten Geothermie-Kraftwerks. Online verfügbar unter <https://www.smarterworld.de/smart-generation/regenerativen-energien/artikel/105188/>, zuletzt aktualisiert am 29.01.2014, zuletzt geprüft am 05.04.2019.

Orkustofnun (Hg.) (2014): Direct Use of Geothermal Resources. Online verfügbar unter <https://nea.is/geothermal/direct-utilization/>, zuletzt geprüft am 03.04.2019.

Pálsson, Páll Kr. (2012): Zielmarktanalyse Island. Online verfügbar unter https://www.erneuerbare-energien.de/EEE/Redaktion/DE/Downloads/Publikationen/AHK_Zielmarktanalysen/zma_island_2012_geo.pdf?__blob=publicationFile&v=1, zuletzt geprüft am 02.04.2019.

Titze, Florian (2015): Geothermischer Strom könnte bald exportiert werden. <https://www.facebook.com/CleanEnergyProject>. Online verfügbar unter <https://www.cleanenergy-project.de/energie/geothermie/geothermischer-strom-koennte-bald-exportiert-werden/>, zuletzt geprüft am 05.04.2019.

8. Wasser- und Energieversorgung in Island am Beispiel der Stadt Reykjavic

Julian Schmidt, Jonas Müller

Allgemeines zur Geothermie in Island

Island hat eine große Menge aktiver Vulkansysteme und legt deshalb schon länger einen Schwerpunkt auf das Erkunden von Zusammenhängen zwischen geologischen Gegebenheiten wie der Erdwärme, der Wasserwirtschaft und der Energieforschung. Durch die Zusammenarbeit der Isländischen Forscher mit der technischen Hochschule für Erdwärme (UNO in Tokio) ist Island mit einer der weltweit größten Akteure im Bereich Forschung und technische Neuentwicklung bezüglich der Nutzung von Erdwärme. (Wikipedia, 2018)

Laut einer Studie der Firma Orkutolur werden circa 60% der Primärenergie Islands durch Geothermie gewonnen. (Orkutolur, 2010)

Primary energy use in Iceland 1940–2009

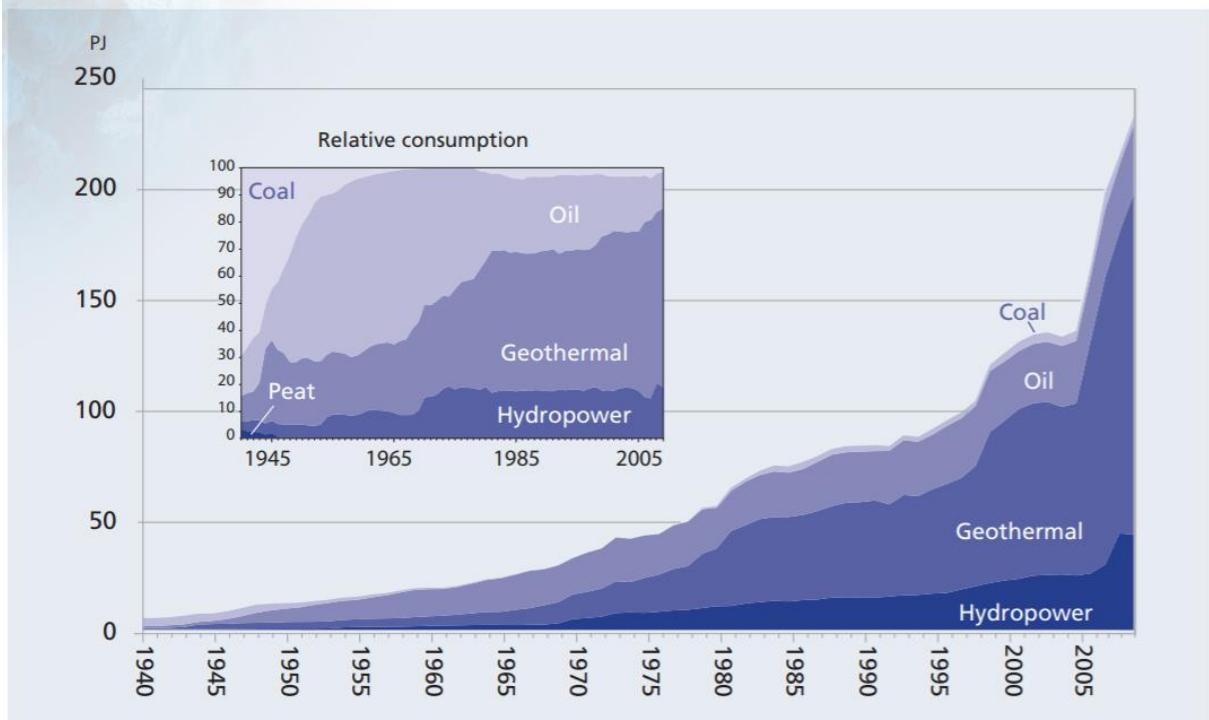


Abbildung 20(http://www.os.is/gogn/os-onnur-rit/orkutolur_2010-enska.pdf)

Die Erdwärme erweist sich in Island schon lange als die Preiswerteste Form der Energiegewinnung und Europäischen Maßstäben wird sie geradezu verschwenderisch genutzt. So werden zum Beispiel manche Straßen und Gehsteige in Reykjavík und Akureyri im Winter beheizt, indem man Leitungen, die immer etwas Wärme abgeben, dicht unter der Oberfläche verlegt oder die Abwärme der Fernwärmeheizungen mit ca. 30 - 40 C, nutzt.

Im Allgemeinen gibt es in den isländischen Fernwärmenetzen keinen geschlossenen Wasserkreislauf, sondern das heiße, meist schwefelhaltige Wasser natürlichen Ursprungs oder mittels Wärmetauschverfahren erhitztes Wasser wird mit ca. 60–90 C direkt zu den Abnehmern geleitet. Dort wird es nach Gebrauch mit etwa 30–40 C Restwärme im Kanal entsorgt oder aber auch in Whirlpools oder Schwimmbecken im Freien geleitet bzw. zur Eisfreihaltung genutzt. Sollte dieses warme „Abwasser“ zur direkten Nutzung in Schwimmbecken etc. aufgrund der Inhaltsstoffe nicht geeignet sein, so wird damit via Wärmetauscher sauberes Trinkwasser für diesen Zweck aufgeheizt und genutzt.

Heiz- und Kraftwerke

Es gibt fünf wichtige geothermale Kraftwerke in Island, die 27% (2009) des Bedarfs an Elektroenergie des Landes decken. Außerdem liefert die geothermale Energie Wärme für Heizung und Warmwasser für circa 90% aller isländischen Haushalte. (Orkutolur, 2010)

Mit Erdwärme und Wasserkraft kombiniert deckt Island somit 100 Prozent seines Strombedarfs aus erneuerbaren Quellen. (Orkutolur, 2010)

Electricity production

	2009		2008	
	GWh	%	GWh	%
Hydro	12,279	73.0	12,427	75.5
Geothermal	4,553	27.0	4,038	24.5
Fuel	3	0.0	3	0.0
Total	16,835	100.0	16,468	100.0

Abbildung 21 (<https://www.eldey.de/Wirtschaft/Energie/energie.html>)

Svartsengi-Kraftwerk

In der Nähe des internationalen Flughafen Keflavik befindet sich im Südwesten der Insel das Svartsengi-Kraftwerk. Bei der ersten Bohrung 1969 entdeckte man das Hochthermalfeld bei Grindavík. Dieses Feld liegt in 1000-2000m Tiefe und ist über 200 °C heiß. (Wikipedia, 2018)



Abbildung 22 Blaue Lagune

„Das Svartsengi-Kraftwerk produziert nach der Inbetriebnahme einer 30-MW-Turbine im Dezember 2007 insgesamt 76,5 MW elektrische Leistung in Dampfturbinen und aus etwa 475 Liter/Sek. Wasser von 90 °C ca. 80 MW im Wärmeaustauschverfahren, da das ursprüngliche Wasser zu viel Salze und Mineralien enthält. Aus den Abwässern des Kraftwerks entstand die Bláa Lónið (Blaue Lagune). Man hoffte ursprünglich, dass das überschüssige Wasser in der durchlässigen Lava versickern würde, was sich als nichtzutreffend herausstellte. Es wird vermutet, dass in dem Abwasser Stoffe enthalten sind, welche die Poren der Lava verschließen.“

Der Bau des Kraftwerks wurde 2002 als größte isländische Ingenieurleistung des Jahrzehnts 1971–1980 ausgezeichnet.“ (Wikipedia, 2018)

Reykjanes-Kraftwerk

Das Reykjanes-Kraftwerk wird auch Suðurnes-Kraftwerk genannt. Dieses Kraftwerk liegt an der Südwestspitze von Island westlich des Svartsengi-Kraftwerks. Das Hochtemperaturgebiet heißt, Reykjanes und nutzt die Energie des westlichsten Vulkansystems von Island. In der Nähe von Gunnhver befindet sich das Kraftwerk.

Zu Beginn wurden hier eine 0,5-MW-Turbine zur Stromerzeugung des lokalen Bedarfs erzeugt. In der Zwischenzeit wurde das Kraftwerk erweitert und zwei 50-MW-Dampfturbinen erzeugen den Strom. Dieses Kraftwerk ging im Mai bzw. im Juli 2006 ans Netz. (Wikipedia, 2018)



Abbildung 23 Reykjanes- Kraftwerk

Nesjavellir-Kraftwerk

„Das Kraftwerk von Nesjavellir befindet sich im Südwesten der Insel, in der Nähe des Þingvallavatn und ist das größte Geothermalkraftwerk Islands. Es produziert derzeit 120 MW elektrische Leistung und etwa 1800 Liter/Sek. heißes Wasser (300 MW).

Dabei wird die vulkanische Hitze des Zentralvulkans Hengill mittels Quellen und Bohrlöchern genutzt.

Das in Reykjavík zur Heizung und generellen Versorgung mit Warmwasser genutzte Wasser kommt nicht direkt aus den Bohrlöchern und heißen Quellen am Hengill. Es wäre zu reich an zersetzenden Mineralien. Man setzt stattdessen ein Wärmeaustauschverfahren ein: Kaltes Wasser aus anderen Quellen der Gegend wird in Leitungen mittels des heißen Wassers aus der Erde auf ca. 86 °C erhitzt. Dann strömt es durch 32 km lange Pipelines über die Hellisheiði nach Reykjavík und verliert dabei nur 3 °C an Temperatur.

Das Wasser wird in riesigen Kesseln gesammelt und je nach Bedarf verteilt. Im Sommer wird ein Teil der Produktion für den größeren Bedarf im Winter zurückbehalten.“ (Wikipedia, 2018)

Hellisheiði-Kraftwerk

„Ein fünftes geothermales Kraftwerk ist 2006 auf der Hellisheiði in Betrieb genommen worden und nützt wie das von Nesjavellir die Energie des Zentralvulkans Hengill. Es wurden sechs 45-MW-Hochdruckdampfturbinen und zwei 30-MW-Niederdruckturbinen geplant. Außerdem wird Warmwasser für Fernwärme im Wärmeaustauschverfahren erzeugt.

Der Ausbau erfolgt stufenweise. 2006 wurden 90 MW installiert. Die erste Turbine mit einer Leistung von 45 MW ging am 1. Oktober 2006 ans Netz, die zweite (ebenfalls

45 MW) am 16. Oktober 2006. Im November 2007 ging eine 33 MW Niederdruckturbine an das Netz und am 15. November 2008 wurden zwei 45 MW Turbinen eingeweiht und erhöhten die Leistung des Kraftwerkes auf 214 MW.

Am ersten Oktober 2011 wurden die letzten zwei 45 MW Turbinen in Betrieb genommen. Das Kraftwerk leistet jetzt 303 MW Strom und 133 MW warmes Wasser.“ (Wikipedia, 2018)

Heißwasserspeicher Perlan

Die Hauptstadt Reykjavík speichert ihr Heißwasser im Perlan, einem großen Wasserspeicher. Der Perlan besteht aus 6 Tanks, die bis zu 4Mio Liter Wasser fassen können. Mit einer Temperatur von 85°C wird das Wasser zurückgehalten. Den Wärmeüberschuss nutzt Island um in der Hauptstadt den Winterdienst zu vereinfachen. Das warme Wasser wird über Leitungssysteme durch die Gehsteige und Straßen gepumpt. Ein Wassertank ist zu der Zeit leer und wird als Sagamuseum genutzt. Oben auf dem Gebäude befindet sich ein Restaurant, von welchem man einen schönen Ausblick über die Stadt hat. (Wikipedia, 2018)

Literatur:

Orkutolur. (2010). *Energy statistics in Iceland 2010*. Litrof.

Wikipedia. (19. Juni 2018). Von https://de.wikipedia.org/wiki/Geothermale_Energie_in_Island abgerufen

Wikipedia. (19. September 2018). Von <https://de.wikipedia.org/wiki/Perlan> abgerufen