



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

2022

IGAW-Exkursion



© J.-A. Köster

19. September – 22. September

Institut für Grundbau, Abfall- und
Wasserwesen
Fakultät für Architektur und
Bauingenieurwesen

Inhalt

1. Fischeufstiegsanlage Iffezheim Montag, 19.09.2022	3
2. Handeck Wasserkraft - KWO Grimselstrom AG Dienstag, 20.09.2022	7
3. Baustelle Grimselstausee - Spittallamm Dienstag, 20.09.2022.....	17
4. Erweiterungsprojekts Speicherkraftwerk Kühtai Mittwoch, 21.09.2022	20
5. Besichtigung Wasserfassung Überleitung TIWAG Mittwoch, 21.09.2016	24
6. Besichtigung Donau / Altmühl Donnerstag, 22.09.2022.....	27



1. Fischaufstiegsanlage Iffezheim

Montag, 19.09.2022

Bericht: Tim Wüstenhagen

Die erste Station der Exkursion führte uns zu dem Rheinkraftwerk Iffezheim an der Grenze zwischen Deutschland und Frankreich. Dieses ist eines von über 110 Wasserkraftwerken in Baden-Württemberg. Das Kraftwerk wurde 1978 in Betrieb genommen und wird zu 100 % von der Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) betrieben. Das Rheinkraftwerk Iffezheim ist in geteilten Besitzverhältnissen, und befindet sich je zu 50 %, in der Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) und der französischen Électricité de France.



Abbildung 1-1 Luftaufnahme des Rheinkraftwerk Iffezheim (www.enbw.com) (oben), Krananlage (links), Rechenanlage (rechts)

Die EnBW produziert seit über 100 Jahren Strom und ist aus dem Bereich der Wasserkraft entstanden. Die weiteren Betätigungsfelder neben den erneuerbaren Energien sind die Kern- und Kohlekraft. Aus der Kernkraft möchte sich die EnBW vollständig zurückziehen und im Bereich der Kohlekraft zunächst einen „Fuel-switch“ hin zur Verstromung von Erdgas und Wasserstoff durchführen. Die Erneuerbaren Energien sollen weiter ausgebaut werden. Neben der Produktion von Strom gehören zu den Betätigungsfeldern der EnBW der Stromhandel an

der Börse, die Bereitstellung des Stromnetzes, der Vertrieb und weitere Energiedienstleistungen wie die E-Mobilität und die Quartiersbildung.

Das Rheinkraftwerk Iffezheim ist das größte Laufwasserkraftwerk Deutschlands. Es besitzt insgesamt fünf Turbinen, wobei die vier älteren Kaplan-Rohrturbinen jeweils 27 MW Leistung produzieren und die fünfte, 2013 neu errichtete Turbine, eine Leistung von 38 MW produziert. Insgesamt ergibt sich also eine Leistung von 148 Megawatt, womit der jährliche Energiebedarf von 250.000 Haushalten gedeckt werden kann. Aufgrund der Tatsache, dass die Staustufe in Iffezheim die letzte Staustufe des Rheins vor der Nordsee darstellt, liegt die Priorität des Kraftwerks jedoch auf der Wasserführung. Ein Schwellbetrieb, wobei die Stromerzeugung der Last bzw. dem Preis nachgeführt wird und bei dem das Wasser des Rheins vermehrt aufgestaut wird, ist in Iffezheim nicht möglich, um die Schifffahrt und den Pegelstand im Unterwasser nicht negativ zu beeinflussen. Der Rhein wird an der Staustufe Iffezheim auf ca. 10,80 m aufgestaut.

Nach einer einleitenden Präsentation folgte der Rundgang über das Gelände mit der Begutachtung der Rechenanlage und anschließend die Besichtigung der Maschinenhalle mit der zuletzt errichteten Turbine Nr. 5. Bei der Turbine handelt es sich um eine Durchströmturbine. Die Hauptkomponenten der Turbine sind das Laufrad und der Leitapparat. Das Laufrad treibt über Turbinenwellen die Generatoren für die Stromerzeugung an. Dabei besitzt das Laufrad der Turbine 5 einen Durchmesser von 6,8 m und ein Gewicht von 74 Tonnen (Abbildung 1-2, unten links). Es dreht mit bis zu 83 U/min. Damit wird es als fischfreundlich eingestuft. Die Turbinen 1 bis 4 sind mit 5,8 m Durchmesser etwas kleiner und besitzen höhere Drehgeschwindigkeiten von ca. 100 U/min. 400 m³/s Wasser können durch Turbine 5 abgeführt werden und 275 m³/s jeweils durch die Turbinen 1 bis 4. Der maximale Abfluss von 1.500 m³/s steht an ca. 70 Tagen im Jahr zur Verfügung. Bei Niedrigwasser können die Turbinen abgeschaltet und die Durchläufe mit Dammtafeln verschlossen werden. Der Leitapparat regelt den Durchfluss der Turbinen über ein hydraulisches Verschlussystem. Über den in Abbildung 1-2 dargestellten roten Hydraulikzylinder werden die Verschlussklappen auf den gewünschten Durchfluss eingestellt. Für eine Notfallsituation, in der die Turbine schnell geschlossen werden muss, ist ein 16 Tonnen schweres Gewicht am Kopf des Zylinders vorhanden.

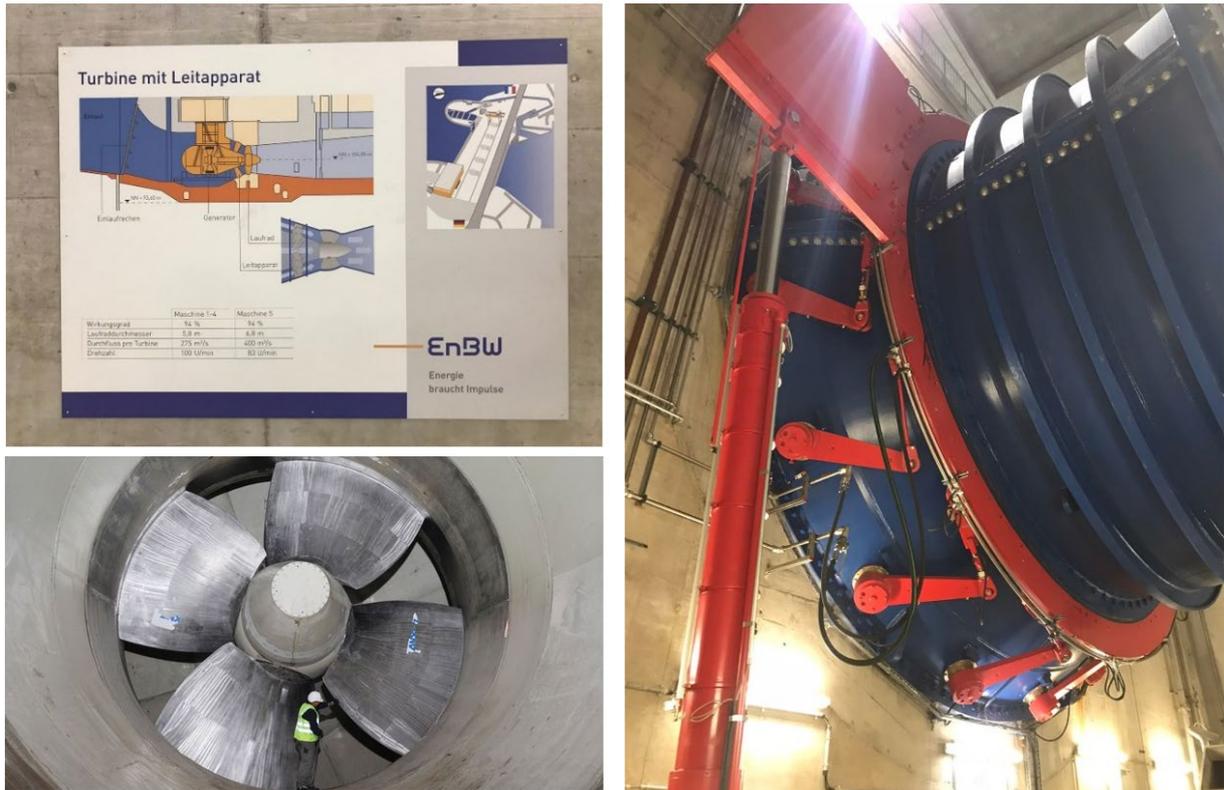


Abbildung 1-2 Turbinengehäuse der Turbine 5 mit roter Steuerungseinrichtung des Leitapparates (rechts), Laufrad der Turbine 5 (www.enbw.com) (unten links)

Die letzte Station auf dem Gelände des Rheinkraftwerks Iffezheim war der Fischpass. Dieser bietet den Fischen die Möglichkeit, die Staustufe von ca. 10,80 m über 36 Becken mit einer Höhendifferenz von jeweils 30 cm rheinaufwärts zu überwinden. Dabei weist er eine Länge von ca. 300 m auf und wird jährlich von ca. 20.000 Fischen passiert. Der Fischpass ist für die Fische über drei Eingänge im Unterwasser erreichbar, zu denen sie über einen Lockstrom geführt werden. Spannend war besonders die Möglichkeit die wandernden Fische durch ein einglassenes Sichtfenster zu beobachten. In diesem Falle war es eine Brasse, die gerade in einem Becken Pausierte, um Energie für den weiteren Aufstieg zu sammeln (Abbildung 1-3).

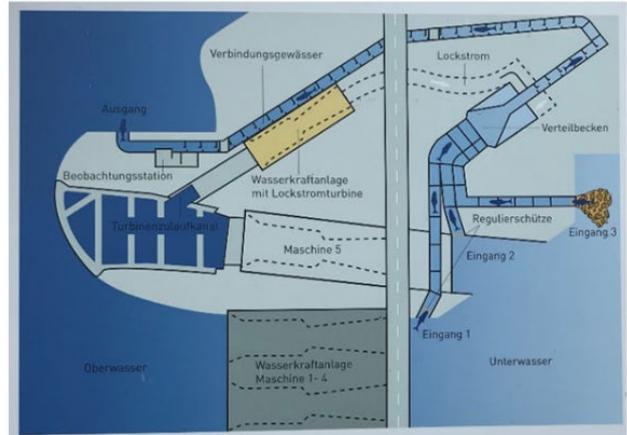


Abbildung 1-3 Fischeaufstieg mit Beobachtungsmöglichkeit

Nachdem die Führung am Rheinkraftwerk Iffezheim beendet war, führte unser Weg weiter in Richtung Schweiz, wo wir unsere Unterkunft auf dem Grimselpass bei Nacht und Nebel erreichten.

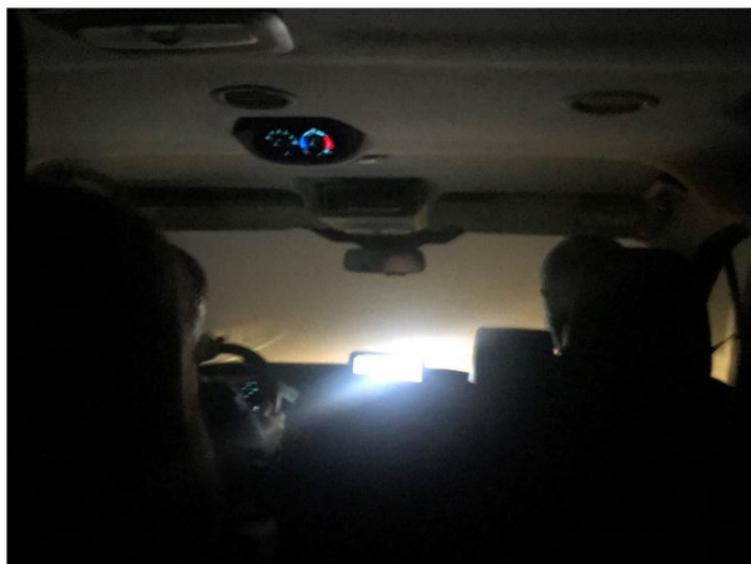


Abbildung 1-4 Anfahrt Hotel Alpenrösli

2. Handeck Wasserkraft - KWO Grimselstrom AG

Dienstag, 20.09.2022

Bericht: Mats Müller

Dienstagvormittag erfolge eine Führung durch die Kraftwerke Handeck 1, 2 und 2E, der Kraftwerke Oberhasli AG (KWO), sowie die anschließende Besichtigung der hauseigenen Kristallausstellung. Die KWO wurde 1925 gegründet und hat Ihren Sitz in Innertkirchen im Kanton Bern. Derzeit betreibt der Energieversorger 13 Wasserkraftwerken und 8 Speicherseen. Die Wasserkraftwerke sichern pro Jahr mit 2300 Gigawatt (GW) den Bedarf für rund eine Million Einwohner. Gesamt stehen in den 13 Kraftwerken mit 28 Turbinen für die Stromerzeugung zur Verfügung. Die installierte Leistung beträgt zusammengefasst 1370 Megawatt (MW). Die 8 Speicherseen besitzen ein Speichervolumen von 195 Millionen Kubikmeter (m³). Die Anlagen der KWO können je nach Situation unterschiedliche Aufgaben erfüllen. Die Produktionsmenge für die Einspeisung ins Stromnetz ist jederzeit variabel. Desweiteren ist bei einer eventuellen Überlastung des Stromnetzes oder bei geringen Strompreisen der Verbrauch des überschüssigen Stroms möglich (1). Das System kann innerhalb 90 Sekunden vom Erzeuger zum Verbraucher werden und so die überschüssige Energie speichern. Im Rahmen der Energiesicherung befördern die leistungsstarken Pumpen das zurückgehaltene Wasser aus den unteren Anlagen in die höhergelegenen Seen. Das Landschaftsbild ist mit Ausnahme der Speicherseen und der Betriebsgebäude weitestgehend unberührt. Die baulichen Anlagen befinden tief in den 160 Kilometer langen Stollen des Grimselgranits. Die Kraftwerkskavernen, Wasserschlösser, wasserführenden Stollen, Druckschächte, Stollen für den Energietransport und die Zufahrtstunnels zu den Kraftwerken wurden im Rahmen der 3 Ausbaustufen bergmännisch Aufgeföhren. (2)

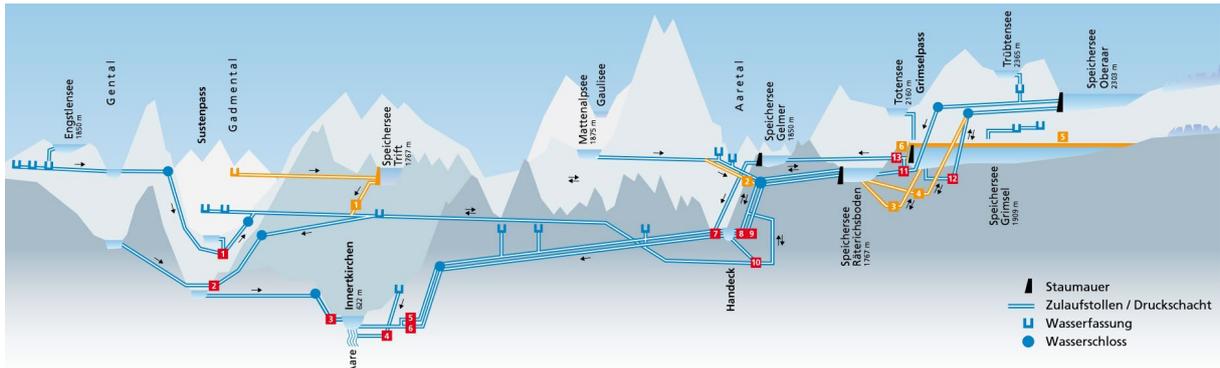


Abbildung 2-1 Anlagenschema (3)

Bezeichnungen Anlagenschema (3)

		Leistung (MW)				Leistung (MW)	
Nr.	Kraftwerk	Turbinen	Pumpen	Nr.	Kraftwerk	Turbinen	Pumpen
1	Führen	10	5	8	Handeck 2	136	-
2	Hopflauenen	94	-	9	Handeck 2 E	91	-
3	Innertkirchen 2	62	-	10	Handeck 3	55	56
4	Innertkirchen 3	3	-	11	Grimesel 1	67	-
5	Innertkirchen 1	255	-	12	Grimesel 2	392	363
6	Innertkirchen 1E	154	-	13	Grimsel Nollen	1	-
7	Handeck 1	50	-		Total	1370	424

Nr.	Ausbauvorhaben
1	Speichersee und Kraftwerk Trift
2	Kraftwerk Handeckfluh
3	Kraftwerk Grimsel 1 E

Nr.	Ausbauvorhaben
4	Kraftwerk Grimsel 3
5	Vergrösserung Grimselsee
6	Ersatz Staumauer Spitalamm

Wasserkraftwerk Handeck 1

Das Kraftwerk Handeck 1 wurde innerhalb der ersten Ausbaustufe (1925–1954) in der Bauzeit von 1925–1932 erbaut. Im selben Zeitraum wurden die Staumauern des Grimselsees und des Gelmersees, sowie Verbindungsstollen mit einer Länge von 5,2 km zwischen den beiden Seen und der Zentrale Handeck 1 ausgeführt. Das zur Bauzeit errichtete Maschinenhaus ist eins der wenigen Gebäude, welches frei in der Landschaft steht. Anfänglich erreichten die Drehstromgeneratoren eine Leistung von 92 MW. Die Einspeisung der erzeugten Energie, im Unterwerk in Innertkirchen, erfolgte über eine 50 kV-Hochspannungsleitung. (2)



Abbildung 2-2 Kraftwerk Handeck 1 Maschinenhaus mit Drehstromgeneratoren



Abbildung 2-3 Pelton-Turbinenlaufrad mit 2 Düsen (4)

Handeck 1, (2), (5)

Bauzeit	1925 – 1932
Anzahl und Art der Turbinen	4 Pelton-turbinen (2 Aktuell in Betrieb)
Installierte Turbinenleistung in Megawatt (MW)	100 (50)
Energie in Millionen Kilowattstunde	160
Durchfluss in m ³ /s	20 (10)
Fallhöhe in m	540
Höhendifferenz zwischen dem Gelmersee und dem Ausgleichsbecken Handeck.	

Wasserkraftwerk Handeck 2

Das Kraftwerk Handeck 2 wurde gegen Ende der ersten Ausbautetappe (1925–1954) nach dem zweiten Weltkrieg von 1947 bis 1950 erbaut. Die Zentrale befinden sich als Kaverne im Grimselgranit. Der Maschinenraum besitzt vier vertikalachsige Maschinensätze mit Pelton-Turbinen. Dabei hatte jeder Maschinensatz eine Leistung von 33 MW. Die Spannung der Übertragungsleitung ins Unterwerk nach Innertkirchen wurde im Rahmen des Ausbaus von 50 kV auf 150 kV erhöht. (2)



Abbildung 2-4 Kraftwerk Handeck 2 Maschinensaal mit Drehstromgeneratoren

Handeck 2, (2), (5)

Bauzeit	1947 – 1950
Anzahl und Art der Turbinen	4 Pelton-turbinen
Installierte Turbinenleistung in Megawatt (MW)	136
Energie in Millionen Kilowattstunde	262 (mit Handeck 2E)
Durchfluss in m ³ /s	33
Fallhöhe in m	460
Höhendifferenz zwischen Räterichsbodensee, Mattalpsee und dem Ausgleichsbecken Handeck.	

Wasserkraftwerk Handeck 2E

Im Rahmen der dritten Ausbautappe (KWO Plus ab 2002) wurde das Kraftwerk Handeck 2E in der Bauzeit 2009–2012 errichtet. Handeck 2E befindet sich wie Handeck 2 als Kaverne im Grimselgranit und ist über Stollen zu den anderen Wasserkraftwerken erschlossen.

Handeck 2E, (2), (5)

Bauzeit	2009 - 2012
Anzahl und Art der Turbinen	1 Peltonturbinen
Installierte Turbinenleistung in Megawatt (MW)	91
Energie in Millionen Kilowattstunde	262 (mit Handeck 2)
Durchfluss in m ³ /s	24
Fallhöhe in m	457
Höhendifferenz zwischen Räterichsbodensee, Mattenalpsee und dem Ausgleichsbecken Handeck.	

Das Stromnetz und die Merit-Order

Die Stärke der KWO ist es, situationsabhängig in das Stromnetz einzugreifen. Ist in sonnigen und windreichen Zeiten ein Überangebot an Energie im Stromnetz, so kann die KWO das Netz aktiv entlasten und die elektrische Energie in Form von potentieller Energie (Lageenergie) in höhergelegene Stauseen speichern. Steigt der Strombedarf zu sonnen- oder windschwachen Zeiten, kann die eingelagerte Energie bei Spitzenlast dem Stromnetz kurzfristig und variable Verfügbar gemacht werden. Schwankungen im Stromnetz werden durch tägliche Fahr- und Abgabepläne seitens der KWO weitestgehend vermieden. Innerhalb von 90 Sekunden können die Anlage von Turbinenantrieb (Energieerzeugung) zu Pumpenantrieb (Energiespeicherung) umschwenken und schnell reagieren um in kritischen Zeiten das Stromnetz zu stabilisieren.

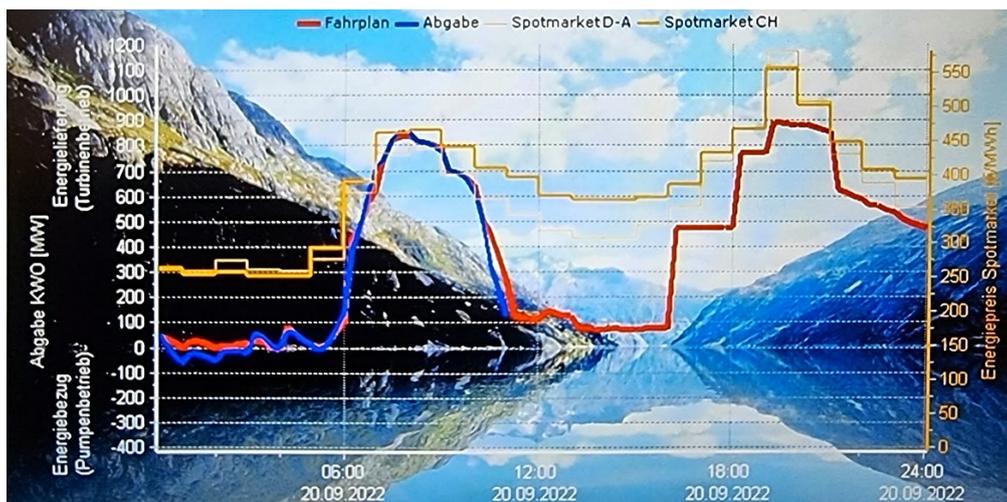


Abbildung 2-5 Produktionsmenge 20.09.2022

Die KWO, wie auch andere Kraftwerksbetreiber bieten die erzeugte Energie zu ihren Grenzkosten an. Der Strompreis ist somit abhängig von den unterschiedlichen Produktionsverfahren bzw. Produktionskosten. Ebenfalls bestimmt auch beim Strom das

Verhältnis von Angebot und Nachfrage den Preis. Die Merit-Order beschreibt die Reihenfolge der Vorteilhaftigkeit von Kraftwerken nach den verursachten Grenzkosten. Die verschiedenen Kraftwerksarten bieten Ihr Produkt „Strom“ für einen bestimmte Dauer (z.B. 15 Min) zu einem in diesem Zeitfenster gültigen Angebotspreis (z.B. 2, 3, und 5 Cent) an. Die Abnahmevergütung richtet sich nach dem teuersten angefragten und noch benötigten Kraftwerk und den damit verbunden Produktionskosten. Die Kraftwerke mit den geringsten Produktionskosten (wie z.B. erneuerbare Energien) können bei der Stromerzeugung, die höchsten Gewinne erwirtschaften, da die teureren noch nachgefragten Kraftwerke die Preise erheblich mitgestalten. Der Marktpreis an der Strombörse (Market-Clearing-Price) orientiert sich an dem angefragten Produkt mit den höchsten Grenzkosten.

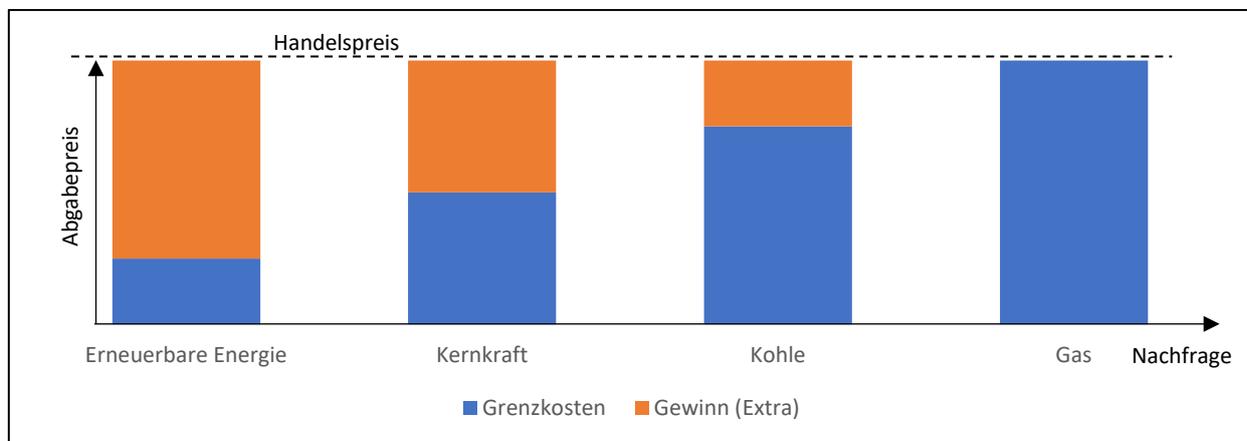


Abbildung 2-6 Merit-Order im Stromhandel (6)

Perspektive

Seit fast 100 Jahren baut, betreibt, erhält und optimiert die Kraftwerke Oberhasli AG Wasserkraftanlagen im Kanton Bern. Seit Gründung im Jahr 1925 gehört die KWO zur Hälfte der BKW Energie AG (ehemals Bernische Kraftwerke AG) (7). Die anderen 50 % teilen sich zu je einem Sechstel die Industrielle Werke Basel (iwb), die Energie Wasser Bern (ewb) sowie die Stadt Zürich (ewz). Im Rahmen von Investitionsprogrammen (wie z.B. dem KWO plus) werden die bestehenden Kraftwerkssysteme stets optimiert (8). Die verschiedenen Projekte zur Sanierung und zum Ausbau der Kraftwerksanlagen dienen der Steigerung der Energieeffizienz und der Leistung der Anlagen. Des Weiteren erfolgt eine regionale Wertschöpfung, indem innerhalb der Region neue Verträge geschlossen werden. Die KWO schafft Arbeits- und Ausbildungsplätze, welche die Lebensqualität steigern und einer Abwanderung entgegenwirken. Die Biodiversität, sowie eine nachhaltige Entwicklung in der Region sind ebenfalls im Interesse der KWO. (9)

Derzeitige und geplante Investitionen:

Neubau Speichersee und Kraftwerk Trift (10)

Nutzzinhalt See:	85 Millionen m ³
Energieinhalt	215 GWh
Turbine	80 MW Pelton-turbine
Mauertyp	Doppelt gekrümmte Bogenmauer
Höhe	ca. 177 Meter
Kronenlänge	330 Meter
Bauzeit	8 Jahre
Baubeginn	Noch offen
Kosten	rund 387 Millionen Franken

Kraftwerk Handeckfluh (11)

Für das Projekt sind eine Konzession und eine Baubewilligung mit Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich.	
Bauzeit	2 Jahre
Turbine	10 Megawatt
Energie	24 Gigawattstunden pro Jahr
Investition	22,5 Millionen Franken

Kraftwerk Grimsel 1E (12)

Für das Projekt sind eine Konzession und eine Baubewilligung mit Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich.	
Bauzeit	4 Jahre
Leistung	ca. 150 Megawatt (drehzahlvariable Pumpturbine)
Investition	155 Millionen Franken (Stand 2013, +/- 20%)

Kraftwerk Grimsel 3 (13)

Für das Projekt sind eine Konzession und eine Baubewilligung mit Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich.	
Bauzeit	6 Jahre
Leistung	ca. 660 Megawatt (3 drehzahlvariable Pumpturbinen mit je 220 Megawatt)
Investition	ca. 660 Millionen Franken (Stand 2011, +/- 20%)

Vergrößerung Grimselsee (14)

Für das Projekt sind eine Konzession und eine Baubewilligung mit Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich.	
Bauzeit	6 Jahre
Speichersee	94 Millionen Kubikmeter, nachher 170 Millionen Kubikmeter
Mauerhöhe	113 Meter, nachher 136 Meter
Energieinhalt	270 Gigawattstunden, nachher 510 Gigawattstunden
Investition	ca. 225 Millionen CHF (Stand 2019)

Ersatz Staumauer Spitallamm (15)

Für das Projekt sind eine Konzession und eine Baubewilligung mit Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich.	
Bauzeit	2019-2025
Baubeginn	Juni 2019
Mauertyp	Doppelt gekrümmte Bogenmauer
Höhe	113 Meter
Kronenlänge	212 Meter
Kosten	ca. 125 Millionen Franken



Abbildung 2-7 Fotomontage vom Neubau Staumauer Spitallamm an der Grimsel (16)

Kristallausstellung

Seit Juni 2019 wird am Grimselpass die Ersatz-Staumauer für die alte Spitalamm-Mauer gebaut. Im Zuge der Spreng- und Tunnelarbeiten, stießen die Bauarbeiter bereits auf vier Mineralienklüfte. Mineralienklüfte gehören zu schützenswerten Bereichen, welche vor einer unkontrollierten Ausbeutung gesichert werden sollten. Die Entstehung dieser Klüfte geht auf die Bildung der Alpen zurück und ist somit auf die Plattentektonik zurückzuführen. Als Ersatz für die Besichtigung der Klüfte von der Öffentlichkeit, entnahm die KWO einige Fundstücke und transportierte diese zum Reinigen nach Innertkirchen. Seitdem können Besucher der KWO die Fundstücke im des Kraftwerksstollen Handeck besichtigen.



Abbildung 2-8 Kristallausstellung

Das Glanzstück der Ausstellung ist ein ca. 300 Kilogramm schweres Gestein (17), auf dem sich allseitig Quarzkristalle gebildet haben.



Abbildung 2-9 Gestein mit Quarzkristallen

Quellen

- (1) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ueber-kwo/kennzahlen-der-kwo/>
- (2) https://de.wikipedia.org/wiki/Kraftwerke_Oberhasli
- (3) KWO <https://www.grimselstrom.ch/wp-content/uploads/infoprospekt-kwo-de.pdf>
- (4) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ueber-kwo/kwo-grimselstrom/>
- (5) <https://docplayer.org/41279761-Die-kraftwerke-der-kwo-kraftwerke-oberhasli-ag-2.html>
- (6) <https://de.wikipedia.org/wiki/Merit-Order>
- (7) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ausbauvorhaben/zukunft/>
- (8) https://www.raonline.ch/pages/edu/pdf4/KWOplus_Factsheet0910a.pdf
- (9) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ueber-kwo/vision2025/>
- (10) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ausbauvorhaben/zukunft/neubau-speichersee-und-kraftwerk-trift/>
- (11) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ausbauvorhaben/zukunft/kraftwerk-handeckfluh/>
- (12) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ausbauvorhaben/zukunft/kraftwerk-grimsel-1e/>
- (13) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ausbauvorhaben/zukunft/pumpspeicherkraftwerk-grimsel-3/>
- (14) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ausbauvorhaben/zukunft/vergroesserung-grimselsee/>
- (15) KWO <https://www.grimselstrom.ch/ausbauvorhaben/zukunft/ersatz-staumauer-spitallamm/>
- (16) KWO <https://www.grimselstrom.ch/wp-content/uploads/kraftwerke-oberhasli-kwo-staumauer-spitallamm-neubau.jpg>
- (17) <https://www.srf.ch/news/regional/bern-freiburg-wallis/grimsel-kristalle-grimsel-baustelle-bringt-verborgene-schaetze-ans-licht>

3. Baustelle Grimselstausee - Spittallamm

Dienstag, 20.09.2022

Bericht: Jannis Valldorf

Der zweite Tag der Exkursion führte auf Einladung von Julia Geist, einer ehemaligen Studentin der BUW, auf den Grimselpass. Auf etwa 1900 m liegt der künstlich geschaffene Grimselsee. Dieser wird von zwei, bis 1932 erbauten, Staumauern aufgestaut (Abbildung 3-1) und speist ein komplexes Tunnel- und Kraftwerkssystem mit dem nötigen Wasser.



Abbildung 3-1 Staumauer am Grimselsee (1)

Der Spittallamm, eine der beiden Staumauern, wurde seinerzeit als Bogenstaumauer mit zwei unterschiedlichen Betonrezepturen ausgeführt. Der Mauerkörper besteht aus Massengeton (Abbildung 3-2, grüne Fläche) und stützt eine Vorsatzschale (Abbildung 3-2, blaue Fläche). Bereits in den 1960er Jahren wurden Schwächen im Verbund zwischen der Vorsatzschale und dem Massebeton entdeckt. Dies führt zu einer voranschreitenden Separierung der Vorsatzschale vom Massebeton.

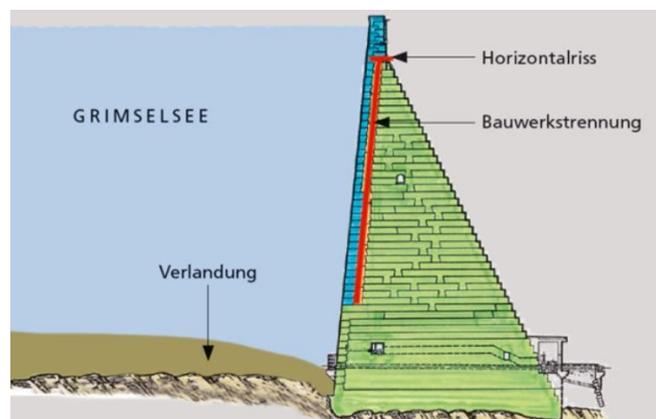


Abbildung 3-2 Skizze Staumauer (2)

Eine Sanierung oder ein Neubau wurden notwendig und die Kraftwerke Oberhasli AG entschied sich für einen Neubau, welcher 2019 begann. Eine neue, doppelt gekrümmte Bogenstaumauer wird vor der alten Staumauer errichtet. Die alte Staumauer bleibt erhalten und wird nach Fertigstellung der neuen Staumauer durch Öffnungen durchgängig gemacht. Unsere Besichtigung begann am Grimsel Hospiz oberhalb der Baustelle von wo wir durch Tunnel zum Anschlusspunkt des zukünftigen oberen Kontrollgangs der Staumauer gelangten. Von hier hat man einen guten Blick auf die alte und die neue Staumauer (Abbildung 3-3).



Abbildung 3-3 Neubau Staumauer am Grimselsee

Die neue Staumauer wird im Blockverfahren errichtet und soll 2025 fertiggestellt werden. Die einzelnen Blöcke werden aus zwei Betonrezepturen gefertigt. Beton mit grober Gesteinskörnung wird als innenliegender Massebeton verwendet und Beton mit feinerer Gesteinskörnung umläufig an der Außenseite. Die Fugen zwischen den einzelnen Blöcken werden später verpresst. Aufgrund des hohen Materialeinsatzes gehört auch ein Betonwerk zur Baustelleneinrichtung, welches vor Ort den Beton herstellt (Abbildung 3-4, weißes Bauwerk vor der Staumauer).



Abbildung 3-4 Staumauerbaustelle

Zum Ende der Besichtigung konnten wir in den Zwischenraum zwischen der alten und neuen Staumauer (Abbildung 3-5).



Abbildung 3-5 Staumauer Zwischenraum

Nach der Besichtigung der Baustelle der neuen Staumauer besuchten wir noch das Kieswerk, in dem die Gesteinskörnung für den Ortbeton gewonnen wird. Danach ging unsere Exkursion gut gestärkt und voll im Zeitplan Richtung Österreich weiter.

Quellen

- (1) <https://www.berneroberlaender.ch/die-doppelte-staumauer-am-grimselsee-444869784440>
- (2) <https://www.grimselestrom.ch/ausbauvorhaben/zukunft/ersatz-staumauer-spitalamm/projektblatt-ersatzbau-spitalamm/>

4. Erweiterungsprojekts Speicherkraftwerk Kühtai

Mittwoch, 21.09.2022

Bericht: Josef Alexander Köster

Am Mittwoch, den 21. September 2022, besuchten wir die Baustelle des Erweiterungsprojekts vom Speicherkraftwerk Kühtai. Dort wird die Kraftwerksgruppe Sellraun-Silz durch das neue Pumpspeicherkraftwerk Kühtai 2 und den neuen Speichersee Kühtai erweitert.



Abbildung 4-1 Baustelle des Erweiterungsprojekts Speicherkraftwerk Kühtai (6)

Die bestehende Anlage setzt sich aus den Speicherseen Finstertal und Längental sowie dem Kraftwerk Kühtai und dem Kraftwerk Silz zusammen. Die Kraftwerksgruppe hat in der bisherigen Ausbaustufe ein Speichervolumen von 63 Mio. m³ und eine Gesamtleistung von 781 MW (3). Um den Wasserbedarf für die Anlage decken zu können, wird das Wasser aus verschiedenen Bachsystemen entnommen und der Kraftwerksgruppe durch den 20,5 km langen Überleitungsstollen Melach und den 5,5 km langen Überleitungsstollen Horlachbach zugeführt. Die Größe des Einzugsgebietes beträgt 139 km². Das Wasser fließt zunächst in den tiefergelegenen Speicher Längental und wird dann zum einen durch das Pumpspeicherkraftwerk Kühtai in den Jahresspeicher

Durch die Erweiterung wird die Effizienz der Kraftwerksgruppe erheblich gesteigert und die Nutzung der Wasserkraft als erneuerbare Energiequelle deutlich verbessert (2). Um das Ziel,



Abbildung 4-2 Abbaubereich des Schüttmaterials (links), Herstellung des Damms (rechts)

die Kraftwerksgruppe zu erweitern, erreichen zu können, begann bereits 2006 die Planung und Ausarbeitung des Bauantrags und der Umweltverträglichkeitserklärung. Das UVP-Verfahren folgte zwischen 2009 und 2019. Nachdem die Umweltverträglichkeitsprüfung beendet wurde und die Genehmigungen rechtskräftig waren, begann die Bauphase im September 2019. (1) Die Erweiterung besteht aus dem Speichersee Kühtai, dem Pumpspeicherkraftwerk Kühtai 2 und dem Beileitungsstollen.

Der neue Speichersee Kühtai wird ein nutzbares Volumen von 31 Mio. m³ haben und somit das Speichervolumen der Kraftwerksgruppe um rund 50% vergrößern. Als Staudamm wird ein Steinschüttdamm mit zentral liegender Erdkerndichtung errichtet. Um diesen Damm mit einer Höhe von 113 m und einer Länge von ca. 500 m zu bauen, wird ein Schüttvolumen von ca. 7 Mio. m³ benötigt. Dieses Material wird ausschließlich in dem Abbaubereich im künftigen Speicherraum (Abbildung 4-2) oder aus dem anfallenden Tunnelausbruchmaterial gewonnen. (2)

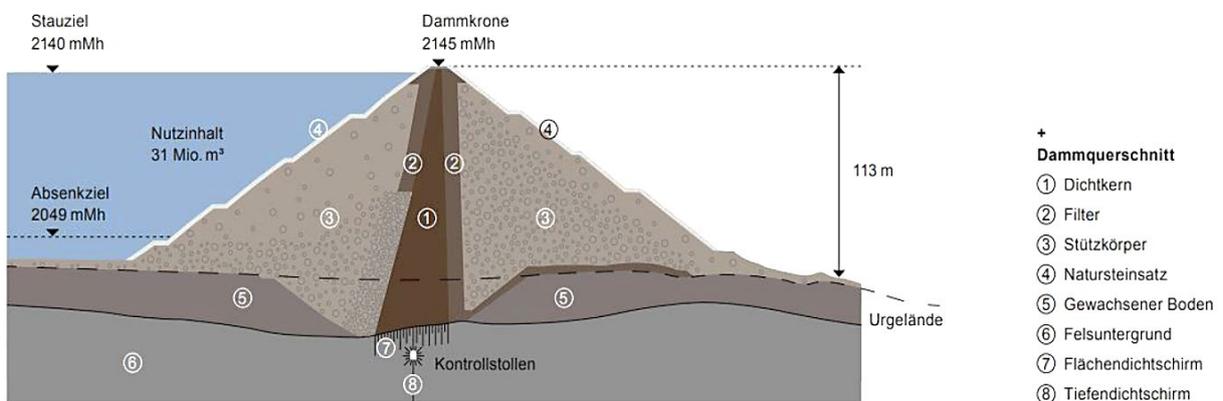


Abbildung 4-3 Dammquerschnitt (2)

Um den hohen Wasserbedarf zu decken wird ein 25,5 km langer Beileitungsstollen erstellt, welcher über sechs Wasserfassungen ein Einzugsgebiet von 60,7 km² Größe erschließt. Dieser Beileitungsstollen kann dem Speicher Kühtai einen zusätzlichen Zulauf von bis zu 12,4 m³/s zuleiten. Mit einer Tunnelbohrmaschine wird der Stollen mit einem Durchmesser von 4,2 m ausgebrochen und das Ausbruchmaterial wird über ein mitwachsendes Förderband auf den Lagerplatz befördert. Anschließend wird das Ausbruchmaterial in den Stützkörpern des Dammes verbaut.

Bei dem dritten Teil des Erweiterungsprojekts handelt es sich um den Bau des Kraftwerks Kühtai 2, welches vollkommen unterirdisch in einer Felskaverne entsteht. Es handelt sich um ein Pumpspeicherkraftwerk, welches sowohl Strom erzeugen kann, als auch Wasser in den oberhalb liegenden Speicher Finstertal pumpen kann. Durch das Pumpspeicherkraftwerk Kühtai 2 werden jährlich 216 Mio. kWh in das Netz eingespeist, wodurch sich die Gesamtenergie der Kraftwerksgruppe Sellraun-Silz auf 531 Mio. kWh erhöht. (2)

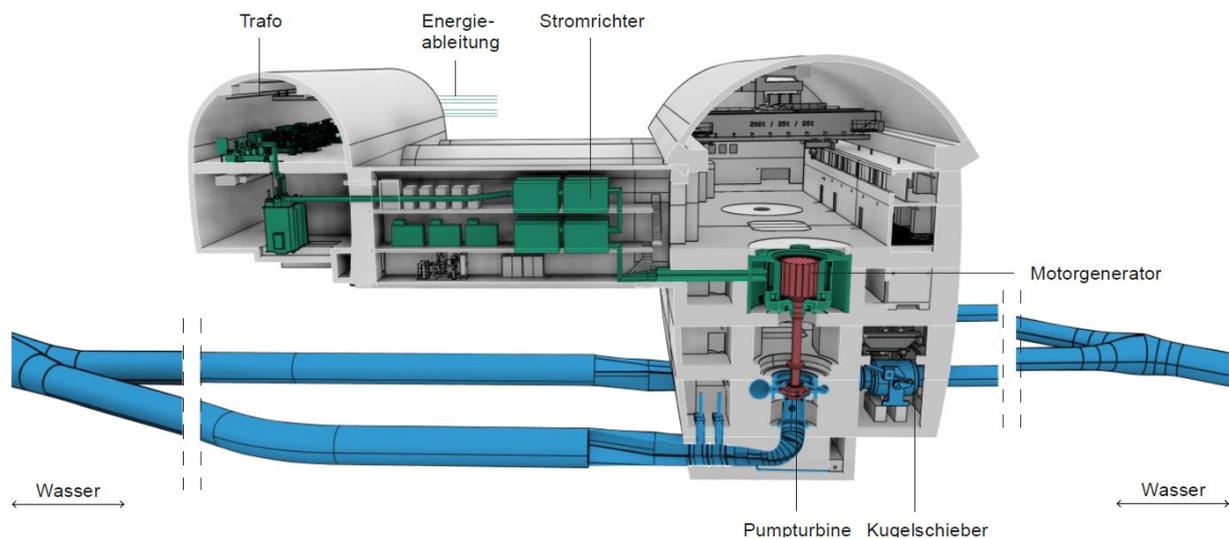


Abbildung 4-4 Das geplante Pumpspeicherkraftwerk Kühtai 2 (1)

Bei dem Erweiterungsprojekt Kühtai sind täglich hunderte Arbeiter mit einer Vielzahl an Baumaschinen und -anlagen beteiligt. Dies erfordert eine gut funktionierende Baustelleninfrastruktur. Zu der Baustelleninfrastruktur zählen die Werkstätten, Magazine, Fertigungshallen sowie Baubüros und Sozialeinrichtungen mit der Kantine. Ebenso ist die Materialaufbereitungsanlage für die Herstellung des Schüttguts der Dammstützkörper und die Betonmischanlage, durch die der gesamte Betonbedarf der Baustelle gedeckt wird, von zentraler Bedeutung für den Erfolg des Projektes. (5)

Bei unserem Besuch wurden wir zunächst durch den Bauleiter Benjamin Scherl theoretisch in das Erweiterungsprojekt eingewiesen, um einen Überblick über das Erweiterungsprojekt zu erlangen. Im Anschluss konnten wir uns auf einer Tour über die Baustelle das Entstehen aller Anlagenteile aus nächster Nähe ansehen.

Unser herzlicher Dank gilt Herrn Scherl für die informative und spannende Führung durch das Projekt und über die Baustelle und der Tiroler Wasserkraft AG für die anschließende Einladung zum Mittagessen in der Kantine.

Quellen

- (1) TIWAG: Website: erneuerbare+ Kühtai. Tiroler Wasserkraft AG, 2022, <https://www.erneuerbareplus.at/projekt/> [Zugriff am: 15.10.2022]
- (2) TIWAG: Informationsbroschüre zum Erweiterungsprojekt Kühtai. Tiroler Wasserkraft AG, https://www.erneuerbareplus.at/fileadmin/user_upload/Projekt/Projektbroschuere/211007_Projektbroschuere_A4_RZ_web30.pdf [Zugriff am: 15.10.2022].
- (3) TIWAG: Website: Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz. Tiroler Wasserkraft AG, 2022, <https://www.tiwag.at/unternehmen/unsere-kraftwerke/kraftwerk/kraftwerksgruppesellrain-silz/> [Zugriff am: 15.10.2022].
- (4) TIWAG: Broschüre: Saubere Energie für Tirol - Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz, https://www.tiwag.at/uploads/tx_bh/tiwag_unsere_kraftwerke_kraftwerksgruppe_sellrain-silz_kw-broschuere-ssi_webansicht_rz.pdf?mod=1643192107 [Zugriff am: 15.10.2022].
- (5) TIWAG: Kurzfilm: Vielseitige Baustelleninfrastruktur errichtet. Tiroler Wasserkraft AG, <https://www.erneuerbareplus.at/projekt/filmdokumentation/kurzfilm-12/> [Zugriff am: 16.10.2022].
- (6) https://www.erneuerbareplus.at/fileadmin/_processed_/9/8/csm_Tagderoffnenenbaustelle__2__24e444dea4.jpg

5. Besichtigung Wasserfassung Überleitung TIWAG

Mittwoch, 21.09.2016

Bericht: Luisa Hoviele

An Tag drei ging es sportlich bergauf. Ziele der Wanderung waren der Pirchkogel und die limnologische Forschungsstation der Universität Innsbruck am Gossenköllesee. Start war die Tourismusinformation Kühtai auf 2000 m+NHN. Von hier ging es über eine Weide und dem Naderbach steil bergauf. Nach zurückgelegten 260 Höhenmetern erreichten wir die Kaiser-Maximilian-Hütte. Von dort ging es den Wanderweg folgend Richtung Schwarzmoosseen. Beim Zurückblicken war die Dimension der Stauseen der TIWAG und der gerade besichtigten Baustelle noch einmal ganz anders spürbar.



Abbildung 5-1 Blick auf den Speicher Finstertal und die Baustelle Speicher Kühtai

Die immer dichter und tiefer werdende Schneedecke forderte höchste Konzentration und Trittsicherheit. Am südlichsten See angekommen begutachteten wir den dortigen Regenschreiber und Organismen des Sees. Zeit für ein Gruppenfoto blieb auch.



Abbildung 5-2 Südlichster See der Schwarzmoosseen (Gruppenbild / Ruderwanze)

Der Wanderweg führte uns weiter, über einen steilen Osthang hoch zum Hinteren Grieskogel auf 2684 m+NHN. Auf 2560 m+NHN mussten wir allerdings abbrechen und umkehren, da die Schneedecke ein sicheres Auftreten nicht mehr möglich machte. Wir wanderten also talabwärts über ein großes Steinfeld direkt Richtung Gossenköllesee. Von Stein zu Stein springend erreichten wir die limnologische Forschungsstation auf 2420 m+NHN. Die Station liegt direkt am 1,6 ha großem Gossenköllesee in den Stubaier Alpen. Der See bildete sich, wie auch viele andere Seen in der Region, nach dem Rückgang der Eiszeit aus, misst ein Einzugsgebiet von 85 ha und ist bis zu 10 m tief. In der Forschungsstation direkt am See werden spezifischen Forschungen der Uni Innsbruck, wie auch Monitoringprogramme der LTER Austria und der GLEON durchgeführt. Die Forschungsstation wurde 1994 saniert, ist an Strom und Wasser angeschlossen und bietet 6 Personen Platz. Seit 1975 werden dort Daten erhoben. Unter anderem wird hierzu eine Boje im See genutzt, die Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und die Leitfähigkeit des Wassers in den eisfreien Monaten misst. Auf dem Dach befindet sich eine Wetterstation (siehe Abbildung 5-3).



Abbildung 5-3 Forschungsstation des Gossenköllesees

Zudem können mithilfe des Bootes Proben aus dem Wasser entnommen werden und diese auf vorherrschende Organismen wie Bakterien, Flagellate und Copepoden untersucht werden. Aktuelle Studien werden über Viren im See erstellt. Auch die Schneedecke wird hinsichtlich Schneeralgen erforscht. Der Forschungsschwerpunkt der LTER Austria liegt in der Langzeitentwicklung der alpinen Seen, Bächen und deren Einzugsgebieten. Durch die Aufnahme in das Programm GLEON wird die Entwicklung des Ökosystems des Sees in Hinblick auf den Klimawandel über Langzeitdaten ausgewertet.

Auf dem Rückweg wurden wir durch ein lautes Pfeifen auf weitere Alpenbewohner aufmerksam gemacht. Und natürlich haben wir noch einen kurzen Halt am Wasserreservoir, welches im Winter für die Versorgung der Schneekanonen benötigt wird, gemacht (siehe Abbildung 5-4).



Abbildung 5-4 Marmeltiere / Wasserspeicher Skitourismus

6. Besichtigung Donau / Altmühl

Donnerstag, 22.09.2022

Bericht: Finja Grebien



Abbildung 6-1 Schleuse Hilpoltstein (3)

Am Donnerstag traten wir nach dem Frühstück in der Dortmunder Hütte in Kühtai den Rückweg an. Der erste Stopp war die Schleuse Hilpoltstein südlich von Nürnberg. Sie ist eine von 16 Schleusen des Main-Donau-Kanals, welcher den Main bei Bamberg mit der Donau bei Kelheim verbindet. Mit dem Ausbau des Kanals von 1966 bis 1992 wurde eine durchgehende Großschifffahrtsstraße (Europakanal) zwischen der Nordsee bei Rotterdam und dem Schwarzen Meer bei Constanța (Rumänien) geschaffen. Der Kanal mit seinen Schleusen überwindet auf einer Länge von rund 170 km insgesamt einen Höhenunterschied von rund 243 m. Die 17 km lange Scheitelhaltung des Main-Donau-Kanals folgt nach der Schleuse Hilpoltstein (km 99). Bei Kilometer 102 und auf 406 m ü. NHN Wasserspiegelhöhe wird die Europäische Hauptwasserscheide Rhein-Donau überwunden (1). Die Schleuse Hilpoltstein ist als Sparschleuse mit drei Sparbecken ausgeführt, welche sich südlich der Schleusenkammer befinden. Die Schleusenkammer hat eine Nutzlänge von 190 m und eine Breite von 12 m. Mit einer Schleusungs-Fallhöhe von 24,67 m hat sie damit neben den Schleusen Eckersmühlen

und Leerstetten (ebenfalls Main-Donau-Kanal) die größte Fallhöhe, die in Deutschland bisher gebaut wurde. (2)



Abbildung 6-2 Überleitungen aus dem Altmühl- und Donau-Gebiet überwinden Europäische Hauptwasserscheide ins Main-Gebiet (9)

Das Bundesland Bayern ist hinsichtlich des Wasserangebots durch starke regionale Unterschiede geprägt. Der Süden Bayerns verfügt durch den Alpenraum und das Donauegebiet über reichlich Wasser. In den nordbayrischen Flussgebieten (Main, Regnitz und Rednitz) führen besonders die längeren Trockenperioden zu einem Wassermangel. Zusätzlich beanspruchen die höhere Bevölkerungs- und Industriedichte das natürliche Wasserdargebot. (4) 1970 wurde vom bayrischen Landtag beschlossen, einen überregionalen wasserwirtschaftlichen Ausgleich zwischen dem Donau- und Main-Gebiet herzustellen. In diesem Zuge wurde neben dem weiteren Ausbau des Main-Donau-Kanals das Überleitungssystem (Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Main-Gebiet) beschlossen und infolge dessen umgesetzt. Demzufolge wird Wasser aus der Altmühl und der Donau auf zwei getrennten Wegen in das Main-Gebiet überführt (das Teilsystem

Kanalüberleitung mit dem Main-Donau-Kanal und das Teilsystem Brombach-überleitung) Technisch funktionieren beide Systeme unabhängig voneinander und ergänzen sich dennoch.

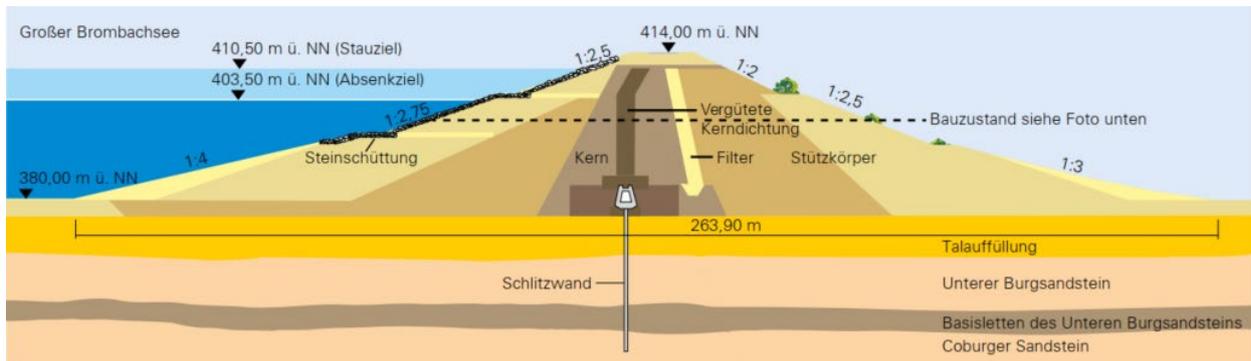


Abbildung 6-3 Zonenweiser Aufbau der Brombach-Hauptsperre, bearbeitet (5)

Jährlich werden so im Mittel 150 Mio. m³ Wasser nach Nordbayern geleitet. (5)



Abbildung 6-4 Großer Brombachsee

Mit der Brombachüberleitung, die vor allem zur Wasserverteilung zwischen dem wassereichen Süd- und dem wasserarmen Nordbayern angelegt wurde aber auch dem Hochwasserschutz des mittleren Altmühltals dient, entstanden zahlreiche künstlich angelegte Seen, das heutige Fränkische Seenland. (6) Insgesamt haben die Seen eine Wasserfläche von fast 20 km². Der zweite Stopp führte zum großen Brombachsee, welcher mit einer Wasserfläche von etwa 9 km² den größten staatlichen Wasserspeicher Bayerns darstellt. Er dient unter anderem als Speicherbecken für das Hochwasser der Altmühl. Das Wasser gelangt über den Altmühlsee, den Altmühlüberleiter und den Kleinen Brombachsee in den Großen Brombachsee. Das gespeicherte Wasser kann je nach Bedarf über die unterhalb liegenden Weiherketten, die Schwäbische Rezat und die Rednitz in das Main-Gebiet abgegeben werden. Der Staudamm des Großen Brombachsees ist als Erddamm gebaut. Rund 4 Mio. m³ Erdmaterial wurde für die Dammschüttung benötigt, das überwiegend vor Ort aus dem Stauraum abgebaut wurde. (5) Der Große Brombachsee hat eine Länge von bis zu 5,1 km und eine Breite bis 2 km. Die maximale Tiefe des Sees beträgt 32,5 m. (7)



Abbildung 6-5 Altmühlsee

Der erste künstlich angelegte See, der aufgrund der Wasserknappheit in Franken entstand, war der Altmühlsee bei Gunzenhausen. Dieser stellte den dritten Stopp der Rückreise dar. Der Altmühlsee wird durch einen etwa 5 km langen Zuleiter ab dem Zusammenfluss der Flüsse Wieseth und Altmühl gespeist. Überschüssiges Wasser im Altmühlsee gelangt über den knapp 9 km langen Altmühlüberleiter in den Kleinen Brombachsee. (8) Der Kanal unterquert dabei die Europäische Hauptwasserscheide zwischen dem Altmühl- und Rednitz-Einzugsgebiet in einem 2,7 km langen Stollen. (9) Die Bauarbeiten des Altmühlsees, welcher aus wasserwirtschaftlicher Sicht ein Auffangbecken darstellt, begannen 1976. Etwa acht Jahre dauerte die Fertigstellung des Sees, wozu auch ein 12,5 km langer Damm gehört, welcher sich um den See zieht. 1984 wurde die Fläche geflutet. Heute erreicht der Altmühlsee an seiner tiefsten Stelle etwa 3,0 m und erstreckt sich über eine Fläche von rund 4,5 km². Damit ergibt sich ein Gesamtstauraum von 13,8 Mio. m³. Das Naturschutzgebiet, mit einer Größe von 200 ha, in und um die Vogelinsel im Altmühlsee nimmt etwa die Hälfte der Gesamtfläche des Sees ein. Diese Insel wurde als Ausgleich für die Flutung und der damit einhergehenden Zerstörung des Lebensraums vieler Tier- und Pflanzenarten angelegt. Heute bietet die Vogelinsel mit den Flachwassergebieten, Kiesbänken, Schlickzonen, Schilfwäldern, Feuchtwiesen und dem Buschland Platz für rund 300 teils sehr seltener Vögel-, unterschiedliche Pflanzen- und diverse Insektenarten. (8)

Quellen

- (1) <https://de.wikipedia.org/wiki/Main-Donau-Kanal>
- (2) https://de.wikipedia.org/wiki/Schleuse_Hilpoltstein
- (3) <https://www.landeskraftwerke.bayern/hilpoltstein.htm>
- (4) Überleitung Donau-Main; Wasserwirtschaftsamt Ansbach, Flyer, Stand Oktober 2018
- (5) Wasser für Franken „Die Überleitung Donau-Main“; Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV); Broschüre; Stand 2000
- (6) https://de.wikipedia.org/wiki/Fr%C3%A4nkisches_Seenland
- (7) https://www.unser-seenland.de/kleiner-und-grosser-brombachsee/#Daten_zum_Grossen_Brombachsee
- (8) <https://www.unser-seenland.de/altmuehlsee/>
- (9) <https://de.wikipedia.org/wiki/Altm%C3%BChl%C3%BCberleiter>