

DIE KÜNSTLICHKEIT DES WASSERS

CASE STUDY KRAFTWERKE OBERHASLI (KWO)

200 WÖRTER DER THESE ⁽³⁾

3 BEGRIFFE DER ANALYSE ⁽⁵⁾

GESAMTKUNSTWERK ⁽⁵⁾

TECHNISCHES WASSER ⁽²⁴⁾

SPANNUNGSFELD ⁽³¹⁾

1 FRAGE ⁽³⁵⁾

ANHANG ⁽³⁸⁾

200 WÖRTER DER THESE

Die Wasserkraft verändert seit 100 Jahren das Bild der Landschaft. Grossmassstäblich wurden die anthropogenen Eingriffe geplant und umgesetzt. Zunächst gab es wenig Widerstand. Vielmehr war man stolz auf die technischen Errungenschaften und die Pionierleistungen der Bauwerke. Im Falle der Kraftwerke Oberhasli (Case Study KWO) gestaltete der, dem Heimatstil verpflichtete, Architekt Jaques Wipf, massgeblich die ersten Etappen mit. Die Stahlskelettbauwerke, welche mit vor Ort abgebrochenem Aaregranit verkleidet sind, bilden bis heute das repräsentative Gesicht des Gesamtkunstwerks der KWO. Man könnte von einer kulturellen, wie auch materiellen Dauerhaftigkeit sprechen. Die Frage, die sich stellt, ist wie sich die jüngsten Gebäude in diesen Kontext einordnen. Bei Jaques Wipf und auch später mit Rolf Berger konnte eine Architektur der Zweckbauten erreicht werden, welche mehr löst, als die reine Funktion selbst. Durch die Gestaltung konnte die Zeitlichkeit der Mode überwunden werden und hat dadurch eine ästhetische Dauerhaftigkeit im Gesamtsystem generiert. Anders ist es mit dem gegenwärtig erstellten Prototypen des Beruhigungsbeckens, da ist man dem reinen Pragmatismus ohne grössere Kontextualisierung und ohne Gestaltungswillen verfallen.

Die immens grosse unterirdische Infrastruktur stösst nur an einigen Punkten an die Erdoberfläche. Doch genau diese Berührungspunkte sind essenziell. An ihnen wird die Position des Kraftwerkes im Spannungsfeld zwischen Landschaft, Energiewende, Klimawandel, Tourismus, Gesellschaft und der Kultur des Alpenraumes verhandelt. Es stellt sich die Frage, wie sich dieses repräsentative Gesicht der KWO weiter entwickelt, welche Auswirkung eine multifunktionale Nutzung auf die Dauerhaftigkeit der Gebäude hat, ob eine soziale und kulturelle Ebene miteinbezogen wird und ist es dadurch möglich die Position des Kraftwerkes im Spannungsfeld neu zu justieren?



Grimselpass - Abb. 1

3 BEGRIFFE DER ANALYSE

1 GESAMTKUNSTWERK

«Das Gesamtkunstwerk hat eine Tendenz zur Tilgung der Grenzen zwischen ästhetischem Gebilde und Realität»¹ Odo Marquard

Das Kraftwerk Oberhasli soll nicht als System technischer Elemente verstanden werden, sondern in seiner Gesamtheit erfasst werden. Die Zweckbauten, zusammen mit den Verbindungsstollen, den unterirdischen Anlagen, den Stauwerken, aber auch der Kontextualisierung in den Berggemeinden mit deren spezifischen Klimata und Vegetationen werden mit dem Begriff umschrieben. Im grösseren Kontext schliesst das Gesamtkunstwerk auch die Spannungsfelder ein, in welchen es sich bewegt: die Energiewende 2050, den Klimawandel, den Tourismus, die Landschaft, die Gesellschaft und die Kultur, aber auch die Akzeptanz beeinflussen und prägen das Gesamtkunstwerk der KWO wesentlich mit.

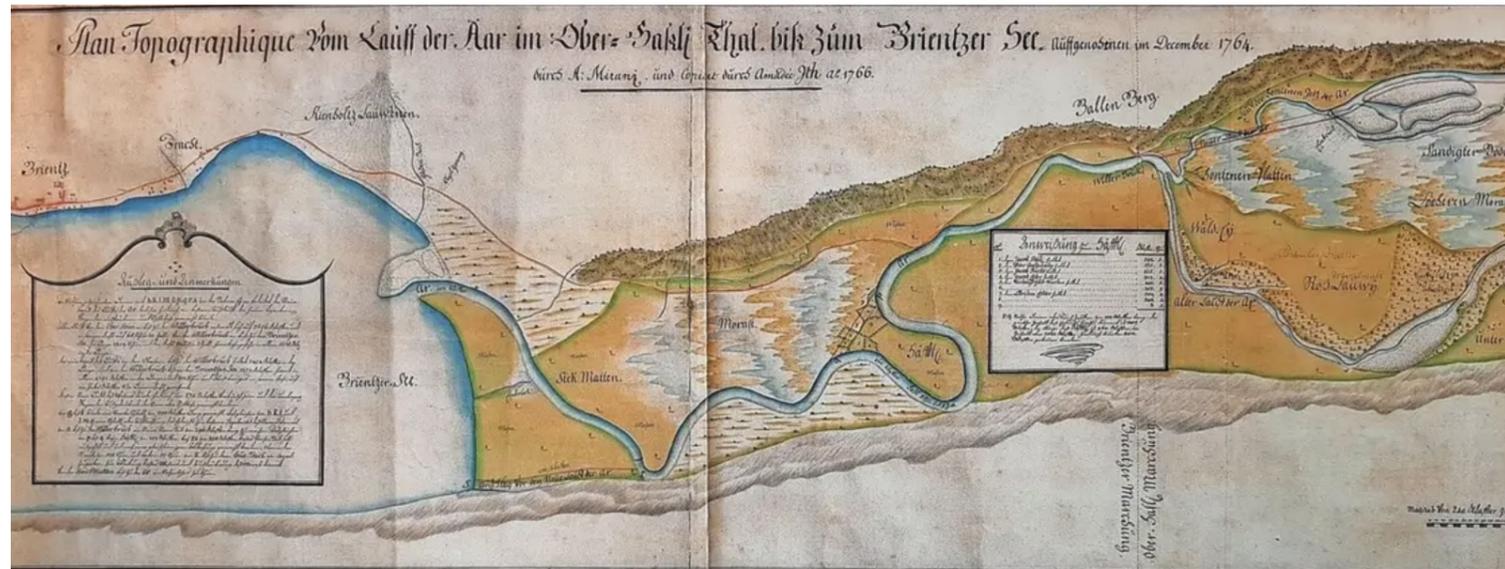
¹ Harald Szeemann (Hrsg.): *Der Hang zum Gesamtkunstwerk. Europäische Utopien seit 1800*, Ausstellungs-Katalog, Kunsthaus Zürich 1983



1.1 LAGE DER KRAFTWERKE OBERHASLI (KWO)

Die Kraftwerke Oberhasli befinden sich im Berner Oberland, genauer im Amtsbezirk Oberhasli. Das Tal kann in Nord-Südrichtung über den Grimselpass befahren werden. In östlicher Richtung erreicht man über den Sustenpass den Kanton Uri.

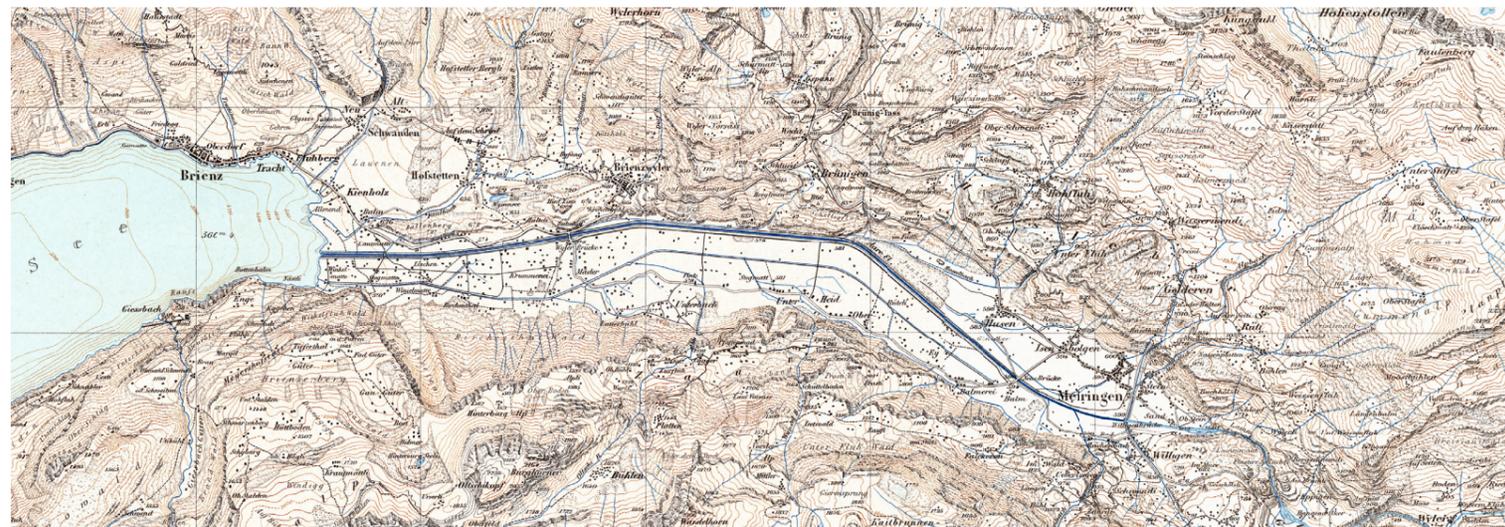
Das Grimselgebiet ist prädestiniert für die Wasserkraft, denn es zeichnet sich durch eine hohe Reliefenergie (hohe Höhenunterschiede auf kurze Distanzen), reichlich Niederschläge, grosse Geländekammern und einen stabilen Granituntergrund aus. Das Wassereinzugsgebiet der KWO umfasst eine Fläche von 450km²,² was einem Prozent der Schweizer Landesfläche entspricht. Das Finsteraarhorn (4274 Meter über Meer) ist nicht nur der höchste Berg im Gebiet der KWO, sondern auch der Berner Alpen. Mit den darunterliegenden Gletschern, dem Lauteraargletscher, dem Finsteraargletscher, welche zum Unteraargletscher werden und dem Oberaargletscher beginnt hier der Flusslauf der Aare.



Der Lauf der Aare zwischen Wilerbrücke und Brienzersee auf einem Plan von Antoine Mirani 1764 - Abb. 3



1864 - Abb. 4



1880 - Abb. 5

1.2 GESTERN

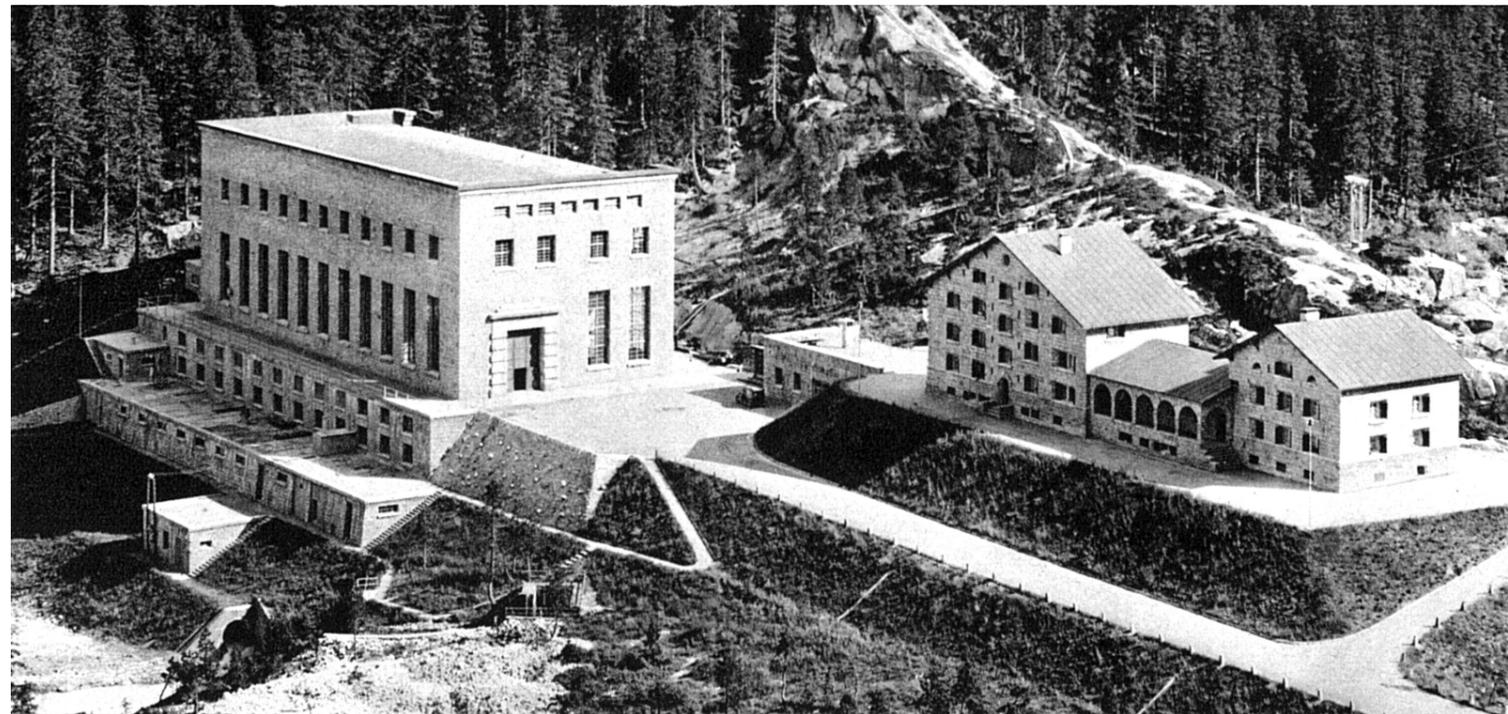
- ENTSUMPfung DER AARE

Noch vor 150 Jahren floss die Aare ungebändigt durch das Haslital und sorgte regelmässig für grossflächige Überschwemmungen. 1866 gab die Regierung die Korrektur des sich schlängelnden Aarelaufs in Auftrag. Sie dauerte 14 Jahre und stürzte die ansässigen Grundeigentümer fast in den Ruin.³ Dennoch bewährte sich das grossmassstäbliche anthropogene Projekt, denn der Gesundheitszustand der Bevölkerung verbesserte sich rasant und der nun fruchtbare Talboden konnte besiedelt werden. Der ehemalige Sumpf verwandelte sich innerhalb kürzester Zeit in eine Kulturlandschaft.

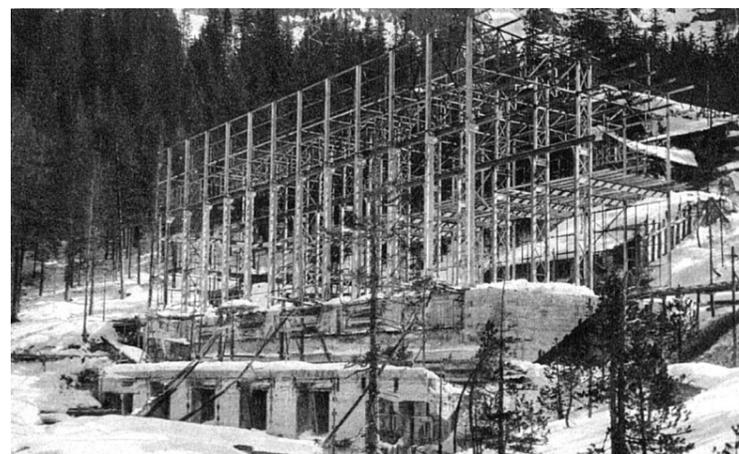
- BEGINN DER KWO

Die bernischen Kraftwerke AG erwarben die Konzession für die Ausnutzung der Wasserkraft der Aare von ihrem Ursprung bis Innertkirchen am 7. März 1906. 1925 wurden die Kraftwerke Oberhasli AG gegründet und es wurde mit dem Bau der Kraftwerk Anlagen begonnen. Die Eigentümer und ihre Anteile sind seit Beginn die gleichen: 1/2 bernische Kraftwerke AG, 1/6 Kanton Basel Stadt, 1/6 Stadt Bern und 1/6 Stadt Zürich.⁴ Etappenweise entwickelte sich die KWO zu ihrem heutigen Zustand.

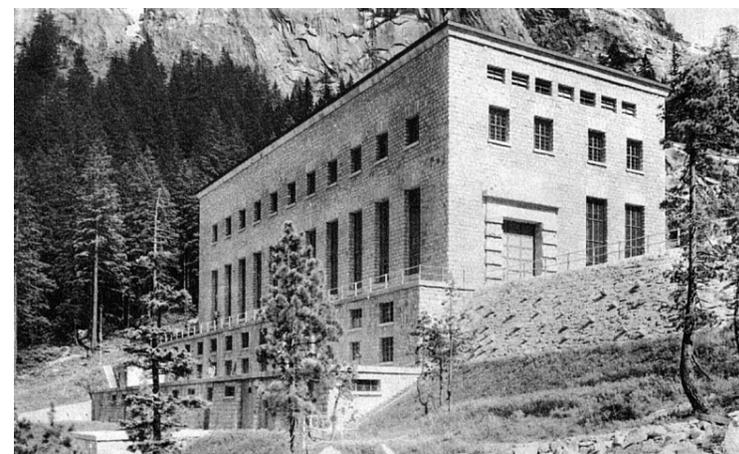
³ <https://www.jungfrauzeitung.ch> (Februar 2007)
⁴ J.H. Wipf, Kraftwerke Oberhasli, 1934



Kraftwerk Handeck I mit Maschinistenhaus rechts - Abb. 6



Kraftwerk Handeck I Stahlskelett - Abb. 7



Kraftwerk Handeck I Granitverkleidung - Abb. 8

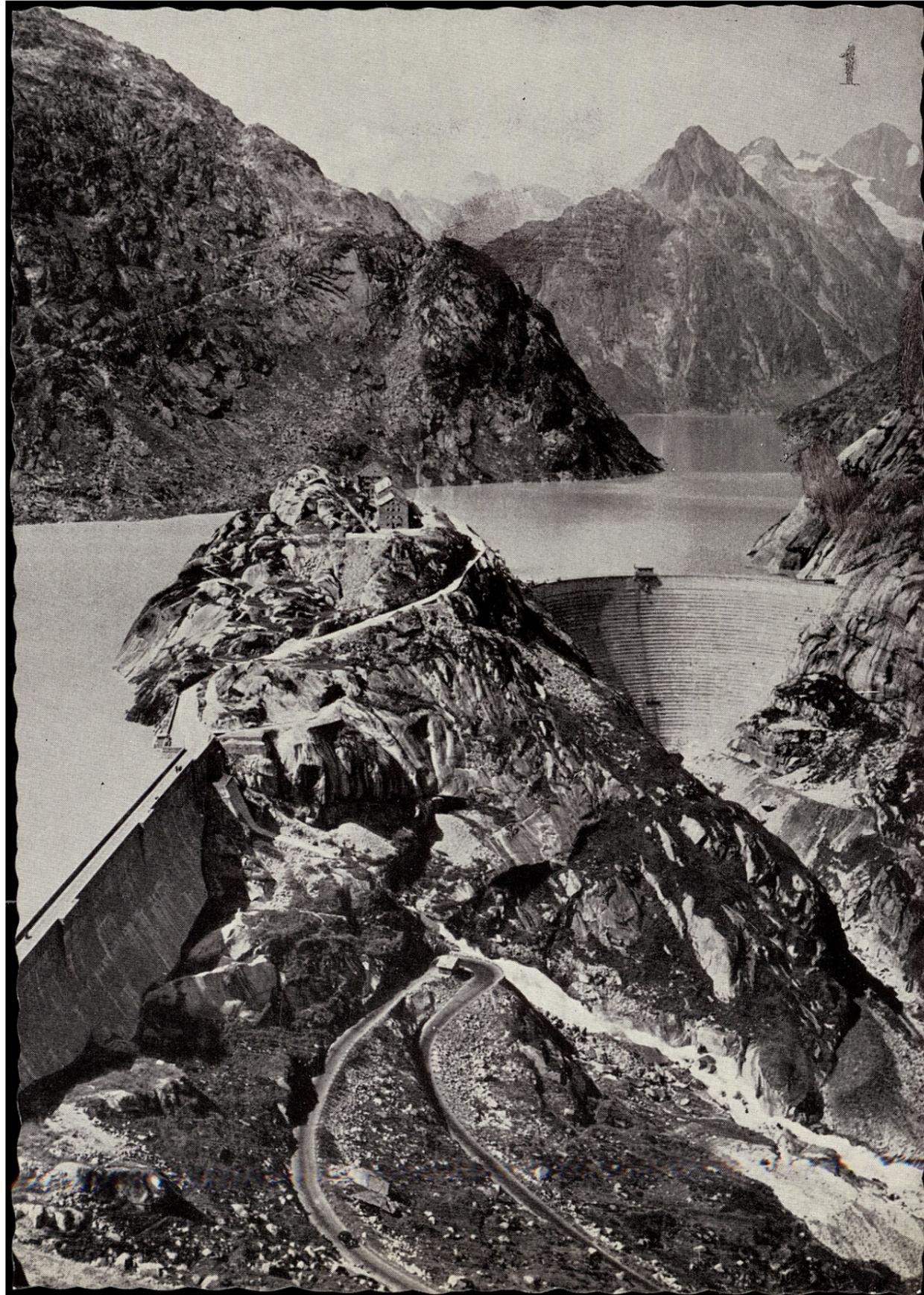
- ARCHITEKT JAQUES WIPF

Begonnen wurde mit dem Grimsensee, dem Gelmersee und der Kraftwerkzentrale Handeck 1. In der folgenden Etappe kam Innertkirchen 1 dazu. Während dieser Zeit wurden die Projekte von dem Ingenieur Arnold Kaech und dem Architekten Jaques Wipf (Johann Jakob Wipf 1888-1947) geplant.⁵ Von 1925 bis 1942 war Wipf gewissermassen Hausarchitekt der KWO und gestaltete nicht nur die Architektur der Hochbauten, sondern auch die Staumauern mit. Dadurch weisen alle oberirdischen Bauten dieser Zeit eine gestalterische Einheitlichkeit auf und lassen sich als Elemente des Gesamtkunstwerkes lesen.⁶ Die modernen Eisenskelette wurden mit dem traditionellen Material Granit eingekleidet. Der Übergang zur Moderne wird jedoch durch die klaren Formen der Zweckbauten ersichtlich. Durch die Fassaden, aus dem Vorort abgebrochenen Granit, den regelmässigen Fensteröffnungen und den hervorgehobenen Portalen wird den Bauten eine Monumentalität gegeben, welche die Wichtigkeit der neuen Anlagen gegen Aussen repräsentiert. Die Maschinistenhäuser, gleich neben der Zentrale Handeck, erhalten durch das Satteldach und die schrägen Fensterlaibungen ein viel traditionelleres Aussehen.⁷

5 Huber, Dorothee, and Isabelle Rucki. *Architektenlexikon der Schweiz : 19./20. Jahrhundert*. Basel: Birkhäuser Verlag, 1998. Print.

6 Die Staumauer Gelmersee ist luftseitig mit Stein verkleidet. Die Staumauer Spitallamm hat die Vorrichtung für eine mögliche Verkleidung - wurde jedoch nie verkleidet.

7 Schröter, A. *Grimselwerk - eine Architekturgeschichte der KWO*, in: Grimsel, Staumauerbau im Bild, 2018



Spitallamm Staumauer (rechts), Seeuferegg Staudamm (links), Spitallnollen mit Hospiz (mitte) - Abb. 9

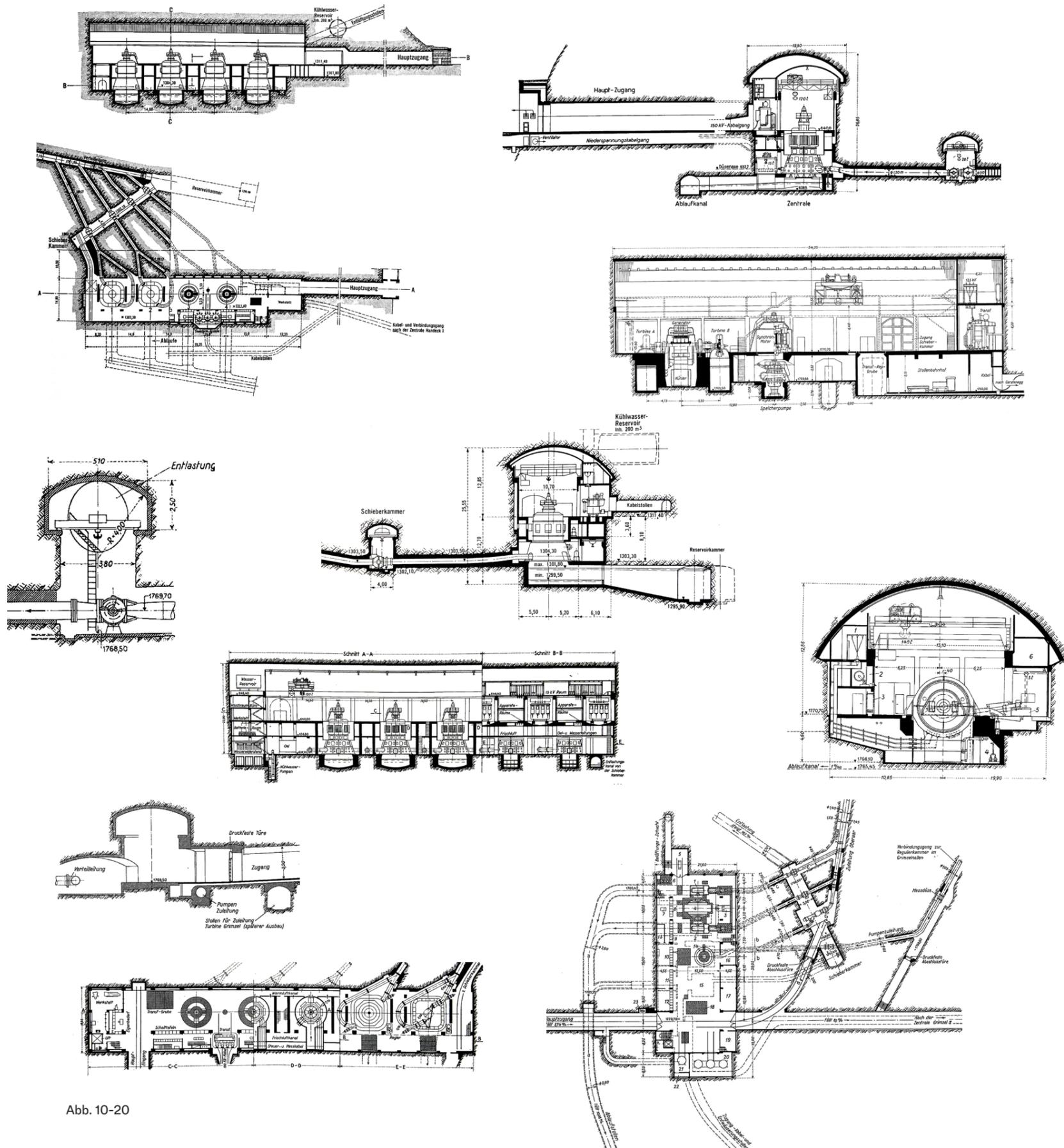
- SPITALLAMM

Lamm = Klamm, «vom Wasser ausgehöhlte und durchströmte Felsenkluft, enger Durchpass eines Baches oder Flusses, Tobel»

Spital oder Spittel = «Anstalt zu Aufnahme, Verpflegung, Versorgung von Hilfsbedürftigen», z.B. ein Hospiz»

Auf dem Grund des Grimselsees liegt immer noch das alte Grimsel-Hospiz. Jenes diente ein halbes Jahrtausend Säumern, Alpinisten und Passüberquerenden als Herberge.⁸ Beim Bau des Grimselsees, war eine Auflage das Hospiz neu zu errichten. Dies geschah auf dem Grimsel Nollen. Nördlich davon steht die Spitallamm Staumauer. Charakteristisch für diese Staumauer sind die zahlreichen Abstufungen, welche gemacht wurden um später eine möglich Steinverkleidung anbringen zu können.¹⁰ Die Pionierleistung aus den 30er Jahren, brachte eine der ersten grossen Bogengewichtsmauern hervor. Eine Mauer, die das Wasser durch ihr Gewicht und durch ihre Abstützung rechts und links im Felsen zurückhält.

8 Kraftwerke Oberhasli AG (Hrsg.), *Ersatz Staumauer Spitallamm*, Informationsblatt KWO
 9 Holzer, F. *Die Grimsel - Handelsweg vergangener Zeiten*
 10 Kaech, A. *Grimselwerk fertiggestellt*, in: Zürcher Illustrierte, Nr. 40



- UNTERIRDISCH

Die 1939-1943 errichtete Kraftwerk Zentrale Innertkirchen I, war zur Zeit der Inbetriebnahme die leistungsstärkste Anlage der Schweiz und zudem die erste, welche völlig unterirdisch realisiert wurde. Durch die Errichtung während der Kriegsjahre wurde sie in den Zeitungen als einziges «wirklich geschütztes Elektrizitätswerk der Schweiz»¹¹ beschrieben. Mit dem verschieben der Anlagen in das Berginnere wird der repräsentative Charakter der wenigen Nutzbauten auf der Erdoberfläche um so essenzieller. So wurden auch die Eingangsportale zu den Zentralen mit Stein verkleidet. Das Rundbogenportal und die Steinverkleidung lassen das Bauwerk klassizistisch-monumental erscheinen. Auch nach dem Krieg wurden die weiteren Kavernenzentralen unterirdisch erstellt, zum einem aus Schutz vor Angriffen, zum Anderen zum Schutz vor Naturgefahren, sowie dem seit den 50er Jahren aufkommenden Bewusstsein des Naturschutzes/ Naturbewusstseins.

Abb. 10-20

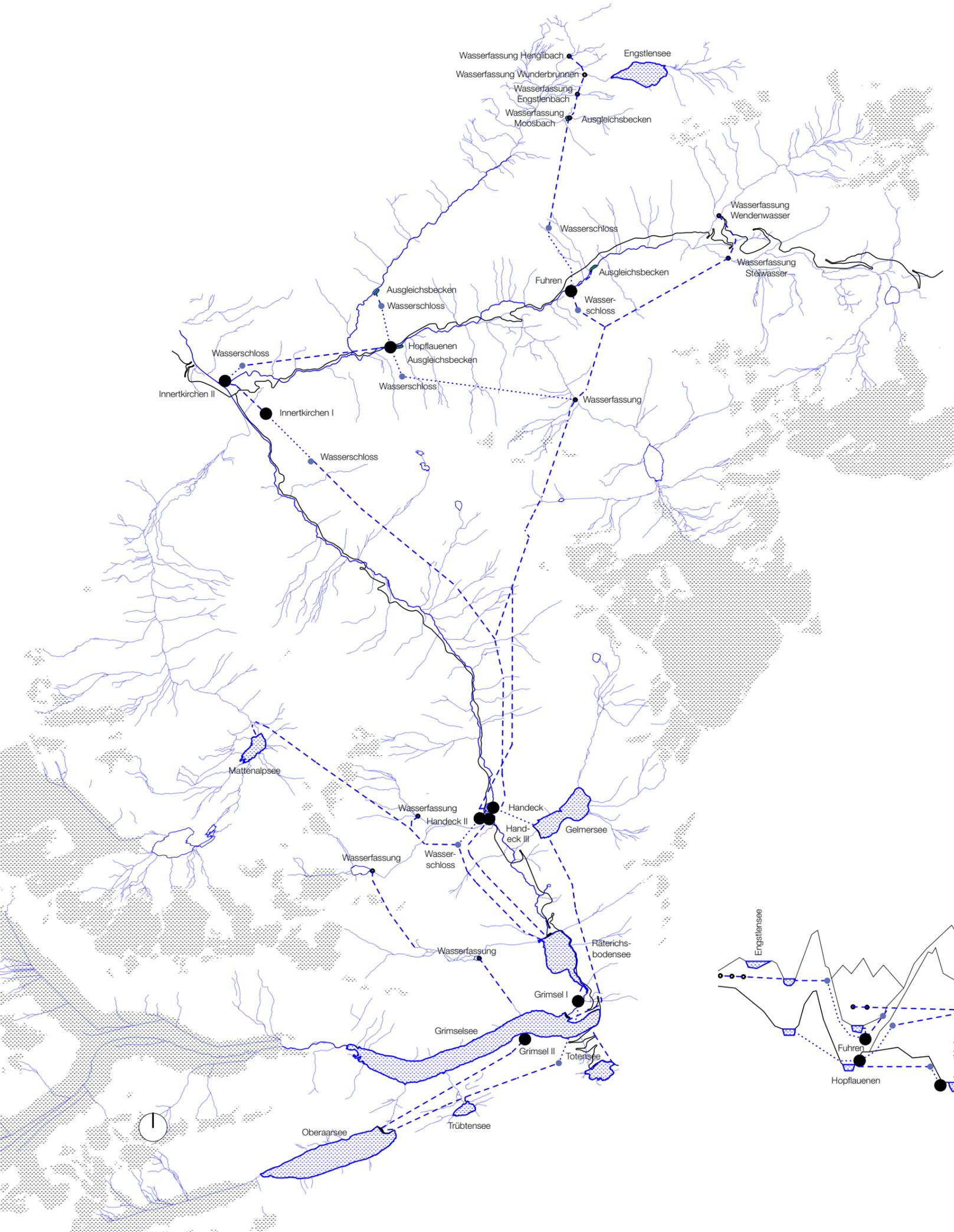


Kraftwerk Führen - Abb. 21

- ARCHITEKT ROLF BERGER

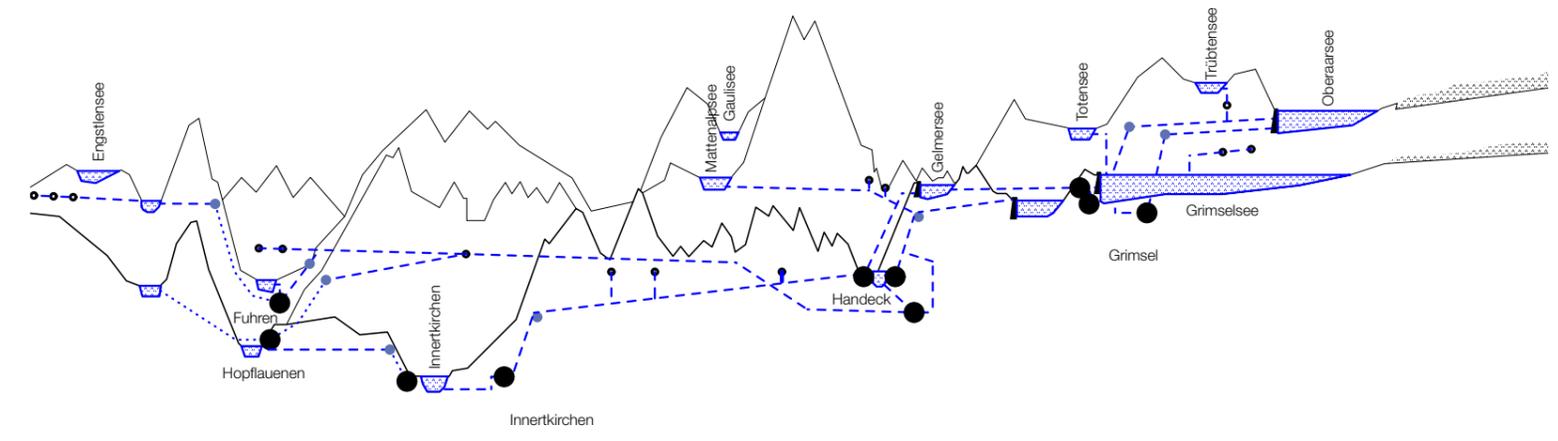
Der Ausbau des Gadmentales 1952-1968 wurde von dem Architektenbüro Rolf Berger von Bern vorgenommen. Durch die flachere Topografie des Gadmentales konnten keine Stauwerke gebaut werden. In den Zentralen Führen, Hopflauen und Innertkirchen II wird dementsprechend Bandenergie erzeugt. Die Kraftwerksbauten wurden als schlichten Eisenbetonbauten oberirdisch realisiert. Die Sichtbetonfassaden haben grosse Fensteröffnungen zu den Maschinensälen.¹²

12 Schröter, A. *Grimselwerk – eine Architekturgeschichte der KWO*, in: Grimsel, Staumauerbau im Bild, 2018



2011-2016 Tandem
 Innertkirchen IE
 Handeck 2E
 Innertkirchen 3 (Grund)

 2019-2025
 Sanierung Spitalamm





1.3 HEUTE

- PROJEKT TANDEM 2011-2016

Das Grossprojekt wertete vor allem die Kraftwerke Handeck 2 und Innertkirchen 1 auf und ermöglichte so, dass 70 GWh elektrische Energie zusätzlich pro Jahr erzeugt werden können.¹³ Zum Projekt Tandem gehört auch das von 2014-2017 realisierte Beruhigungsbecken in Innertkirchen. Damit konnte die KWO ein Prototyp für die vom Bund geforderte Schwall-Sunk Sanierung realisieren. (Siehe Technisches Wasser S. 24)

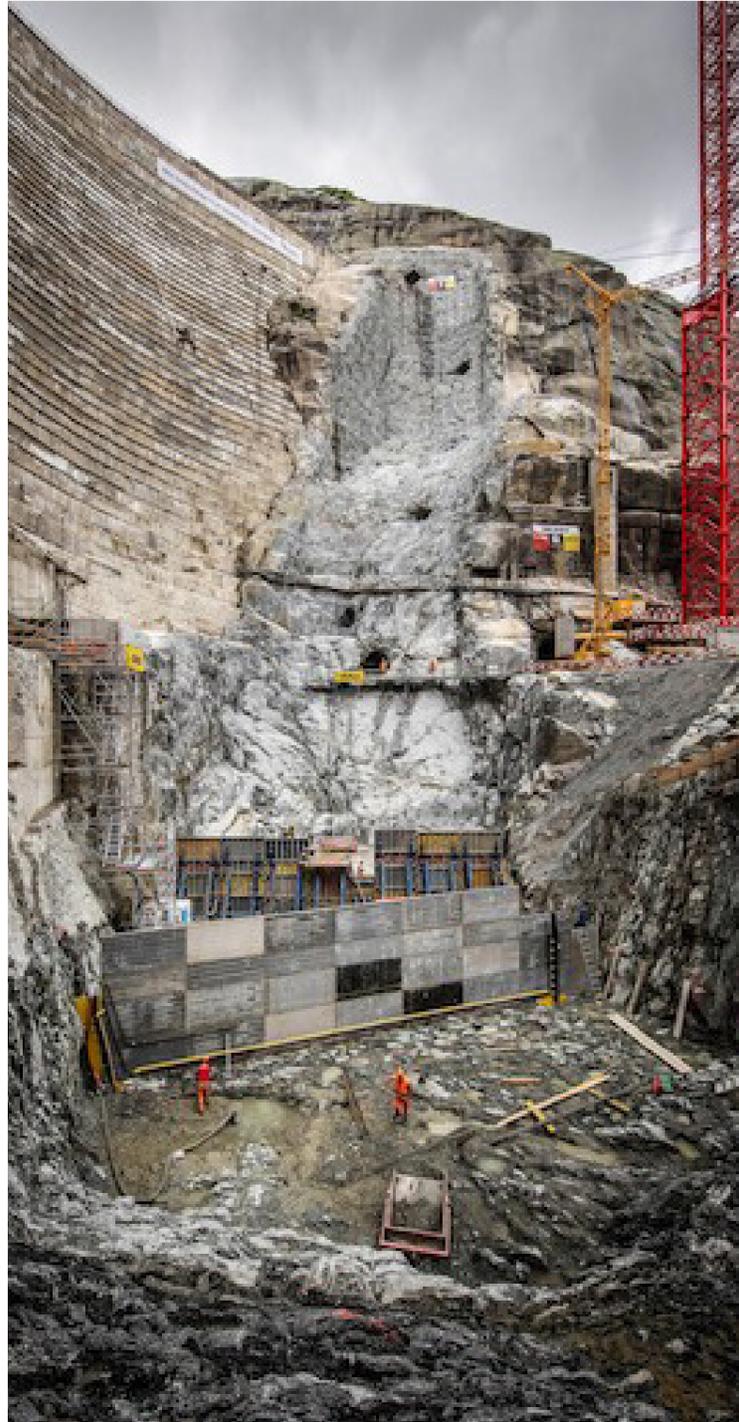
- SANIERUNG SPITALLAMM 2019-2025

Bereits in den 60er Jahren konnte man feststellen, dass eine vertikale Bauwerkstrennung stattfindet. Der Vorsatzbeton und die Mauerkrone beginnen sich vom Massenbeton der Spitalamm zu lösen und lösen eine Materialablagerung im Wasser aus. Ziel war es die Sanierung zeitgleich wie die Erhöhung der Staumauer vorzunehmen. Doch bei weiteren Abklärungen stellte man fest, dass eine AAR (Alkali-Aggregat-Reaktion) stattfinden könnte. Eine chemische Reaktion, welche langfristig zu Schäden im Beton führen könnte. Aus diesem Grund und weil man mit dem Bau des Ersatzes nicht mehr länger warten konnte, hat man beschlossen vor der bestehenden Mauer eine doppeltgekrümmte Bogenmauer zu errichten.

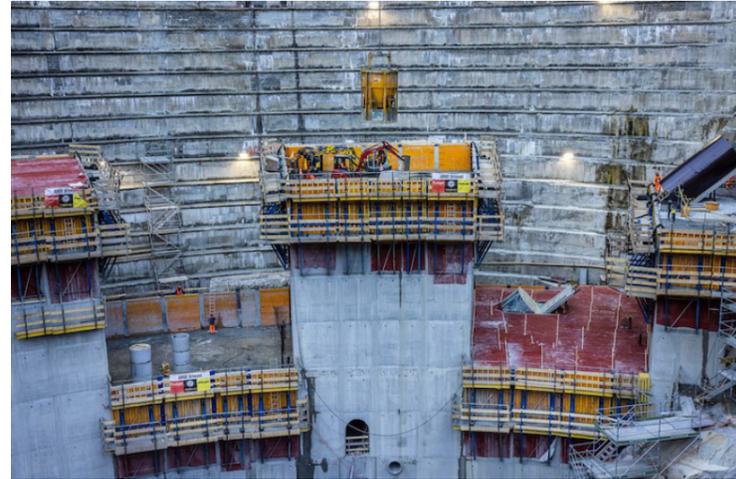
Durch die alte Staumauer werden Löcher gemacht, damit das Wasser zirkuliert. Dadurch wird die Mauer konserviert, denn die Denkmalpflege spricht bei der alten Staumauer von einem «erhaltenswerten» Objekt mit wehrhaft-monumentalen Charakter, in einer «einzigartigen Kraftwerkslandschaft im Oberhasli», die als «Gesamtkunstwerk» zu verstehen sei.¹⁴

Einen grossen Teil des Baumaterials kann durch den Ausbruch der Fundation und bei der Deponie Gerstenegg unterhalb der Staumauer Räterichsbodensee entnommen werden.¹⁵ Schrittweise wird die Staumauer mithilfe von Kletterschalung in jeweils 3 Meter hohen Blöcken betoniert. Für den Bau sind 4 Bausaisons und 520'000t Beton nötig.¹⁶

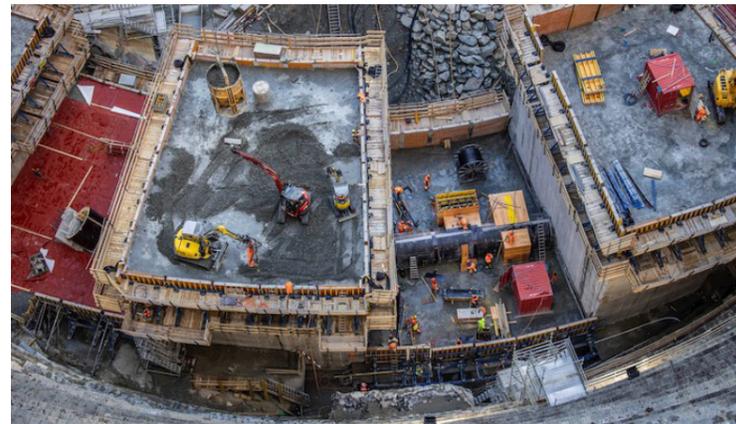
13 Reges, W., von Weissenfluh, D. Kraftwerke Oberhasli AG (Hrsg.), *Ausbau und Projekte der Kraftwerke Oberhasli AG 1983-2018*, Innertkirchen, 2019
14 <https://www.derbund.ch> (November 2017)
15 Kraftwerke Oberhasli AG (Hrsg.), *Ersatz Staumauer Spitalamm*, Informationsblatt KWO
16 Kraftwerke Oberhasli AG (Hrsg.), *Ersatz Staumauer Spitalamm*, Informationsblatt KWO



Fundation - Abb. 23



Kletterschalung - Abb. 24



Dimension - Abb. 25



Moderne Krane Vgl. Abb. 22 - Abb. 26

Durch die Wetterbedingungen, die hohe Lage (1900 Meter über Meer), die engen Platzverhältnisse und die hohen Ansprüche an den Beton ist der Bau sehr herausfordernd.

Die neue Mauer wird etwas niedriger wie die bereits bestehende. Für das neue Bauwerk wird ein neues Stollensystem, sowie ein neues Einlaufbauwerk für den Grundablass im See errichtet. Die Mauer wird horizontal durch 5 Kontrollgänge unterteilt, welche vertikal erschlossen sind, zudem gibt es mehrere Pendelschächte vertikal durch die gesamte Mauer für die Kontrolle der Mauerbewegung.

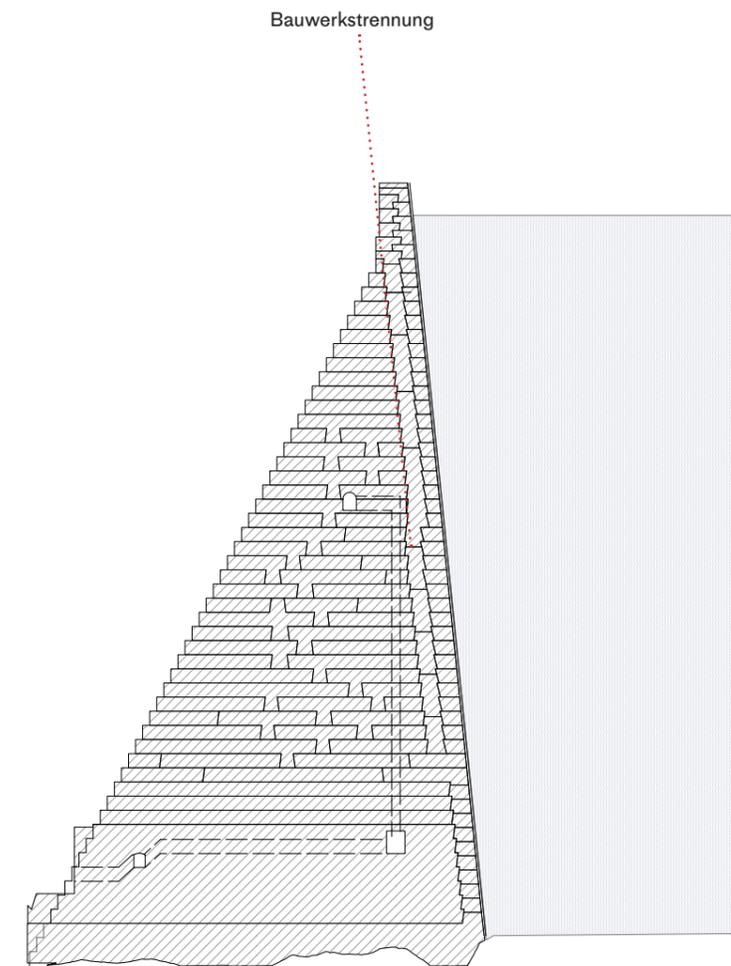
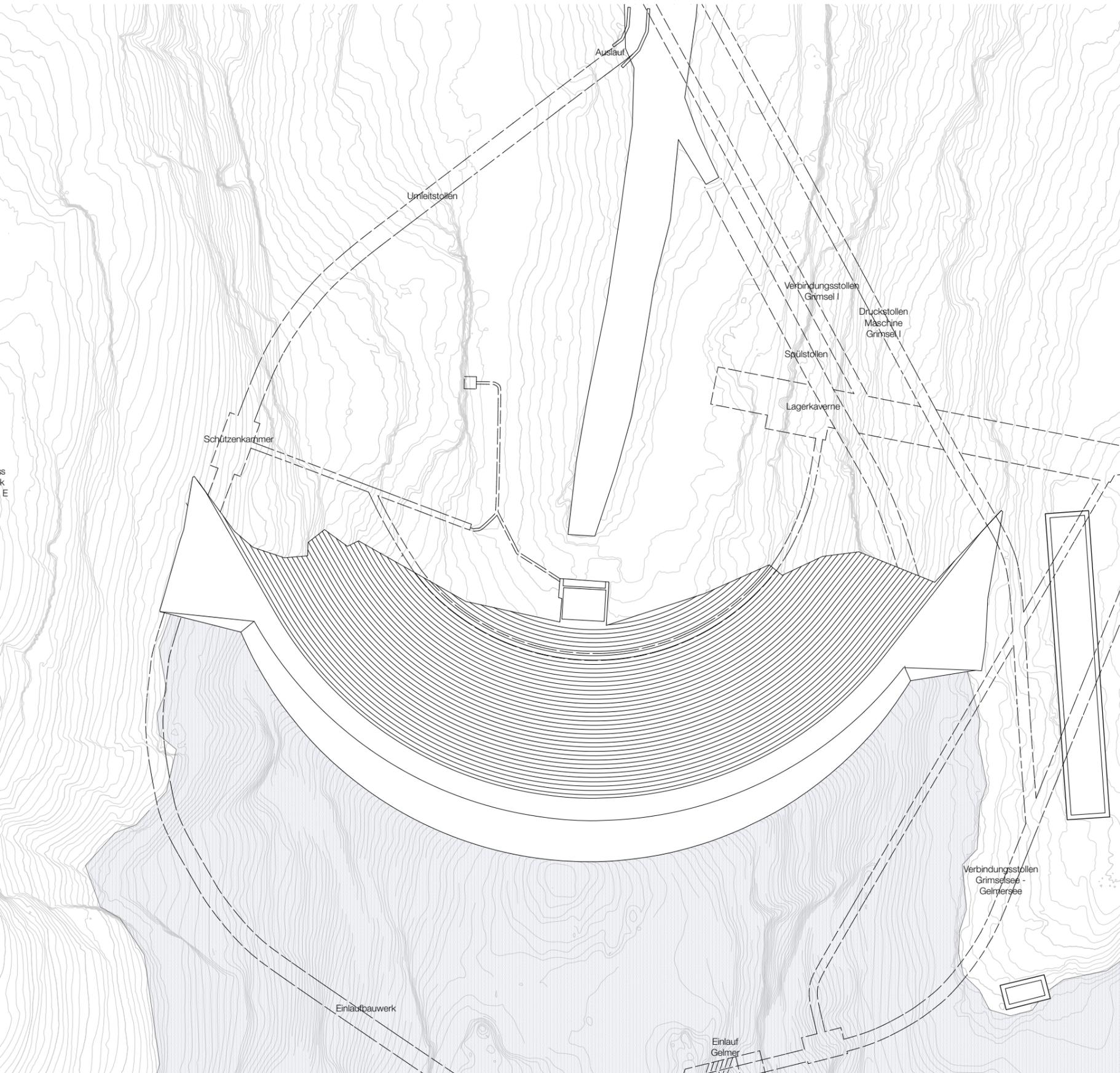
- KWO ZAHLEN UND FAKTEN HEUTE¹⁷

8 Stauseen

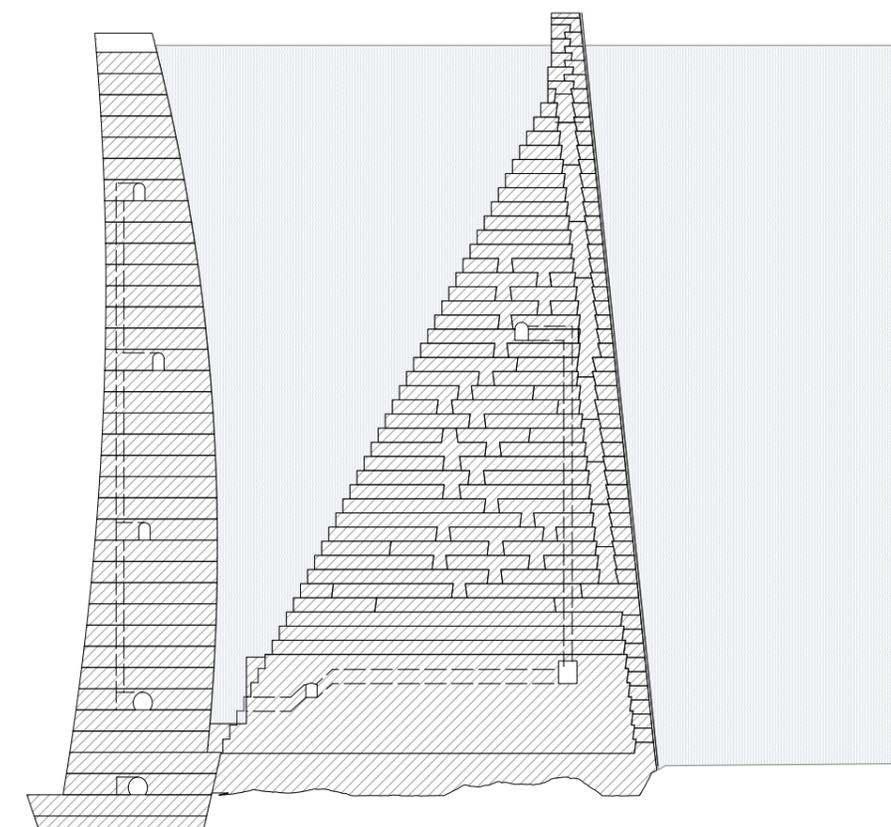
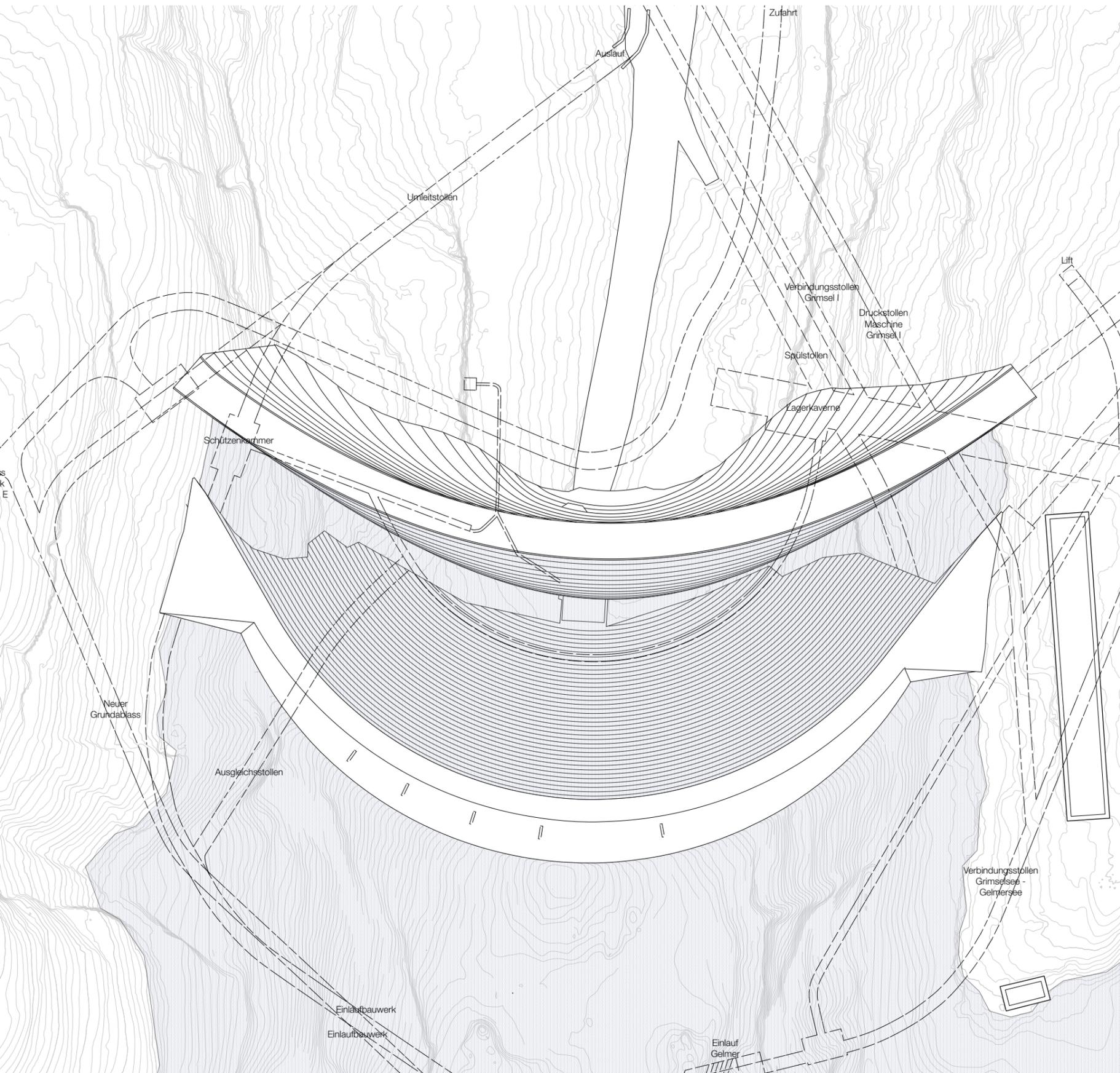
13 Kraftwerke

2300 GWh Energieproduktion pro Jahr

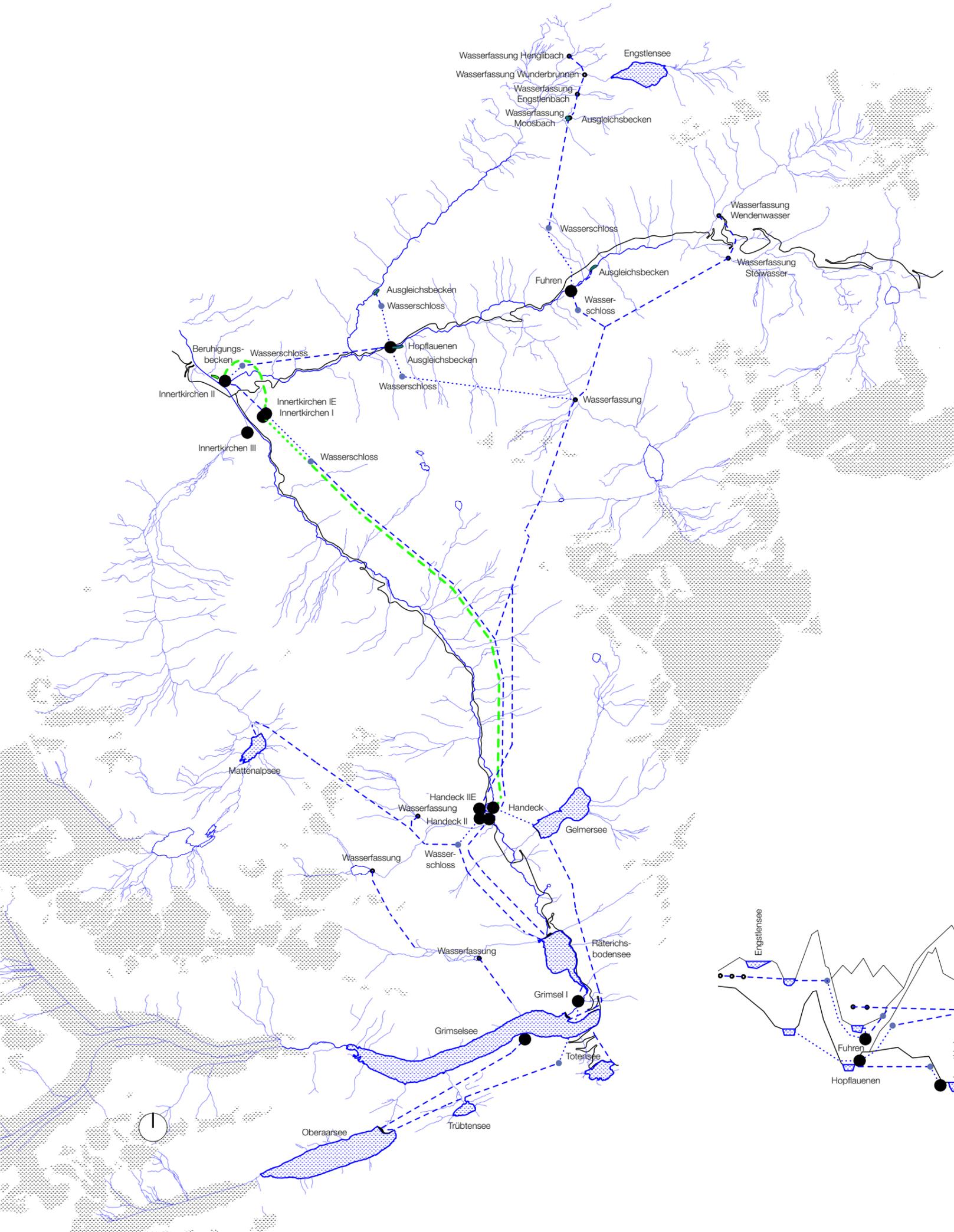
2701 GWh Energieumsatz inkl. Pumpenergie pro Jahr



Staumauer Spitaldam 1925

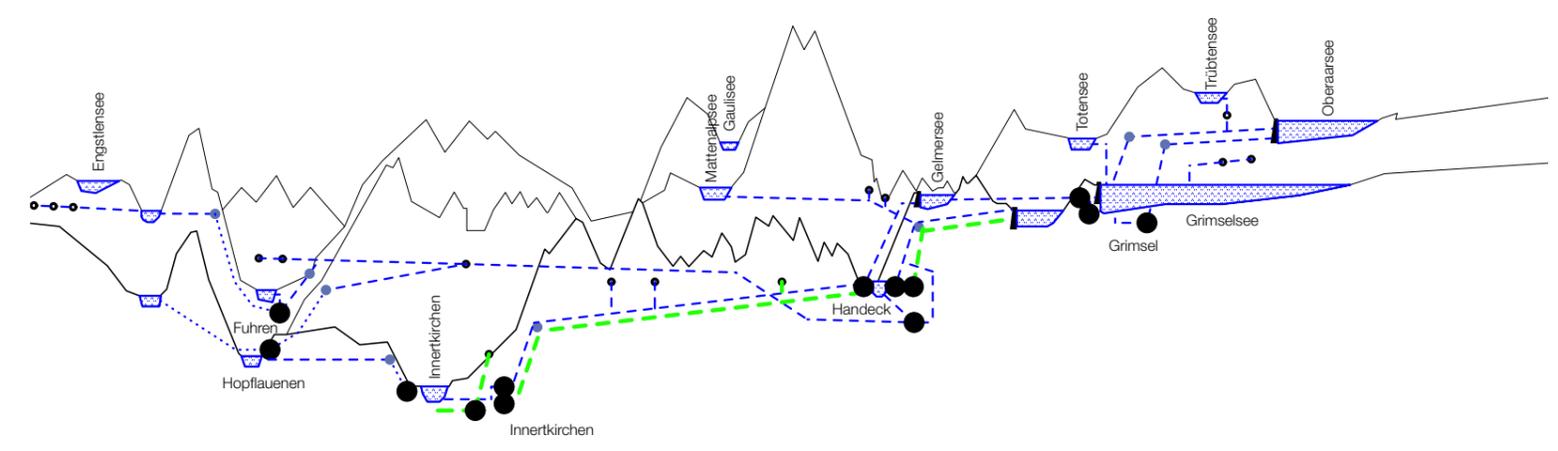


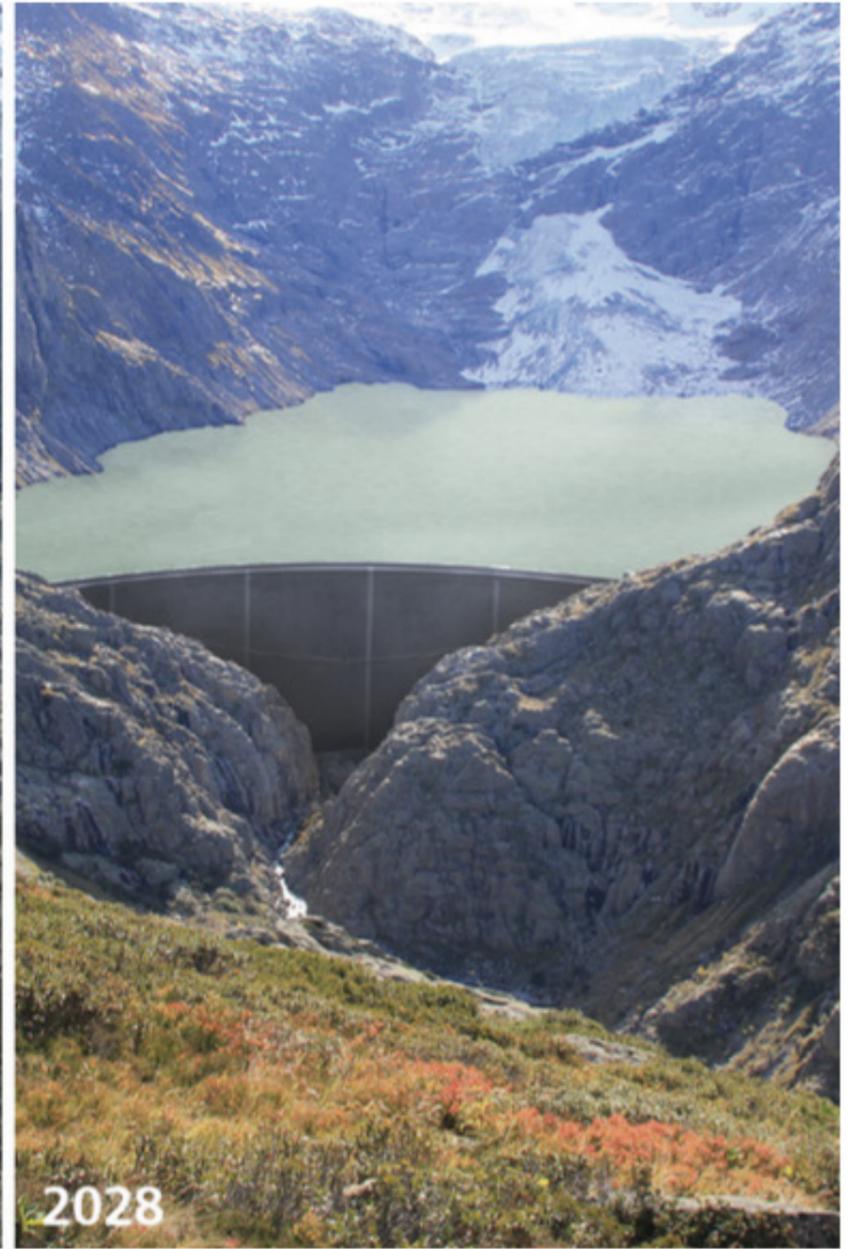
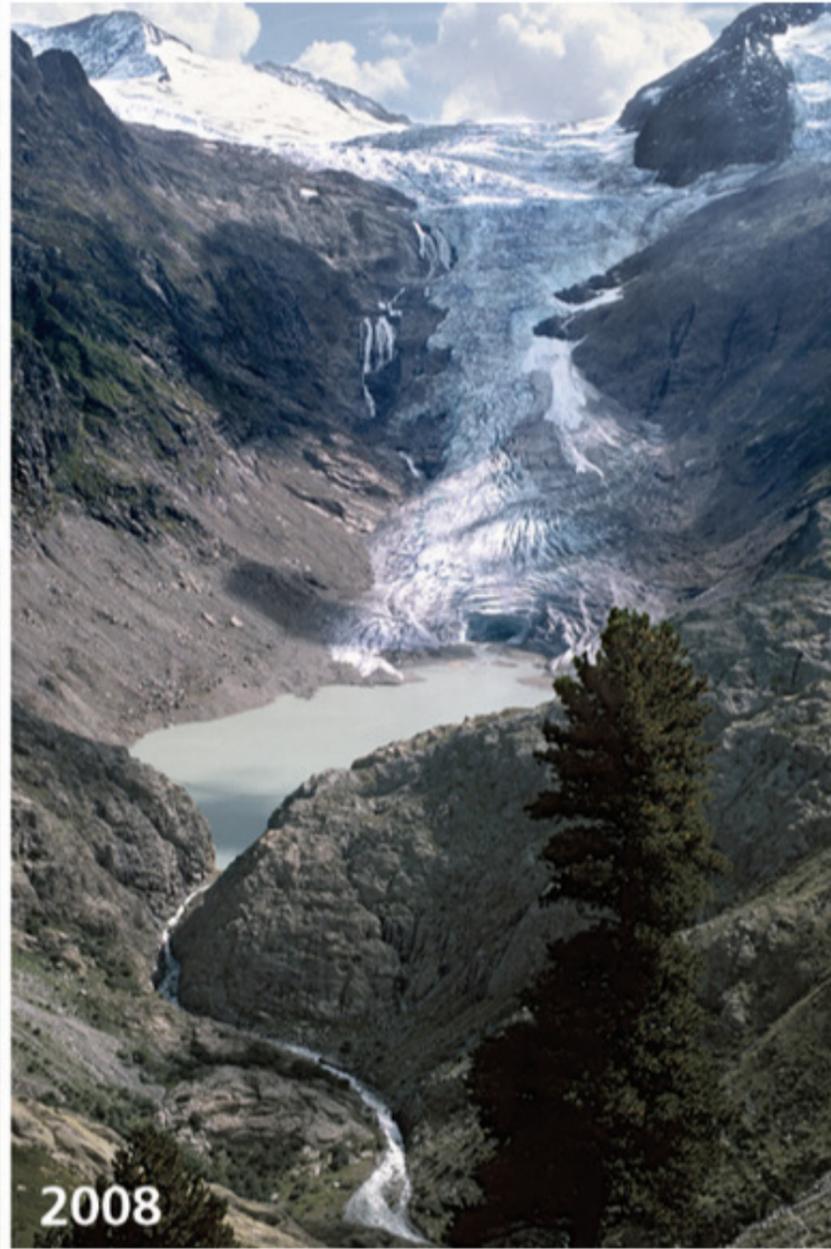
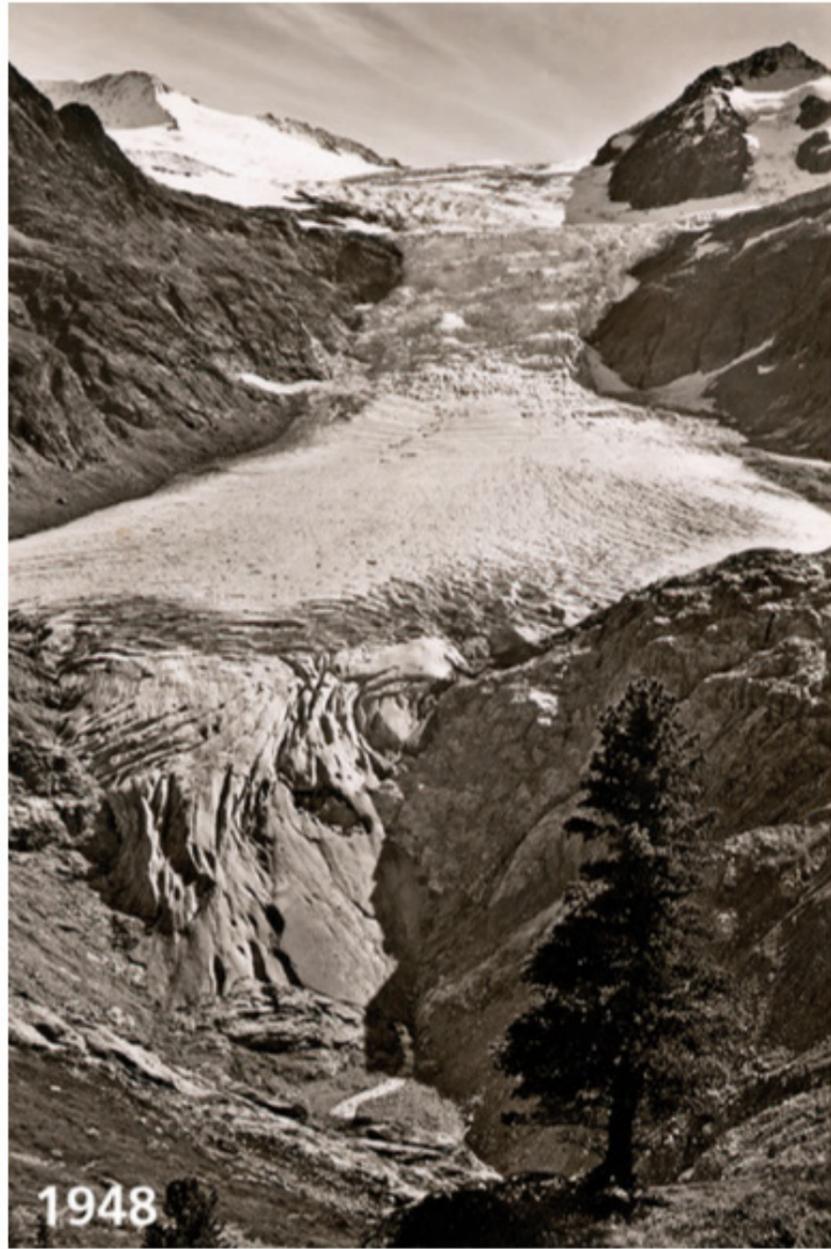
Staumauer Spittalamm 1925 mit der neuen Staumauer 2019-2025

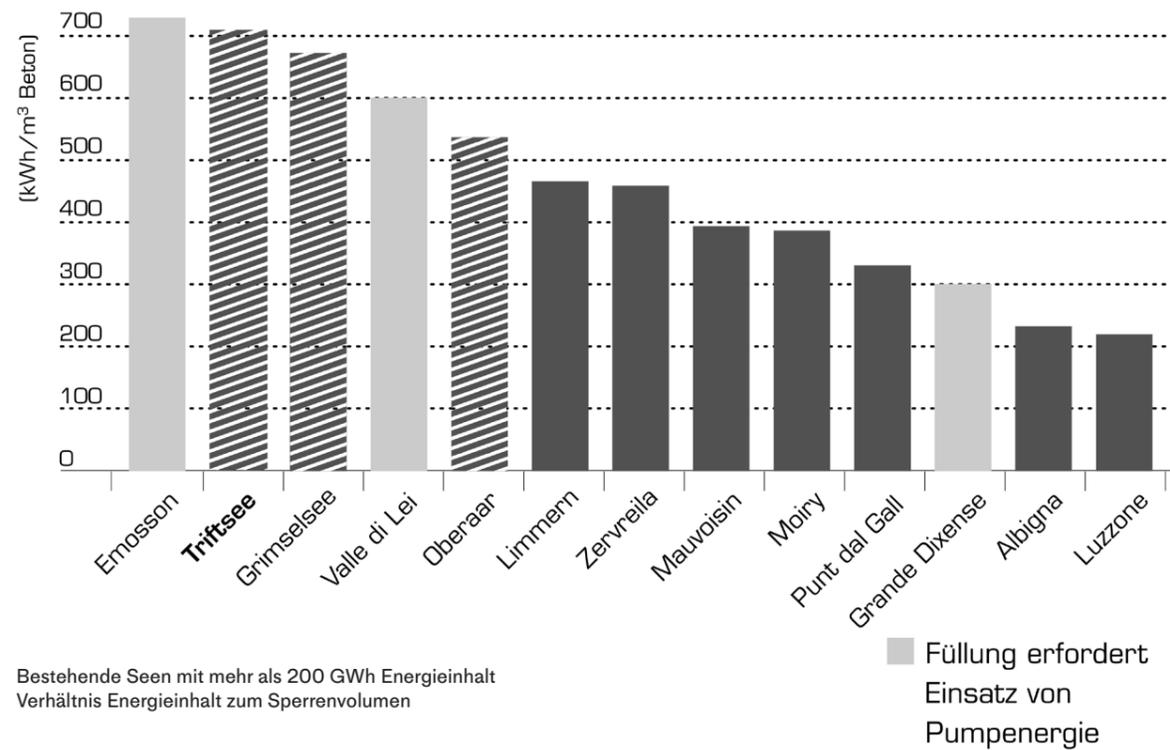


2011-2016 Tandem
 Innertkirchen IE
 Handeck 2E
 Innertkirchen 3 (Grund)

 2019-2025
 Sanierung Spitallamm







1.4 MORGEN

- AUSBAU KWO ALLGEMEIN / RUNDER TISCH

Drei der 15 Projekte des runden Tisches befinden sich im Einzugsgebiet der KWO. Auf der Grafik Abb. 28 wird ersichtlich, wie wichtig diese Wasserkraftprojekte für den Bund sind. Durch die optimale Topografie und Geologie des Grimselgebiet ist das Verhältnis von Speichervolumen zu Sperrvolumen dieser Projekte sehr gut. Zudem muss keine Pumpenergie aufgewendet werden, dass die Seen gefüllt werden können. Neben den zwei Seevergrößerungen Grimsel- und Oberaarsee und dem Neubau der Triftsee Staumauer ist noch der Neubau des Kraftwerkes Grimsel 1 E und dem Pumpspeicherwerk Grimsel 3 geplant.

- GRIMSELSEE ERHÖHUNG

Zunächst war das Projekt als Grimsel-West (lanciert 1982) angedacht und sollte der energiepolitischen Forderung, der Verlagerung der Energie vom Sommer in den Winter der 80er und 90er Jahre, Rechnung tragen. Durch die Liberalisierung des Strommarktes und der damit einhergehenden Volatilität und der ersten Umweltverträglichkeitsprüfung, welche überhaupt je durchgeführt wurde, wurde das Projekt fallen gelassen. Später wurde das Projekt KWO plus lanciert. Dazu gehören nicht nur viele Erweiterung- und Sanierungsmassnahmen der Anlagen, sondern werden auch Gewässersanierungen und Restwasserproblematiken angegangen. Ein Teil des KWO Plus ist aber auch die Grimselseeerhöhung um 23 Meter. (Bild S. 89) Wäre das Projekt früher gestartet worden, hätte man keine neue Staumauer gebaut, sondern die bestehende Spitallamm bis zur Problemstelle abgebrochen und den Mauerquerschnitt seeseitig verstärkt und erhöht.¹⁸ Da die Grimselseeerhöhung bereits seit 2005 auf dem Tisch liegt und vier Mal vor Bundesgericht war, musste man den Neubau der Spitallamm vorziehen. Zur Zeit muss ein Richtplan ausgearbeitet werden, in welchem definiert wird, wie sich das Gebiet weiter entwickelt.

Einsprache gegen Stauseeprojekt am Triftgletscher

In der Talmulde vor dem Triftgletscher wollen die Kraftwerke Oberhasli einen neuen Stausee bauen – mit dem Einverständnis der grossen Umweltverbände. Doch jetzt verlangen Aqua Viva und Grimselverein den Verzicht wegen zu geringen Nutzens.

Helmut Stalder
07.02.2018, 18:33 Uhr



Das Tal des Triftgletschers im Zeitraffer – mit der Zukunftsvision des neuen Stausees. (Bild: Kraftwerke Oberhasli)

Bürgerliche Allianz sagt der Umweltlobby den Kampf an

Eine Volksinitiative, eine diskrete Allianz und Absprachen im Bundeshaus: So wollen Bürgerliche in der Klima- und Energiepolitik die Führung übernehmen.

Andrea Kučera, Mirko Plüss
05.02.2022, 21:45 Uhr

Merken Drucken Teilen



Seit 2005 ein Politikum: Die Erhöhung der Grimsel-Staumauer wurde von Umweltverbänden erfolgreich bis vor Bundesgericht angefochten. (23. Juli 2021)

Manuel Geisser / Imago

Der Kampf um das Triftgebiet: wenn Gletscher zu Stauseen werden sollen

Wasserkraft soll einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende leisten. Doch die Pläne des Bundes drohen am Widerstand der lokalen Bevölkerung zu scheitern, wie ein Beispiel aus dem Berner Oberland zeigt.

Erich Aeschbacher
03.07.2021, 09:30 Uhr



Der Triftgletscher im Kanton Bern hat sich in den vergangenen Jahren markant zurückgezogen. Die Aufnahme stammt vom 19. August 2013.

HÖHERE GRIMSELSTAUMAUER BLEIBT STREITPUNKT

SCHWEIZ 26.11.2020 - 16:40

VON DENNIS FISCHER



Der Streit um eine höhere Staumauer am Grimselsee währt nun schon 10 Jahre. (Foto: Kraftwerke Oberhasli/David Birri)



Klimaschützer in Erklärungsnot
Aus Rundschau vom 10.11.2021.

News > Schweiz >

Stausee an der Trift Klimaschützer kämpfen gegen grünen Strom

- TRIFTSEE NEUBAU

145 GWh Energie pro Jahr | 8 Jahre Bauzeit | 85 Mio m³ Wasserspeicher | max. Höhe 177m | Krone 5.75 m breit 310000 m³ Beton | 100000 m³ Felsaushub | Baugesuch 2017 eingereicht¹⁹

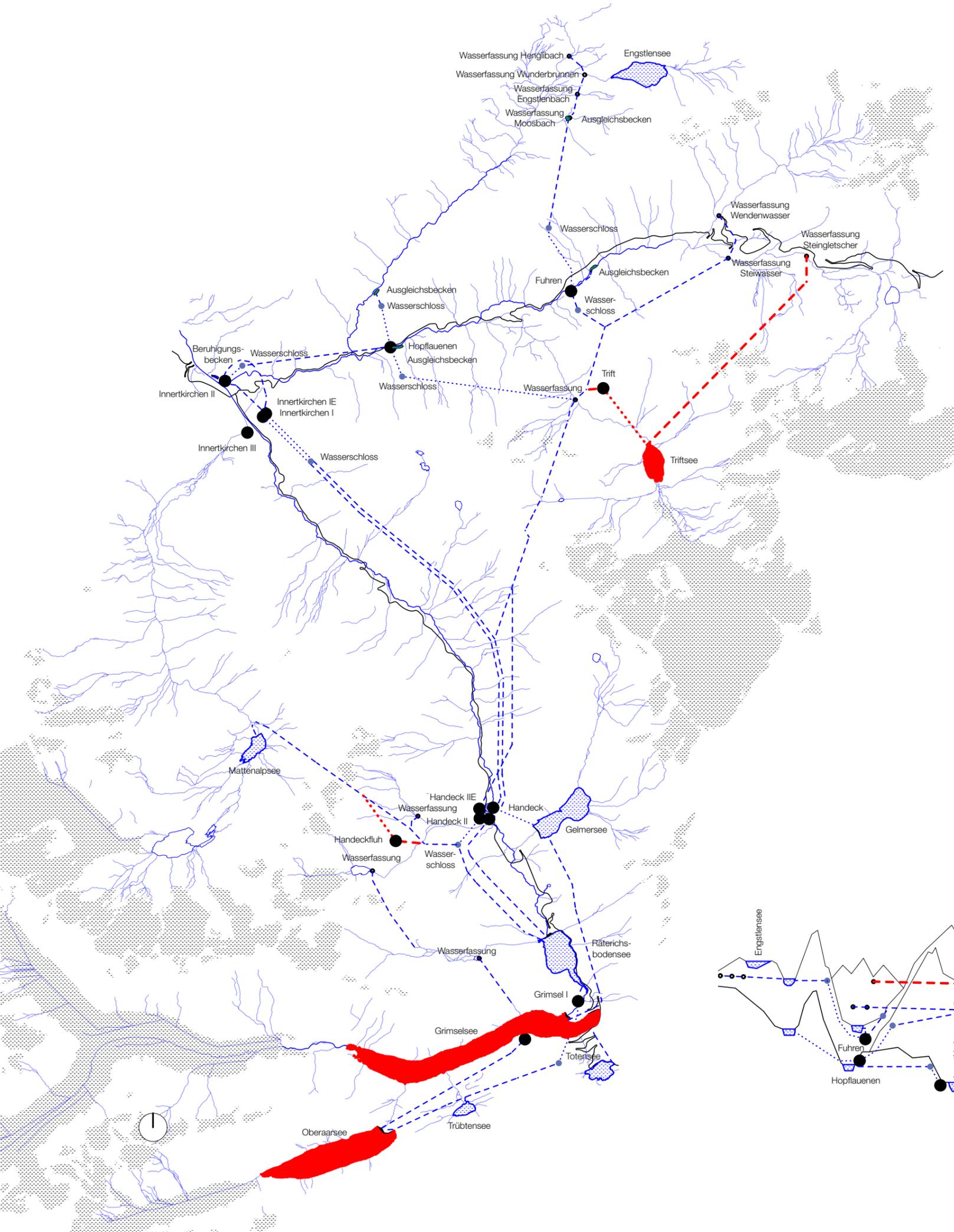
Durch den Rückzug des Triftgletschers hat sich bereits ein Gletschersee oberhalb der Wasserfassung Trift gebildet. Mit dem Bau einer neuen Staumauer am Triftsee kann das Speichervolumen der KWO um 45% erhöht werden, was einer Jahresproduktion von elektrischer Energie, mit Abzug der Restwasserdotierung, von 145 GWh entspricht. Zur Zeit kann im Gadmental des Oberhasli nur Bandenergie erzeugt werden, da wegen der topografisch flacheren Lage der Speichersee fehlt. Mit dem Bau der Triftstaumauer kann auch das Gadmerwasser für den Winter gespeichert werden. Die Hälfte des im Einzugsgebietes anfallenden Wassers, kann durch den Speichersee gespeichert werden. Zusätzlich zum Bau der neuen Staumauer wird eine unterirdische Kavernenzentrale und eine Wasserfassung beim Steingletscher, mit Zulaufstollen zum Triftsee gebaut. Die Staumauer wird als zweifach gekrümmte Bogenstaumauer ausgebildet und wird zwischen Windegg und Drosiegg eingespannt. Es wurden ausführliche Umweltverträglichkeitsberichte verfasst. Zusätzlich hat man versucht durch einen partizipativen Arbeitsprozess die Akzeptanz des Projektes zu erhöhen. Dies ist zum grössten Teil gelungen, abgesehen von Aqua Viva und dem Triftkomitee, welche nun versuchen das Projekt zu verhindern.

Die Staumauer kann in Zukunft nicht nur einen Beitrag zu Wasserspeicherung leisten, sondern schützt auch das Gadmental, bis hinunter zur Aare vor Hochwasser.²⁰

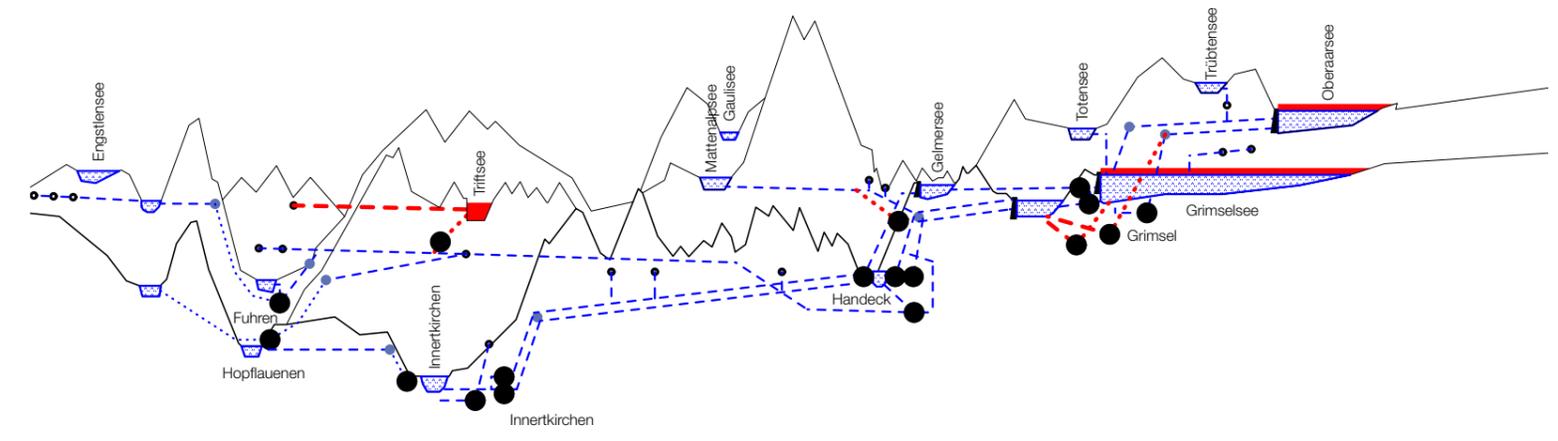
- OBERAARSEE ERHÖHUNG

Laut der gemeinsamen Erklärung des runden Tisches Wasserkraft, ist die Erhöhung der Oberaarsee Staumauer eines der 15 Projekte um die Winterproduktion um 2,023 TWh zu erhöhen. Die Vergrösserung des Speichervolumens des Oberaarsees würde eine zusätzlichen Jahresproduktion von 65 GWh erzeugen.²¹ Die Kraftwerke Oberhasli haben dieses Projekt jedoch noch nicht angestossen.

19 <https://www.grimselstrom.ch> (September 2017)
20 Reges, W., von Weissenfluh, D. Kraftwerke Oberhasli AG (Hrsg.), *Ausbau und Projekte der Kraftwerke Oberhasli AG 1983-2018*, Innertkirchen, 2019
21 Eidgenössisches Departement UVEK (Hrsg.), *Gemeinsame Erklärung des runden Tisches*, 2021



- Grimselsee
- Kraftwerk Grimsel 1 E
- Kraftwerk Grimsel 3
- Triftsee
- Kraftwerk Trift
- Oberaarsee
- Kraftwerk Handeckfluh





2 TECHNISCHES WASSER

2.1 BEGRIFF & BEZUG ZUR KWO

Die KWO umfasst 160 km unterirdische Infrastruktur.²² Einen Teil davon machen die Kraftwerkskavernen, Wasserschlösser, Stollen für den Energietransport oder Zufahrtstunnels zu den Kraftwerken aus. Doch der grösste Teil dieser 160 km sind wasserführende Stollen. Das technische Wasser beinhaltet, also jenes Wasser, welches von den Kraftwerken künstlich, meistens verschlossen in Stollen geleitet wird. Wo das technische Wasser genau beginnt und wo es endet ist teilweise eindeutig, teils gibt es Überschneidungen.

2.2 RESTWASSER

Seit dem Januar 1991 gilt das Bundesgesetz über den Gewässerschutz, welches im Artikel 31 die Mindestrestwassermengen definiert. Im Falle der Kraftwerke Oberhasli wird etwa 1/4-1/5 der Abflussmenge als Restwasser an die «natürlichen» Flussläufe abgegeben.

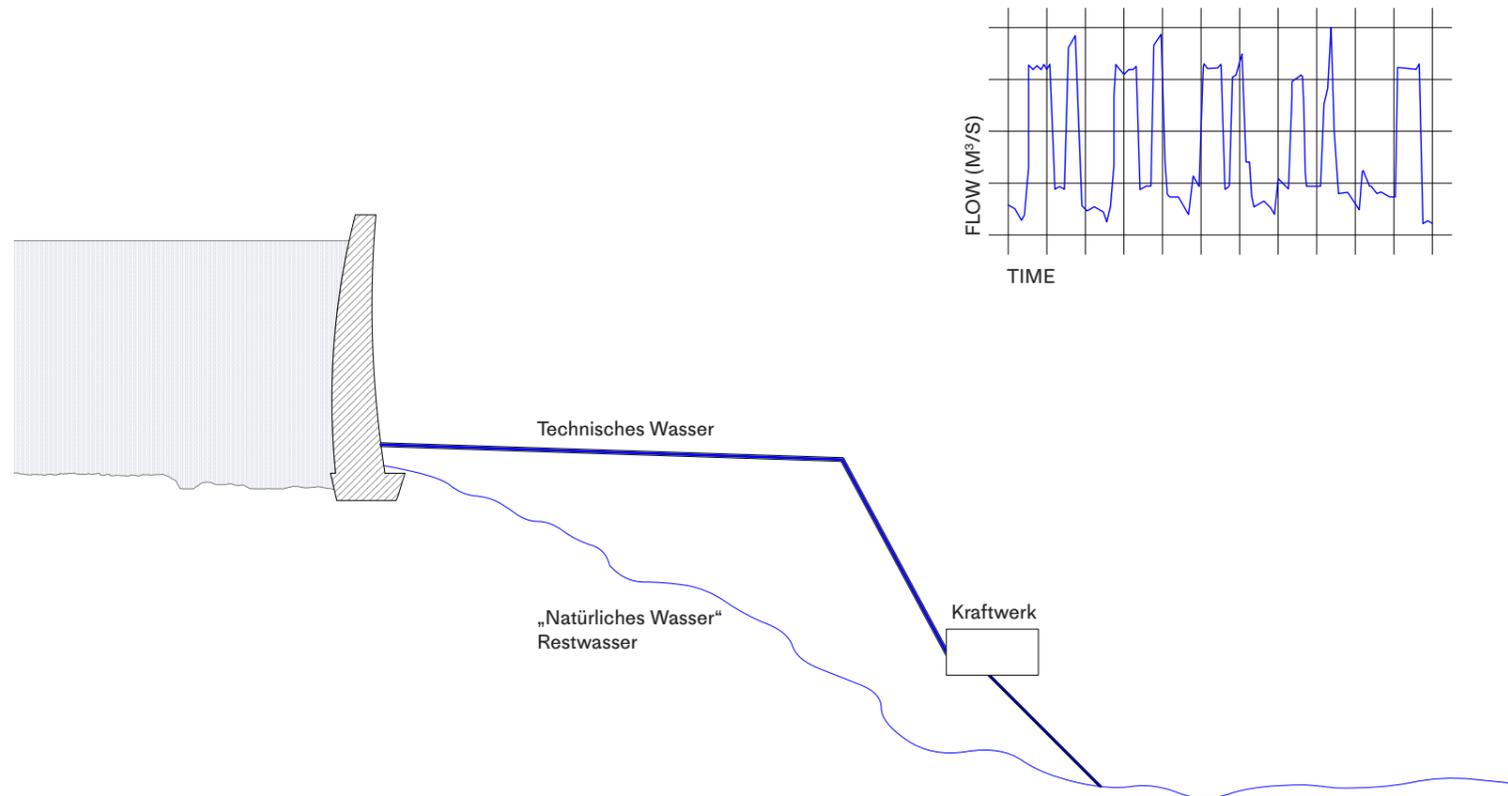
2.3 SCHWALL-/ SUNK

Nachdem das Wasser aus den Speicherseen in den Kraftwerken verarbeitet wurde, fliesst das Wasser durch ein Rückgabebauwerk zurück in den Fluss. Der Turbinenbetrieb hängt von der Energienachfrage ab und verursacht dadurch, dass das Wasser in unregelmässigen Intervallen an die Gewässer zurückgegeben wird. Während der Produktion findet eine künstliche Phase des erhöhten Abflusses statt, dem sogenannten Schwall. Wird die Energieproduktion zurückgefahren gibt es eine Niederwasserphase, welche als Sunk bezeichnet wird.²³

Jeder Fluss und jeder Bach weist eine eigene Morphologie, Korngrössenverteilung auf, das Abflussregime und die Wasserqualität sind unterschiedlich, sowie auch die aquatischen Lebensgemeinschaften. Dadurch lässt sich keine allgemeine Aussage zur Auswirkung des Schwall-Sunkes auf die Gewässerökologie machen. Es gibt jedoch mögliche Störungen, welche in den Gewässern spezifisch beurteilt werden müssen. Dazu gehört das Bewerten der regelmässig auftretenden Sohlenbewegungen durch die Schwallabflüsse sowie die regelmässige Mobilisierung von Rollkies und Sand. Aber auch das Stranden von Fischen bei seichtem Wasser, das Wegschwemmen von Wirbellosen und die Erschwerung oder Verunmöglichung der Fisch-

22 <https://www.grimselestrom.ch>

23 Pfaundler M., Keusen M. 2007: *Veränderungen von Schwall-Sunk. Hydrologische Datenanalyse zur Charakterisierung von Schwall-Sunk Phänomenen in der Schweiz.* Umwelt-Wissen Nr. 0712. Bundesamt für Umwelt, Bern. 110 S.



wanderung wegen der zu hohen Fließgeschwindigkeiten bei der Rückgabe des turbinieren Wassers.²⁴

- EINFLUSS WASSERTEMPERATUR

Durch den Schwall-/ Sunk Mechanismus vermischen sich die Wasser aus den Stollen und jenen aus den Flüssen rasch.

- EINFLUSS AUF FLUSSSOHLE

Durch den Schwall wird tendenziell die Undurchlässigkeit der Flusssohle verstärkt.

- EINFLUSS AUF MAKROZOOBENTHOS

Auf dem 500 Meter langen Flussabschnitt zwischen Innertkirchen und der Aareschlucht ist die aquatische Lebensgemeinschaft (Biomasse) auf dem Gewässerboden kleiner und weniger vielfältig als vor dem Zufluss des turbinieren Wassers, nach der Aareschlucht nimmt sie wieder zu. Die Schwallstrecke von den Kraftwerken Oberhasli reicht von Innertkirchen bis zum Brienzsee, nimmt in ihrer Kraft jedoch stetig ab.²⁵

- EINFLUSS AUF FISCHE

Dies Abschnitt der Aare ist vor allem wichtig für die Laichwanderung und Fortpflanzung der Seeforelle. Die Bühnenstrecke zwischen Innertkirchen und der Aareschlucht ermöglicht, dass sich die Fische bei Schwall zurückziehen können. Der direkte Zufluss in den Fluss verunmöglicht den Fischen jedoch den Weg ins Gadmerwasser. Durch die Morphologie des Wassers ist das Stranden der Fische hier weniger ein Thema.²⁶

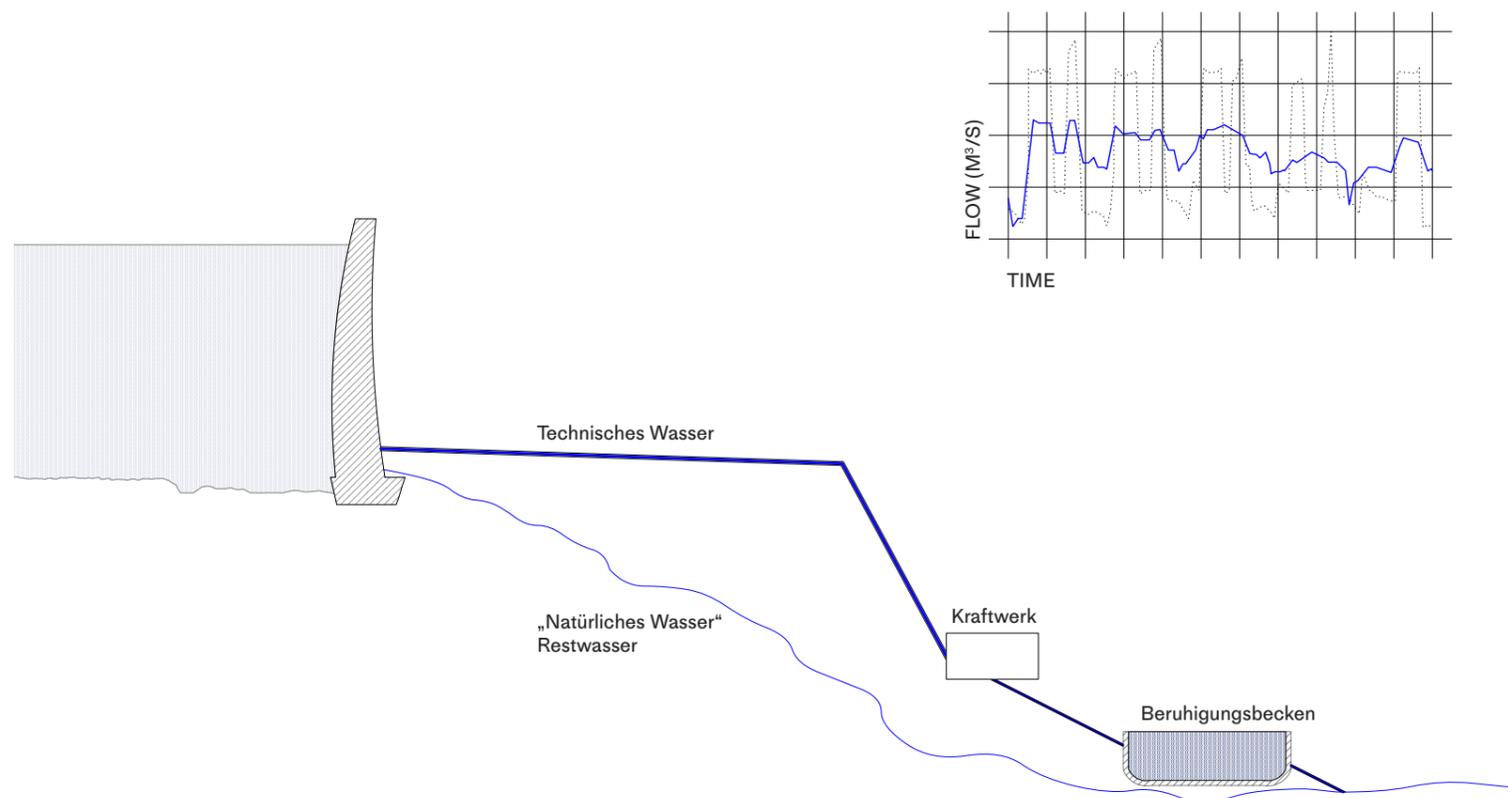


Diagramme - Abb. 35 (oben), 36 (unten)

24 Schweizer S., Neuner J., Ursin M., Tscholl H., Meyer M. *Ein intelligent gesteuertes Beruhigungsbecken zur Reduktion von künstlichen Pegelschwankungen in der Hasliare*. In: Wasser Energie Luft, Heft 3, Baden: 2008
 25 siehe 23
 26 siehe 23



Beruhigungsbecken Innertkirchen - Abb. 37

2.4 BERUHIGUNGSBECKEN

Ziel des Beruhigungsbeckens ist es, die unregelmässige Abgabe von Wasser in die Flüsse zu reduzieren. Im Becken werden die Pegelschwankungen, aber auch das Wasser beruhigt bevor es zurück in die Aare geht.

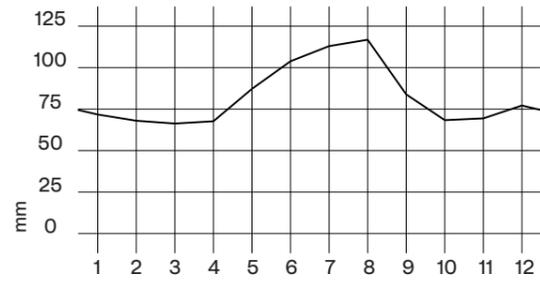
Durch ein Beruhigungsbecken können die negativen Störungen auf das aquatische Ökosystem signifikant reduziert werden.²⁷

- PROTOTYP BERUHIGUNGSBECKEN INNERTKIRCHEN:

Die Ausdehnung des Beckens wird seitlich begrenzt durch die Hasliaare und das Gadmerwasser, aber auch durch die Eisenbahn. Vertikal ist die Höhenlage durch das Wasserniveau der Aare, sowie der Höhenlage der Turbinen vom Kraftwerk Innertkirchen II vorgegeben. Durch die in Reihe geschalteten Mikroturbinen kann bevor das Wasser in die Aare abgegeben wird noch einmal 2 GWh/a Strom produziert werden, was ungefähr 2 Windrädern entspricht. Durch die siphonartigen Turbinen kann das Wasser auf diese Art so sanft wie möglich zurück gegeben werden. Nach dem Auslassbauwerk gibt es noch eine separat geführte Strecke um den Geschiebehaushalt auf diese Strecke aufzufangen. Die geometrische Anordnung der Elemente wurde in Modelversuchen getestet. Bei höchster Auslastung der Kraftwerke ist das Becken zu klein um alles Wasser zu beruhigen. Tritt dieser Fall ein, kann die Aare durch eine langsame Erhöhung des Pegels an den kommenden Schwall gewöhnt werden.

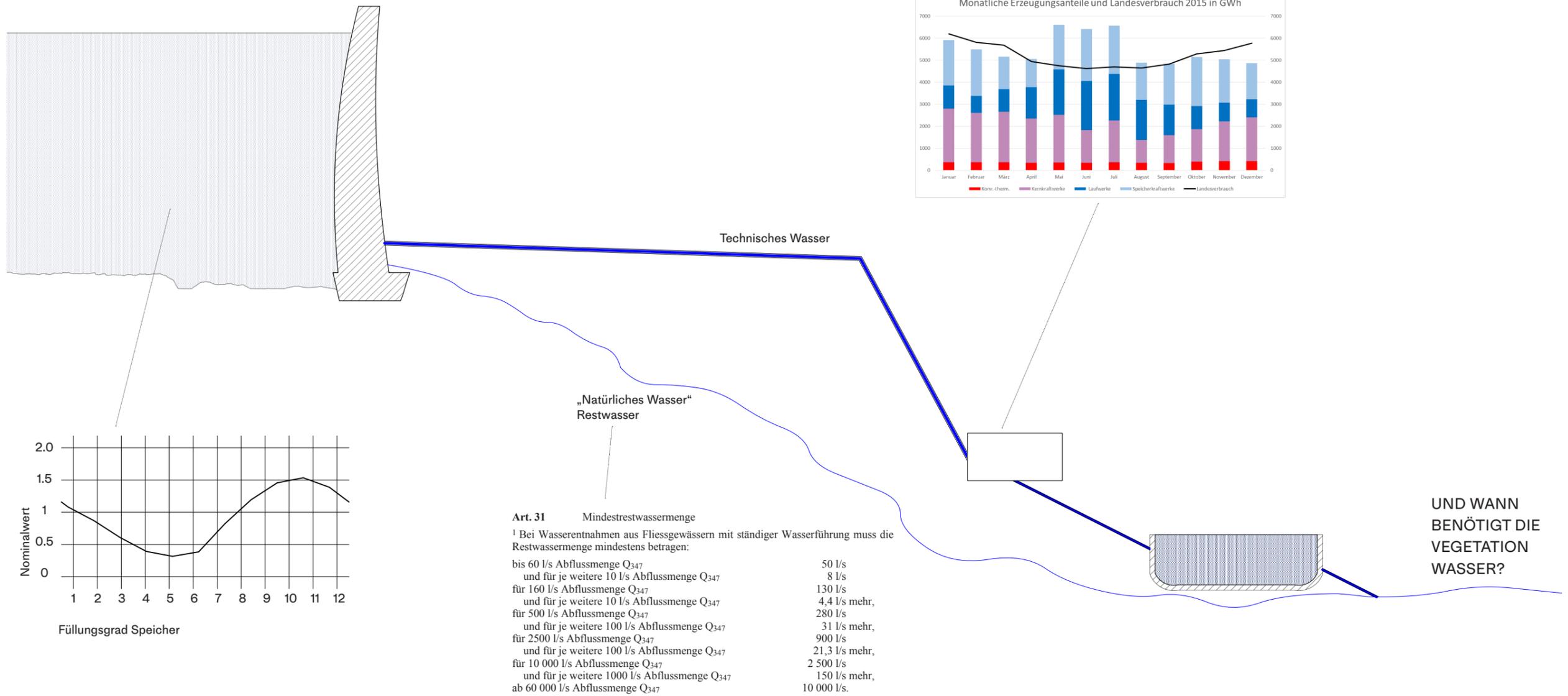
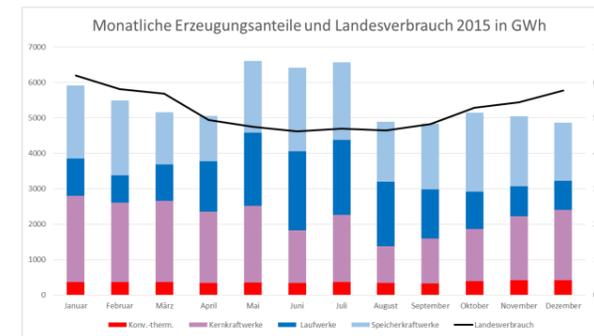
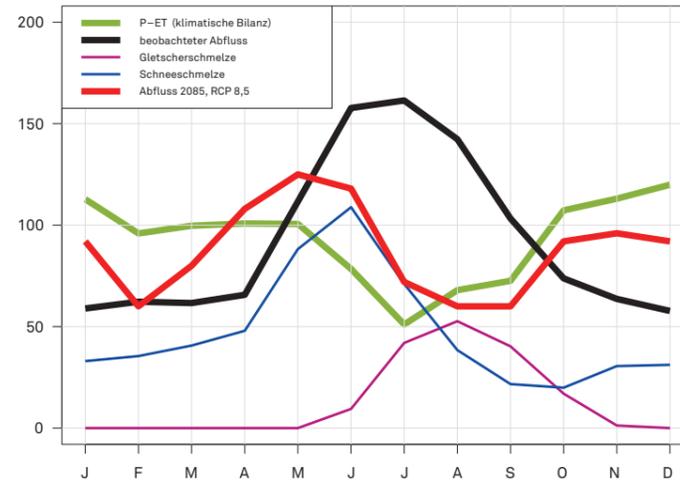
Fakten:

- Volumen 22'000 m³ + Unterwasserstollen mit 25'000 m³



Niederschlag Grimselgebiet

Abfluss [mm/Monat]



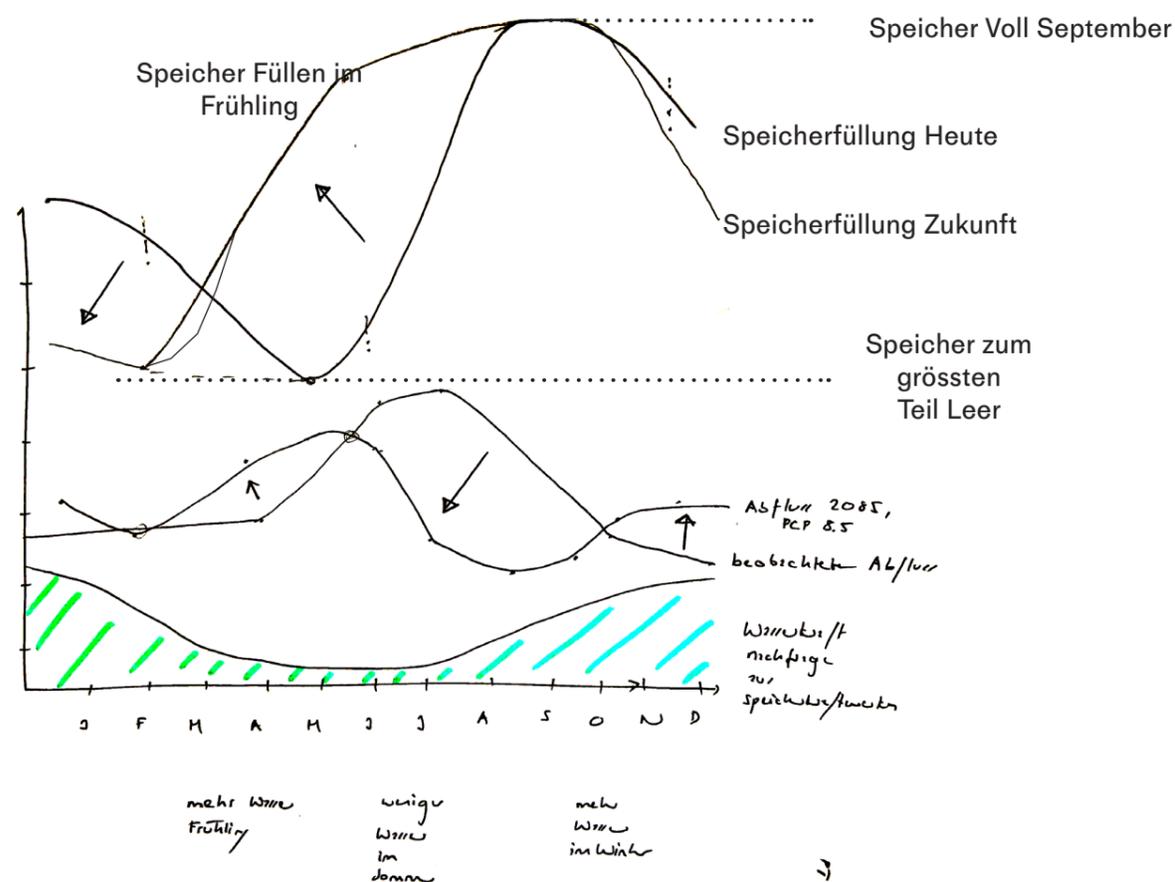
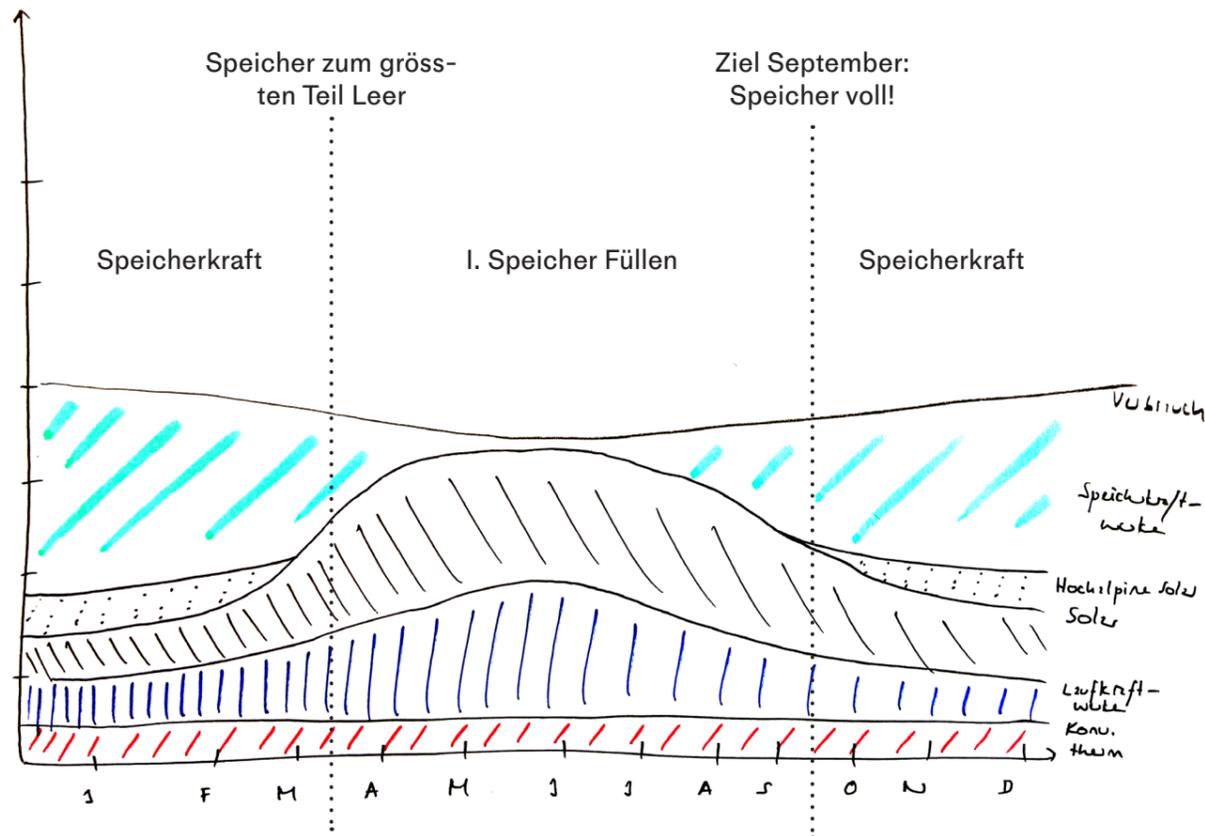
Füllungsgrad Speicher

Art. 31 Mindestrestwassermenge

¹ Bei Wasserentnahmen aus Fließgewässern mit ständiger Wasserführung muss die Restwassermenge mindestens betragen:

bis 60 l/s Abflussmenge Q_{347}	50 l/s
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge Q_{347}	8 l/s
für 160 l/s Abflussmenge Q_{347}	130 l/s
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge Q_{347}	4,4 l/s mehr,
für 500 l/s Abflussmenge Q_{347}	280 l/s
und für je weitere 100 l/s Abflussmenge Q_{347}	31 l/s mehr,
für 2500 l/s Abflussmenge Q_{347}	900 l/s
und für je weitere 100 l/s Abflussmenge Q_{347}	21,3 l/s mehr,
für 10 000 l/s Abflussmenge Q_{347}	2 500 l/s
und für je weitere 1000 l/s Abflussmenge Q_{347}	150 l/s mehr,
ab 60 000 l/s Abflussmenge Q_{347}	10 000 l/s.

UND WANN
BENÖTIGT DIE
VEGETATION
WASSER?



2.5 SAISONALE VERLAGERUNG -> RUNDER TISCH

Durch die Staumauern findet eine saisonale Verlagerung des Wassers statt. Die höchsten Niederschlagsmengen mit samt der Gletscher- und Schneeschmelze fallen in den Frühlings- und Sommermonaten an. Infolge der Klimaerwärmung haben die Gletscher in den letzten Jahren viel an Volumen verloren und die Eis- und Schneeschmelze wird in Zukunft geringer ausfallen. Dadurch findet auch der Abfluss des Wasser direkt nach dem Niederschlag statt.

Durch die Staumauern kann das Wasser «gelagert» werden und erst wenn nötig turbinieren werden. Das grosse Ziel der Wasserkraft ist es vor allem die Winterlücken zu schliessen. Denn durch die Liberalisierung des Strommarktes und dem vermehrten Einspeisen von erneuerbaren Energien ist der Strommarkt volatiler geworden und es wird schwieriger die nötige Spannung und Netzfrequenz zu erreichen. Steigt die Nachfrage kann mit der Wasserkraft in kürzester Zeit reagiert werden und Strom produziert werden.

Die Ausbauprojekte der KWO würden eine zusätzliche Speicherkapazität von 160 Mio. m³ Wasser mit sich bringen. Heute kann das Kraftwerk erst 25% der jährlich anfallenden Niederschläge speichern.²⁸

Die Speicherung des Wassers verursacht, dass das Wasser meist in den Wintermonaten an die Vegetation zurückgegeben wird. Dies ist jedoch entgegen der Vegetationsperioden. Es stellt sich die Frage, ob es nötig sein wird, wenn die Stauvolumen ausgebaut werden, dass es am Ende des Systems eine Art Umkehrspeicherung benötigt?

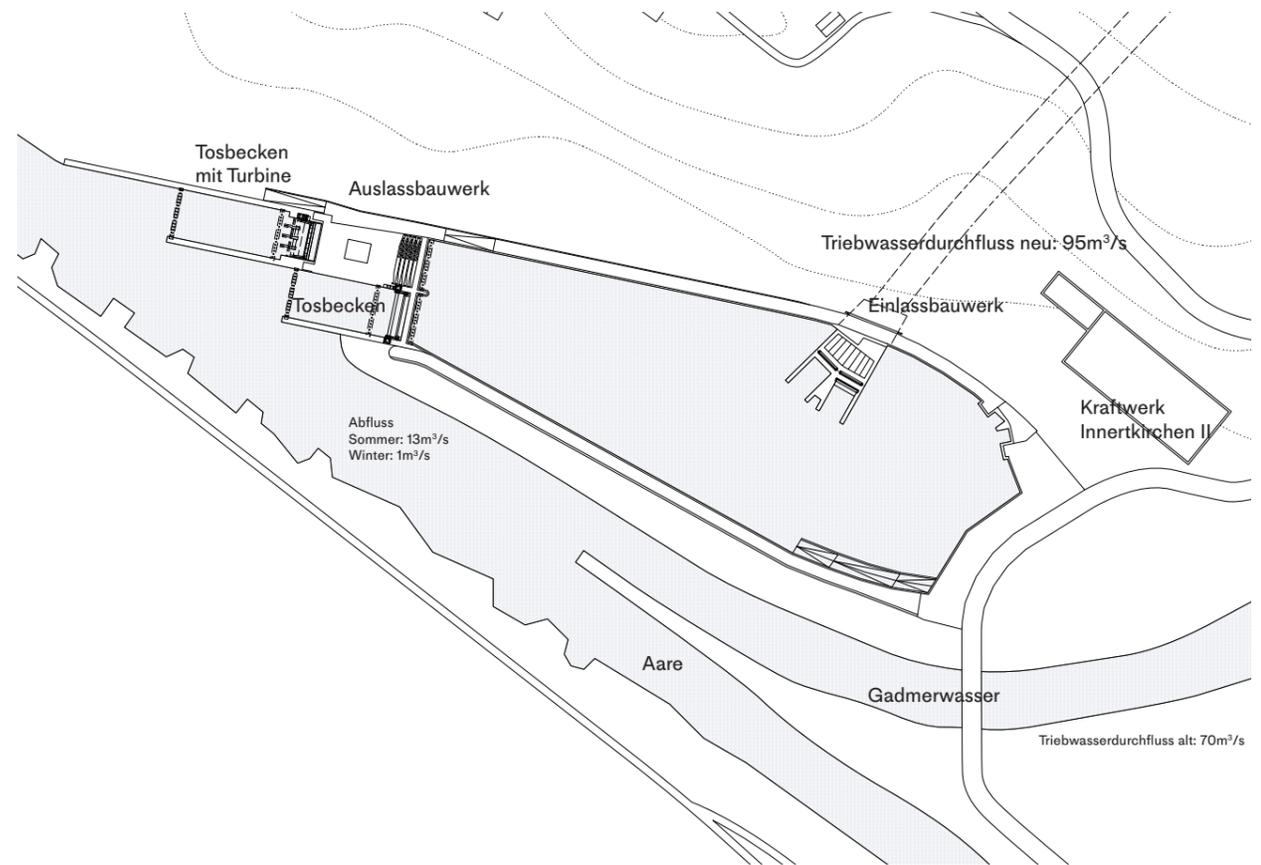
In Zukunft werden voraussichtlich mehr Starkniederschläge stattfinden. In solchen Momenten können die Stauseen wichtige Auffangbecken sein um ein Hochwasser zu verhindern oder abzumildern.²⁹

Die Abbildung 39 zeichnet durch die Kombination der Grafiken von Abbildung 38 skizzenhaft die Idee auf, dass die Wasserkraft im Sommer weniger Strom produziert als heute. Ziel könnte es sein die Wasserkraft im Sommer praktisch keine Energie erzeugt und stattdessen die Speicher füllt. Dafür könnte in den niederschlagsärmeren Sommer, mehr Wasser der an die Vegetation zurück gegeben werden.

28 Kraftwerke Oberhasli AG (Hrsg.), *Grimselwelt*, Informationsbroschüre, 2018
 29 Reges, W., von Weissenfluh, D. Kraftwerke Oberhasli AG (Hrsg.), *Ausbau und Projekte der Kraftwerke Oberhasli AG 1983-2018*, Innertkirchen, 2019



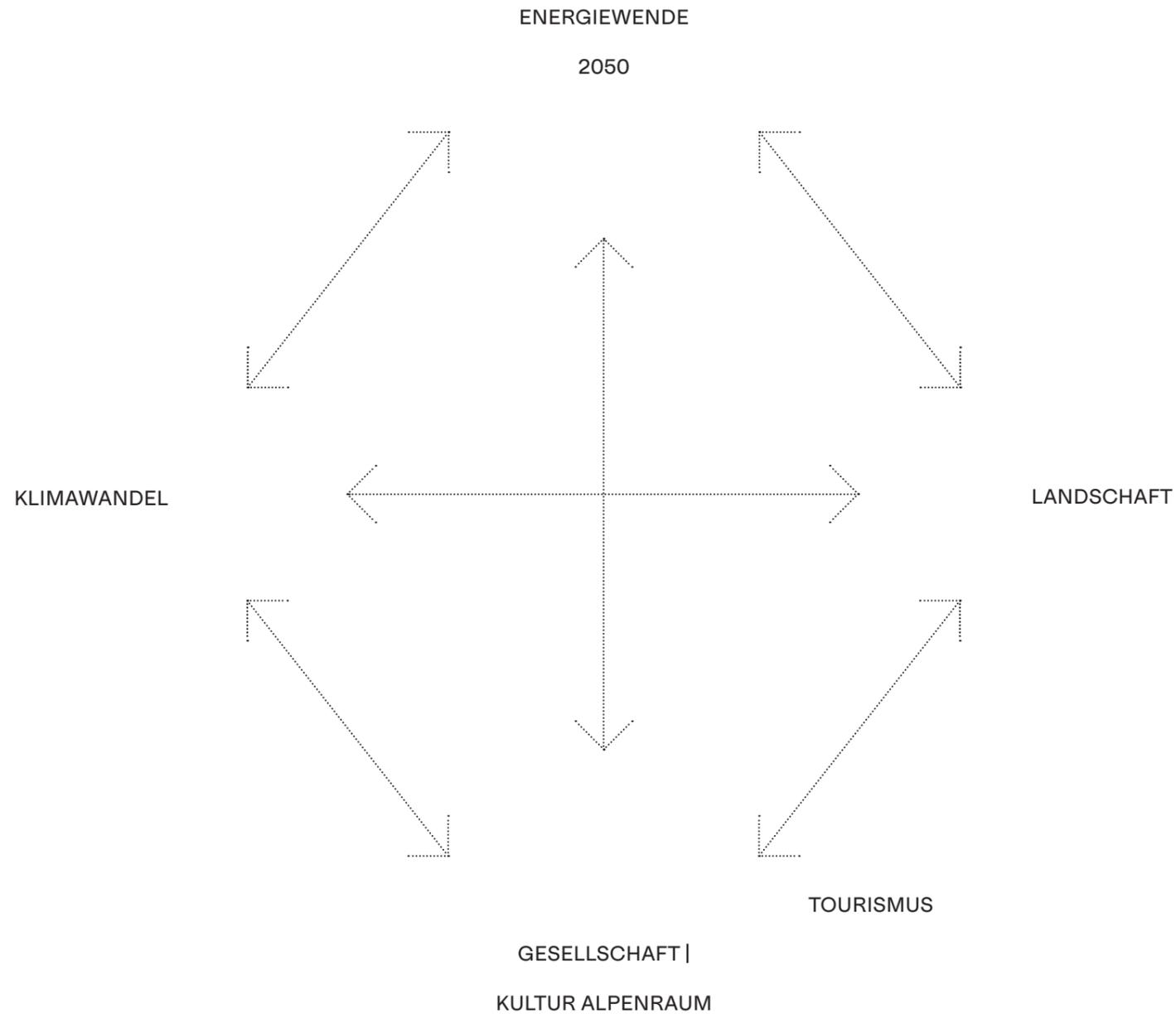
Prototyp Beruhigungsbecken - Abb. 40



Prototyp Beruhigungsbecken



3 SPANNUNGSFELD



Die Kraftwerke bewegen sich in einem eng gestrickten Spannungsfeld. So stehen sie den Energie- und Klimazielen des Bundes gegenüber, dem grossen Schutzinteresse von Natur und Landschaft, welches sich vor allem in Schutzgebieten und Ausgleichsmassnahmen manifestiert. Gleichzeitig bewegen sie sich in Gebieten, welche zu grossen Teilen vom Tourismus leben und müssen am Ende auch mit der Gesellschaft und der Kultur des Alpenraumes verhandeln.

3.1 AKZEPTANZ DER BEVÖLKERUNG GESTIEGEN DURCH TOURISMUS

Die Kraftwerke Oberhasli haben seit der Jahr 1999 mit der Grimselwelt auch den Tourismus im Gebiet erschlossen. Die Werksbahnen, welche ursprünglich für den Bau, später für die Prüfung, Wartung und Instandhaltung der Kraftwerksanlagen gebaut wurden, hat man begonnen umzubauen und für die Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Die Kraftwerke entwickelten sich von einer völlig abgeriegelten und «Zugang verboten» - Haltung zu einer «Willkommenskultur». Ziel ist es die Wasserkraft der Bevölkerung näher zu bringen, Wissen zu vermitteln und somit die Akzeptanz zu erhöhen.



Deponie Innertkirchen - Abb. 43



Deponie Räterichsbodensee - Abb. 44

3.2 AKZEPTANZ GESTIEGEN DURCH UNTERIRDISCHE BAUWEISE

Zunächst baute man vor allem aus Sicherheitsgründen unterirdisch. Sei es aus Angst vor Angriffen oder dem Risiko der Naturgefahren. Erst in den 50er Jahren kam das Bewusstsein des Naturschutzes hinzu. Heute sind die unterirdischen Anlagen von grossem Vorteil. Die Anlagen können mit wenig Widerstand erweitert und erneuert werden. Zudem sind sie nicht auf den knappen oberirdischen Platz im Tal angewiesen. Die Expansion in alle Dimension ist möglich. Die Lage der Kraftwerke kann also auch in der Höhe entsprechend dem Wasserdruck optimal gewählt werden.

Durch die unterirdische Bauweise sind die Auswirkungen auf die Landschaft weniger offensichtlich. Doch bei genauem betrachten sind diese «negativen» Berge überall im Grimselgebiet zu finden. Die Deponien bilden in der ansonsten sehr feingliedrigen Landschaft einen Massstabssprung. Die mit grasbedeckten Deponien fallen auf.

Der negative Berg.



Energetische Nutzung

- 1 Energieerzeugung
- 2 Energiespeicherung
- 3 Systemdienstleistungen

Wasserrückhalt / Schutzfunktion

- 4 Hochwasserschutz / Schutz vor Naturgefahren
- 5 Hydrologische Regulierung (Ersatz / Ergänzung natürlicher Speicher)

Nutzung des Wassers

- 6 Trinkwasser
- 7 Bewässerungswasser
- 8 Löschwasser
- 9 Beschneigung
- 10 Kühlwasser

Ökologie

- 11 Garantie der Restwassermengen
- 12 Künstliche Hochwasser

Gesellschaft

- 13 Infrastruktur des Kraftwerks
- 14 See als Attraktion
- 15 Kultur- / Landschaftsraum

3.3 AKZEPTANZ DURCH ÖFFENTLICHE NUTZUNG / INFRASTRUKTUR

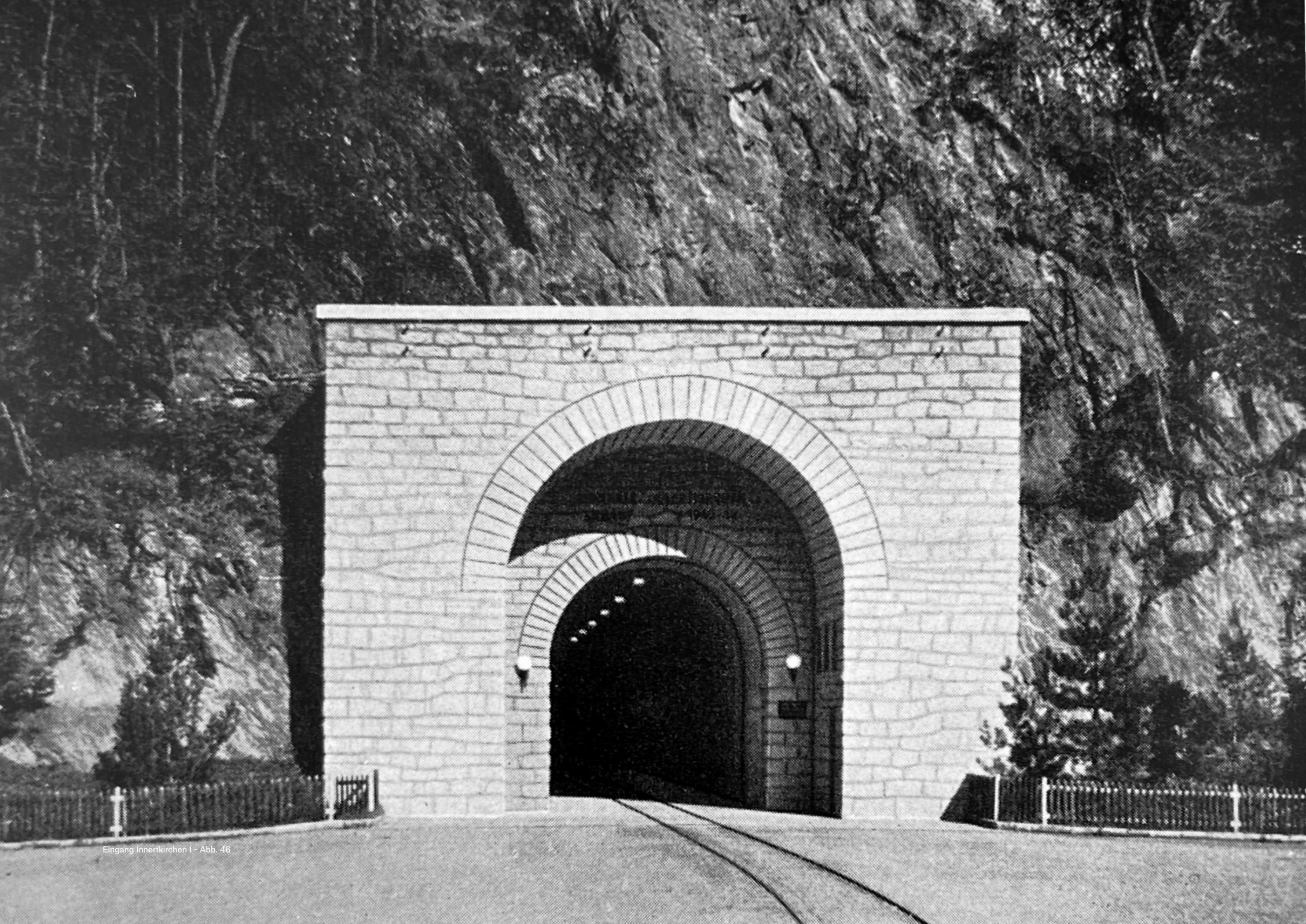
Kann die Akzeptanz der Wasserkraft noch weiter gesteigert werden, wenn sie als Plattformen für öffentliche Nutzung agiert? Mögliche Thematiken:

- Zugang zum Wasser: Die Kraftwerke Oberhasli bewegen sich in den zwei Gemeinden Guttannen und Innertkirchen. Die ungefähr 1500 Bewohner der Berggemeinden leben zwar in dieser Wasserinfrastrukturwelt, doch da das Wasser so stark technisch ist, ist der Bezug zum Wasser wenig vorhanden. Die Strecken unterhalb der Stauwerke, sind kaum zugänglich, da der Aufenthalt an den Gewässern durch einen möglichen schwallartigen Anstieg des Wassers gefährlich ist.

- Trinkwasser/ Bewässerung: In warmen und trockenen Sommern kann das Wasser für die Bevölkerung knapp werden, denn das Trinkwasser wird direkt von Quelfassungen bezogen.³⁰ Wenn es lange nicht regnet versiegen diese.

- Forschung: Bereits werden viele Forschungen in den Gemeinden durchgeführt. Viele stehen im Zusammenhang mit den Wasserkraftwerken und deren Auswirkungen. Doch gibt es auch viele Studien zu Auswirkungen des Klimawandels auf die vergletscherten Gebiete und die Vegetation. In Zukunft wird die Forschungsarbeit in den Alpen noch wichtiger, denn die «Hochgebirgslandschaft mit steilen Hängen, Schnee, Gletschern und Permafrost sowie eng gestaffelten Vegetationszonen ist besonders anfällig gegenüber Veränderungen der Umweltbedingungen.»³¹ Sie sind dementsprechend sehr spannend für Forschung und Experimente.

30 <https://www.jungfrauzeitung.ch> (Dezember 2016)
 31 Lozan, J. Warnsignal Klima, Hochgebirge im Wandel, 2020



Eingang Innertkirchen I - Abb. 46

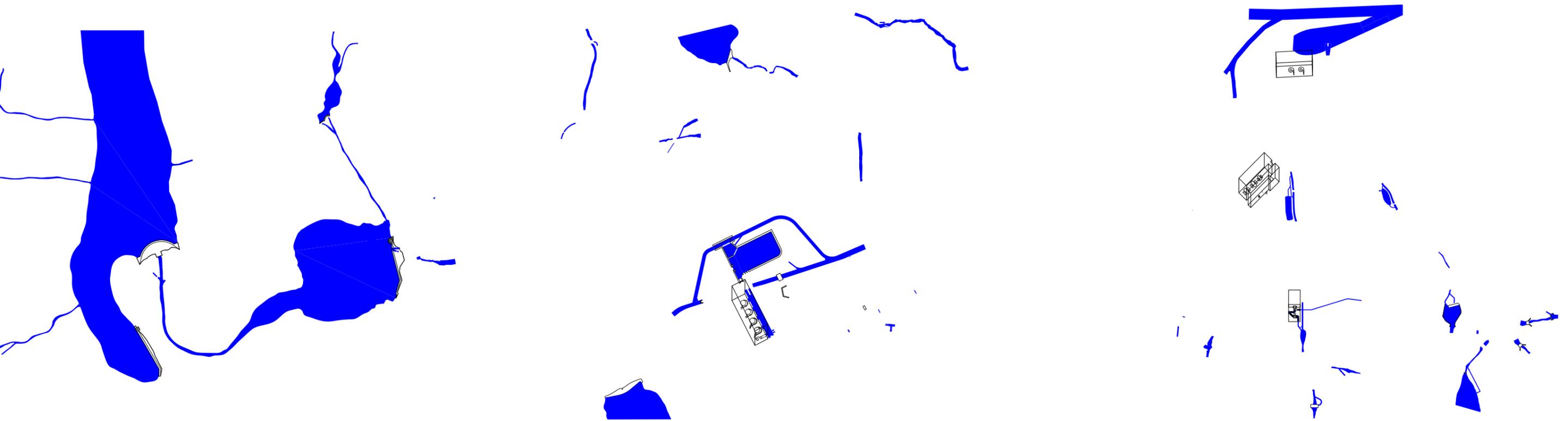
1 FRAGE

Jaques Wipf hat ein wichtiges kulturelles Erbe in der Geschichte der Zweckbauten der Kraftwerke hinterlassen. Durch die Verbindung von moderner Kubatur und neuartiger Stahlskelettbauweise mit der traditionellen Verkleidung des Bruchsteines, konnte den wenigen oberirdischen Anlagen der Kraftwerke Oberhasli ein gezielt monumentales und repräsentatives Aussehen verliehen werden. Die meisten baulichen Eingriffe der letzten Jahrzehnte wurden unterirdisch realisiert.

Durch die Fallstudie der Kraftwerke Oberhasli, wurde deren Vorreiterrolle in der Gewässersanierung offensichtlich. Das Beruhigungsbecken in Innertkirchen bildet nun das neue Gesicht des Gesamtkunstwerkes. Dieser reine Zweckbau, sowohl in seiner «Ein-Funktionalität», wie in seiner Form und Gestaltung vermag nicht, mit dem Werk von Jaques Wipf zu konkurrieren. Ist es durch Umbau, Ersatz oder Erweiterung möglich eine Multifunktionalität zu kreieren, welche sowohl den Kraftwerken, den Bewohnern, wie auch dem grösseren Massstab zugute kommt? Ist es möglich diesen Prototypen in ein mehrwertstiftenden Zweckbau zu transferieren, welcher sowohl dem kulturellen, wie auch landschaftlichen Bild der Bergregion Rechnung trägt?

Die Kraftwerke entwickelten sich von einer abgeschlossenen Infrastruktur zu einer informierenden Tourismusattraktion. Geht der nächste Schritt weiter in Richtung öffentliche Infrastruktur? Ist es möglicherweise ein alpines Forschungszentrum, welches die unmittelbare Nähe zum Wasser, wie auch zu den (hoch-) alpinen Landschaften sucht? Lässt sich durch das integrieren von öffentlichen Nutzungen die Position der Kraftwerke im Spannungsfeld neujustieren?

Werden die Stauvolumen der Kraftwerke Oberhasli weiter ausgebaut, wie dies der runde Tisch vorsieht, so kann immer mehr Wasser gespeichert werden. Das Ziel ist es, mehr Energie im Winter erzeugen zu können um mögliche Energieengpässe zu verhindern. Dies bedeutet jedoch, dass auch die Wasserrückgabe in den Wintermonaten stattfinden wird. Dies ist entgegen dem «natürlichen» Rhythmus der Niederschläge und der Wassernachfrage der Ökologie. Kann das Beruhigungsbecken also auch als Biotop gedacht werden, welches ermöglicht die Funktion der Staumauer umzukehren? Kann ein Teil des Wassers dort zwischengespeichert werden für den Sommer?



PUNKTUELL OBERIRDISCH



LINEAR UNTERIRDISCH - Abb. 47

- VISION

Das oberirdische Gesicht der Kraftwerke soll neu gedacht werden. Leitfäden für die Intervention bilden das kulturelle Erbe von Jaques Wipf, der Prototyp des Beruhigungsbeckens und die Idee die Wasserkraft als öffentliche Infrastruktur/ Dienstleister zu sehen, indem sie Zugänge zum Wasser für die Bevölkerung schafft, Trinkwasser- und Bewässerungswasser zur Verfügung stellt, sowie einen alpinen Forschungscampus entwickelt.

Anhang

- Abb. 1: ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv/Stiftung Luftbild Schweiz / Fotograf: Swissair Photo AG / LBS_R1-736009 / CC BY-SA 4.0
- Abb. 2: Eigene Darstellung Daten: //map.geo.admin.ch
- Abb. 3: Chronik der Schwellenkorporation Aareboden Brienz
- Abb. 4-5: //www.map.geo.admin.ch
- Abb. 6-8: J.H. Wipf, Kraftwerke Oberhasli, 1934
- Abb. 9: ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Fotograf: Unbekannt / Ans_04977-001 /
- Abb. 10-20: Juillard, Der Ausbau der Wasserkräfte im Oberhasli, 1952 oder Kollaudationsschriften KWO
- Abb. 21: Foëx, Emmanuel, and Michael Jakob. Architektur und Elektrizität : ein Jahrhundert "elektrischer Architektur" in der Schweiz. Denges: Ed. du Versseau, 2003. Print.
- Abb. 22: ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Fotograf: Photo-Salathé (Vorderthal) / Ans_00728-181
- Abb. 23-26: //www.jungfrauzeitung.ch (Dezember 2021)
- Abb. 27: © Sammlung Gesellschaft für ökologische Forschung, München (Bilder 1948 und 2006), Kraftwerke Oberhasli (Bildmontage 2028)
- Abb. 28: Angepasste Darstellung, Daten: KWO
- Abb. 29: //www.nzz.ch (Februar 2018)
- Abb. 30: //magazin.nzz.ch (Februar 2022)
- Abb. 31: //www.nzz.ch (Juli 2021)
- Abb. 32: //www.energate-messenger.ch (November 2020)
- Abb. 33: //www.srf.ch (Rundschau November 2021)
- Abb. 34: ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv/Stiftung Luftbild Schweiz / Fotograf: Friedli, Werner / LBS_H1-018873 / CC BY-SA 4.0
- Abb. 35-36: Daten: Pfaundler M., Keusen M. 2007: Veränderungen von Schwall-Sunk. Hydrologische Datenanalyse
- Abb. 37: //www.map.geo.admin.ch
- Abb. 38: <https://www.meteoblue.com> / Weingartner, R. Die alpine Wasserlandschaft im Wandel, in: fest, flüssig, biotisch, 2021 / <https://www.bafu.admin.ch> / Bundesgesetz über den Schutz Gewässer vom 24.1.1991 / 8543-06_Bericht BFE Auslegeordnung Strommarkt nach 2020
- Abb. 39: Eigene Darstellung / Interpretation von Abb. 38
- Abb. 40: <https://www.bafu.admin.ch> (August 2016)
- Abb. 41: <https://www.sac-cas.ch>, Fotograf: David Birri
- Abb. 42: Eigene Darstellung
- Abb. 43-44: //www.map.geo.admin.ch
- Abb. 45: Jossen, L., Björnsen Gurung A. Möglichkeiten und Grenzen von Mehrzweckspeichern in der Schweiz und ihr Beitrag zur regionalen Resilienz. In: Wasser Energie Luft, Heft 2, Baden: 2018
- Abb. 46: Kollaudationsschriften KWO
- Abb. 47: Eigene Darstellung / Interpretation Grundlagen Plan: KWO





Aussichtsplattform Grimselsee | Quelle: <http://www.ethorama.library.ethz.ch>

*„UNTERIRDISCHE BAUWERKE
BESTEHEN NUR AUS INNENRÄUMEN,
SIND BAUFORMEN OHNE ÄUSSERE
KONTUR“*

JÜRIG RAGETTLI, VERBORGENE REICHE DER TECHNIK: DIE UNTERIR-
DISCHEN ANLAGEN DER WASSERKRAFTWERKE IN DER SCHWEIZ

„ES WAR WERNER BÄTZING, DER MEIN INTERESSE, DAS LANGE ZEIT AUF DIE GIPFEL FOKUSSIERT WAR, AUF DIE MENSCHEN IN DEN ALPEN GELENKT HAT. SEINE FORSCHUNGSERGEBNISSE, SEINE BÜCHER UND VOR ALLEM SEINEN EINSATZ VOR ORT HABEN IHN ZUM BEDEUTENDSTEN SPRECHER JENER BERGKULTUREN GEMACHT, VON DER DIE ZUKUNFT DER ALPEN ABHÄNGT - MEHR ALS VOM KLIMAWANDEL UND DER GLOBALISIERUNG“

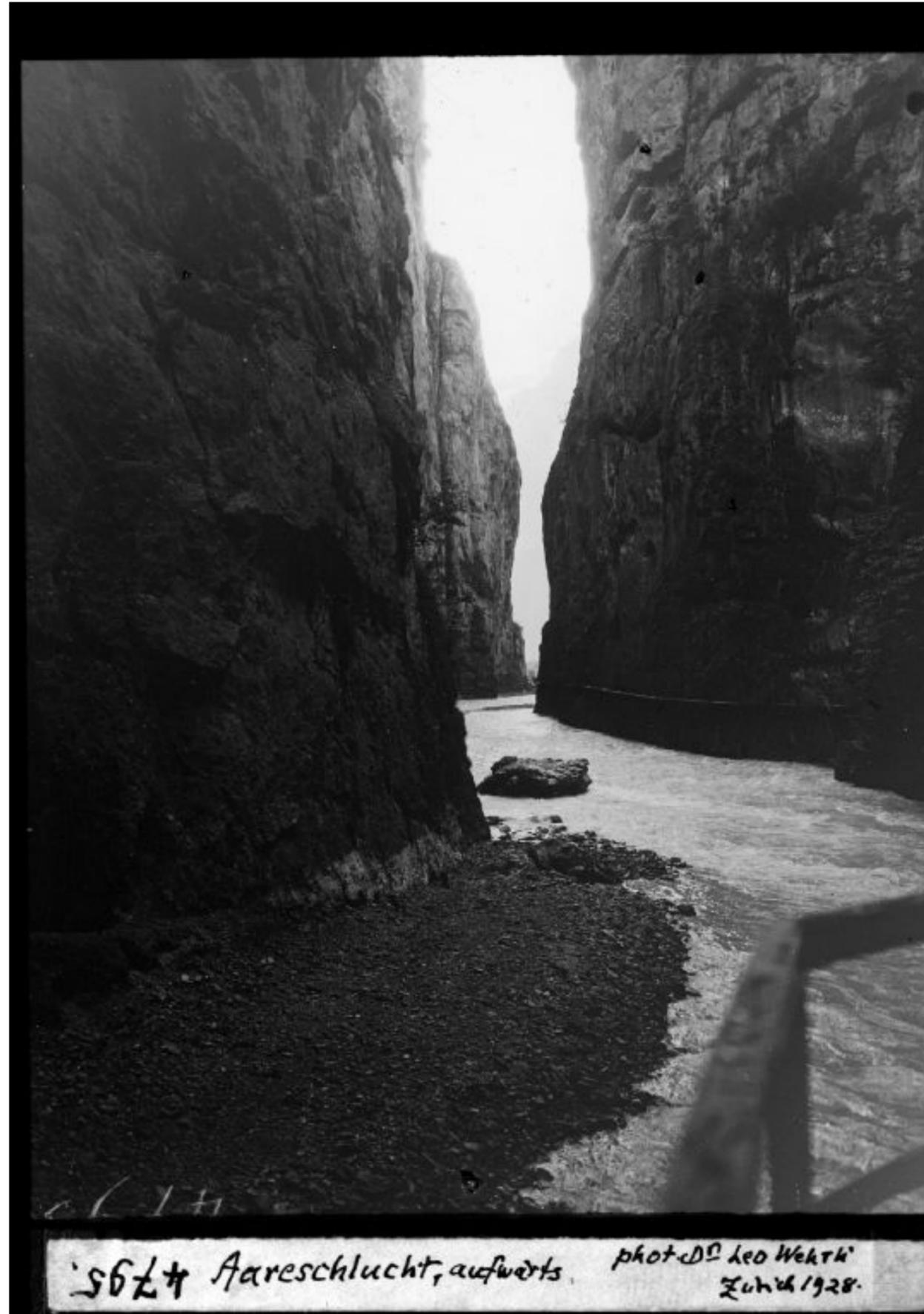
GELEITWORT REINHOLD MESSNER, IN: BÄTZING, W. ORTE GUTEN LEBENS, DIE ALPEN JENSEITS VON ÜBERNUTZUNG UND IDYLL



Spitallamm | Quelle: Kaech, A. *Grimselwerk fertiggestellt*, in: Zürcher Illustrierte, Nr. 40

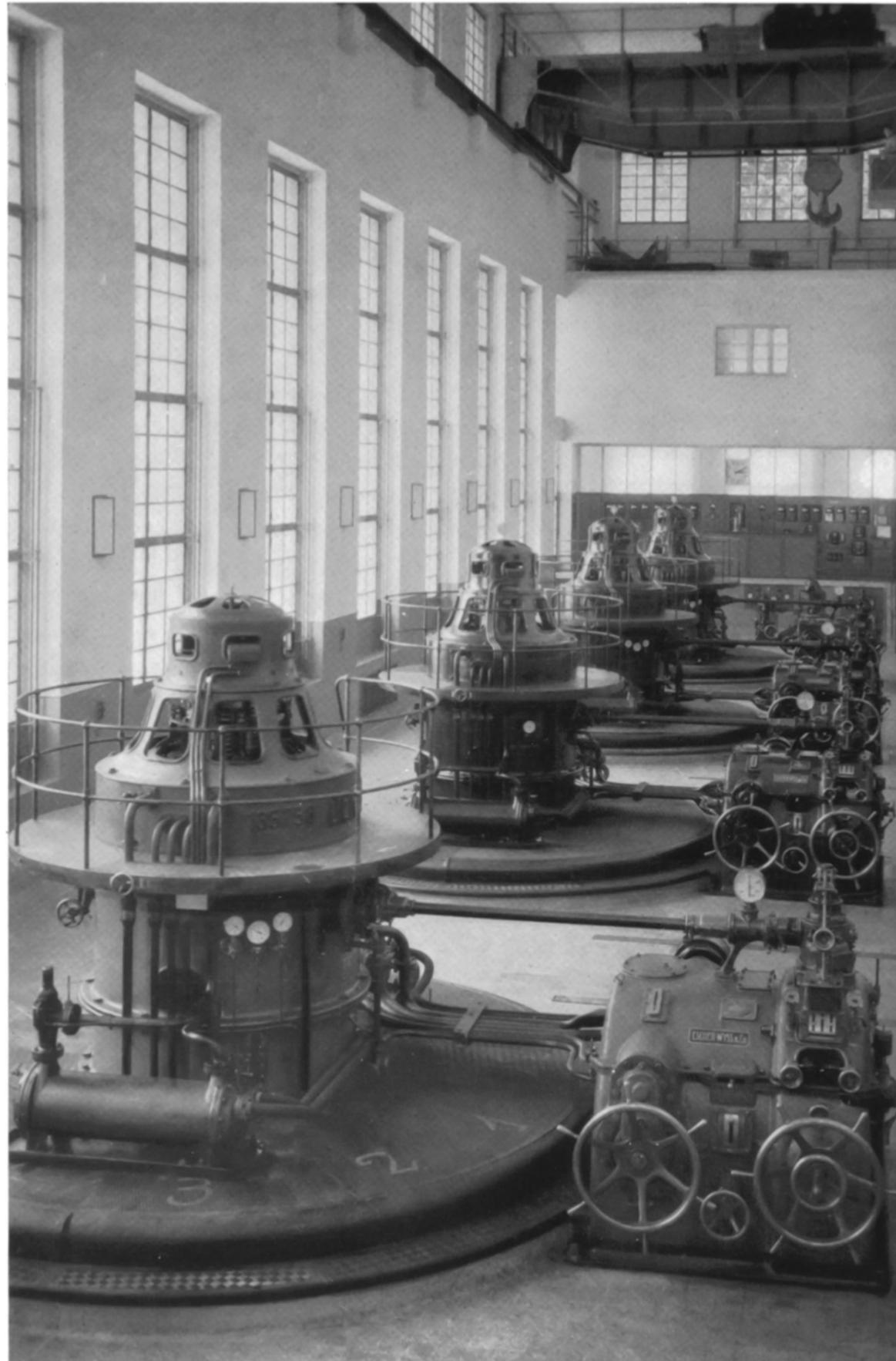
Das ist ein Ausschnitt aus der großen Spitallamm-Sperrmauer des Grimselwerkes, zur Zeit, da die Mauer fertiggestellt war und vom Bauschutt gereinigt wurde. Die Mauer ist 114 Meter hoch, an der Basis 65, an der Krone 4 Meter breit. Die zahlreichen Abstufungen sind gemacht, damit eine eventuelle spätere Steinverkleidung möglich wird. Die Absätze sind 2 Meter hoch und 1 Meter breit. Die kleinen Hütten, die wie Schwalbennester an der Wand kleben, sind Baubaracken. Sie vermitteln einen guten Maßstab der Riesenausmaße des Bauwerkes. Die sichtbaren Oeffnungen in der Mauer werden zum Teil zum Messen der Mauerntemperatur benützt, zum Teil sind es Fugen, die zur Konstruktion nötig waren

Aufnahme E. Keller

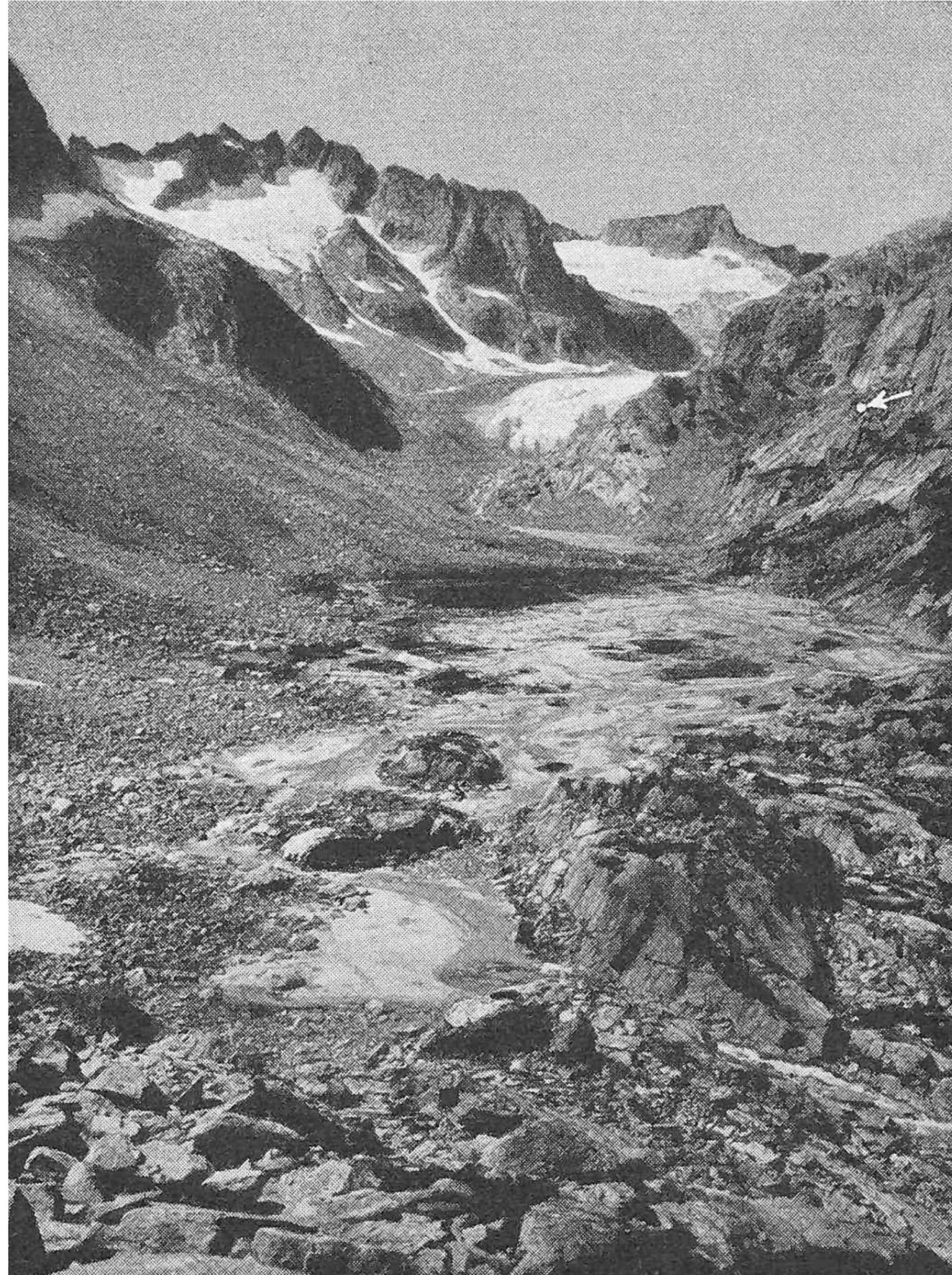


5674 Aareschlucht, aufwärts. phot. Dr. Leo Wehrli
Zürich 1928.

Aareschlucht | Quelle: ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Fotograf:
Wehrli, Leo / Dia_247-04795 / CC BY-SA 4.0



Maschinensaal Handeck I | Quelle: Walther, J. *Kraftwerk-Bauten im Oberhasli*



Bächlisboden, Mündung der Grubenbachüberleitung
Quelle: H. Juillard, *Der Ausbau der Wasserkräfte im Oberhasli*, 1952



Triftsee mit Hängebrücke | Quelle: <https://www.derbund.ch>

Abb. 6-7: Rückzug des Triftgletschers von 1984 bis 2019

Ein eindrückliches Beispiel für den fortschreitenden Gletscherschwund in den vergangenen Jahrzehnten ist der Triftgletscher, auf dessen Gletschervorfeld sich ein neuer See gebildet hat. Abgebildet sind die Gletscherstände in den Jahren 1984, 2011 und 2019.



1984



2011



2019

Bilder: Kraftwerke Oberhasli KWO (links und Mitte: Kulturförderverein Gadmen, rechts: Françoise Funk-Salamí)

Vom Gletscher zum Speichersee

Der Gletscher Plaine Morte ist für die Wasserversorgung auf der Berner und auf der Walliser Seite wichtig. Sein Schmelzwasser nimmt bis 2050 zu und versiegt um 2085 mit dem vollständigen Abschmelzen.

Heute können in der Region rund 51 Mio. m³ Wasser künstlich gespeichert werden; 50 Mio. im Lac de Tseuzier für die Energieproduktion und 0.7 Mio. in den restlichen Wasserspeichern für Trinkwasser und Bewässerung.

Die **Wasserknappheit** im Sommer wird im Jahr 2085 bereits im Juli eintreten und grösser sein, wegen des fehlenden Schmelzwassers der Gletscher und des steigenden Bewässerungsbedarfs durch höhere Temperaturen. Dieser Wassermangel kann sich bis Ende Winter kumulieren und jährlich 5.5 Mio. m³ betragen (Abb. 6). Ohne Gletscher kann diese saisonal fehlende Wassermenge im Jahr 2085 nur noch mittels Speicherseen bereitgestellt werden. Mit dem Projekt «Lienne-Raspille» (2016) haben sich daher die Gemeinden der Region mit dem Lac de Tseuzier vernetzt. Der Stausee soll nun als **Mehrzweckspeicher** auch für Bewässerung und Trinkwasser genutzt werden. Mit dem Wasserverbund, neuen Wasserfassungen und -leitungen wird dem See zusätzlich Wasser zugeführt (Abb. 6 und 7). Dies ermöglicht die Stromproduktion auf ähnlich hohem Niveau zu halten. Die zentrale Grundlage für das Gelingen eines solchen Projekts ist, dass alle betroffenen Gemeinden und Akteure bereit sind zur Zusammenarbeit und sich über ein **integriertes Wassermanagement** zusammenschliessen (Abb. 6). Für Urs Kuonen, Gemeindepräsident von Salgesch, ist klar: «Dieses Projekt bietet eine gerechte, ich würde sogar sagen eine ideale Lösung zwischen Ahnenrechten, Wasserrechten und der Verteilung der Finanzierungsverpflichtung auf die Gemeinden, von denen keine dieses Projekt allein verwirklichen kann.»



Abb. 5: Die aktuell 800 Mio. Kubikmeter Eis des Gletschers Plaine Morte werden 2085 abgeschmolzen sein. (Foto: Tom Reist)

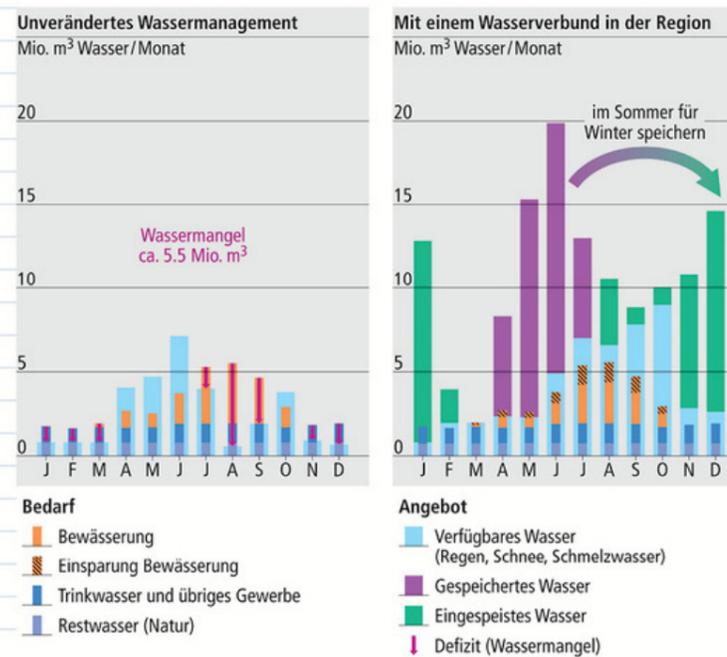


Abb. 6: Wasserversorgung in einem Trockenjahr um 2085 (Thut W. et al., 2016a)



Abb. 7: Projekt Lienne-Raspille 2016 (nach Cordonier & Rey, Ingénieurs et géomètres, 2015)

Transfer

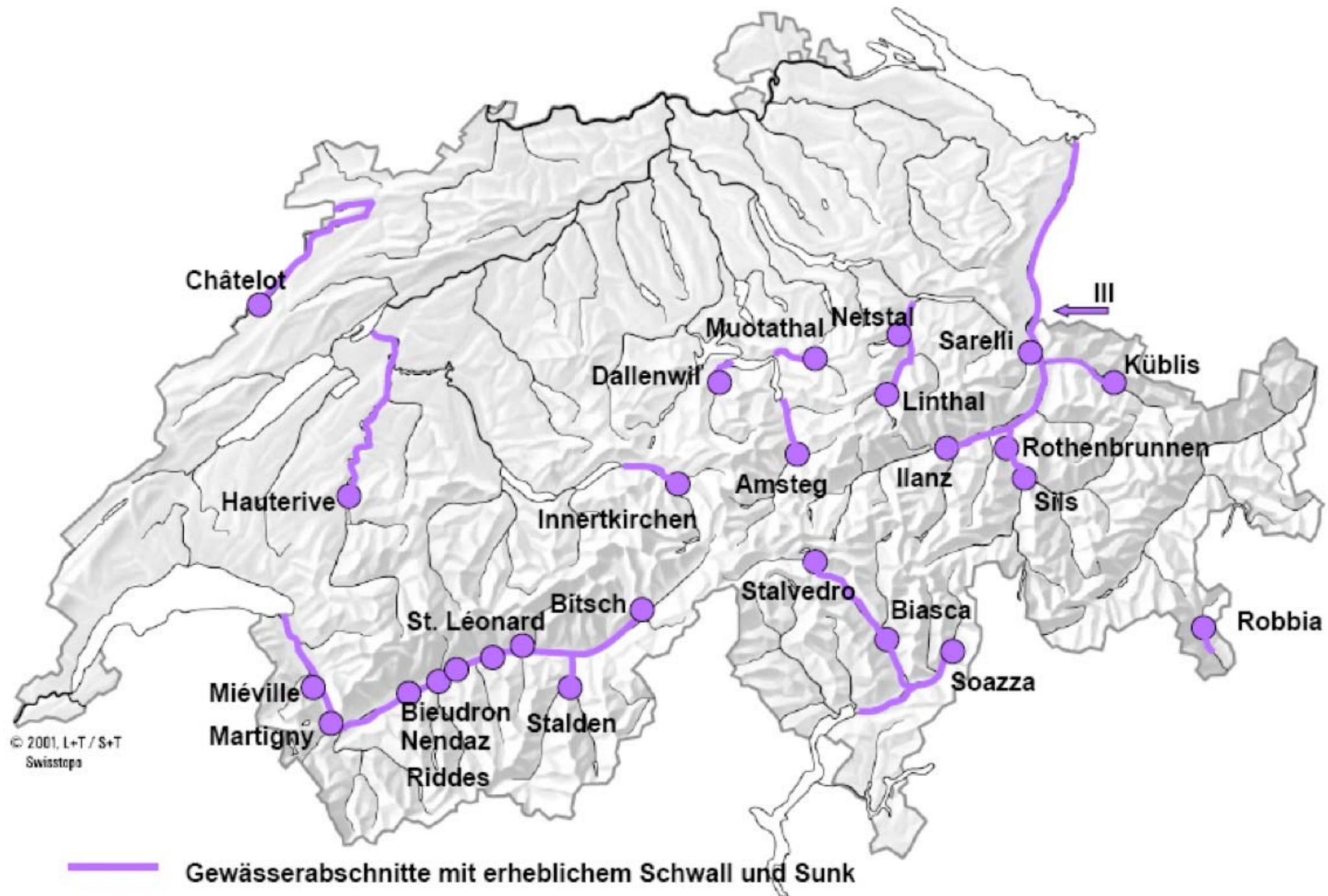
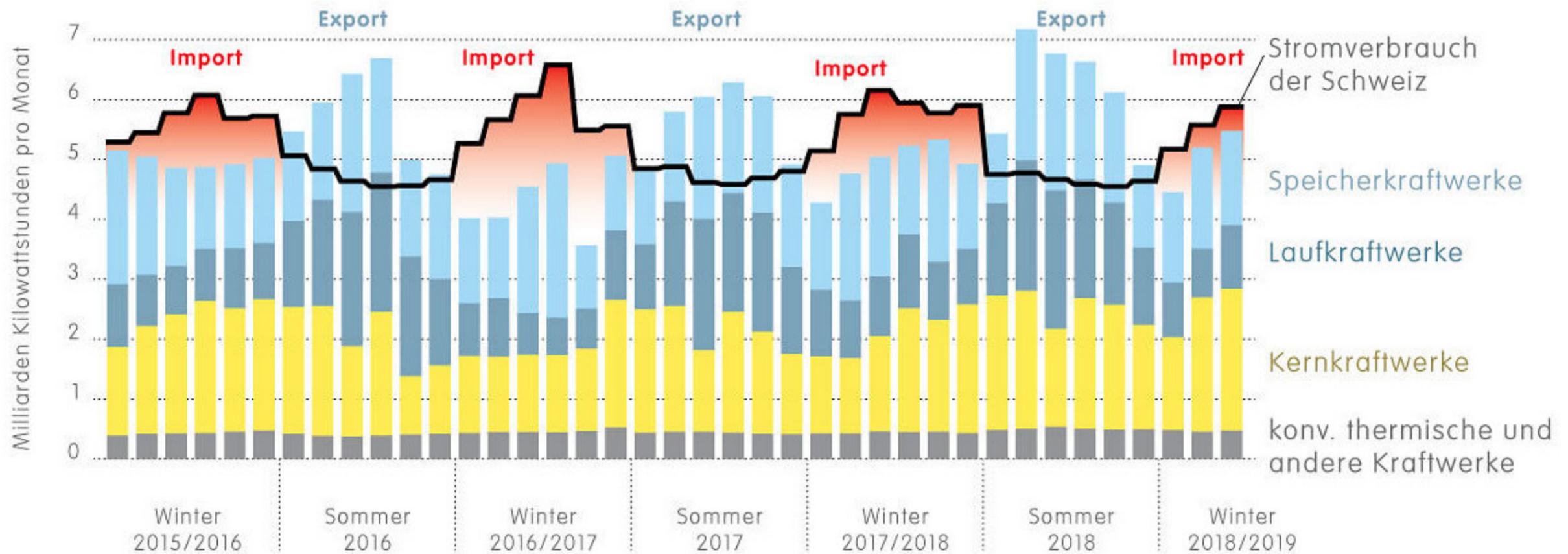
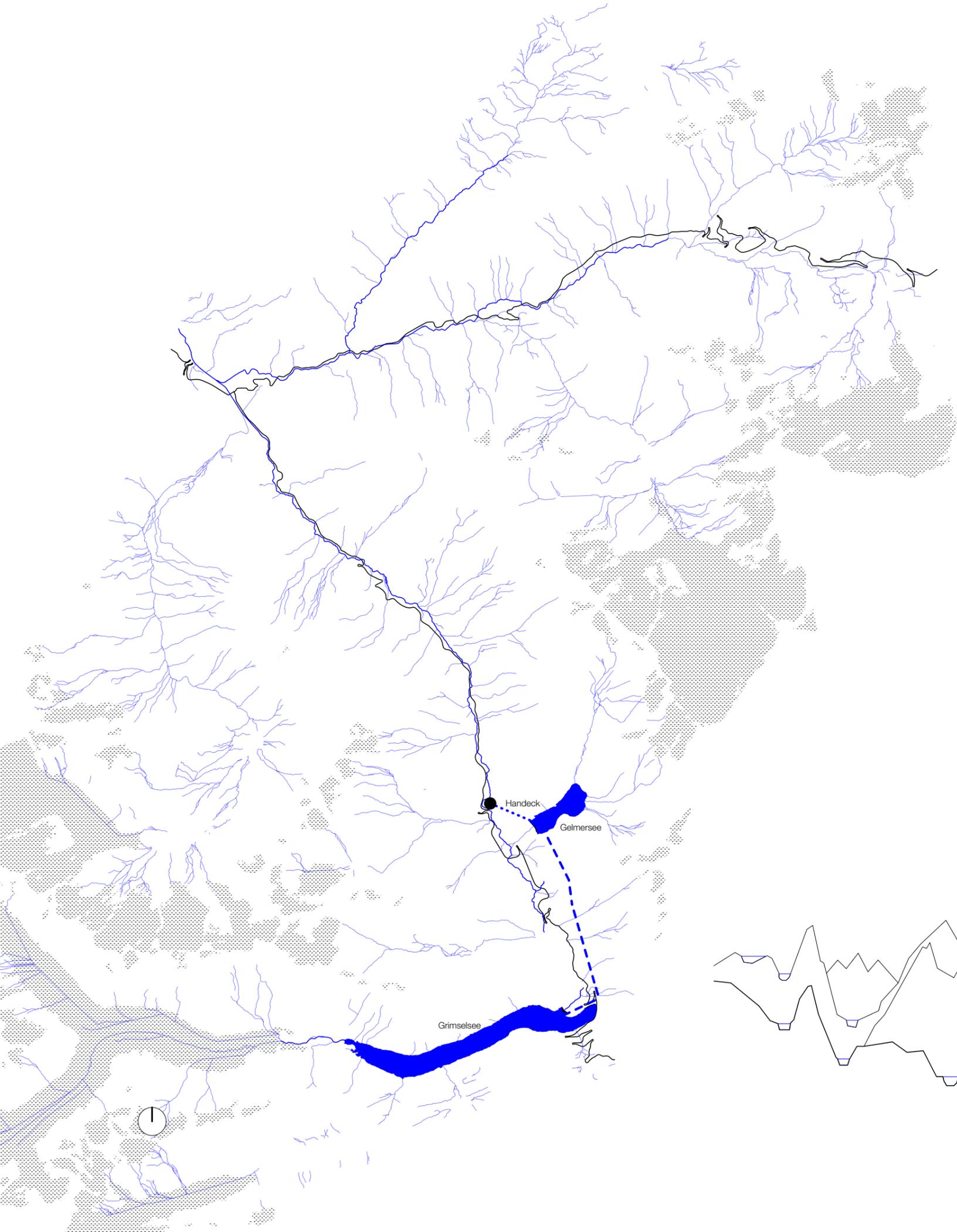


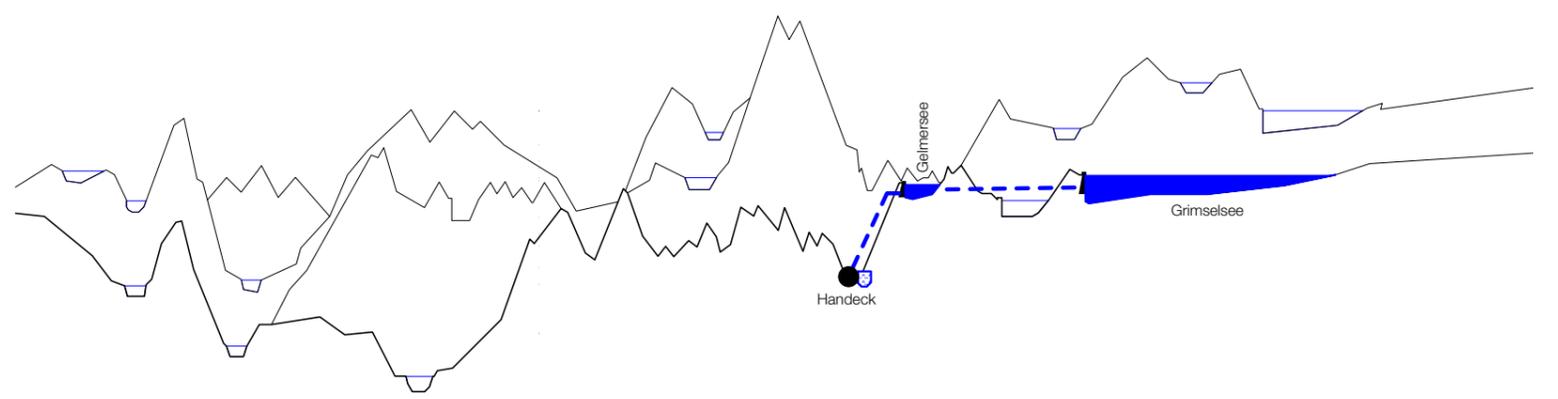
Abbildung 1: Die hauptsächlichsten Schwall- und Sunkstrecken der Schweiz. Darstellung aus dem Referat von Walter Hauenstein an der Fachtagung in Solothurn. Die Schwallstrecken an kleineren bis mittleren Gewässern sind nicht dargestellt (z.B. jene an der Aubonne im Kanton Waadt).

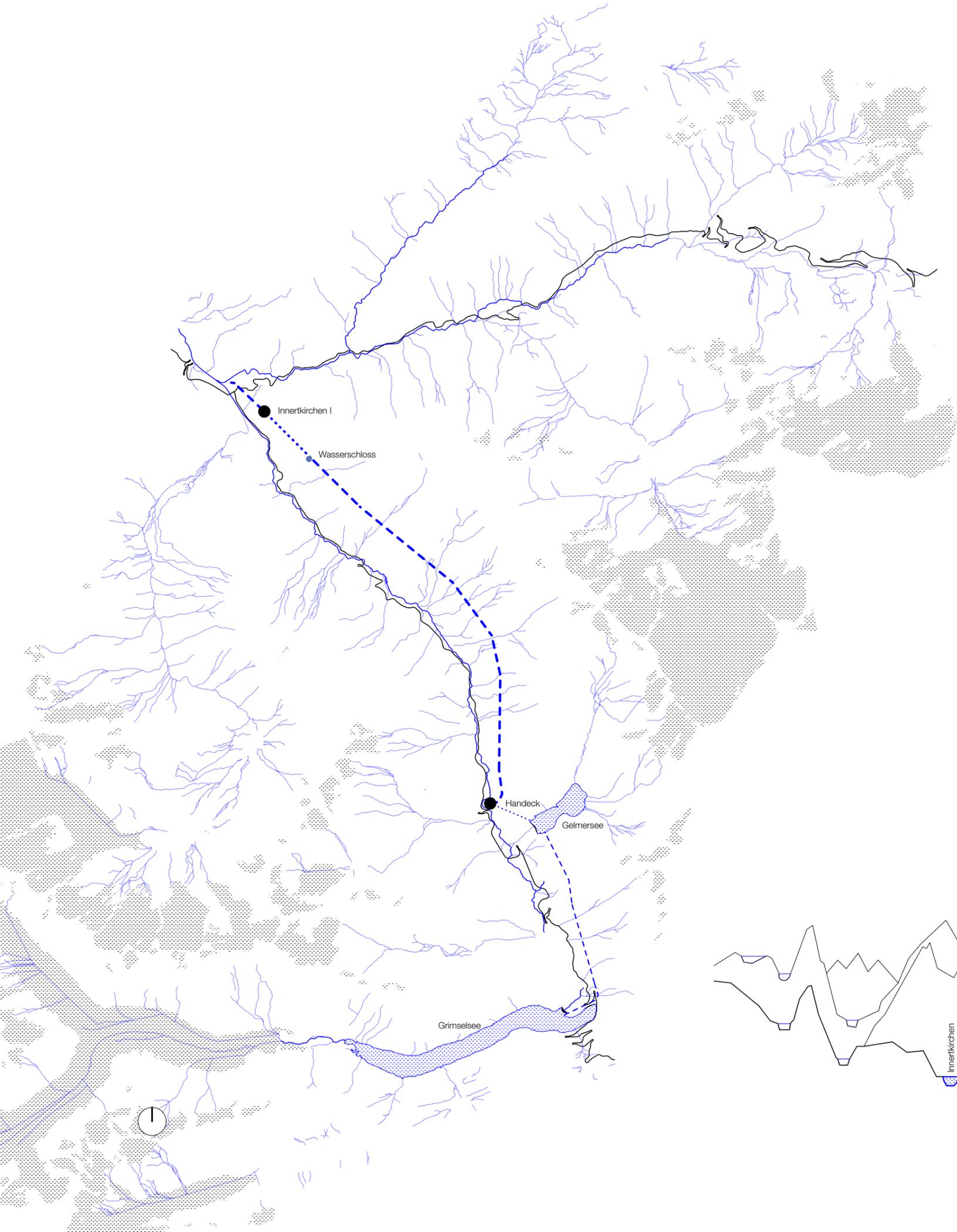
Stromproduktion und Stromverbrauch in der Schweiz



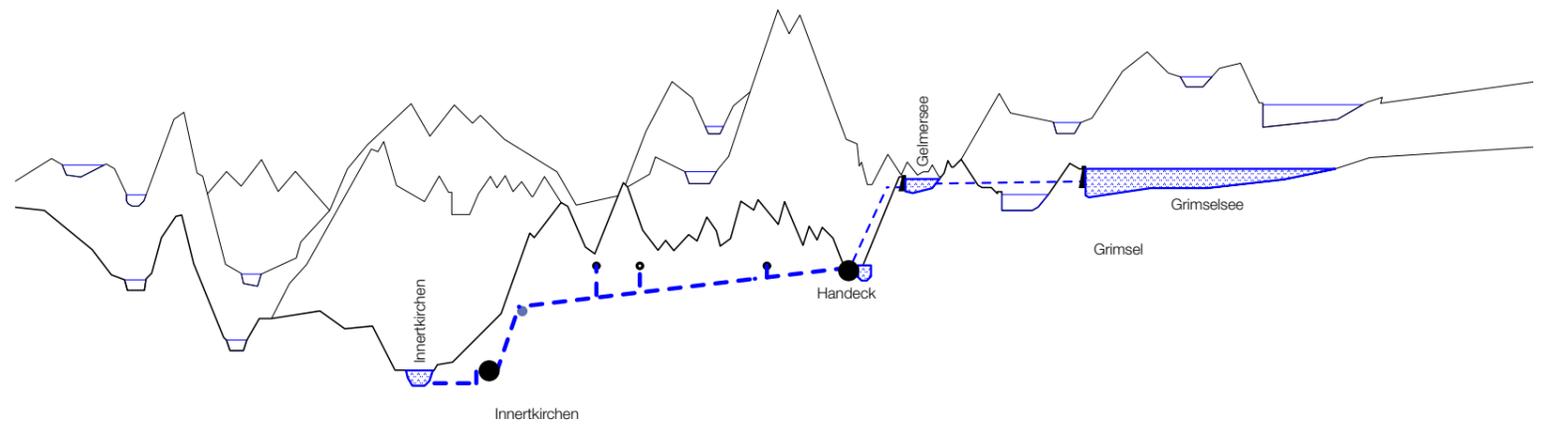


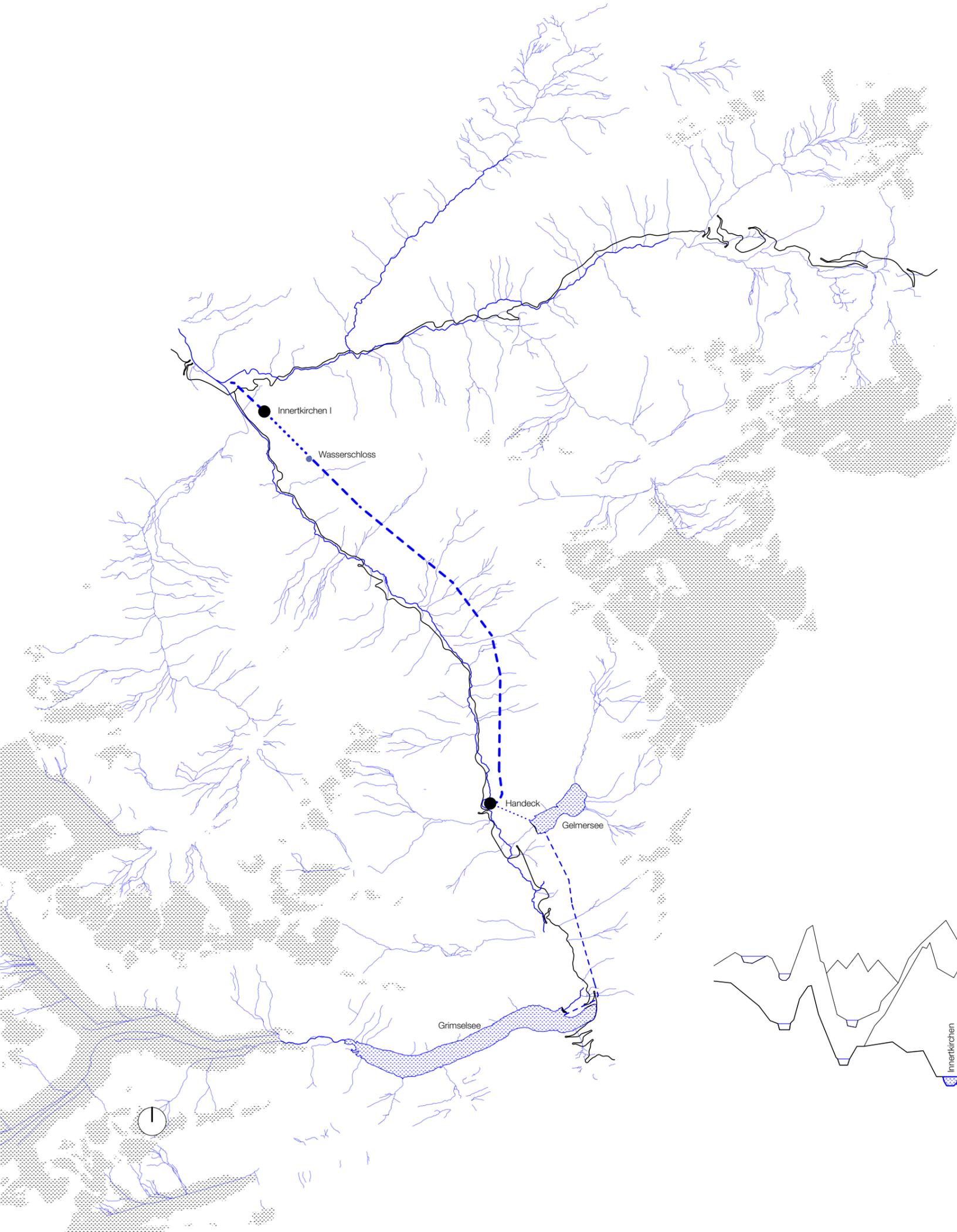
1925-1932
Gelmersee
Grimsensee
Handeck I



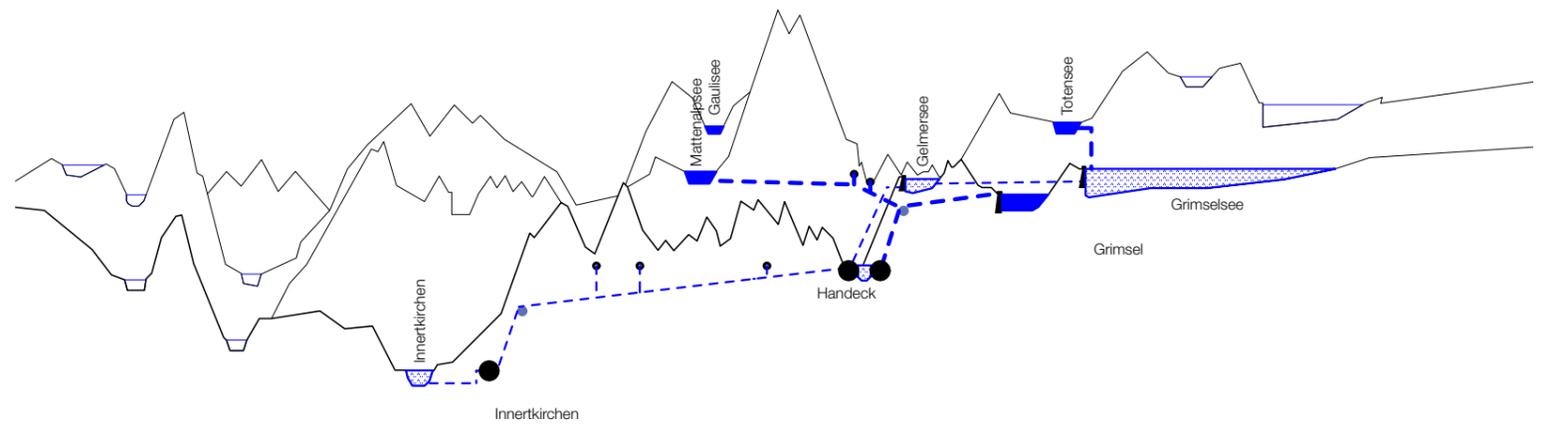


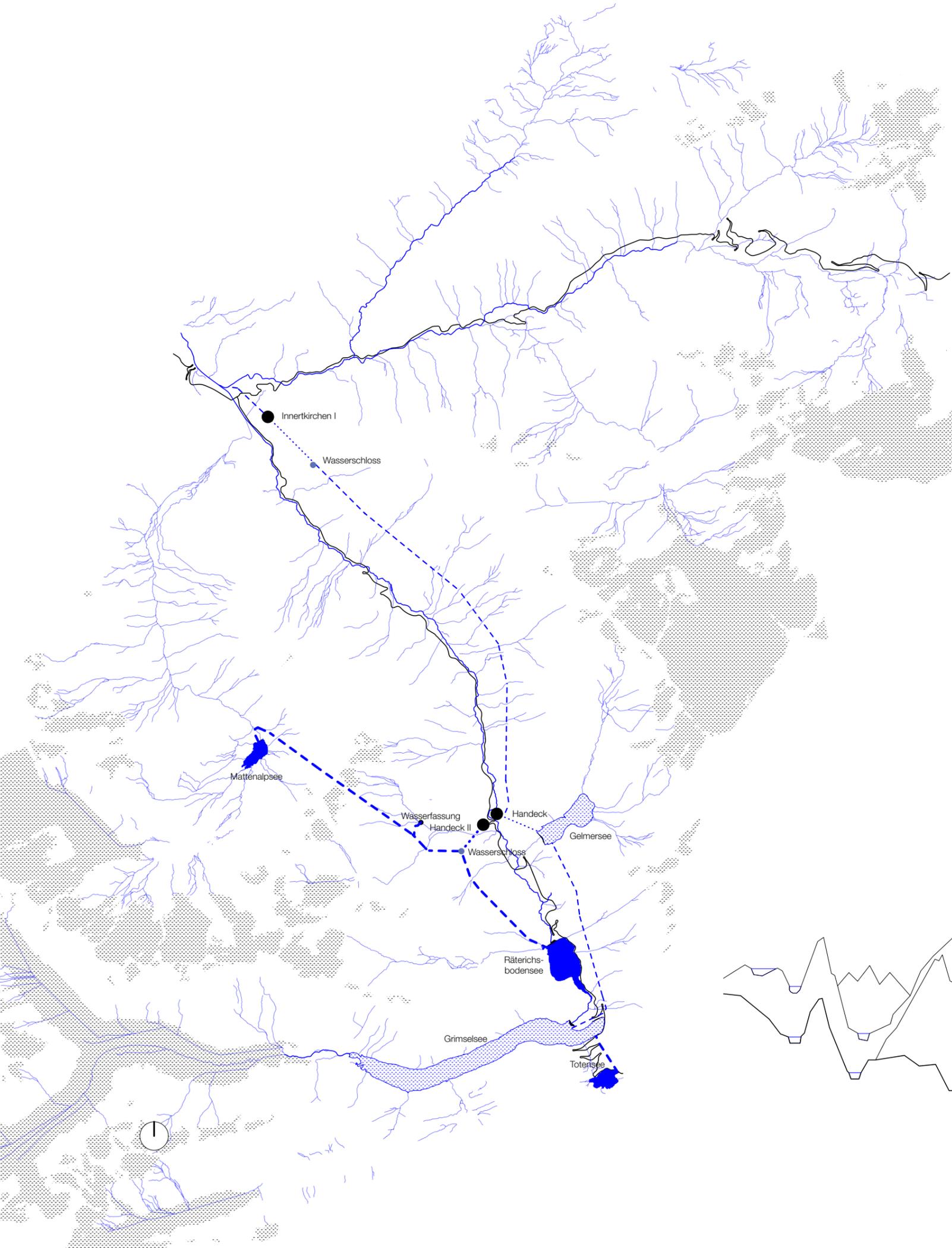
1939-1943
Innertkirchen I



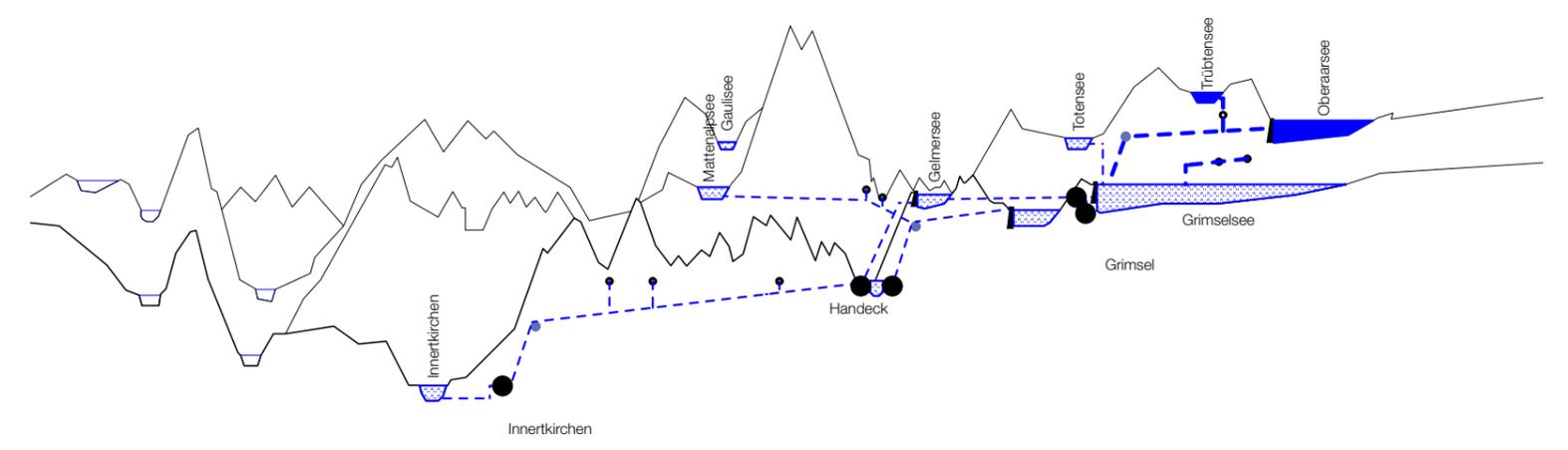


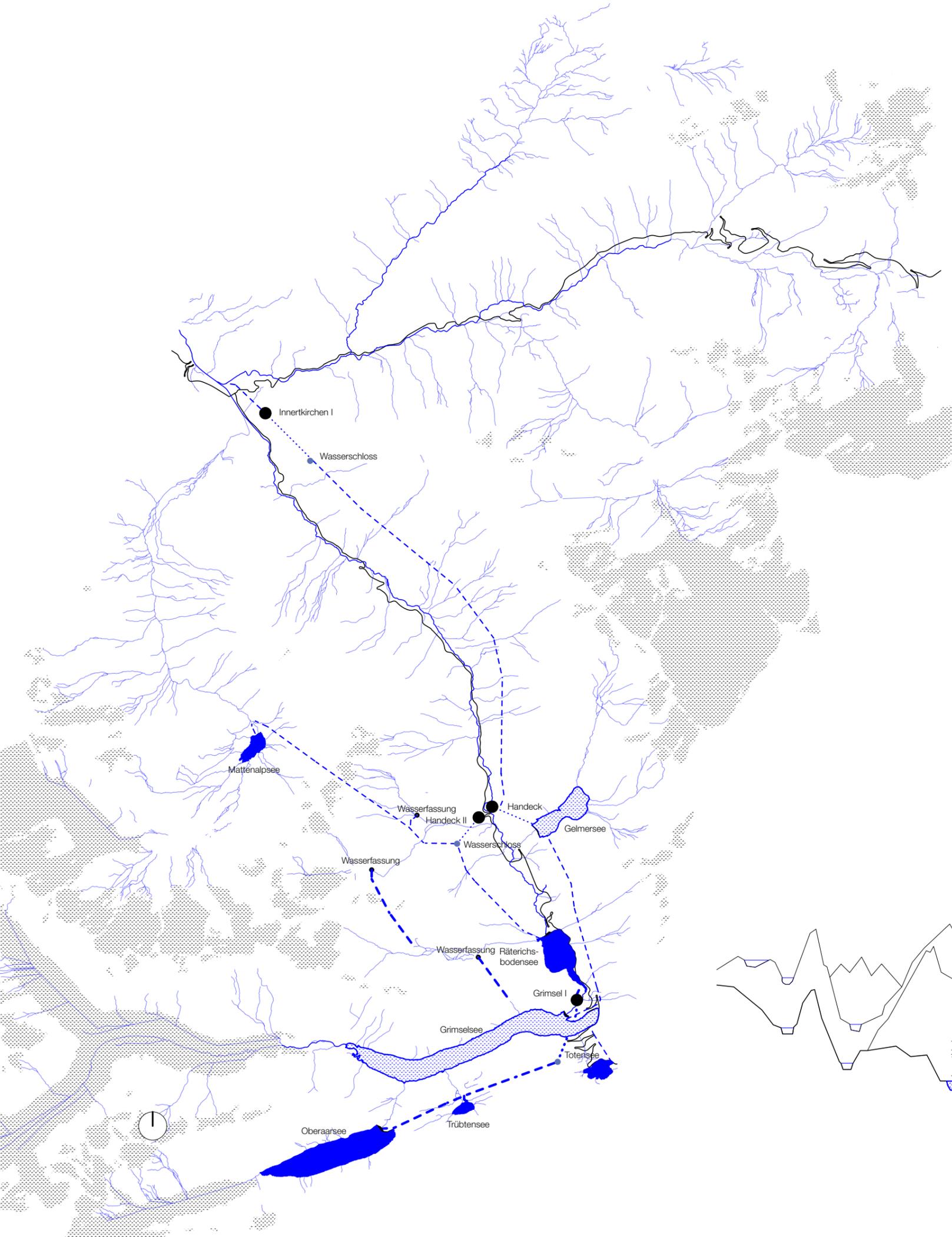
1947-1950
 Räterichsbodensee
 Mattenalpsee
 Totensee
 Handeck II



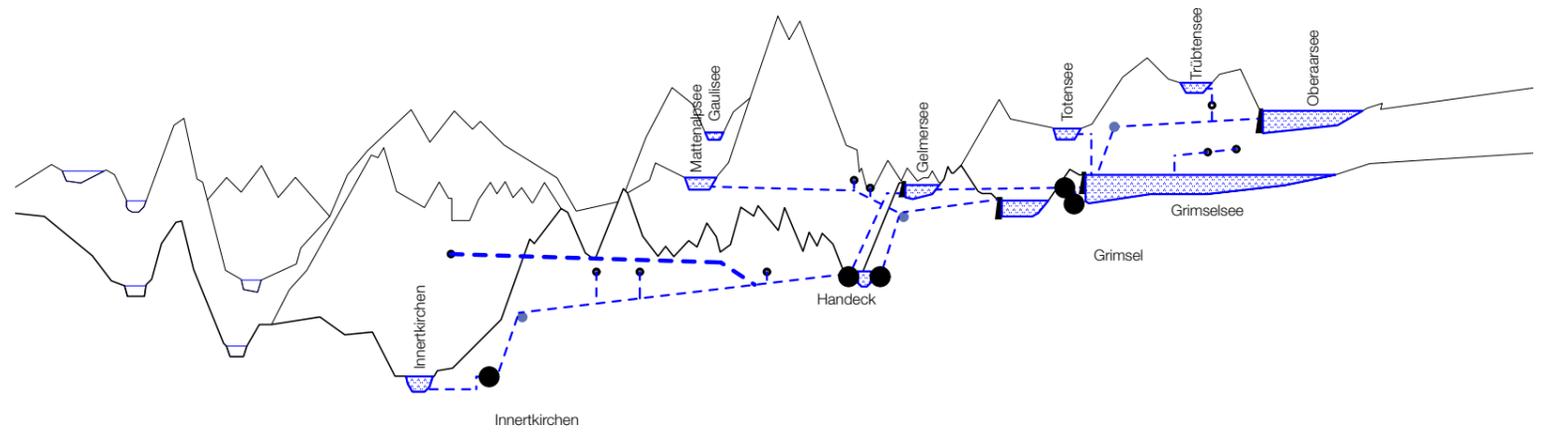


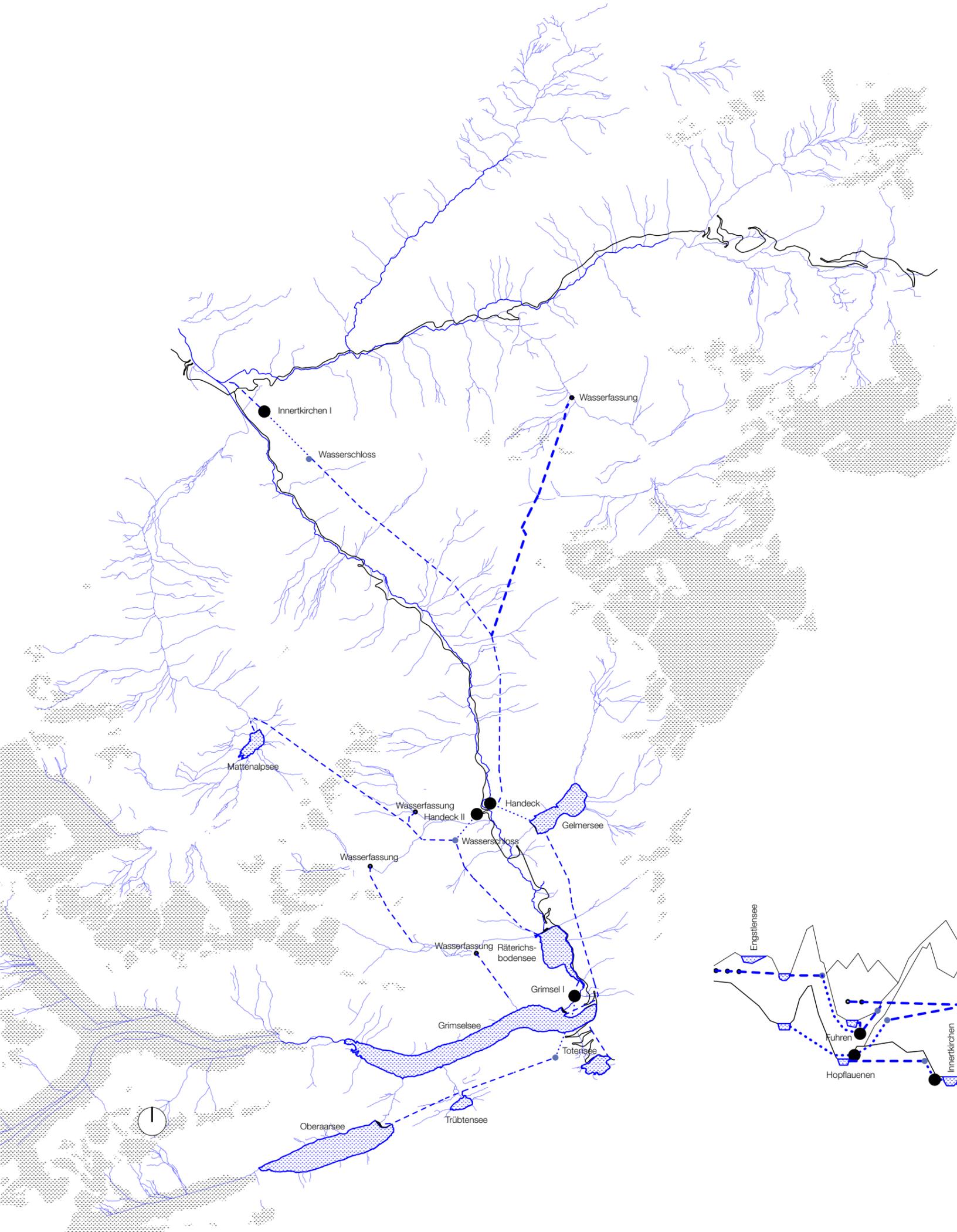
1952-1954
 Trübtensee
 Grimsel 1
 Wasserfassung Grubenbach
 Wasserfassung Bächlisbach



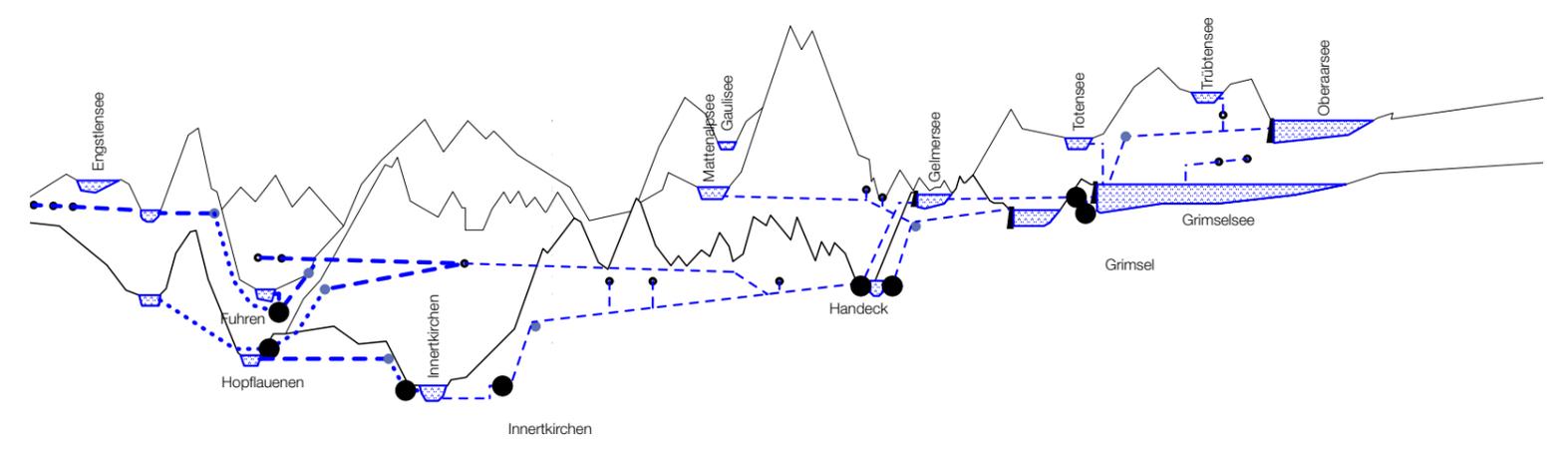


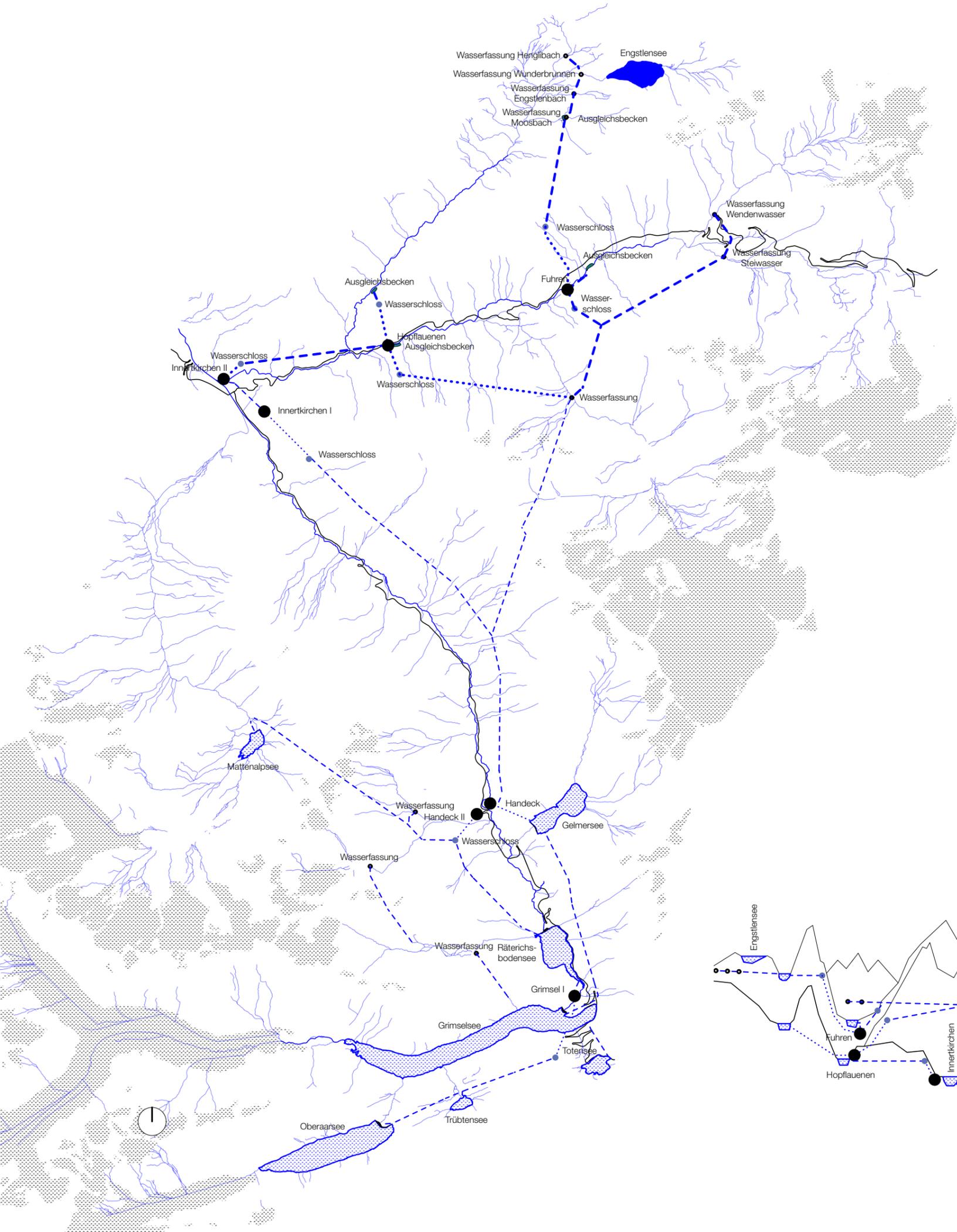
1958-1969
 Führen
 Hopflauen
 Innertkirchen II



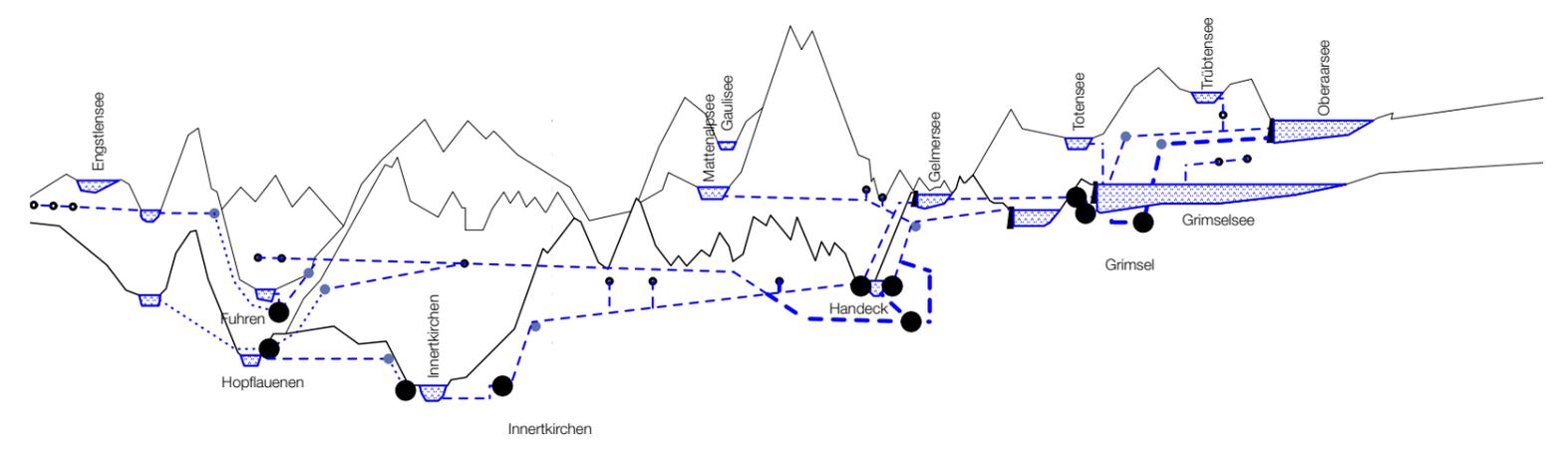


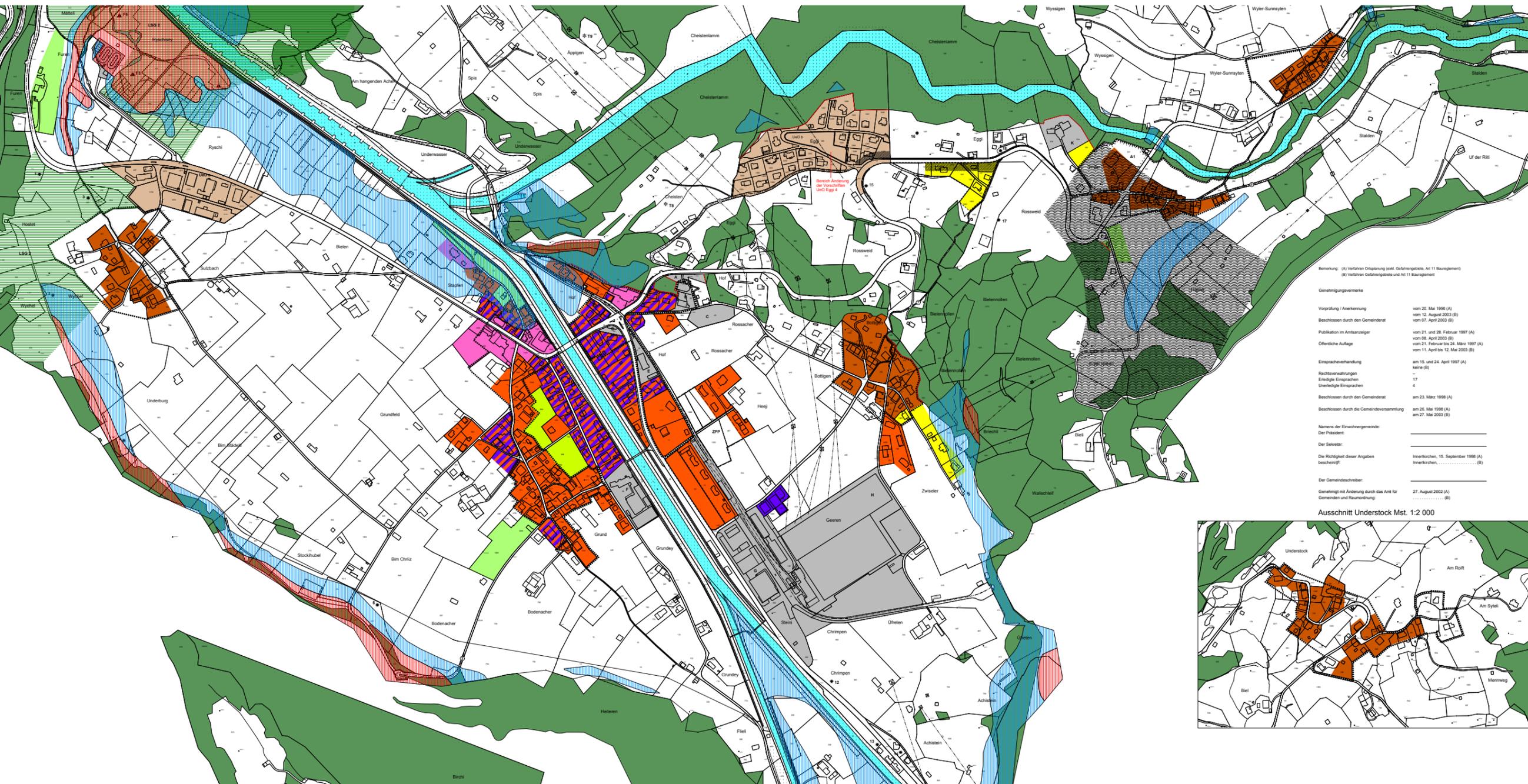
1970-1979
 Grimsel I Ausbau
 Handeck III
 Ausbau Hopflauenen
 Ausbau Innertkirchen II
 Grimsel II





2002-2007 KWO Plus
 Aufwertung Innertkirchen I
 Aufwertung Grimsel 1





Genehmigt 27. August 2002 (exkl. Gefahregebiete)
Eintrag Gefahregebiete, Ergänzung Baureglement März 2004

- Erhaltungzone E2
 - Wohnzone 2-geschossig Hang WGH
 - Wohnzone 2-geschossig WZ
 - Wohngebietzone WGG
 - Hotelzone H
 - Gewerbezone G
 - Zone für öffentliche Nutzung ZON A.K.
 - Campingzone C
 - Bauernhofzone BHZ
 - Land- und Alpwirtschaftszone LWZ
 - verbindliche Waldgrenze gemäss Art. 12 WaG
 - Empfindlichkeitszone II (Aufteilung gemäss Art. 43 LSV)
- Spezielle Ordnungen**
- bestehende Überbauungsordnung LdO a und b
 - Zone mit Planungspflicht ZNP
 - Perimeter Erschliessungsplan
- Schutzgebiete und Schutzobjekte**
- Ortsbildschutzbereich
 - Schutzgebiet Aare, Gadenwasser und Übersasser
 - Flusstalzone mit Überdeckung
 - Landschaftsschutzgebiet LSG 2
 - schützenswertes Feuchtgebiet F6 (Stand 1996)
 - schützenswerter Trockenstandort T9 und T9 (Stand 1996)
 - geschütztes Naturobjekt
 - Schutzobjekt S/5 Invenstar historischer Verkehrswege der Schweiz (Stand 1996)
 - archaische Schutzzone A1
- Hinweise**
- Grundwassererschutzbereich S
 - Gewässer
 - Wald
 - Gefahregebiete: erhebliche Gefährdung
 - Gefahregebiete: mittlere Gefährdung

Bemerkung: (A) Verfahren Ortsplanung (inkl. Gefahregebiete, Art. 11 Baureglement)
 (B) Verfahren Baugebietzone und Art. 11 Baureglement

Genehmigungsummer
 Vorprüfung / Anerkennung vom 20. Mai 1996 (A)
 Beschlossen durch den Gemeinderat vom 12. August 2003 (B)
 vom 07. April 2003 (B)
 Publikation im Amtsanzeiger vom 21. und 26. Februar 1997 (A)
 vom 08. April 2003 (B)
 Öffentliche Auflage vom 21. Februar bis 24. März 1997 (A)
 vom 11. April bis 12. Mai 2003 (B)

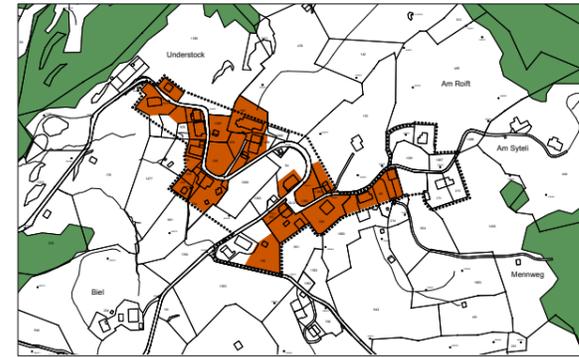
Einspracheverfahren
 am 15. und 24. April 1997 (A)
 keine (B)
 Rechtsverhandlungen
 Einlegende Einsprachen 17
 Unerledigte Einsprachen 4

Beschlossen durch den Gemeinderat am 23. März 1998 (A)
 Beschlossen durch die Gemeindeversammlung am 25. Mai 1998 (A)
 am 27. Mai 2003 (B)

Namens der Einwohnergemeinde:
 Der Präsident: _____
 Der Sekretär: _____
 Die Richtigkeit dieser Angaben bescheinigt: Innertkirchen, 15. September 1998 (A)
 Innertkirchen, (B)

Der Gemeindevorstand:
 Genehmigt mit Änderung durch das Amt für Gemeinden und Raumordnung: 27. August 2002 (A)
 Innertkirchen, (B)

Ausschnitt Unterstock Mst. 1:2 000

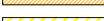
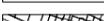




0 10 20 50 100 m

Massstab: 1:2'000 / Datum: 4. Dezember 2010

Aufträge CAD / 329 / 09 / Pla_Guttannen_280411 / 28.04.11 / 95x60 / f1 / ms / mw / ro

-  Mischzone M 3
-  Arbeitszone A 3
-  Zonen für öffentliche Nutzungen ZöN (1 – 7)
-  Grünzone
-  Landwirtschaftszone LWZ
-  Bauverbot für Hochbauten
-  Ortsbildschutzgebiet
-  historischer Verkehrsweg
-  archäologisches Schutzgebiet
-  Gefahrengbiet mit erheblicher Gefährdung
-  Gefahrengbiet mit mittlerer Gefährdung
-  Gefahrengbiet mit geringer Gefährdung
-  Gefahrengbiet mit nicht bestimmter Gefahrenstufe
- Hinweise**
-  Wald (gem. vollnumerischer Grundbuchplan, Stand 27.10.04)
-  Gewässer (nicht abschliessend dargestellt)
-  Gemeindegrenze
-  vollnumerischer Grundbuchplan (Stand 27.09.2005)

Genehmigungsvermerke

Beschlossen durch die Gemeindeversammlung am 4. Dezember 2010

Genehmigt durch das Amt für Gemeinden und Raumordnung am 28. April 2011

