



# Das Guckloch

Nr. 1 | 2017

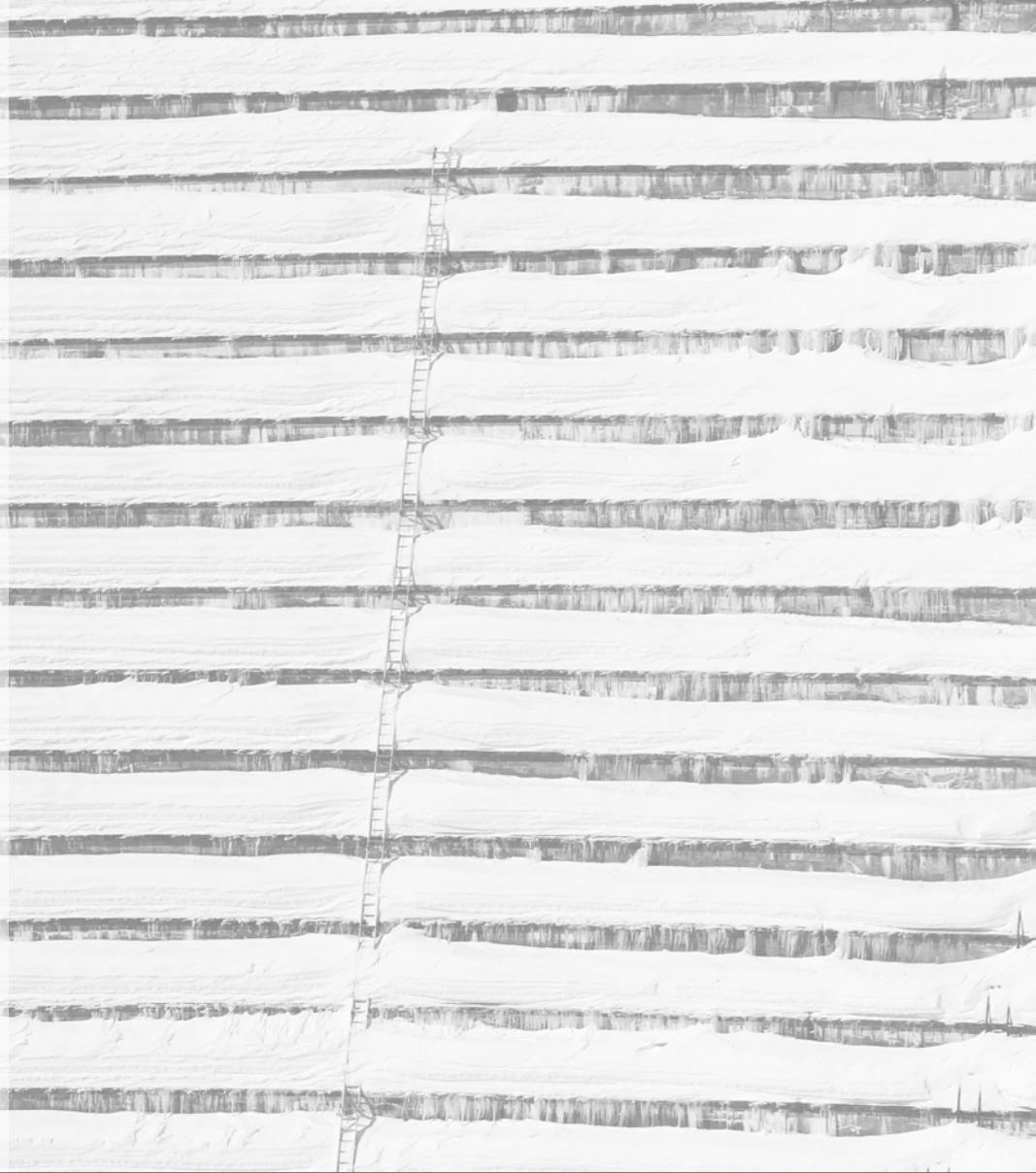
**Konstruktionstyp:** Bogenstaumauer in Beton

**Ort:** Grimsel

**Baujahr:** 1925–1932

**Bauingenieur:** Oberingenieur A. Kaech

**Besonderheiten:** Die kombinierte Bogen- und Gewichtsstaumauer ist in ihrer Talansicht abgetrepppt erstellt und erhält so eine besondere Strahlkraft in der von Ingenieurbauwerken geprägten Landschaft an der Grimsel.



## Staumauer Spitallamm an der Grimsel



Die beeindruckende Staumauer hält 95 Mio. m<sup>3</sup> Wasser des Grimselsees zurück. Mit diesem Volumen und einer Länge von 5.3 km ist der Grimsensee der grösste Speichersee im Grimsel-Gebiet.

(FOTO: CLEMENTINE HEGNER-VAN ROODEN)

## Staumauer Spitallamm – Mächtigkeit in schroffer Natur

Clementine Hegner-van Rooden

Das historische Hotel Hospiz thront auf dem Felssporn Nollen am gestauten Grimsensee unter der Passhöhe der Grimsel. Die Passstrasse – ein im 19. Jahrhundert zu einer Hochalpenstrasse ausgebauter Säumerpfad – ist nur im Sommer offen. Trotzdem ist das Hotel auch während der Wintersaison erreichbar – durch eine von Angestell-

ten der Kraftwerke Oberhasli (KWO) begleitete und abenteuerliche Anreise mit Postauto und Luftseilbahnen durch und über das Tal, mit einem Bus durch tiefe Stollen und zu Fuss auf schmalen Treppenaufgängen. Um schliesslich auf dem mächtigen Felssporn Nollen am gestauten Grimsensee regelrecht aus dem Unterirdischen wieder aufzutauchen.



Bereits im Jahr 1142 stand an der Passstrasse das erste urkundlich erwähnte Gasthaus der Schweiz. Auf dem historischen Foto ersichtlich rechts unten am Fuss des Felssporn Nollen. Es wurde mit dem neuen Hospiz auf dem Felssporn ersetzt, bevor es im Wasser des gestauten Grimselsees unterging. Beim Bau der Stau-  
mauer hatten Vorsortier- und Steinbrecheranlagen eine stündliche Gesamtleistung von 300 m<sup>3</sup> Sand und Schotter. Die vier Betonmischer auf dem Gipfel des Nollens lieferten im Dauerbetrieb stündlich 200 m<sup>3</sup> fertigen Beton und waren mit zwei grossen Betonsammelbunkern versehen.

(FOTO: ARCHIV KWO)



### Hotel auf Felssporn

Das Hospiz mit den Zinnengiebeln und der Fassade aus rauem, gebrochenem Granit steht dort seit 1927. Der Thuner Architekt Jacques Wipf leitete damals den Bau. Es war der Ersatz für das etwas weiter unten stehende alte Hospiz, das 1928 im Wasser des Stausees am Aaraboden versank. 1932 wurde das neue Hospiz elektrisch beheizbar – damals ein Novum für Hotelhäuser in Europa. Heute wird es bewusst und umweltschonend mit der Abwärme aus der Stromproduktion beheizt. Diese gebäudetechnische Anpassung erfolgte

2007 bis 2009, als der Architekt Andrin Schweizer in Absprache mit der Denkmalpflege das historische Viersterne-Alpinhotel sanft aber umfassend renovierte. Auch die Umgebung wurde aufgewertet – zugunsten des Naturschutzes und dem BLN-Schutzgebiet (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung) wurden die Gebäude auf dem Nollen reduziert. Heute lässt sich in stilvollen Hotelzimmern übernachten, wo einst Säumer und Ingenieure nächtigten. Denn das Hospiz war neben Baubüro auch Schlafmöglichkeit für die von



1927 bis 1931 am Bau der Staumauer beteiligten Ingenieure.

### Grimselgebiet als Wasserreservoir

Bereits Ende des 19. Jahrhunderts erkannte man, dass sich das Grimsel- und Sustengebiet zur Nutzung der Wasserkraft gut eignete: Reichlich Niederschläge, grosse Geländekammern, stabiler Granituntergrund und grosse Höhenunterschiede auf kurzer Distanz. Im März 1906 erhielten die «Vereinigten Kander- und Hagneckwerke» – die heutige BKW – die Konzession für die Wasserkraftnutzung im Oberhasli.

Das Hospiz mit den Zinnengiebeln und der Fassade aus rauem, gebrochenem Granit steht seit 1927 auf dem Felssporn des Nollen (links). Von 2007 bis 2009 erfolgte eine sanfte aber umfassende Renovierung aller Innenräume – inklusive Restaurant (rechts).

(FOTOS: CLEMENTINE HEGNER-VAN ROODEN)



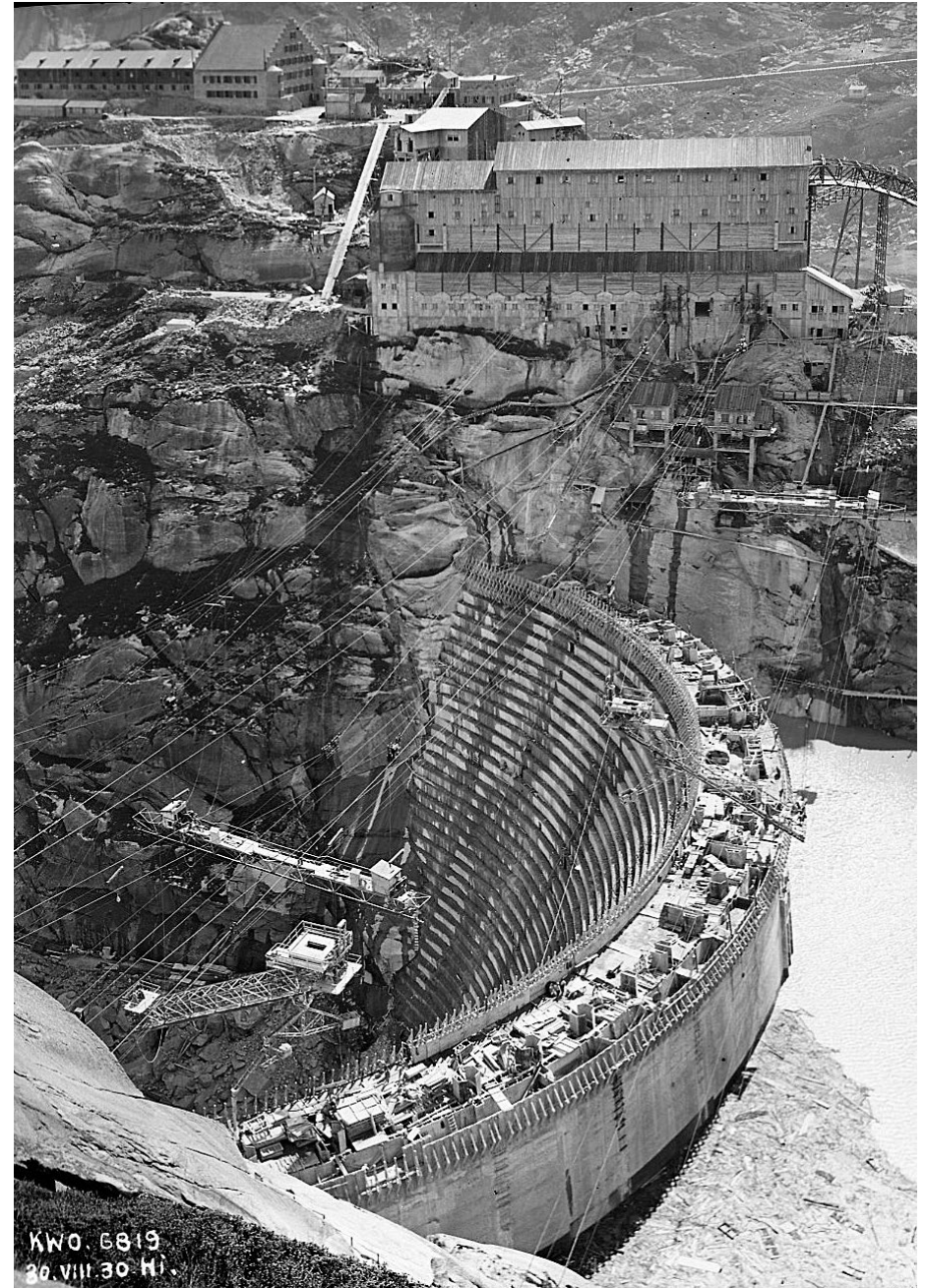
Hauptstaumauer Spitalamm während der Bauausführung im Juni 1930 (oben: Blick vom Nollen; rechts: Blick zum Nollen mit dem neuen Hospiz. Der Beton für die Talsperre wurde teils mit Giessrinnen, teils mit Kabelkranen eingebracht.

(FOTO: ARCHIV KWO)

Nach einer längeren Studien- und Projektphase gründeten die BKW am 20. Juni 1925 die Kraftwerke Oberhasli AG als Partnergesellschaft mit Sitz in Innertkirchen. 1928 trat der Kanton Basel-Stadt der KWO bei; das Aktienkapital wurde von 30 auf 36 Mio. CHF erhöht, von denen Basel ein Sechstel übernahm. Ende 1930 beteiligten sich die Stadt Bern und 1938 die Stadt Zürich ebenfalls mit einem Sechstel an der

KWO. Seither blieben die Beteiligungsverhältnisse mit 50% BKW und je 16,66% Basel, Bern und Zürich unverändert.<sup>1</sup>

Zwischen 1925 und 1932 wurde in einer ersten Etappe als erste Staustufe das Kraftwerk Handeck 1 gebaut, das nach der Fertigstellung gleich in Betrieb ging. Konkret entstanden in diesen Jahren der Grimselsee mit den Sperren





Die kombinierte Bogen- und Gewichtsstauer mit ihrer typisch abgestuften Talansicht.

(FOTO: CLEMENTINE HEGNER-VAN ROODEN)

Spitallamm und Seeuferegg, der 5 km lange Verbindungsstollen vom Grimsel- zum Gelmersee, der ebenfalls zu einer Sperre aufgestaut wurde und die Zentrale Handeck 1. Projektverfasser war der Oberingenieur A. Kaech der BKW. In Guttannen waren viele auswärtige Arbeiter einquartiert. Arbeitsgelegenheit und Verdienst gab es auch für die ansässige Bevölkerung

genug.<sup>1</sup> Neben den zahlreichen Ingenieurbauwerken rund um die neuen Anlagen musste die Grimselstrasse um den künftigen Stausee verlegt werden, weshalb Unterkunftsräume auf der Grimsel benötigt wurden. Ausserdem wurde ein Umleitstollen für die Aare erstellt, damit die Baustelle der grossen Staumauer in der Spitallamm trocken gelegt werden konnte.

### Regelmässige Stufen in rauem Fels

Die bogenförmige Gewichtsstauer Spitallamm ist ein besonderes Bauwerk, das in der rauen Naturlandschaft besticht. Sie ist 114 m hoch und 258 m lang. Ihr dreieckiger Querschnitt weist auf der Wasserseite eine Neigung von 10:1 und auf der Luftseite eine solche von 10:5 auf.

Der Krümmungsradius auf Höhe der Krone beträgt 90 m. Der Bogen schliesst an beiden Enden an 30 m lange Tangenten, was die Grundrissform bei gleichem Querschnitt gradlinig verlängert. Der spitze Winkel zwischen den Staumauerenden und den Widerlagern bzw. dem natürlich gewachsenen Fels schliesst eine Dichtungsmauer senkrecht zum Ufer ab. Dennoch behält der Bogen seine Bewegungsfreiheit. Der Zwischenraum ist mit Kies verfüllt. Vom Dichtungssporn auf der Wasserseite des Fundaments aus wurden während des Baus 81 Löcher gebohrt und mit 370 t Zement gefüllt.<sup>2</sup> Zahlreiche sekundäre Injektionen mit zusätzlichen 120 t Zement und Nachinjektionen nach der Fertigstellung vervollständigen die Dichtung unter der Sperre.

Der Beton des Sperrkörpers ist mit einer Zementdosierung von 190 kg/m<sup>3</sup> fertigen Beton hergestellt worden, davon Grobkies 40 bis 120 mm: 596 kg/m<sup>3</sup> (22,2 Vol. %), Feinkies 6 bis 40 mm: 766 kg/m<sup>3</sup> (28,6 Vol. %), Natursand 0 bis 6 mm: 636 kg/m<sup>3</sup> (23,7 Vol. %), Mahlsand mit rund 40 % < 0,5 mm: 84 kg/m<sup>3</sup> (3,1 Vol. %), Zement: 190 kg/m<sup>3</sup> (6,2 Vol. %), Wasser: 158 kg/m<sup>3</sup> (15,8 Vol. %); Total: 2430 kg/m<sup>3</sup> (99,6 Vol. %). Die Zuschlagstoffe wurden in direkter Umgebung im Aareboden gebaggert, was eine gleichmässige Zusammensetzung des Betons



An der Grimsel entstand seit der Gründung der KWO 1925 ein komplexes Kraftwerkssystem mit elf Kraftwerken und acht Speicherseen. Pro Jahr produziert die KWO rund 2350 Gigawatt-Stunden elektrischen Strom, was etwa 7% der Produktion aller Schweizer Wasserkraftwerke entspricht. Diese Energie deckt den Jahresverbrauch von rund einer Million Menschen.

(FOTO: CLEMENTINE HEGNER-VAN ROODEN)

ergab. Dies schlug sich in seiner Festigkeit nieder: Bei den Kontrollen des Bauplatzbetons mass man eine Festigkeit von durchschnittlich  $100 \text{ kg/cm}^2$  nach sieben Tagen und eine solche von über  $200 \text{ kg/cm}^2$  nach einem Jahr. Festigkeitswerte also, die die rechnerischen Werte weit überschritten.<sup>2</sup>

Damit das Schwinden des härtenden Betons zu keinen ungewollten Rissen führen würde, liess der Ingenieur den Betonkörper durch 1 m breite Fugen in Bogensegmente unterteilen. Das ab

Herbst 1928 gebaute Fundament weist alle 30 m Dilatationsfugen auf, was Oberflächen von  $1000 \text{ m}^2$  generierte. Ab Frühling 1929 halbierte man diesen Abstand und ordnete im obersten Sperrenteil auf 20 m Höhe ausserdem sekundäre Fugen an, die die Mauer in 7,5 m lange Abschnitte unterteilen. Die 13 Haupt- und die diversen sekundären Fugen schloss man erst nach einer Wartepause, während der der Beton abkühlen und zu einem grossen Teil bereits abschwinden konnte. In der oberen Hälfte des Sperrenkörpers schloss man

die Fugen gar erst nach einem Jahr, um einen vollkommenen Bogenschluss zu gewährleisten.

Die Ansicht der Spitalamm Sperre mit einer Kubatur von  $340\,000 \text{ m}^3$  beeindruckt mit ihrer gestuften Ausführung auf der Luftseite. Vom Fuss bis zur 4 m breiten Krone, die dem Dreieckquerschnitt als 2.5 m hohes Element über dem Normalstand des Wasserspiegels aufgesetzt wurde, ist die Ansicht in Stufen von 1 m Tiefe und 2 m Höhe regelmässig und eindrucksvoll abgetreppet.

Die Planenden gewannen mit den vertikalen Schalungsflächen eine vereinfachte Bauausführung und zugleich einen ästhetischen Mehrwert, der heute noch seine Strahlkraft hat.

### **Bauwerke im Wasser**

Der ersten Etappe, dem Kraftwerk Handeck 1, folgten weitere Ausbautappen über mehrere Jahrzehnte hinweg. So wurde – und wird immer noch – das Pionierwerk der letzten 80 Jahre fortwährend weitergeführt. Bauarbeiten in den letzten Jahren wurden vor allem





Für den Materialtransport vom Bahnhof Meiringen der Brünigbahn musste zunächst eine 5 km lange Verbindungsbahn an den Umschlagplatz bei Innertkirchen neben der Transformatoren- und Schaltstation gebaut werden. Von dort aus erstellte man eine 17 km lange Luftkabelbahn auf die Grimsel, mit einer Abzweigung nach dem Gelmersee. Dabei überwand man einen Höhenunterschied von 1350 m.<sup>3</sup>

(FOTO: CLEMENTINE HEGNER-VAN ROODEN)

von den qualitativen Ausbauten des bestehenden Systems geprägt. Von 2011 bis 2016 haben die KWO an der Grimsel ein Grossprojekt realisiert. Es fügt sich vom Räterichsboden bis nach Innertkirchen nahtlos in das bestehende Kraftwerkssystem ein. Während des normalen Betriebs wurden 19 km zusätzliche Stollen gebohrt, die Leistung

um 240 MW gesteigert und das grösste Beruhigungsbecken der Schweiz gebaut. Das Wasser aus dem ganzen KWO-Einzugsgebiet wird nun sanft in die Aare zurückgeführt, was Flora und Fauna der Flusswasserwelt schützt. Das 305 Mio. Fr. teure Ausbauprojekt gleicht einem parallelen Kraftwerkssystem – es erhielt deshalb auch den Namen «Tan-

dem». In der Landschaft an der Grimsel ist von diesen aktuellen Eingriffen kaum etwas zu erkennen. Nach wie vor prägen die historischen Ingenieurbauten die raue Gebirgslandschaft. Ab Mitte 2019 soll sich das Bild rund um die Staumauer Spitallamm aber verändern. 90-jährig drängt sich eine Instandsetzung auf, denn neben der fortschreitenden Verlandung der Grundablassorgane entsteht ein Riss zwischen luftseitigem Massen- und wasserseitigem Vorsatzbeton. Die Mauerkrone und der wasserseitige Vorsatzbeton entfernen sich stetig weiter vom Massenbeton.

Die KWO sollte nun der Aufsichtsbehörde des Bundes für die Talsperren (BFE) bis Frühling 2017 ein genehmigungsfähiges Bauprojekt zur Instandsetzung der Staumauer Spitallamm vorlegen – unabhängig vom Gerichtsentscheid über eine allfällige Erhöhung des Grimselsees. Anfänglich verfolgten die Projektplaner den Ansatz, den wasserseitigen Beton abzurechen und durch einen neuen, im Massenbeton verankerten Beton zu ersetzen. Bedingung dafür war, dass sich im Massenbeton keine Anzeichen für Alkali-Aggregat-Reaktionen (AAR) zeigten. Die Interpretationen der ausgeführten Verformungsmessungen und entnommene Bohrkerne lassen nun aber vermuten, dass genau dies nicht ausgeschlossen werden könne.

Die KWO hat deshalb im Herbst 2015 die Projektierungsarbeiten für den Ersatz der Staumauer Spitallamm aufgenommen. Sie planen unmittelbar vor der bestehenden Mauer eine doppelt gekrümmte Bogenstaumauer mit der gleichen Kronenhöhe von rund 115 m wie die bestehende Bogengewichtsmauer (in einer späteren Phase könnte diese für die Vergrösserung des Grimselsees erhöht werden). Die alte Staumauer soll weiterhin bestehen bleiben und beidseitig eingestaut werden. Ein Stollen sorgt für den hydraulischen Ausgleich des Wasserspiegels. Fiele der Entscheid für dieses Projekt, würde sich die Geschichte an der Grimsel wiederholen und die Staumauer Spitallamm ebenso im Wasser versinken wie damals das alte Hospiz. – Hier auf diesem Pass verflochten sich Gegenwart und Vergangenheit stetig intensiver miteinander.

#### Literaturverzeichnis

- 1 KWO Grimselstrom; [www.grimselstrom.ch](http://www.grimselstrom.ch)
- 2 Schweizerische Bauzeitung, Sonderdruck, «Die Spitallamm Sperre der Kraftwerke Oberhasli», Ein Beitrag zur Erforschung der statischen und technologischen Probleme des Talsperrenbaus, H. Juillard, beratender Ingenieur Bern, Band 107, Mai/Juni 1936, Druck Jean Frey AG, Zürich
- 3 Schweizerische Bauzeitung, «Vom Bau des Grimselwerkes der Kraftwerke Oberhasli A.-G.», Band 92, 29. September 1929, S. 155–160, Carl Jeger

---

© Gesellschaft für Ingenieurbaukunst

[www.ingbaukunst.ch](http://www.ingbaukunst.ch)