Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern

Band: - (1928)

Artikel: Die petrographisch-geolgischen Verhältnisse des Baugebietes der Kraftwerke Oberhasli

Autor: Hugi, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319348

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

E. Hugi.

Die petrographisch-geologischen Verhältnisse des Baugebietes der Kraftwerke Oberhasli.[1])

Uebersicht über den petrographisch-geologischen Aufbau des Aarmassives.

Das Aarmassiv, dem der grösste Teil des Baugebietes der Kraftwerke Oberhasli angehört, zerfällt vom petrographisch-genetischen und zugleich auch vom tektonischen Standpunkt aus betrachtet in folgende zwei Hauptteile:

1. Die granitischen Intrusivkerne und
2. die Schieferhüllen derselben mit den mechanisch eingeklemmten und tektonisch hineingeschleppten Sedimentschuppen.

Die granitischen Intrusivmassen entsprechen den Antiklinalteilen des Gebirges, die Schieferhüllen und Sedimenteinlagerungen dagegen den synklinalen Zonen des Massives.

Nach dem Stande der heutigen Untersuchungen lassen sich die granitischen Intrusivkerne wieder in einzelne Teilintrusionen aufteilen, die sich als Längsergüsse des emporbrechenden Schmelzflusses entweder auf die ganze Länge des Massives ausdehnen, oder aber als gegenseitig sich ablösende, vikariierende Granitergüsse sich nur auf einen Teil seiner Längsachse erstrecken. Als solche Teilmassive sind, von Norden nach Süden im Querprofil des Massives fortschreitend folgende zu nennen:

1. **Das Innertkirchner-Gasteren-Massiv.** Mit geringer Breite am Wendenjoch beginnend, nach Westen bis zum Petersgrat und Löt-

---

[1]) Nach einem Vortrage, den der Verfasser am 17. August 1928 in Bern hielt, um den Teilnehmern einer Exkursion eine allgemeine Orientierung über die petrographisch-geologischen Verhältnisse des Baugebietes der Kraftwerke Oberhasli zu geben. Die Exkursion selbst wurde unter starker Beteiligung der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft Bern am 19. August in das Bauareal der obern Stufe der Kraftwerkanlage ausgeführt. Bei Beginn derselben sprach Herr Direktor A. Kaech in der Grimselausstellung in Meiringen über die Grundlagen des grosszügigen Bauprojektes.

schenpass sich verbreiternd, um weiter westlich mit stark geneigtem Axialgefälle unter die helvetischen Sedimente und die darüber sich lagernden Decken unterzutauchen. Die Gebirgsmasse des Gasterengranites bildet das Zentrum dieser Teilintrusion. Der sog. Innertkirchnergranit stellt die resorptionsreiche Randfacies derselben dar, die ihre mächtige Entwicklung dem Umstande verdankt, dass dieser Granit in grosser Tiefe der Erdkruste erstarrt ist, das Magma also lange Zeit im thermischen Gleichgewicht mit seinem Nebengestein gestanden hat. So konnte ein weitgehender Ausgleich der Stoffe stattfinden. Aus gleichem Grunde auch erklärt sich die eugranitische Ausbildung des Gasterengranites, dessen Kristallisation sich, im Gegensatz zum zentralen Aaregranit möglichst ungestört vollziehen konnte.

2. **Das Teilmassiv des Erstfeldergranites.** Diese Granitzone vikariiert mit dem Innertkirchner-Gasteren-Massiv. Sie taucht mit grösster Breite bei Erstfeld im Reusstal unter den autochthonen und parautochthonen helvetischen Sedimenten empor und verschmälert sich, südlich des Innertkirchner-Gasterengranites hinlaufend und von diesem durch die beidseitigen Schieferhüllen getrennt, gegen Westen hin, um im Grate Jungfrau-Breithorn-Tschingelhorn zu endigen. Der petrographische Charakter und die Entstehungsbedingungen sind ähnlich wie beim Innertkirchner-Gasterengranit. Diesen äussern Granitergüssen läuft in der ganzen Länge des Massives parallel eine viel mächtigere innere Intrusionszone, diejenige

3. **des zentralen Aaregranites,** die mit ihrer nördlichen und südlichen Schieferhülle den Hauptbestand des ganzen Massives und gleichsam seinen Rückgrat bildet. Ihr gehört das ganze Bauareal der obersten Stufe der dreistufigen Kraftanlage der K. W. O. an. Diese Zone hat die komplizierteste petrographische Zusammensetzung. Sie zerfällt im Grimselgebiet und weiter westlich ihrer Länge nach selbst wieder in zwei grosse Teilintrusionen, die weitgehende Resorptions- und Differentiationserscheinungen aufweisen. Beide sind durch eine tief eingefaltete, isoklinale Zwischenzone sedimentogener Natur von einander getrennt. Die scharf ausgebildete Trennungslinie streicht in der Grimselgegend vom Nordufer des Totensees zum Trübtensee.

Zur grössten petrographischen Mannigfaltigkeit aber entwickelt sich die Intrusionszone des zentralen Aaregranites in ihrer südlichen Schieferhülle zwischen Grimselpasshöhe und Oberwald. Ein mehrmaliger Wechsel hochmetamorpher Ortho- und Paragesteine gehört hier zum Eigenartigsten und Schönsten, was das westliche Aarmassiv in

seinem petrographischen Bestande aufzuweisen vermag. Mit diesen vielfachen und oft extremsten Gesteinswechseln gehen auch die intensivsten tektonischen Störungen Hand in Hand.

Der zentrale Aaregranit ist gegenüber dem Granit der beiden nördlichen Teilmassive in besonderer Facies entwickelt, weil das Magma in zähflüssigem Zustande sehr rasch emporgedrungen sein musste und in höherem Niveau der Erdkruste unter dem seitlich gerichteten Drucke der karbonischen Alpenfaltung erstarrt ist. So haben sich schon primäre Parallelstrukturen herausgebildet, die sekundär durch die tangential schiebenden Kräfte der Hauptalpenfaltung noch viel intensiver zur Ausprägung gebracht worden sind. Entsprechend der grossen Viskosität des Magmas und infolge seiner kurzen Erstarrungszeit beschränkten sich in der nördlichen Schieferhülle des zentralen Aaregranites, in welche z. T. noch das Baugebiet des Kabelstollens fällt, die Wirkungen der eigentlichen Kontaktmetamorphose auf den engsten Raum. Die pneumatolytisch-hydrothermalen Kontakteinflüsse dagegen erstrecken sich wegen der raschen Abgabe der reichlich vorhandenen leichtflüchtigen Bestandteile des Magmas auffallend weit und z. T. erstaunlich gleichmässig ins Nebengestein hinaus. Anders verhalten sich die Kontaktwirkungen in der südlichen Schieferhülle des zentralen Aaregranites. Hier entwickelte sich eine ausserordentlich weite Differentiationsbreite der magmatischen Erstarrungsprodukte und so wirkten die letzten sauren Teilergüsse intensiv metamorphosierend, z. T. sogar injektionsmetamorph auf die ersten basischen Erstarrungsphasen des Stamm-Magmas ein. Die Tendenz zur Ausbildung extrem-saurer Randzonen des zentralen Aaregranites ist auch auf der Nordseite dieser Intrusionsmasse in dem mächtig entwickelten äusserst kieselsäurereichen Mittagsfluhgranit deutlich zum Ausdruck gekommen.

Für das Verständnis der Gesamtgeologie des Aarmassives und für die Beurteilung der geologisch-petrographischen Verhältnisse des Baugebietes der Oberhasliwerke im besondern, spielt die Altersfolge der Hauptgranitintrusionen eine wichtige Rolle, umsomehr, da sie in engster Beziehung steht zu den gebirgsbildenden Vorgängen. Die Zusammenhänge zwischen beiden Erscheinungen lassen sich am einfachsten in folgendem Schema zum Ausdruck bringen:

1. Intrusion des Erstfeldergranites. Zeit des Unter-Karbons.
2. Erste herzynische Faltung.
3. Intrusion des Innertkirchner-Gasteren-Granites. Zwischen Unter- und Oberkarbon.

4. Zweite herzynische Faltung.
5. Intrusion des zentralen Aaregranites, seiner Differentiationsprodukte und seiner ganzen Ganggefolgschaft. Ober Karbon.
   Ruhepause der magmatischen Tätigkeit und der Gebirgsfaltungen im Aarmassiv durch das ganze Mesozoikum hindurch.
6. Hauptfaltung der Alpen und Magmaintrusionen auf der Südseite der Alpen. Tertiärzeit.

Die Chronologie der drei Hauptintrusionscyklen liesse sich weiter dahin detaillieren, dass die Differentiationen im allgemeinen von den basischen zu den sauren Differentiationsprodukten fortgeschritten sind.

Wichtig für die geologische Beurteilung des Baugebietes sind auch die gebirgsbildenden Vorgänge, in deren letzter Phase die Magmaintrusionen jeweils erfolgten. Schon die ältesten Intrusionen haben sich augenscheinlich in ein bereits intensiv gefaltetes Gebirgssystem ergossen, das später durch die herzynische Tektonik, zusammen mit seinen Eruptivkörpern erneut beeinflusst und in Falten gelegt worden ist, um bei der Hauptfaltung der Alpen durch den gewaltigen tangentialen Schub von Süden her nochmals den intensivsten dislozierenden Störungen ausgesetzt zu werden. Dabei vermochten sich die massigen Granitklötze nicht in ein harmonisches Faltensystem zu legen, sondern sie konnten sich in ihrer Starrheit den neuen Druckverhältnissen nur in der Weise anpassen, dass das ganze kristalline Gebirge sich nach Norden umlegte, die Antiklinalteile sich höher emporhoben, die Synklinalen sich enger zusammenfalteten und das ganze System nach Ueberschreitung der Gesteinsfestigkeit im Sinne der gleichen Bewegungsrichtung und des kleinsten Zwanges in zahlreiche Schollen- und Schuppenpakete auseinandergerissen und aneinander verschoben wurde, so dass jede südliche Schuppe sich an der ihr nördlich vorgelagerten emporstaute und emporschob. Diese tiefgreifende mechanische Umgestaltung des Gebirges erfasste naturgemäss selbst auch die innern strukturellen Eigenschaften der Gesteine. Der vorher schon mehr oder weniger schieferige Granit wurde in allen Stadien dynamischer Umpressung bis zur Ausbildung deutlichster Schieferstrukturen metamorphosiert. An den einzelnen Schubflächen selbst aber wurde das doch so druckfeste Gestein zu einem extremen Mylonit (feinschieferiger Sericitschiefer) ausgewalzt. Das ganze Massiv wurde in der Schubrichtung an zahllosen scharfen Kluftsystemen auseinandergerissen und verstellt. Den tektonischen Strukturelementen des herzynischen Gebirges prägten sich diejenigen der alpinen Faltung über,

jene mehr oder weniger verschleiernd und verdeckend. Herzynisches Streichen und alpines Streichen aber laufen nicht parallel. Ersteres ist annähernd E-W gerichtet, während das Letztere im Mittel N 60° E beträgt, beide schliessen also miteinander einen Winkel von ungefähr 30° ein.

Diese allgemeine Uebersicht über die Petrographie und Tektonik des Aarmassives bildet die Grundlage zum Verständnis der petrographisch-geologischen Verhältnisse des Baugebietes der Kraftwerke Oberhasli.

Das Projekt der Kraftwerkanlage Oberhasli.

Die erste Idee für den Bau einer Kraftanlage im Oberhasli geht bis zum Jahre 1905 zurück. Sie entspringt der Initiative des zielbewussten, energischen Direktors der damaligen „Vereinigten Kander- und Hageneckwerke, A. G." Oberst EDUARD WILL. Die Grundgedanken des damaligen Konzessionsgesuches zur Ausbeutung der Wasserkräfte des Oberhasli entsprechen denjenigen des heute in Ausführung begriffenen Projektes, aber es bedurfte langjähriger gründlichster technischer und wissenschaftlicher Studien, um den Plänen die heutige endgültige Gestalt zu verleihen. Dass die Speicherseen auf der Grimsel und auf Gelmer notwendig und zweckmässig sind, wurde zwar schon frühzeitig erkannt; die Art und Grösse der Speicherung war aber in allen diesen frühern Projekten weder in technischer noch wirtschaftlicher Beziehung befriedigend.

Bei der Gefällskonzentration waren die Verhältnisse noch weniger geklärt als bei der Akkumulieranlage. Die Zusammenfassung des ganzen Gefälles mit einer Stufe in Innertkirchen wurde bald als unzweckmässig erkannt und zwar sowohl aus technischen, als auch aus wirtschaftlichen Ueberlegungen. Das Wasserschloss und die Druckleitung wären in den geologisch unzuverlässigen, stark klüftigen sogenannten Kalkkeil des Pfaffenkopfes zu liegen gekommen und der ganze Wasserzuleitungsstollen vom Gelmersee nach Innertkirchen hätte in sehr grosser Höhe über dem Tal in einer unwegsamen Gebirgskette gebaut werden müssen. Aus diesen Gründen und auch zwecks Ausnützung der zwischen der Grimsel und der Handeck zur Aare fliessenden Gletscherbäche war es also notwendig, eine Zwischenstufe einzulegen und zwar schien es am naheliegendsten, diese in der Gegend von Guttannen vorzusehen. Es war aber nicht möglich, in diesem Teile des Tales für die Druckleitung ein günstiges Gebirge zu finden

und auch für die Zentrale selbst ergab sich kein Standort, welcher vor Lawinen und Bergsturzgefahr genügend sicher gewesen wäre. Erst das Projekt, welches Herr Ing. A. KAECH, der derzeitige Direktor der Kraftwerke Oberhasli A. G. im Jahre 1923 vorgelegt hat, hat sowohl für die Akkumulierung, als auch für die Gefällseinteilung die notwendige feste Unterlage geliefert. Die Wasseraufspeicherung gewährt die volle Ausnützung des auf der Grimsel zufliessenden Wassers als gleichmässige Jahresenergie. Die oberste Zentrale ist unmittelbar unter den ersten grossen Steilabsturz beim Gelmersee gelegt. Das Wasser kann vom Gelmersee aus durch einen Schrägschacht direkt, d. h. ohne Zwischenschaltung eines Druckstollens, den Turbinen zugeleitet werden. Das Stauziel des Gelmersees liegt auf der Kote 1852 und die Turbinen der Zentrale auf Kote 1306.50, so dass sich ein Gefälle von 545,5 m erreichen lässt. In der Zentrale werden vier Maschinen zu 30,000 PS, zusammen also 120,000 PS installiert.

Die untere Gefällsstrecke kann entweder in einem Zug bis nach Innertkirchen ausgenützt werden, wobei eine besonders günstige Anlage entsteht, oder aber es kann auch eine Zwischenstufe bei dem Weiler Boden unterhalb Guttannen eingeschaltet werden. Beide Lösungen sind technisch und geologisch einfach und sicher auszuführen. Auf dieser untern Talstrecke werden 160,000 PS gewonnen, zusammen wird also die ganze Anlage im Stande sein, 280,000 PS zu erzeugen. Mit dieser Gesamtleistung dürften die Oberhasliwerke eines der grössten bisher ausgeführten Wasserkraftwerke Europas darstellen. Die erste z. Zt. in Gang befindliche Bauphase umfasst nur

Die oberste Stufe des ganzen Werkes.

Ihr gehören folgende Teile zu:

1. Das Sammelbecken an der Grimsel. 2. Der Verbindungsstollen Grimselsee-Gelmersee. 3. Das Sammelbecken am Gelmersee. 4. Der Druckschacht Gelmersee-Zentrale Handeck. 5. Die Zentrale Handeck und 6. der Kabelstollen Zentrale Handeck-Guttannen.

1. **Der Stausee an der Grimsel.** Für die Abriegelungsmöglichkeit des Grimselstaubeckens sind die geologisch-petrographischen Verhältnisse die möglichst günstigsten, indem die ganze Anlage in das Gebiet des äusserst standfesten und dichten Zentralgranites entfällt und weil das Tal der Aare durch den Felsriegel des Grimselnollens schon zu einem guten Teil abgeschlossen ist. Es wird sich nur darum handeln, die enge Erosionsrinne an der Spitallamm und die Taleinsattelung an

der Seeuferegg durch Staumauern abzuschliessen, um so das Wasserniveau von der Höhe des Aarbodens (1810 m) auf die Höhe des Stauzieles (1912 m), also um ca. 100 m zu heben. Allerdings erfordert dabei die Staumauer an der Spitallamm eine Kubatur von 340,000 m^3, diejenige an der Seeuferegg eine solche von 58,000 m^3. Auf diese Weise wird das Tal des Unteraarbodens von der Grimsel bis zum Gletscher in ein fjordartiges Seebecken von 4,5 km Länge und 500 m mittlerer Breite umgewandelt. Der Nutzinhalt dieses Stausees beträgt 100 Millionen Kubikmeter. Eine wesentliche Beeinträchtigung des Stauvolumens dieses Beckens durch den vorstossenden Gletscher und durch seine Moränenablagerungen ist nicht zu befürchten: In hundert Jahren wird der Gletscher höchstens eine Million Kubikmeter Schuttmaterial in das Seebecken hineinführen, das ist nicht einmal der Rauminhalt, der durch das im Stausee abschmelzende Eis gewonnen wird.

Von besonderer Wichtigkeit in technischer Beziehung erscheint die Frage nach der Dichtigkeit des Staubeckens. Dass die vom Gletscher glatt gehobelten, steilen, zum grössten Teil vegetationslosen, massigen Granitwände einen hohen Dichtigkeitsgrad besitzen, ergibt sich aus der grossen Kompaktheit, aus der hervorragenden Druck- und Standfestigkeit dieses Gesteines. Die eingeschlossenen Kluftfugen, welche die klotzigen Gebirgsmassen in verschiedenem Verlaufe durchsetzen, vermögen der grossen Geschlossenheit des Felsens keinen Eintrag zu tun.

Ein besonderes Problem im mannigfaltigen Fragenkomplex der petrographisch-geologischen Begutachtung des Baugebietes bildet die Entstehung des Grimselnollens, der als riesiger natürlicher Stauklotz das Tal der Aare fast vollständig abriegelt und an dem sich der Fluss annähernd unter rechtem Winkel vom Längs- zum Quertale wendet. Der bequeme aber wesenlose Begriff der selektiven Glacialerosion, mit dem die Glaciologen so leicht zur Hand sind, vermag keine genügende Erklärung für die Existenz dieses Talriegels zu geben. Die neuen Aufschlüsse, welche die Werkbauten geliefert haben, lassen keinen Zweifel übrig, dass die Bildung des Nollens auf petrographisch-tektonische Ursachen zurückgeführt werden muss:

Dieser grosse Rundhöcker ist unbedingt durch die Wasser- und Glacialerosion aus dem anstehenden Gebirge herausgearbeitet worden, umso auffälliger erscheint es deshalb, dass der Riegel mitten im Tallaufe der Aare stehen geblieben ist und dass ihn der Fluss an seiner

W-Seite in so scharf ausgeprägter, enger Schlucht quer durchschneidet, während er an der E-Seite, an der Seeuferegg mit prägnanter Depression gegen das Gehänge des Haupttales sich absetzt.

Der S-Wand des Nollens entlang läuft eine glimmerreiche, intensiv verfältelte Resorptionszone des Grimselgranites, die sich nach Westen hin in der Richtung des herzynischen Streichens im Tal der Unteraar weiter fortsetzt. Es handelt sich hier um synklinal eingefaltete, tonreiche herzynische Sedimente, die vom granitischen Magma aufgeschmolzen worden sind und dadurch das Erstarrungsgleichgewicht desselben gestört haben, sodass der Granit in dieser ganzen Zone eine ausgesprochen schlierige Beschaffenheit aufweist, in welcher aplitische und lamprophyrische Partien rasch und mehrfach miteinander wechseln. Der Granit selbst aber hat eine granodioritische Facies angenommen. Erfahrungsgemäss sind solche petrographische Diskontinuitätszonen der Erosion immer viel leichter zugänglich. So entspricht der Verlauf des Unteraartales und die Längsrichtung der beiden Grimselseebecken und damit auch die Südabgrenzung des Nollens der Streichrichtung des alten herzynischen Gebirges und der nach ihr orientierten Resorptionszone des Granites.

Während die S-Abgrenzung des Nollens in letzter Instanz unter Einfluss der herzynischen Tektonik entstanden ist, hat die Entstehung seines N-Absturzes ihre Hauptursache in den gebirgsbildenden Vorgängen der grossen Alpenfaltung: In der Spitallamm folgt der Lauf der Aare der alpinen Streichrichtung und nach ihr ist hier auch der feinkörnig aplitisch ausgebildete Granit dünnplattig abgesondert. Dass es gerade in einer solchen tektonisch beeinflussten Zone dem Flusse am leichtesten gelang, sich einen Ausgang aus dem ursprünglich mehr oder weniger geschlossenen Becken zu schaffen, ist leicht zu verstehen. Aber ein weiterer tektonischer Einfluss noch lässt gerade diese Stelle als besonders prädestiniert zum Durchbruch der Aare erscheinen: Während das herzynische Streichen durch den Verlauf des Unteraargletschers und -Tales markiert wird, folgt der fast ebenso lange Oberaargletscher der Hauptstreichrichtung der Alpen. Am Eingang der Spitallamm überschneiden sich diese beiden tektonischen Linien und Talrichtungen und lassen daher diesen Teil des Gebirges als für die Erosion besonders leicht zugänglich erkennen. Hier war a priori petrographisch-tektonisch eine schwache Stelle des Granitrückens gegeben und diese gerade hat die Aare zu ihrem Ausfluss aus dem natürlichen Staubecken benutzt.

Es bleibt uns nur noch übrig, die ausgesprochene Depression des Nollenriegels an der Seeuferegg zu erklären. Sie ist zweifellos, wie die prächtigen Glacialerosionsformen an dieser Stelle zeigen, in der Hauptsache durch die erodierende Wirkung des Gletschers geschaffen worden. Aber warum hat der Eisstrom gerade diese Stelle tiefer ausgekolkt, als die übrigen Teile des Riegels? Zwei Umstände mögen dazu beigetragen haben:

Der Grimselpass entspricht einer Achsendepression des zentralgranitischen Rückens des Aarmassives, in welcher jedenfalls von Anfang an ein Hauptgletscherstrom seinen Abfluss genommen hat. Zudem aber stimmt diese Stelle ebenfalls überein mit einem tektonisch geschwächten Teile des Gebirges. Diese wird in deutlichster Weise durch die Topographie des Gebietes ausgeprägt: Das Quertalstück der Rhone zwischen Gletsch und St. Niklaus einerseits und der Lauf der Aare vom Sommerloch abwärts andererseits fallen in eine gerade Linie, welche mit der Richtung eines ausgesprochenen Klüftungssystems des zentralen Aaregranites übereinstimmt, das auf seiner Hauptklüftung senkrecht steht. Diese letztere verläuft im alpinen Streichen und fällt mit 70°—80° gegen S ein, sie entspricht der Schuppenstruktur des Aarmassives, jene Querklüftung dagegen hat eine Saigerstellung und läuft parallel der Schubrichtung der Hauptalpenfaltung (SSE—NNW). Wie die Rhone unterhalb Gletsch rechtwinklig vom Verlauf der alpinen Klüftung in denjenigen der Querklüftung umbiegt, so auch die Aare beim Sommerloch. Die Verbindungslinie dieser Quertalstücke geht genau über die Einsattelung des Nollenrückens an der Seeuferegg. Für die Dichtigkeitsfrage des Staubeckens ist dieses Querklüftungssystem aber von keiner Bedeutung, da die Kluftfugen überall vollkommen geschlossen sind und erst durch die Erosionswirkungen zur Geltung gebracht werden. Wie wäre es sonst denkbar, dass gerade in diesem Gebiete das Regen- und Schneewasser jeden Sommer in den vom Gletscher ausgekolkten, glatt gehobelten Granitbecken wochen- und monatelang bis zu seiner vollständigen Verdunstung stehen bleiben könnte. Ebensowenig vermag diese Klüftung die Sicherheit der Fundamente der Staumauern zu beeinträchtigen. Selbstverständlicherweise wurde sowohl bei den prognostischen Begutachtungen, wie auch bei der Ausführung des Baues diesen Auflagerungsflächen die grösste Aufmerksamkeit geschenkt.

Für die Fundamentierung der grossen Staumauer war es wichtig, die Tiefe des Aareeinschnittes an der Spitallamm mit Sicherheit festzu-

stellen, deshalb wurde vor Beginn des Baues 40 m flussaufwärts der Staumauer ein 15 m tiefer Sondierschacht abgeteuft und von diesem aus ein Querstollen unter dem Aarebett durch vorgetrieben. Die First dieses Stollens schnitt eine 2,5 m breite Rinne an, die mit Moränenmaterial ausgefüllt war, die Sohle dagegen blieb im anstehenden Granit. — Um eine von der Verwitterung möglichst unbeeinflusste Auflagerungsfläche der Staumauer zu schaffen, wurde der ganzen Sperrstelle entlang, obwohl diese sich im vom Gletscher glattgehobelten Granit befindet, ein tiefer Schlitz aus den beidseitigen Talgehängen herausgesprengt. Und endlich dichtete man in dieser ganzen Zone jegliche Klüfte des Gesteins, bis zu den feinsten kapillaren Spältchen noch vollständig ab, indem mit Diamantbohrung zahlreiche Bohrlöcher in den Fels vorgetrieben wurden, in welche man unter hohem Drucke so lange Zementmilch injizierte, bis auch das letzte Risschen verstopft und gedichtet erschien. Aehnliche Sicherungsmassnahmen wurden auch für die Staumauer an der Seeuferegg getroffen. So sind alle Garantien geboten, dass diese riesigen Sperren in Bezug auf Standfestigkeit und Dichtigkeit auch den höchsten Anforderungen entsprechen. Selbst stärkere Erdbeben wären nicht im Stande, diese Schwergewichtsmauern in ihrer Stabilität irgendwie wesentlich zu stören. Nach den langjährigen eingehenden Feststellungen von Prof. A. DE QUERVAIN gehört aber gerade die Grimselgegend als autochthones Granitgebiet zu den erdbebenärmsten Gegenden der Schweiz.

2. **Der Verbindungsstollen Grimselsee-Gelmersee.** Der 5219 m lange Verbindungsstollen, der von der Wasserfassung an der Spitallamm-Staumauer unter dem Nollen durch und dem östlichen Gehänge des Aaretales entlang nach dem Gelmersee führt, hat die Aufgabe, das Wasser des Grimsel-Stausees nach dem Retentionsbecken des Gelmersees zu führen. Bis an die Seeuferegg verläuft der Stollen annähernd im Streichen des stark schieferigen, porphyrisch ausgebildeten Granites (Augengneis, Grimselfacies des Aaregranites). Zudem wird in dieser Zone der Granit von feinverfältelten Schollen und Schlieren von Glimmerhornfels durchsetzt, die wie oben bereits ausgeführt wurde als Resorptionsprodukt alter herzynischer Sedimente aufzufassen sind. Häufige Aplit- und Lamprophyrgänge erhöhen die grosse petrographische Mannigfaltigkeit dieses Stollenstückes. Vereinzelte Kristallklüfte und Kristallhöhlen haben hier prachtvolle Funde von rotem Flußspat und reichliche Bergkristalle geliefert.

Unmittelbar nordöstlich der Seeuferegg wendet sich der Stollen unter annähernd rechtem Winkel zur S—N Richtung, verläuft also von hier ab senkrecht zum Streichen und erschliesst so ein ausgezeichnetes, lückenloses Querprofil des durchschlagenen Gebirges. Es ist hier nicht der Ort, um die mehrmaligen Facieswechsel des Granites in dieser Stollenstrecke zum Ausdruck zu bringen, ebensowenig, wie alle seine sauren und basischen Differentiationsschlieren und -Gänge und seine häufigen tektonischen Beeinflussungszonen im einzelnen notiert werden können. An den Ruschelflächen der zahlreichen Schuppenpakete haben die pressenden und schiebenden gebirgsbildenden Kräfte zur vollständigen Mylonitisierung des Granites geführt, derart, dass das massige Gestein auf engem Raume zu feinschieferigem Sericitschiefer ausgewalzt worden ist. Solche Störungsflächen treten auch stets in der äussern Topographie des Gebirges mehr oder weniger deutlich hervor. An ihnen erscheint manchmal, wie in den Runsen des Gerstenbaches und des Bächlisbaches das ganze Gebirge in seiner Streichrichtung, d. h. quer zum Verlauf des Aaretales, wie auseinandergeschnitten. Mit Ausnahme der tektonisch geschwächten Stellen bleibt der Stollen unausgekleidet. Die ersten Druckproben haben bezüglich seiner Wasserdichtigkeit sehr günstige Resultate ergeben.

3. **Das Sammelbecken am Gelmersee.** Das durch Gletschererosion aus dem massigen, von häufigen Quarzgängen durchsetzten zentralen Aaregranit ausgekolkte natürliche Becken des Gelmersees kann bei seiner vollkommen dichten Beschaffenheit ein eigentliches Wasserschloss ersetzen. Um seinen Nutzinhalt zu steigern (auf 13 Millionen Kubikmeter) muss nur der vordere Beckenrand am sog. Gelmerkragen durch Anlage einer 384 m langen Staumauer (maximale Höhe 30 m, Gesamtkubatur 82,000 m^3) erhöht werden. Die Höhe des Stauzieles wird dadurch 30 m über den jetzigen Seespiegel gehoben. Die Dichtung und Verfestigung der Fundamente der Sperrmauer wird in ähnlicher Weise wie an den Staumauern des Grimselsees durch Diamantbohrungen und Zementmilchinjektionen durchgeführt.

4. **Der Druckschacht Gelmersee-Zentrale Handeck.** Die Zuleitung des Druckwassers vom Gelmerseebecken zu den Turbinen der Zentrale Handeck geschieht durch einen mit Eisenrohren gepanzerten Schrägschacht von 1288,4 m Länge, der mit folgenden drei Gefällstufen die Niveaudifferenz von 545,5 m überwindet: Oberstes Teilstück von 174,5 m Länge, Gefälle 4 ‰, mittleres Teilstück Länge 838 m, Gefälle 72 %, unteres Teilstück 275,9 m Länge, Gefälle 8 %. Der ganze

Schrägschacht mit seinen drei Fensterstollen durchsetzt den massigen Aaregranit, der aber an resorptionsreichen Stellen eine gneisartige Beschaffenheit annimmt und sedimentogene Hornfelsschollen einschliesst. Häufige Quarz- und Aplitgänge und -Adern durchsetzen den Granit. Zahlreiche Quetschzonen und Mylonitisierungsruscheln deuten auf die starke tektonische Beanspruchung dieses Gebirgsteiles hin, aber dennoch scheint der Bau dieses Schrägschachtes der Kunst der Ingenieure keine besondern Schwierigkeiten bereitet zu haben.

5. **Die Zentrale Handeck** befindet sich an einer der wenigen lawinensicheren Stellen des Aaretales zwischen Handeck und Guttannen, direkt unterhalb des Handeckriegels im Breitwald, in einer Meereshöhe von 1306,5 m. Sowohl die Zentrale, wie das Dienst- und Personalgebäude stehen auf einem Riegel von massigem, quarzreichem Aaregranit, der vom östlichen Talgehänge spornartig ins Aaretal vorspringt. Erschütterungsfreiere und festere Fundamente für die mächtigen Maschineneinheiten der Zentrale hätten sich nicht finden lassen. Beim Ausheben der Fundamente aus dem massigen Granitgebirge machte sich oberflächlich in typischer Ausprägung die Erscheinung der Bergschläge geltend, die man sonst häufiger in Stollen und Schächten als in Tagebauen zu finden gewohnt ist.

6. **Der Kabelstollen Zentrale Handeck-Guttannen.** Um die, in der Zentrale Handeck erzeugte elektrische Energie lawinensicher ins Land hinauszuführen und um einen sichern Winterzugang zur Zentrale Handeck zu schaffen, hat das Projekt von Direktor KAECH den Bau des sog. Kabelstollens der obersten Stufe des ganzen Werkes angeschlossen. Dieser Stollen führt vom Maschinenhaus Handeck bis zur Stäubenden an der rechten (östlichen) Talseite hin, unterquert hier das Bett der Aare in geringer Tiefe, um dann entlang dem linken Talgehänge in einer Gesamtlänge von 4125 m zum Felsportale am Wachtbühl zu gelangen. Von hier wurde der Stollen mit weiteren 650 m Länge als unterirdischer zubetonierter Gang nach der Umformerstation von Guttannen geführt. Das Gefälle des Stollens bewegt sich mit häufigen Wechseln zwischen den Grenzwerten von 1 % und 8,8 %.

In petrographischer Beziehung durchsetzt der Kabelstollen das interessanteste Stück des Haslital-Querprofiles, denn er führt von der Zone des zentralen Aaregranites in diejenige seiner nördlichen Schieferhülle hinüber, er schliesst also den abwechslungsreichen Uebergang des endogenen und exogenen Kontakthofes des zentralen Aaregranites in sich. Es ist nicht möglich, in diesen kurzen Vortragsnotizen

auch nur einigermassen die abwechslungsreichen petrographischen Einzelerscheinungen festzulegen, doch sollen einige Daten wenigstens die Hauptcharakterzüge der Gesteinsbeschaffenheit des durchquerten Gebirgsteiles skizzieren:

Bei 2,2 km (gemessen von der Zentrale) geht der normal ausgebildete, massige zentrale Aaregranit über in die quarzreiche, grobkörnige Randfacies dieses Granitergusses, in den sog. Mittagsfluhgranit, der in physikalischer Hinsicht besonders ausgezeichnet ist durch seine hohe Radioaktivität. Nach den Untersuchungen von Dr. H. HIRSCHI stellt er eines der radioaktivsten Gesteine der Schweiz dar.

Bei 3,2 km vollzieht sich der auffallend unvermittelte scharfe Uebergang des Mittagsfluhgranites zu seiner Schieferhülle, die vorwiegend als ein schieferiger turmalinreicher Biotithornfels ausgebildet ist und vereinzelte linsenförmige Einlagerungen von prachtvollen Kalksilikatfelsen enthält. An häufigen, stark pegmatitisierten Stellen der Biotitschiefer haben sich bis 10 cm lange Turmalinkristalle, Biotitblätter von ebensolchem Durchmesser und bis 20 cm grosse, kristallographisch gut umgrenzte Kristalle von blaugrauem bis schwarzem Mikroklin und von Mikroklinperthit gefunden. Das sedimentäre Substratum der Schieferhülle erscheint kilometerweit von der Kontaktfläche entfernt in intensivster Weise von den leichtflüchtigen Kristallisatoren des kieselsäurereichen granitischen Magmas durchtränkt.

Im massigen Granit des Kabelstollens bildete auch die Entwicklung der Bergschläge, die aber immer nur talseitig auftraten, eine höchst auffällige, aber sehr charakteristische Erscheinung. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese oft explosionsartigen, dünnplattigen Ablösungen des Granites von den Stollenwänden ihre letzte Ursache in den Spannungen haben, die im massigen Gesteine durch die thermische Abkühlung von den Talwänden aus, vielleicht z. T. auch durch die Entlastung infolge des Erosionsabtrages entstehen. An der Oberfläche bilden sich aus gleichem Grunde die dickbankigen Absonderungen des Granites aus, die wir als Talklüftungen oder Plattungen zu bezeichnen pflegen. Sie sind gerade im zentralgranitischen Teil des Haslitales ausserordentlich scharf entwickelt. Weil die Talerosion rascher fortschreitet wie die Ausbildung dieser oberflächlichen Entspannungsflächen des Granites, sind die Gehängeklüftungen stets um einen bestimmten Winkel flacher gestellt, als die heutigen Talgehänge. Diese Tatsache hat ein ausgezeichnetes Hilfsmittel geliefert, um die

ursprüngliche, d. h. schuttbefreite Talform zu rekonstruieren und war so für die prognostische Festlegung des Tracés des Kabelstollens von grosser Wichtigkeit.

Die eingehenden petrographisch-mineralogischen und chemischen Untersuchungen des reichhaltigen Materiales, das der Bau der oberen Stufe der Kraftwerke Oberhasli geliefert hat, sind erst z. T. abgeschlossen, ihre Ergebnisse, sowie diejenigen der detaillierten petrographisch-geologischen Aufnahmen aller Baustellen werden im Einverständnis mit der Bauleitung der Kraftwerke Oberhasli an anderem Orte veröffentlicht werden.

Der Bericht über die Tätigkeit der Naturschutz-Kommission erscheint im Band *1929*.