

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 80 (1988)  
**Heft:** 5-6

**Artikel:** Staumauer der Kraftwerke Oberhasli AG  
**Autor:** Collet, Georges  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940712>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

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

# Staumauern der Kraftwerke Oberhasli AG

Bohrmethoden, Probleme und Erfahrungen bei der Erstellung von neuen Umkehrloten sowie beim Umbau von Felspendeln

Georges Collet

## 1. Einleitung

In den Jahren 1980 bis 1985 sind in den Talsperren der Kraftwerke Oberhasli AG die Messeinrichtungen erneuert und erweitert worden.

Während im Referat von W. Indermaur [1] die Gründe und Überlegungen, welche zur Erneuerung der Messeinrichtungen führten, dargelegt wurden, zeigte dasjenige von F. Matthey [2] die Probleme auf, die bei der Projektierung dieser Arbeiten aufgetreten sind, und erwähnt Erfahrungen, die bei der Ausführung gemacht wurden.

Beim Umbau und der Ergänzung der Messeinrichtungen mussten diverse neue Bohrungen für Lote und Umkehrlote erstellt wie auch bestehende Bohrungen umgebaut werden. Nachstehend sollen speziell die Bohrmethoden, Probleme und Erfahrungen bei der Erstellung der neuen Lot- und Umkehrlotschächte sowie beim Umbau der bestehenden Felspendelschächte erwähnt werden.

## 2. Erstellung von neuen Loten und Umkehrloten

Aus der Tabelle 1 ist die Anzahl und Bohrtiefe der neu erstellten Bohrungen grossen Durchmessers in den verschiedenen Sperren ersichtlich.

### 2.1 Bohrmethoden

Der Auftrag an die Bohrfirma für die Lot- und Umkehrlotbohrungen verlangte eine Genauigkeit, die ausgehend von der Bohrtiefe von 30 bzw. 40 m einen vertikalen freien Zylinder von 120 mm Durchmesser gewährleistete. Für alle Bohrungen wurde eine Verrohrung mit verzinkten Stahlrohren, Durchmesser 150/160 mm, vorgesehen. Von den Bohrfirmen wurden bei der Ausführung zwei verschiedene Bohrmethoden angewandt, die in Tabelle 2 näher beschrieben werden.

Für die geodätischen Bohrungen ab Mauerkrone wurde auch die Bohrmethode mit Imlochhammer, Durchmesser 220 mm, jedoch trocken und ohne Pilotbohrung angewandt.

### 2.2 Probleme und Erfahrungen

Erste Schwierigkeiten bei Bohrungen in älteren Anlagen können bereits bei der Installation auftreten. Die messtechnisch gewünschten Bohrpunkte sind oft nur mühsam zugänglich, und der Antransport von Bohrinventar kann Schwierigkeiten verursachen.

Die Bohrmaschine konnte bei der Staumauer Seeuferegg besonders einfach angeordnet werden: sie wurde auf einer Plattform am luftseitigen Parament installiert. Die Maschine konnte von der Mauerkrone direkt auf die Plattform gesetzt werden (Bild 1).

Geböhrt wurde durch das Parament und einen Vertikal-schacht in den Felsuntergrund.

Bei der Methode Imlochhammer scheint die Entfernung des entstehenden Schlammes ziemliche Schwierigkeiten zu bereiten. Das Bohrloch musste während der Ausweitung mehrmals auf der ganzen Tiefe ausgespült werden. Der Bohrschlamm hemmte auch den Bohrfortschritt und bean-

Tabelle 1. Zusammenstellung der neuen Bohrungen grossen Durchmessers.

| Bohrungen für              | Gelmer | Seeuferegg | Spitaliamm | Räterichsboden | Oberaar | Fünf Staumauern zusammen |     |
|----------------------------|--------|------------|------------|----------------|---------|--------------------------|-----|
|                            |        |            |            |                |         | Anzahl                   | m   |
| Geodätische Ablot-schächte | —      | —          | —          | —              | 35      | 3                        | 35  |
| Geodätische Lote           | 20     | —          | —          | 39             | —       | 5                        | 59  |
| Umkehrlote                 | 30     | 80         | —          | 40             | 80      | 6                        | 230 |

Tabelle 2. Beschrieb der Bohrmethoden.

|   |  |
|---|--|
| <p>1. Bohrmethode:<br/>Bohrkrone/Hohlkrone<br/>Oberaar und Seeuferegg<br/>2 × 2 Bohrungen à 40 m<br/>– Sondier- und Injektionsbohrung als Rotationsbohrung, Durchmesser 45 mm<br/>– Ausinjizieren der Sondierbohrung<br/>– Ausführung der eigentlichen Pendelbohrung als Rotationskernbohrung, Durchmesser 180 mm, Kernentnahme</p> | <p>2. Bohrmethode:<br/>Hohlkrone/Imlochhammer<br/>Gelmer und Räterichsboden<br/>je 1 Bohrung à 30 und 40 m<br/>– Sondier- und Injektionsbohrung als Pilotbohrung mit Hohlkrone, Durchmesser 76 mm, Kernentnahme<br/>– Ausweitung der Pilotbohrung mit Imlochhammer in zwei Stufen, zuerst auf Durchmesser 152 mm, nachher auf Durchmesser 250 mm</p> |
|---|--|

spruchte die Bohrmaschine stark. Das Bohrgerät erwies sich als pannen anfällig. Der Bohrkopf musste für eine 40-m-Bohrung mehrmals nachgeschliffen und einmal ersetzt werden.

Aufgrund dieser Erfahrungen muss geschlossen werden, dass sich diese Methode für Untertagarbeiten und harte Gesteine weniger eignet.

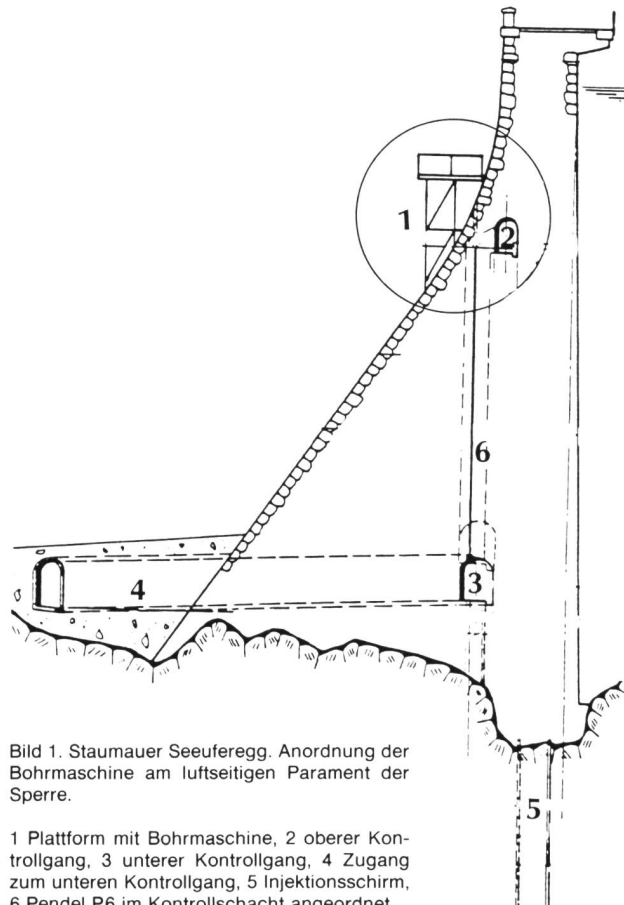


Bild 1. Staumauer Seeuferegg. Anordnung der Bohrmaschine am luftseitigen Parament der Sperre.

1 Plattform mit Bohrmaschine, 2 oberer Kontrollgang, 3 unterer Kontrollgang, 4 Zugang zum unteren Kontrollgang, 5 Injektionsschirm, 6 Pendel P6 im Kontrollschacht angeordnet.



Bild 4. Staumauer Spitallamm. Unverrohrte, versinterte Bohrung mit Loteinrichtungen.



Bild 5. Staumauer Spitallamm. Alte Lotanlage vor dem Umbau mit starken Versinterungen.

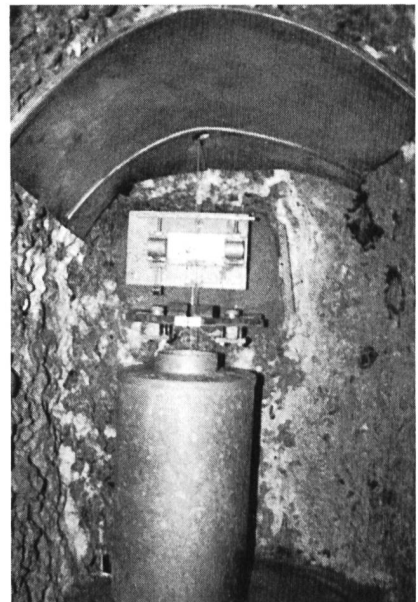


Bild 6. Staumauer Spitallamm. Lotanlage nach dem Umbau 1983 (System Huggenberger).

### 3. Umbau von bestehenden Felspendeln

Im Referat von *W. Indermaur* [1] wurde erwähnt, dass die Staumauer Spitallamm seit Ende der sechziger Jahre drei Felspendel mit je zwei gespannten Drähten und je einem Referenzpendel besass (Bild 2).

Diese Messanlagen bereiteten zusehends mehr Schwierigkeiten und Unsicherheiten, sei es durch Versinterung der nicht verrohrten Bohrungen, die Konstruktion der Aufhängung mit mangelhafter Zentrierung, ungenügende Spannung der Drähte oder das Klemmen von Zwischenzentrierplatten. Daher wurde der Entschluss gefasst, diese an sich noch nicht alten Messeinrichtungen ebenfalls auf den neuesten Stand umzurüsten und damit auch in allen Mauern die gleichen Geräte zu verwenden. Eine Bedingung war jedoch, dass die vorhandenen Bohrungen verwendet werden mussten. Die Wiederverwendung, d.h. der Einbau von

Bild 7. Staumauer Spitallamm. Felspendel aus dem Jahre 1965. Drahtverankerung auf halber Tiefe der Bohrung aus rostfreiem Stahl, welche beim Umbau 1985 auf Umkehrlote entfernt wurde. In der Bohrung sind noch ein Injektionsrohr und die Lichtquelle zu erkennen.

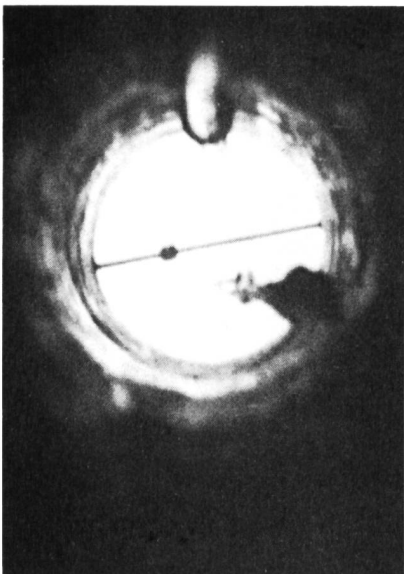


Bild 8. Staumauer Spitallamm. Elektrisches Brenngerät (Eigenkonstruktion) zum Entfernen der rostfreien Drahtverankerungen in den Umkehrlotbohrungen.

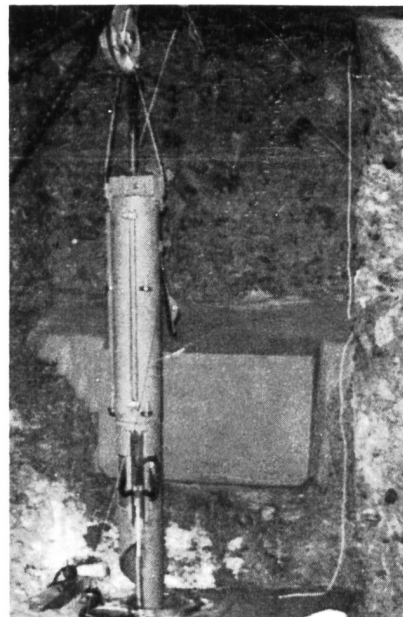


Bild 9. Staumauer Spitallamm. Schnurknäuel, welcher beim Umbau in einer Felspendelbohrung in halber Tiefe gefunden wurde und dort während Jahren die Messresultate verfälschte.

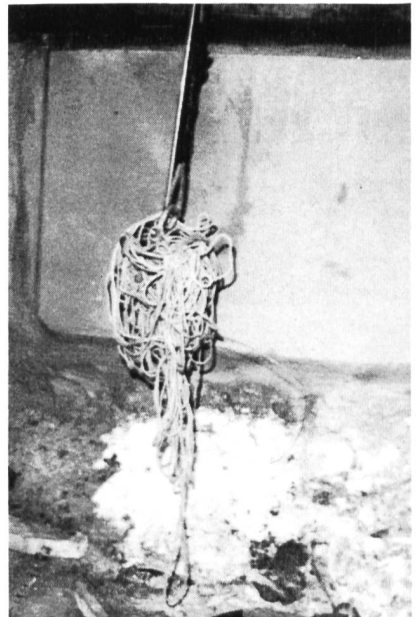


Tabelle 4. Preisvergleich der Bohrungen für Umkehrlote.

|  | Bohrmethode |                |
|--|-------------|----------------|
|  | Hohlkrone   | Imlochhammer   |
| Durchmesser Bohrung                      | 180 mm      | 76/152/250 mm  |
| Tiefe                                    | 40 m        | 30 m bzw. 40 m |
| Durchmesser Verrohrung                   | 150/160 mm  | 150/160 mm     |
| Preis inkl. Verrohrung (Preisbasis 1980) | 3500 Fr./m  | 2900 Fr./m     |
| <i>Geodätische Bohrungen</i>             |             |                |
| Durchmesser Bohrung                      |             | 220 mm         |
| Tiefe                                    |             | 11 m bzw. 13 m |
| Durchmesser Verrohrung                   |             | 150/160 mm     |
| Preis inkl. Verrohrung (Preisbasis 1984) |             | 1200 Fr./m     |

neuen Drähten für Umkehrlote, erforderte zuerst ein Entfernen aller vorhandenen Einbauten. Leider waren nur sehr wenige Unterlagen über diese Bohrungen vorhanden.

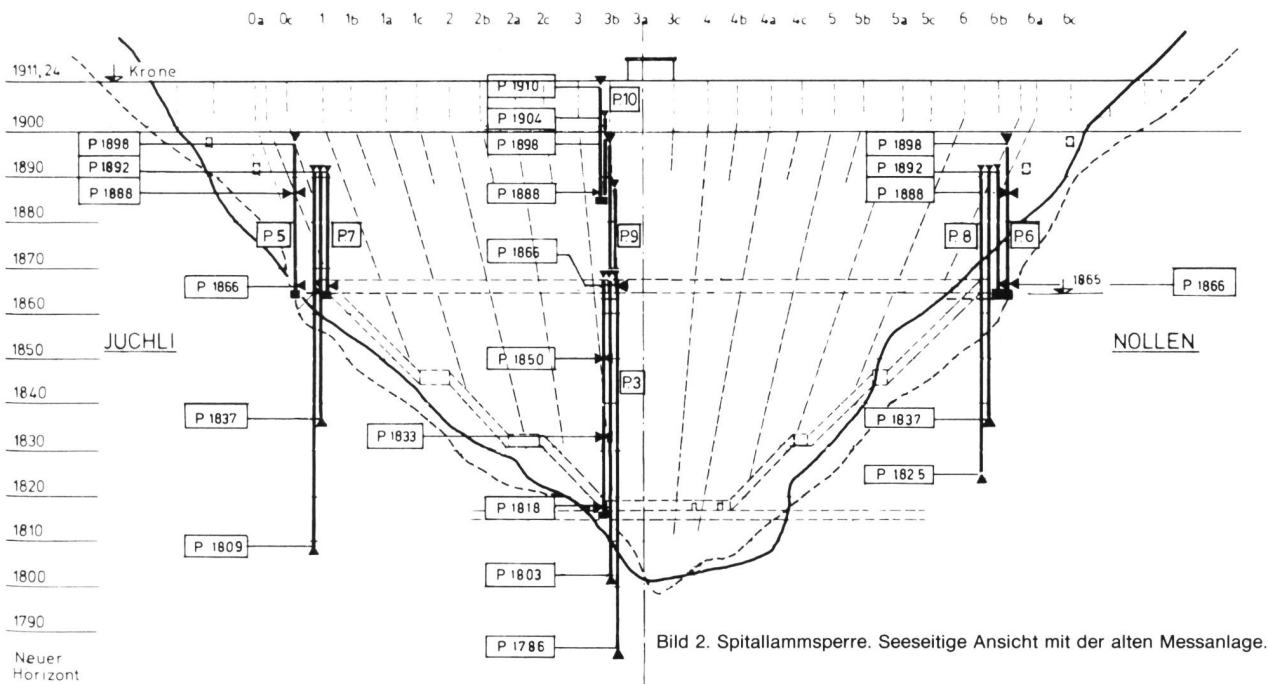


Bild 2. Spitallammsperre. Seeseitige Ansicht mit der alten Messanlage.

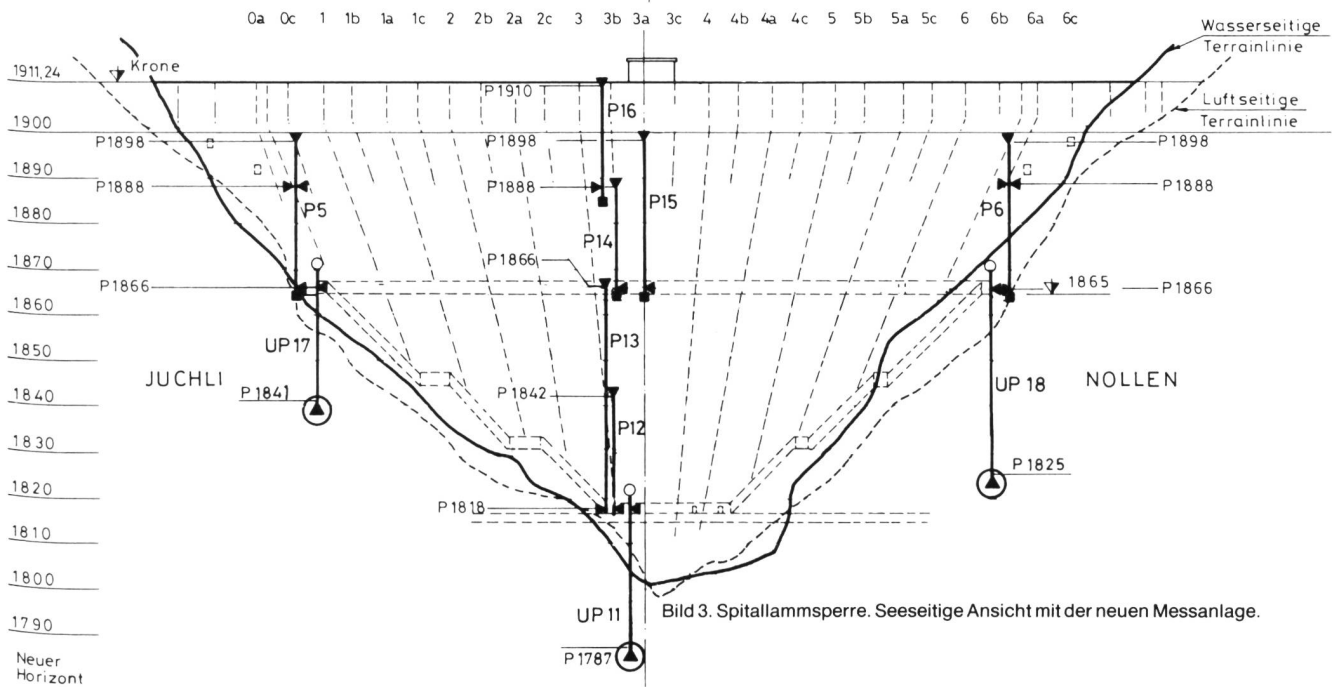


Bild 3. Spitallammsperre. Seeseitige Ansicht mit der neuen Messanlage.

### 2.3 Kosten und Beurteilung der Bohrmethoden

In der Tabelle 4 werden die Kosten der beiden Bohrmethoden verglichen. Nach unseren Erfahrungen ist zu empfehlen, sämtliche Bohrungen verrohrt auszuführen.

Aus diesem Kostenvergleich wird ersichtlich, dass derartige Bohrungen enorm teuer sind, insbesondere sobald Genauigkeitsanforderungen gestellt werden müssen.

Die in der Schweiz angewandten Bohrmethoden sind trotz den hohen Kosten gemessen an den heutigen technischen Möglichkeiten primitiv. Es wird keine Technik angeboten, um Abweichungen von der Vertikalen einfach und kostengünstig zu korrigieren. Dies beschränkt auch die erreichbare Bohrtiefe.

Diese heutige Situation ist sehr unbefriedigend, und es wäre wünschbar, dass modernere, feinere und kostengünstigere Bohrmethoden angewandt würden, wie sie F. Matthey [2] erwähnt hat.

Tabelle 3. Technischer Vergleich der Bohrmethoden.

|                                 | Methode Hohlkronen   | Methode Imlochhammer (nass)   |
|---------------------------------|--|---|
| <b>Bohrfortschritt</b>          |  |   |
| - Pilotbohrung                  | ∅ 45 ~ 8 m/Tag   | ∅ 76 3-6 m/Tag  |
| - Pendelbohrung bzw. Ausweitung | ∅ 180 1,5-3,0 m/Tag  | ∅ 152 10-1,5 m/Tag<br>∅ 250 13-2,5 m/Tag  |
| Kontrolle Vertikalität          | ∅ 180 ~ alle 5-10 m  | ∅ 76 alle 2,5-5,0 m<br>∅ 152 keine, nach Ausweitung alle 5 m<br>∅ 250 alle 5-10 m |
| <b>Abweichung aus Lot</b>       | 15-25 mm   | 30-46 mm  |
| <b>Zeitbedarf</b>               |  |   |
| - Pilotbohrung                  | ∅ 45 ~ 5 Arbeitstage   | ∅ 76 ~ 12 Arbeitstage   |
| - Pendelbohrung bzw. Ausweitung | ∅ 180 ~ 21 Arbeitstage   | ∅ 152 ~ 14 Arbeitstage<br>∅ 250 ~ 8 Arbeitstage                                   |
| <b>Erfordernisse</b>            | - lange Führungsstrecke<br>- wenig Druck<br>- langsam drehende Krone | - grosser Durchmesser<br>- viel Wasser und Druckluft<br>- Druck bzw. Gewicht      |

Immerhin kannte man die Tiefe der Bohrungen und Zwischenverankerungen sowie die Konstruktion derselben bei den beiden Flankenbohrungen Nollen und Juchli.

Unbekannt war vor allem auch die Bohrlochgeometrie, von der die neuen Ankerpunkte abhängig waren. Man wusste aber, dass beim Bohren Vertikalitätsprobleme aufgetreten waren und deshalb das System mit gespannten Drähten gewählt wurde.

Die bisherigen Erfahrungen mit Bohrungen bewogen die Verantwortlichen, vorerst die eigenen Möglichkeiten abzuklären. Bei diesen Gesprächen war der Werkstattchef J. Müller bereit, sich dieser Probleme anzunehmen. Er konstruierte zwei Spezialgeräte, die ein elektrisches Wegbrennen der rostfreien Stahlteile in den Bohrungen unter Wasser ermöglichten. Diese Konstruktionen erforderten gute Kenntnisse in der Schweiß- und Messtechnik. Nach einer mehrmonatigen Konstruktions- und Versuchsphase in der Werkstatt konnte im Juni 1985 die erste Bohrung im Scheitel der Staumauer Spitalamm erfolgreich freigelegt werden. Allerdings gab es schon kurz nach Beginn der Arbeiten wieder Überraschungen, indem die Befestigung des auf halber Tiefe verankerten Drahtes völlig anders gelöst war, als auf den vorhandenen Skizzen der Bohrungen Nollen und Juchli ersichtlich. In der Folge musste das Brenngerät umgebaut und den neuen Gegebenheiten angepasst werden.

Das Vorgehen für das Freilegen der Bohrungen war an sich einfach: In einer ersten Phase wurde das Wasser in der Bohrung bis unter die Zwischenverankerung entfernt. Danach war mittels Fernrohr die genaue Lage und Konstruktion der Verankerung ersichtlich. Die Bohrung wurde wieder mit Wasser bis etwa 3 m über die Verankerung aufgefüllt, das Brenngerät eingefahren und die Konsole weggebrannt. Anschliessend wurde das Wasser wiederum bis unter die ehemalige Verankerung entfernt und die erfolgreiche Ausführung kontrolliert. Am Schluss wurde der am Grund der Bohrung verankerte Draht mit dem zweiten Spezialbrenngerät weggebrannt.

Bei der Aufnahme der Bohrlochgeometrie zeigte es sich, dass bei der Bohrung Juchli von 57 m ursprünglicher Tiefe infolge massiver Abweichung aus der Vertikalen nur 25 m verwendet werden konnten. Der restliche, tiefere Teil der Bohrung musste aufgefüllt werden. Übrigens darf für solche Auffüllungen unter Wasser nur Grobsand von 2 bis 4 mm Korngrösse ohne Feinanteile eingefüllt werden (Hohlraum-bildung).

Nachträglich beurteilt kann der Einsatz von eigenem Personal bei derartigen Umbauten in jeder Beziehung nur empfohlen werden, insbesondere wenn die Arbeitsstellen nur mühsam zugänglich sind. Dazu ist allerdings auch genügend eigenes qualifiziertes Personal notwendig.

Nach anfänglicher Skepsis muss heute festgestellt werden, dass die Umrüstung der Messeinrichtungen bei sämtlichen Staumauern notwendig war und von allen Beteiligten positiv beurteilt wird (Bild 3).

#### Literatur:

[1] W. Indermaur: Erneuerungen der Messeinrichtungen in den Talsperren der Kraftwerke Oberhasli AG. «wasser, energie, luft» 80 (1988) Heft 1/2, S. 1–6.

[2] F. Matthey: Projektierung der Erneuerung der Messanlagen in den Talsperren der Kraftwerke Oberhasli AG sowie Erfahrungen aus den Arbeiten. «wasser, energie, luft» 79 (1987) Heft 1/2, S. 11–15.

Referat, gehalten an der Studientagung des Schweizerischen Nationalkomitees für grosse Talsperren, Ausschuss für Talsperrenbeobachtung, vom 26. Juni 1986 in Meiringen.

Adresse des Verfassers: Georges Collet, Kraftwerke Oberhasli AG, CH-3862 Innertkirchen.

## Das Schweizerische Nationalkomitee für Grosse Talsperren Ist es schon 60- oder erst 40jährig?

Niklaus Schnitter

### Zusammenfassung

Das Schweizerische Nationalkomitee für Grosse Talsperren erreicht dieses Jahr ein rundes Alter. Nach einem kurzen Gedenken an seinen informellen Vorgänger, die «Schweizerische Talsperrenkommission», wird die Gründung des Komitees als nationale Vereinigung 1948 in Erinnerung gerufen sowie seine seitherige Organisation und Tätigkeit. Mit dem Abflauen des Talsperrenbaus im Inland hat sich die Tätigkeit im internationalen Rahmen verstärkt.

**Summary:** The Swiss National Committee on Large Dams. Is it already 60 or only 40 years old?

The Swiss National Committee on Large Dams reaches a mature age this year. After a short recollection about its informal predecessor, the "Swiss Commission on Large Dams", the founding of the Committee as a national society in 1948 is recalled, as well as its organization and activity since then. With the decrease of dam building in Switzerland, the activity within the international framework has gained in importance.

**Résumé:** Le Comité National Suisse des Grands Barrages. 60 ans ou seulement 40 ans d'existence?

Le Comité National Suisse des Grands Barrages fête cette année un jubilé. Après un bref rappel sur son prédécesseur informel, la «Commission Suisse des Grands Barrages», on évoque la fondation du Comité en 1948, comme société nationale, ainsi que son organisation et ses activités à partir de cette date. Avec le déclin de la construction des barrages en Suisse, les activités se sont renforcées sur le plan international.

Die Antwort auf die obige Frage hängt davon ab, ob man die informelle «Schweizerische Talsperrenkommission» mitzählt oder nicht, die sich am 2. Oktober 1928 auf Initiative des bekannten Basler Wasserbauers Heinrich E. Gruner (1873–1947) erstmals an der Eidg. Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) versammelte. Anwesend waren neben dem Initianten die Herren (Protokoll vom 4. Oktober 1928):

- Hans Eggenberger (1878–1958), Oberingenieur der Schweizerischen Bundesbahnen, Bern;
- Eugen Meyer-Peter (1883–1969), Professor für Wasserbau an der ETHZ als Vertreter des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (SWV);
- Max Ritter (1884–1946), Professor für Statik und Eisenbetonbau an der ETHZ;
- Alfred Stucky (1892–1969), Professor für Wasserbau an der (heute Eidg.) Technischen Hochschule Lausanne (EPFL); und
- Alfred Zwygart (1886–1972), Oberingenieur der Nordostschweizerischen Kraftwerke, Baden, als Vertreter des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins.

Nachdem 1928 die Internationale Kommission für Grosse Talsperren (ICOLD/CIGB) von der 1924 entstandenen Weltkraftkonferenz (WPC/CME) gebildet worden war, bestimmte das Schweizerische Nationalkomitee der WPC/CME 1930 die Talsperrenkommission zu seinem Vertreter in