

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 89 (1997)  
**Heft:** 7-8

**Artikel:** Vernachlässigung der Wasserkraft  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940201>

### **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:** 11.02.2026

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

Die Deformationen infolge Horizontalschubs allein sind wesentlich kleiner, da keine Vertikalkraft auf die Sohle wirkt.

Der nächstliegende Gedanke wäre natürlich, die Mikropfähle vorzuspannen, um eventuelle Deformationen in den Stein/Beton-Konstruktionen weitgehend zu vermeiden. Durch eine Vorspannung könnte man komplexe Überlegungen zu den Deformationen umgehen. Da die Verankerung schon in der Bauphase erforderlich ist und unter Wasser angebracht werden muss, wäre dies bei den vorhandenen lokalen Verhältnissen praktisch nur bei einem senkrechten Einbau möglich.

## 8. Wahl der Massnahmen

Auf der Basis der vorstehenden Überlegungen wurde folgende grundsätzliche Massnahme gewählt:

- Geneigte Mikropfähle von 15° bis 35° ohne Vorspannung.
- Durchmesser 50 mm und doppelter Korrosionsschutz (1. Schutz: vorfabrizierter Zementmörtel im Innern eines Rippenrohrs; 2. Schutz: Injektionsgut des Bohrlochs).
- Je nach Geometrie der einzelnen Wehrfelder werden 20, 31 oder 42 Mikropfähle in drei oder vier hintereinanderliegenden Reihen eingebaut.

Bohrung und Einbau der Pfähle werden durch das Wasser ausgeführt. Eine erste temporäre Verankerung erfolgt in den Granitblöcken der Wehrsohle. Nach dem Trockenlegen der Wehrfelder wird die zweite definitive Verankerung auf dem Mikropfahl angebracht und die Sohle wird bis auf die Höhe der Schützenschwelle um 1 bis 4 m erhöht.

Die grosse Kontaktfläche zwischen diesem neuen Beton und den Granitsteinen der bestehenden Pfeiler ermöglicht einen Lastabtrag der Pfeilerkräfte auf die Wehrschwellen mit kleinen Schubspannungen.

Die massgebenden Lastfälle waren entleerter Zustand ( $s = 1,35$ ) und die pseudostatische Erdbebenberechnung mit einer Horizontalbeschleunigung von 15 % ( $s = 1,1$ ). Für die anzusetzenden Reibungswinkel, Auftriebskräfte und Wasserspiegellagen wurden ausführliche Sensitivitätsanalysen durchgeführt.

## 9. Kosten

Diese Bauarbeiten am Stauwehr werden rund 7 Mio Franken kosten. Die wichtigsten Positionen sind die Installationen mit 0,9 Mio Franken, die 310 Mikropfähle mit 1,7 Mio Franken, die 36 Vorspannanker mit 0,5 Mio Franken und etwa 2 Mio Franken für alle Betonarbeiten.

Bei proportionaler Umlegung des Installationsanteils auf die einzelnen Positionen wurden aufgrund von mehreren Angeboten die folgenden spezifischen Kosten pro kN Kraft für dieses Objekt ermittelt:

Mikropfahl in Sohle	11 Fr./kN
Vorspannanker im Pfeiler	22 Fr./kN
Betongewicht unter Auftrieb	25 Fr./kN

Dabei wurden die Bohrungen mit Injektionen und Wiederaufbohren ausgesetzt.

## Schlussfolgerung

Durch die geplanten Verstärkungsmassnahmen kann das Stauwehr alle Sicherheiten unter ungünstigsten Annahmen erfüllen und ist somit für eine zweite Konzessionsdauer von 80 Jahren gerüstet. Die primäre Verstärkungsmassnahme mit Mikropfählen ist hier eine ausgesprochen preiswerte Massnahme, die zu schonenden Krafteinleitungen führt, so dass für die Sanierungsmassnahmen mit minimalen Kosten zu rechnen ist.

## Literatur

- [1] Sonderausgabe zum Kraftwerk Wyhlen, diverse Beiträge. «wasser, energie, luft», 1/2-1994.
- [2] Sonderausgabe zum Kraftwerk Augst, diverse Beiträge. «wasser, energie, luft», 3/4-1994.
- [3] Diverse Artikel zum Stauwehr Augst-Wyhlen, «Schweizerische Bauzeitung», Band LXI-1913.
- [4] S. Malla, M. Wieland, M. Peter: Post-Cracking Behaviour of Piers of a Weir of a Run-of-River Power Plant subjected to Earthquake Loading. 11th World Conference on Earthquake Engineering, 23–28 June, 1996, Acapulco, Mexico.

Adressen der Verfasser: Marco Peter, dipl. Bauing. ETH, Electrowatt Engineering AG, Postfach, CH-8034 Zürich; Stefan Jan, dipl. Bauing. ETH, Electrowatt Engineering AG, Postfach, CH-8034 Zürich; Jürg Vögeli, dipl. Bauing. ETH, Electrowatt Engineering AG Postfach, CH-8034 Zürich.

## Vernachlässigung der Wasserkraft

### Wortlaut der Einfachen Anfrage Rechsteiner-Basel, Nationalrat (97.1099), vom 19. Juni 1997

Der Tagespresse war zu entnehmen, dass mit der Erneuerung des Wasserkraftwerks Beznau die Jahresenergieproduktion von 63 auf 210 Mio kWh erhöht werden könnte. Dies entspricht dem Stromverbrauch einer mittleren Stadt. Im Januar 1997 beschlossen die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK), das Wasserkraftwerk Beznau nicht zu modernisieren, obschon die Kosten nur auf 12 Rp./kWh veranschlagt wurden («Aargauer Zeitung» vom 25. Januar 1997).

Es sind gar Beispiele mutwilliger Vernachlässigung der Wasserkraftnutzung bekannt: In Malters haben die Central-schweizerischen Kraftwerke (CKW) ein Wasserkraftwerk übernommen und anschliessend stillgelegt. Die Bewilligung für einen Neubau (ökologisch vorbildlich) war bereits vorhanden. Ähnliche Fälle werden aus Delémont und Moutier genannt («Tages Anzeiger» vom 30. Mai 1997).

Um ein letztes Beispiel zu nennen: Das Kraftwerk Rheinfelden könnte zu durchaus bescheidenen Kosten eine Mehrproduktion von fast 1 % des landesweiten Stromverbrauchs produzieren. Auch in Rheinfelden wird nicht entschieden.

Die gleiche NOK, die das Wasserkraftwerk Beznau technisch veralten lässt, ersucht um die Genehmigung für eine Leistungserhöhung im AKW Leibstadt, obschon dieses Werk für eine solche Erhöhung nie ausgelegt wurde, nicht angemessen gegen Unfall versichert ist (Versicherungsdeckung nur 1 Mrd. Franken) und die langfristigen Entsorgungskosten für Atom Müll ungedeckt sind (die Finanzierung ist in wenigen Jahrzehnten erschöpft, die Reserven sind nirgends als zweckgebundenes, gesichertes Vermögen ausgeschieden). Ich frage den Bundesrat:

1.  
Hat der Bundesrat Kenntnis davon, dass die Elektrizitätswirtschaft ihre Wasserkraftwerke nicht mehr modernisiert, obschon namhafte Produktionssteigerungen in bestehenden Anlagen möglich wären?
2.  
Wie verträgt sich die Vernachlässigung der Wasserkraft durch die Elektrizitätswirtschaft mit den Zielen von «Energie 2000», die Stromproduktion aus Wasserkraft um 5 % zu erhöhen?
3.  
Ist die Stromliberalisierung Ursache der Vernachlässigung der Wasserkraft oder ist es die Fehlplanung der NOK mit ihren Überkapazitäten in Frankreich?
4.  
Ist der Bundesrat auch der Ansicht, dass Wasserkraftwerke ungefährlicher sind als Kernkraftwerke oder deren Leistungserhöhungen und deshalb primär zu realisieren wären, soweit überhaupt ein Bedarf besteht?
5.  
Welche Vorkehrungen trifft der Bundesrat allgemein, damit die Wasserkraft aus- statt abgebaut wird?

### *Antwort des Bundesrates vom 27. August 1997*

Anfang dieses Jahres hat die Europäische Union die Richtlinie für einen Elektrizitätsbinnenmarkt in Kraft gesetzt. Damit werden in den EU-Mitgliedstaaten die Elektrizitätsmärkte schrittweise geöffnet. Der Öffnung des Elektrizitätsmarktes wird sich die schweizerische Elektrizitätswirtschaft, die in den europäischen Stromverbund integriert ist, nicht entziehen können. Entsprechende Abklärungen über Möglichkeiten, wie diese Öffnung aussehen könnte, sind zurzeit im Gange. Am 25. Juni 1997 hat der Bundesrat das Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement beauftragt, bis im Herbst 1997 einen Entwurf zu einem Elektrizitätsmarktgesetz (EMG) mit Begleitbericht auszuarbeiten, der anschliessend in die Vernehmlassung geschickt würde.

Die schweizerische Elektrizitätsversorgung ist gekennzeichnet durch ein im Vergleich zu vielen anderen Ländern überdurchschnittlich hohes Strompreisniveau im Industriebereich. Dies ist unter anderem auf die angestrebte hohe Versorgungssicherheit, die komplizierte Struktur der Elektrizitätswerke, die starken politischen Einflüsse und die Abgaben an Gemeinwesen zurückzuführen. Im Hinblick auf die bevorstehende Öffnung der Strommärkte ist es wichtig, dass die Preise der in der Schweiz erzeugten Elektrizität international konkurrenzfähig sind. Zurzeit ist dies bei den industriellen Strompreisen, die im internationalen Vergleich überdurchschnittlich hoch sind, nicht der Fall. Um konkurrenzfähige Strompreise zu erlangen, sind Massnahmen nötig, die eine Kostensenkung und Effizienzsteigerung zum Ziel haben. Möglichkeiten zur Kostensenkung finden sich insbesondere auch in der Strombereitstellung: Hier zeigt ein Blick auf den internationalen Strommarkt, dass vor allem neuere Wasserkraftanlagen im Vergleich zur fossilen Stromerzeugung (namentlich zu gasgefeuerten Kombianlagen) häufig zu kostspielig produzieren und demzufolge nicht konkurrenzfähig sind. Dabei ist allerdings europaweit auf die grossen Unterschiede bei den Umwelt- und Sicher-

heitsanforderungen hinzuweisen. Eine internationale Harmonisierung dieser Bestimmungen ist hier erforderlich, um zu vermeiden, dass billiger Strom aus Ländern mit tieferen Umwelt- und Sicherheitsstandards importiert und so unsere eigene Elektrizitätsproduktion – weil zu teuer – vom Markt verdrängt wird.

Zu den einzelnen in der Einfachen Anfrage aufgeworfenen Fragen ist folgendes zu sagen:

1.  
Die Elektrizitätswirtschaft ist im Rahmen der Bestimmungen der Bundesverfassung sowie der darauf gestützten Erlasse grundsätzlich frei, Investitionen zur Modernisierung und Erweiterung bestehender oder zum Bau neuer Wasserkraftwerke zu tätigen oder zu unterlassen. Im Bereich der Wasserkraftnutzung werden nach wie vor zum Teil bedeutende Vorhaben realisiert oder sind in Planung. Es steht allerdings fest, dass die einheimische Wasserkraft in einem europaweit geöffneten Elektrizitätsbinnenmarkt vermehrt dem Spiel von Angebot und Nachfrage unterliegen wird.
2.  
Seit Beginn des Aktionsprogramms «Energie 2000» im Jahre 1991 konnten von der anvisierten fünfprozentigen Steigerung der Stromproduktion aus Wasserkraft bis Ende 1996 885 GWh (54 %) der Vorgabe realisiert werden. 11 Anlagen mit einer Leistung von mehr als 300 kW sind im Bau oder Umbau. Sie werden weitere 303 GWh beziehungsweise 18 % zur Zielerfüllung beitragen. Die Wasserkraft wird damit bis zum Jahr 2000 einen vergleichsweise hohen Zielerfüllungsgrad erreichen.
3.  
Bei den Vorarbeiten zu einem Elektrizitätsmarktgesetz verfolgt der Bundesrat den Zweck, der Bevölkerung und Wirtschaft konkurrenzfähige Elektrizität anzubieten sowie eine wirtschaftliche und umweltverträgliche Elektrizitätsversorgung sicherzustellen. Infolge der europaweiten Liberalisierung des Strommarktes und des gegenwärtigen Stromüberschusses wird sich die Wasserkraft künftig in einer neuen Marktsituation behaupten müssen. Die damit zusammenhängenden offenen Fragen führen zurzeit zu einer gewissen Zurückhaltung bei Investitionen in Anlagen zur Wasserkraftnutzung.
4.  
Ein Gefahrenpotential weisen sowohl Kernkraftwerke wie Wasserkraftwerke (Talsperren) auf. Die Gefährdungsart der beiden Anlagentypen ist jedoch unterschiedlich und kann nicht direkt miteinander verglichen werden. Beide Anlagentypen müssen in der Schweiz hohe Sicherheitsstandards erfüllen. Zuständig für die Sicherheit der Kernkraftwerke ist das Bundesamt für Energiewirtschaft (HSK) und für die Sicherheit der Talsperren das Bundesamt für Wasserwirtschaft.
5.  
Erst kürzlich sind in der vom Parlament beschlossenen Teilrevision des Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vom 13. Dezember 1996 Bestimmungen zur Förderung der Modernisierung und Erweiterung von Wasserkraftwerken beschlossen worden. Diese Bestimmungen wurden vom Bundesrat auf den 1. Mai 1997 in Kraft gesetzt. Im Rahmen der Vorbereitung des Elektrizitätsmarktgesetzes wird zu prüfen sein, welche Massnahmen unter Einhaltung der Sicherheits- und Um-

weltvorschriften zum Schutz bzw. zur Abgeltung getätigter Investitionen (stranded investments) und zur Absicherung von Erneuerungskosten von Wasserkraftwerken möglich sind. Im Rahmen des energiepolitischen Dialogs des EVED, der im Juni 1997 abgeschlossen wurde, war man sich einig, dass die Wasserkraft auch im 21. Jahrhundert das Rückgrat der schweizerischen Elektrizitätsversorgung blei-

ben soll. Der Beitrag der Wasserkraft soll gemäss den Zielen von «Energie 2000» gesteigert und nachher vor allem durch Modernisierung der bestehenden Werke mindestens konstant gehalten werden. Insbesondere sollen das Elektrizitätsmarktgesetz und das Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte sicherstellen, dass dieses Ziel erreicht wird.

## Alkalifreie/-arme Beschleuniger

### Fachtagung im Versuchsstollen Hagerbach

Die Versuchsstollen Hagerbach AG veranstaltete am 20. November 1996 eine IUT-Fachtagung (Innovation unter Tage) über «Alkalifreie/-arme Beschleuniger», die neuen Betonzusatzmittel für umweltfreundliche Spritzbetone, wie sie vor allem für den modernen Tunnel- und Felshohlraumbau in Spritzbetonbauweise in zunehmendem Masse gefordert werden. Dazu kamen zahlreiche Fachleute auch aus dem Ausland nach Sargans.

Zunächst wurde der Begriff «alkalifreie/-arme Beschleuniger» erläutert, um diese Produktgeneration gegenüber den herkömmlichen Beschleunigern abzugrenzen. Mit den neuen Beschleunigern lassen sich

- Auslaugungen des Spritzbetons und Versetzungen von Drainagen (besonders nachteilig bei in Spritzbetonbauweise erstellten unterirdischen Hohlräumen),
- Hautreizungen bei der Verarbeitung,
- Alkalireaktionen und
- später Festigkeitsabfall

vermeiden. Neben den technischen Aspekten sind auch die Arbeitshygiene und die Sicherheit betreffende Fragen (Giftklassenzuordnung usw.) behandelt worden.

Danach wurden jeweils von einem Firmenvertreter folgende alkalifreien Beschleuniger vorgestellt

- Sigit AF 49 (Sika AG, Zürich) als Pulver für Trocken- und Nassspritzverfahren,
- Meyco SA 140 AF (MBT AG, Zürich) flüssig für Nassspritzbeton und
- Eucret 200/250 (Holderchem Euco AG, Kirchberg) flüssig für Trocken-/Nassspritzverfahren sowie
- Rhoca jet 50 SC (Rhône-Poulenc GmbH, Genf und Frankfurt/Main) als stabile Slurry aus einer Mischung aus einem alkalifreien Beschleuniger und einer chemisch modifizierten gefällten Kieselsäure für Nass- und Trockenspritzverfahren

und anschliessend ihre Wirkungsweise beim Betonspritzen in praktischen Vorführungen gezeigt, wobei sich u. a. arbeitshygienische Verbesserungen (Rückprall- und Staubbildung) ergaben. Die Teilnehmer profitierten vom regen Erfahrungsaustausch mit den Vortragenden.

Die Versuchsstollen Hagerbach AG, CH-7320 Sargans (Fax 081/725 31 70), will diese IUT-Veranstaltung wegen des grossen Interesses im November 1997 wiederholen. BG

## Energievorrat in den Speicherseen der Schweiz

### Energie disponible dans les bassins d'accumulation de la Suisse

Energievorrat in den Speicherseen der Schweiz in den hydrologischen Jahren 1995/96, 1996/97 und 1997 (bis August), aufgezeichnet nach den laufenden Angaben des Bundesamtes für Energiewirtschaft. Schraffiert angegeben ist der Streubereich 1978 bis 1994.

Energie disponible dans les bassins d'accumulation de la Suisse dans les années hydrauliques 1995/96, 1996/97 et 1997 (jusqu'à août) d'après les indications fournies régulièrement par l'Office fédéral de l'économie énergétique. En hachure est indiqué la bande 1978 à 1994.

