**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
**Band:** 96 (2004)
**Heft:** 1-2

**Artikel:** Längsdämme von Flusskraftwerken : Kontrolle, Schäden, Sanierung
**Autor:** Steiger, Kurt M.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-939545

**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:** 11.07.2025

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

# Längsdämme von Flusskraftwerken Kontrolle, Schäden, Sanierung

■ *Karl M. Steiger*

## Längsdämme von Flusskraftwerken und Hochwasserschutzdämme

Längsdämme von Flusskraftwerken (Bild 1) unterscheiden sich von Hochwasserschutzdämmen (Bild 2) vor allem in ihrer Funktion, indem sie im Normalfall immer eingestaut sind. Dabei wird meistens ein konstantes Stauziel gemäss Konzession eingehalten, welches auch bei Hochwasser nicht stark überschritten, teilweise sogar unterschritten wird.

Der Bau der Dämme erfolgte während der Erstellung des Kraftwerkes, wobei sowohl bei Entwurf und Berechnung wie auch bei der Bauausführung die entsprechende Sorgfalt angewandt wurde. Als Dichtung wird meistens ein Kern aus Moräne oder anderem tonhaltigem Material verwendet und mit einer kontrollierten Verdichtung eingebaut. Wenn kein dichtes Material vorhanden ist, werden auch oft Betonplatten als Oberflächendichtung vorgesehen, womit auch ein Schutz gegen Wellenerosion gewährleistet ist. Den Böschungsschutz auf der Wasserseite übernimmt sonst ein Blockwurf.

Hochwasserschutzdämme dagegen entstanden oft über einen historischen Zeitraum, wobei laufend an der schwächsten Stelle wieder erhöht wurde. Gebaut wurde mit dem gerade anfallenden Material in der Umgebung, meist also Sand und Kies. An die Dichtigkeit wird dabei keine grosse Anforderung gestellt, und es wurde auch selten ein spezieller Böschungsschutz aufgebracht.

Ein erhöhtes Risiko während Hochwasser besteht daher bei den Seitendämmen der Flusskraftwerke kaum. Sie werden nicht überspült, da das Wehr zur Ableitung des Hochwassers dimensioniert ist, und sie werden nicht «aufgeweicht», wie es bei den Schutzdämmen heisst, wenn die Sickerlinie wegen lange andauernden Hochwasserstands die luftseitige Böschung erreicht.

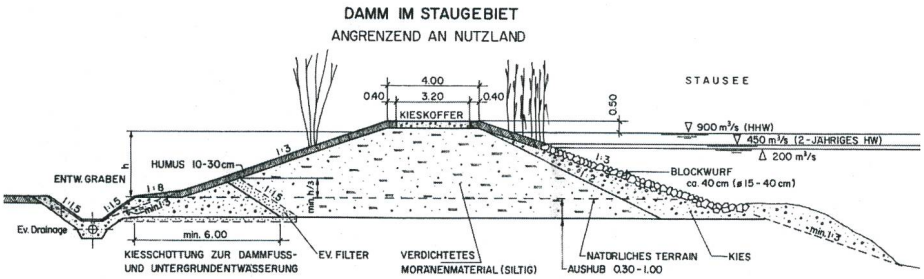


***Bild 1. Längsdamm einer Stauhaltung – typischer Querschnitt mit Blockwurf, darunter liegender Filterschicht, verdichteter Moräne als Dichtung, Drainagekeil mit Filter geschützt und Drainagegraben.***

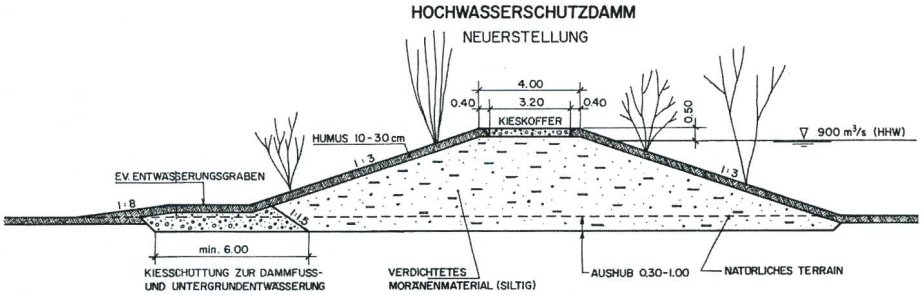


***Bild 2. Längsdamm eines Hochwasserschutzdammes – typischer Querschnitt eines homogenen Dammes (kein Blockwurf, keine Filterzonen).***

## Kontrolle und Unterhalt der Längsdämme

Wegen ihrer grossen Ausdehnung bei geringer Höhe sind bei Längsdämmen vor allem die visuellen Kontrollen von Bedeutung. Eine systematische Instrumentierung ist zu aufwändig. Visuelle Kontrollen müssen gewissenhaft und regelmässig, am besten anhand von Checklisten, durchgeführt werden. Diese müssen entsprechend den speziellen Bedürfnissen des Dammes erstellt werden und umfassen unter anderem:

- Setzungen der Krone
- Deformationen der Böschungen
- Veränderung im Bewuchs
- Zustand der Oberflächendichtung, Fugen
- Böschungsschutz
- Durchsickerungen, feuchte Stellen
- Bildung von Quellen
- Auswaschung von Sand bei Quellen oder in Sickergräben (Bild 3)
- Risse, Setzungen im Anschluss an Betonbauwerke.

Kontrollmessungen betreffend Sickerwässer werden lokal bei gewissen Leckstellen eingerichtet, oder es werden Ab-

***Bild 3. Sandauswaschungen in Drainagegraben – dank visueller Kontrolle entdeckt.***

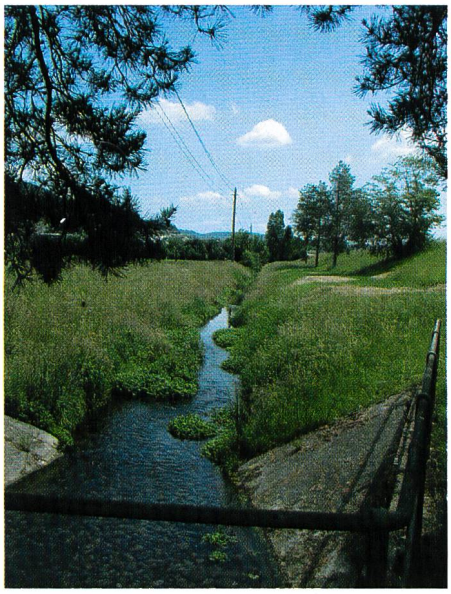

***Bild 4. Drainagegräben müssen unterhalten werden.***

schnitte in Sickergräben zusammengefasst gemessen. Auch Piezometer werden an markanten Stellen eingerichtet, um die Lage der Sickerlinie zu kontrollieren. Sehr oft befinden sich solche kritischen Stellen in der Nähe des Wehres, dort wo die Dämme normalerweise am höchsten sind und der grösste Gradient ins Unterwasser vorliegt.

Bei vermuteten oder beobachteten Umläufigkeiten sind Färbversuche mit Tracern (normalerweise Fluorescein) angebracht. Damit kann der Zusammenhang von Leckstellen mit Ausflüssen in Sickergräben oder ins Unterwasser untersucht werden.

Setzungen werden geodätisch über Nivellementspunkte auf der Krone bestimmt.

Der normale Unterhalt dient dazu, Schäden an den Dämmen zu vermeiden und ihre Kontrollen zu gewährleisten. Auf der Krone und der wasserseitigen Böschung sollte der Bewuchs möglichst gering gehalten werden, aus der Sicht der Sicherheit sollte eigentlich ganz darauf verzichtet werden. Auf der luftseitigen Böschung ist auf grosse Bäume zu verzichten, da sie bei einem Sturm mit dem Wurzelwerk und einem Teil des Dammes weggerissen werden könnten. Drainagegräben und Leitungen müssen periodisch gespült und kontrolliert werden (Bild 4).

## Typische Schäden an Längsdämmen

Schäden an Längsdämmen entstehen vor allem durch den Einfluss des Sickerwassers und die damit einhergehende innere Erosion, also die Auswaschung von Feinmaterial aus dem Dammkörper oder dem Untergrund. Dadurch entstehen Setzungen, Deformationen der Böschungen oder der Krone und erhöhte Durchlässigkeit entlang den Sickerwegen.

Auf der Wasserseite besteht zudem die Gefahr von Böschungserosion und Unterkolkung durch den Wellenschlag, auf der Luftseite und der Krone können Schäden durch Niederschlag sowie durch das Wurzelwerk von Bäumen und Büschen oder durch andere äussere Einwirkungen entstehen.

Konzentriert treten Schäden oft im Bereich von Übergangsstellen zu Betonbauwerken wie Wasserfassungen, Überläufen, Fischpässen, Ufermauern usw. auf, da hier differenzielle Setzungen zu offenen Fugen oder Rissen führen, wodurch wiederum die Durchsickerung vergrössert wird.

## Sanierung

Nach der Analyse der Schäden, deren Umfang (Dammkörper, Oberfläche, Untergrund) und der Ursache müssen die möglichen Massnahmen aufgezeigt und gegeneinander abgewogen werden. Da es sich fast immer um Spezialarbeiten des Tiefbaues handelt, sind spezialisierte Unternehmer für die Ausführung notwendig.

Typische Massnahmen, die oft zur Anwendung kommen, sind:

- Lockergesteinsinjektionen in Dammkörper und Untergrund (Bild 5)
- Reparieren bzw. Ersetzen von Betonplatten
- Sanieren der Fugen von Betonplatten
- Zusätzliche Drainagen und Filter
- Auflast am Dammfuss.

Andere Massnahmen, die sinnvoll sein können, wegen der Abmessungen der Dämme aber meist zu teuer sind, umfassen:

- Injektionen mit dem Jet-Groutingverfahren
- Spundwand
- Schmalwand
- Schlitzwand.

Normalerweise kann der Wasserspiegel im Staubereich nicht abgesenkt werden. Dadurch ergeben sich für die Sanierung entsprechende besondere Bedingungen. Arbeiten, die nicht von der Krone oder vom Ufer aus durchgeführt werden können, benötigen den Einsatz von Pontons oder von Tauchern. Eventuell sind abschnittsweise Fangdämme sinnvoll oder der Einsatz von Unterwasserbeton.

In den meisten Fällen ist es angebracht, durch eine zusätzliche Instrumentierung den Erfolg der Sanierungsmassnahmen zu kontrollieren.

## Sanierungsbeispiele mittels Lockergesteinsinjektionen

Leckstellen im Dammkörper und im Untergrund lassen sich effizient mittels Injektionen sanieren. Die Vorteile dieser flexiblen Methode sind:

- Anzahl der Bohrungen sind laufend an die Verhältnisse anpassbar.
- Richtung und Länge der Bohrungen lassen sich variieren.
- Durch die gezielte Anwendung von Druck und Injektionsmischung kann jeder angetroffene Bodentyp individuell behandelt werden.
- Es sind relativ geringe Installationen notwendig.
- Je nach Erfolg der Massnahme kann sofort reagiert werden.

Normalerweise werden Zementinjektionen angewandt, wobei eine Tonbeimischung die Dichtigkeit erhöht. Zur Förderung des Fliessverhaltens werden Tixotropierungsmittel beigegeben, wodurch ein Kolloidalmörtel entsteht, der von der flüssigen in die feste Phase übergeht, sobald der Druck und damit die Fliessgeschwindigkeit reduziert wird. Bei grösseren Hohlräumen können auch Sand, Sägemehl oder andere injizierbare Füllstoffe beigegeben werden.

Mit Erfolg wurden solche Injektionen im Dammkörper hinter Betonplatten, hinter Ufermauern und im Untergrund durchgeführt.

Mit Hilfe von Tauchern wurde Injektionsgut auch direkt durch einen Injektions-

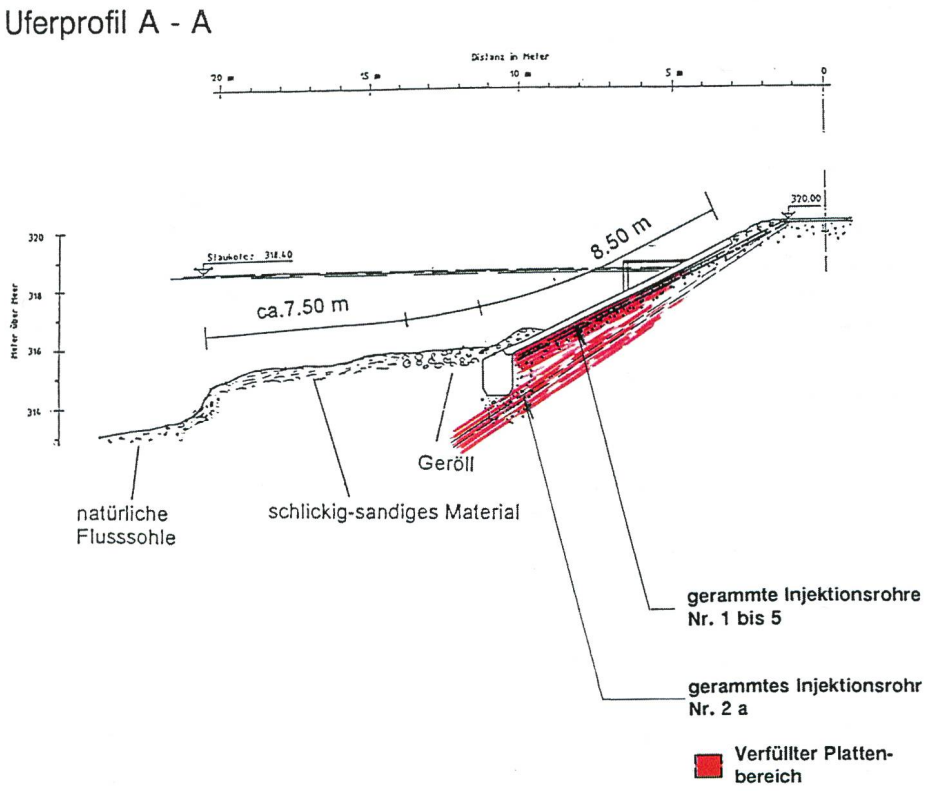


***Bild 5. Beispiel einer Sanierung mittels Injektionen direkt unter die Betonplatten auf der wasserseitigen Böschung.***

*Bild 6. Unterwasserbetonierung mit Hilfe von Taucher in isoliertem Bereich zur Reduktion der Wasserverschmutzung.*

*Bild 7. Sicherheit für die Anlage wie auch für alle Nutzniesser dank Kontrolle und Unterhalt.*

schlauch in Erosionstrichter im Flussbett geleitet. Das Material wurde dann durch die Fliesskraft des Wassers in den Untergrund gezogen, bis die Schleppkraft nachliess und sich der Mörtel dank dem Tixotropierungsmittel verfestigte.

Eine typische Zusammensetzung von Injektionsgut für Lockergestein mit Hohlräumen kann aus folgenden Komponenten bestehen:

| | |
|---|---|
| Zement | 100 kg |
| Wasser | 55 – 115 l |
| Ton | 25 – 50 kg |
| Tixotropierungsmittel | 0 – 3 kg |
| Sägemehl | 0 – 5 kg |
| Einpresshilfe | 0 – 1 kg |

## Sanierung von Betonplatten

Betonplatten, die zur Abdichtung sowie als Böschungsschutz dienen, müssen saniert werden, wenn durch Setzungen Risse oder grosse Deformationen der Fugen entstanden sind. Bei geringen Deformationen müssen eventuell nur die Fugen zwischen den Platten saniert werden, um die Abdichtung wieder zu garantieren.

Oberhalb der Wasserlinie und bei mittels Fangdämmen abgesenktem Wasserspiegel kann die Sanierung konventionell erfolgen, nachdem die defekten Stücke mittels Sägeschnitt sauber entfernt wurden. Unter dem Wasserspiegel muss mit Unterwasserbeton gearbeitet werden, was mit Pumpbeton oder durch Einbringen über eine lokale Betonleitung mit Trichter erfolgt. Dazu ist der Einsatz von Tauchern zur Führung des Rohres notwendig.

Anstelle von festen Schalungen hat sich der Einsatz von Gewebeschalungen bewährt, die am Ufer vorbereitet und vom Taucher fixiert werden. Zur Formgebung kann ein Armierungsnetz verwendet werden. Das Resultat von Unterwasserbeton ist aus ausführungstechnischen Gründen nie mit einem normalen Beton vergleichbar, weder bezüglich Qualität noch bezüglich Ästhetik. Zudem ist die Bestimmung des erforderlichen Betonvolumens unter Wasser recht problematisch, und es muss immer grosszügig veranschlagt werden.

Beim Betonieren unter Wasser (Bild 6) sind die Vertreter der Fischerei zu informieren, und es ist darauf zu achten, dass die Wasserverschmutzung mit Zementmilch möglichst gering bleibt. Dazu kann zum Beispiel der Bereich, in welchem betoniert wird, isoliert werden, oder es kann auf möglichst ruhiges Wasser geachtet werden.

## Zusammenfassung

Die Längsdämme von Flusskraftwerken (Bild 7) unterscheiden sich von Hochwasserschutzdämmen, indem sie immer eingestaut sind. Sie müssen kontrolliert und unterhalten werden, um die Sicherheit der Unterlieger und den Betrieb des Kraftwerkes zu garantieren. Die übliche visuelle Kontrolle muss systematisch mittels Checklisten durchgeführt werden.

Der Unterhalt soll Schäden verhindern und die Durchführung der Kontrollen garantieren. Schäden entstehen durch Sickerwasser, Auswaschungen und daraus folgende Setzungen. Für die Sanierung im Dammkörper und im Untergrund sind Lockergesteinsinjektionen die flexibelste Methode.

Schriftliche Fassung eines Vortrages des Verfassers anlässlich der Fachtagung vom 28. August 2003 des Schweizerischen Talsperrenkomitees in Fribourg.

Anschrift des Verfassers
*Karl M. Steiger,* dipl. Ing. ETH, Colenco Power Engineering AG, Täfernstrasse 26, CH-5405 Baden.