

Markus Aufleger

# Mach's mit! Oder ohne? – Kontrollgänge im internationalen Vergleich

Es gibt verschiedene Ansichten bei der Planung und der Konstruktion von Staudämmen. Der gute alte „deutsche“ Kontrollgang ist international weit weniger beliebt. Es gibt viele Gründe für seine Anwendung und umfangreiche positive Betriebserfahrungen. Die Vor- und Nachteile von Kontrollgängen im Übergangsbereich zwischen Untergrundabdichtung und Dammkonstruktion sind in jedem Einzelfall abzuwägen. Neben den wichtigen positiven Aspekten sind insbesondere auch mögliche Störungen des Spannungszustandes, baubedingte Auflockerungen des Untergrundes und in Einzelfällen auch Szenarien mit erhöhten Gradienten bei Einsickerungen in den Kontrollgang zu bedenken.

## 1 Einleitung

Die Anordnung von Kontrollgängen unter Staudämmen wurde im Wesentlichen von europäischen Ingenieuren in den internationalen Wasserbau eingeführt [1]. Kontrollgänge wurden weitgehend standardmäßig als Verbindungselement zwischen

Membrandichtungen (Oberflächen- und Innendichtung) und Untergrundabdichtungen vorgesehen. Die Tatsache, dass sich diese Technologien zunächst im europäischen Raum durchsetzten, mag der Grund dafür sein, dass Kontrollgänge zunächst außerhalb von Europa nur vereinzelt zur Anwendung kamen. Zwischenzeitlich wer-

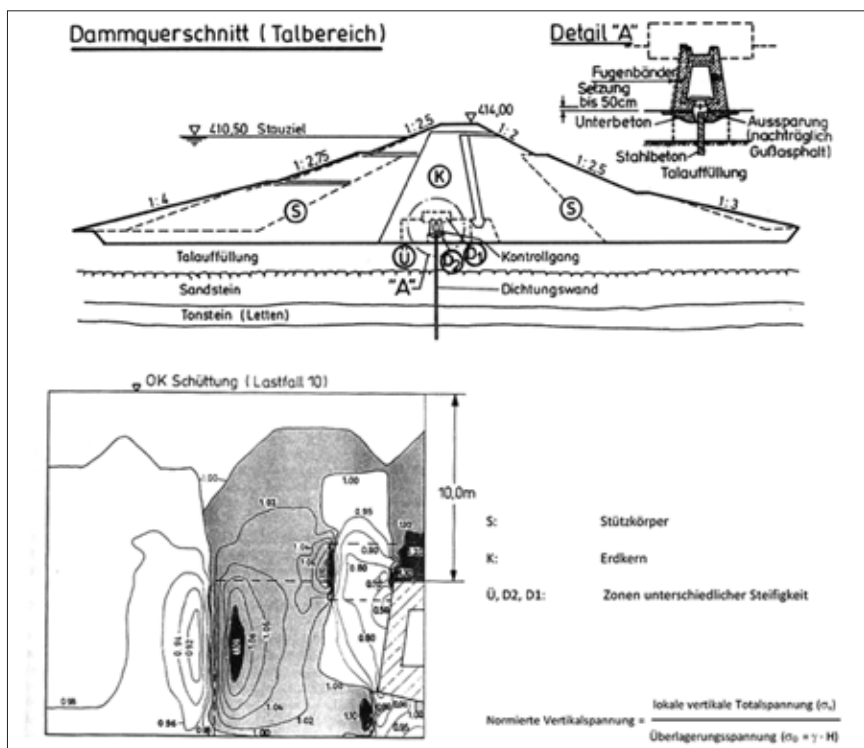
den wichtige technische Entwicklungen im Staudambau in Asien und Südamerika geleistet. Kontrollgänge kommen dort wesentlich seltener zur Anwendung.

## 2 Aufgaben und Anordnung von Kontrollgängen

Das im deutschen Sprachgebrauch „Kontrollgang“ bezeichnete Bauteil wird üblicherweise im Übergangsbereich zwischen dem Dichtungssystem eines Staudammes und dessen Untergrund angeordnet. Kontrollgänge werden in der Regel ganz oder teilweise unterhalb der Gründungssohle angeordnet [2]. Typischerweise steht ein Kontrollgang unter einem Staudamm für folgende Aufgaben zur Verfügung:

- Zugänglichkeit zur Erleichterung der Bauwerkskontrolle (u. a. Sickerwasser-messung- und -ableitung, Druckmessungen, Deformationsmessungen, Austausch von Messgeräten).
- Konstruktiver Anschluss bzw. Verbindungselement von Dichtungssystem und Untergrundabdichtung (z. B. Auflager für Asphaltbetoninnendichtung, Widerlager für Abdichtungsinjektionen).
- Zugang für Injektionsarbeiten im Untergrund (gleichzeitige Durchführung von Dammschüttung und Untergrundabdichtung, Sanierungs- und Ergänzungsarbeiten).

Die englischsprachige Fachterminologie berücksichtigt diese Aufgabenvielfalt durch die Verwendung der Begriffe „in-



**Bild 1:** Brombachhauptsperrre: Dammquerschnitt in Talmitte und Ergebnis einer numerischen Berechnung zu lokalen Spannungsumlagerungen (normierte Vertikalspannungen, [9])



**Bild 2:** Inspektion eines Kontrollganges im Felsuntergrund luftseitig des Dichtungsschirms (Schweden, 2008)

spection gallery“, „drainage gallery“ und „grouting gallery“.

### 3 Praxis

#### 3.1 Deutschland

Nach DIN 19 700-11 sind Kontrollgängen dann vorzusehen, wenn Untergründinjektionen während des Betriebes zu erwarten sind, die Abnahme des Wasserdruckes beobachtet werden muss oder Sickerwasserabflüsse im Staudamm gemessen und abgeführt werden müssen. Der Kontrollgang ist im Allgemeinen Bestandteil der Herdmauer, welche dem Anschluss von künstlichen Innen- oder Oberflächendichtungen an das Dichtungssystem des Untergrundes dient. Nähere Hinweise zu Kontrollgängen unter Dämmen mit natürlichen Dichtungssystemen werden in DIN 19 700-11 nicht gegeben. Viele deutsche Staudämme sind mit Kontrollgängen ausgestattet.

Eine besondere Konstruktion wurde an der Brombachhauptsperre gewählt [8]. Der 1,7 km lange und bis zu 40 m hohe Erddamm mit natürlicher Kerndichtung ist auf Sandstein gegründet. In Talmitte müssen der Damm und der Kontrollgang eine etwa 150 m breite mit sandigen Alluvionen verfüllte Erosionsrinne überwinden (**Bild 1**). Mit einer speziellen Anschlusskonstruktion wurde sichergestellt, dass eine mehrere Dezimeter betragenden Relativsetzung zwischen der Untergrundabdichtung (Schlitzwand) und dem Kontrollgang schadfrei aufgenommen werden konnte. Durch Erddruckmessungen und numerische Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass im Nahbereich des Kontrollganges erhebliche Spannungsumlagerungen auftreten (**Bild 1**) [9].

#### 3.2 Österreich

In Österreich ist die Verwendung von Kontrollgängen Bestandteil der Sicher-

heitsphilosophie. Beim 153 m hohen Gepsatschdamm mit Erdkerndichtung wurde der Kontrollgang als Stollen in einem Abstand von mehreren Metern unter der Gründungsfläche ausgeführt [10]. Der Anschluss an den natürlichen Erdkern erfolgte mittels Injektionen. Das gleiche Prinzip soll auch bei aktuellen Neuplanungen sehr hoher Staudämme zur Anwendung kommen. Der Erdkern des bis zu 83 m hohen Durlassbodendamms musste in Teilbereichen auf Lockerboden gegründet werden [10]. Eine besondere Kontrollgangkonstruktion, welche direkt in der Aufstandfläche angeordnet ist, kann die Setzungen und Relativbewegungen aufnehmen. Im Zuge des Betriebes musste hier eine statische Verstärkung der Betonkonstruktion vorgenommen werden.

#### 3.3 Schweden

Kontrollgänge sind in Schweden bei den weit verbreiteten Dämmen mit Erdkerndichtung nicht der Regelfall. Interessant ist bei einigen Dämmen die Anordnung von Kontrollgängen im Felsuntergrund luftseitig des Dichtungsschirms (z. B. Häckren-Damm, Höljes-Damm) [11]. Der Kontrollgang übernimmt hier wesentliche Drainagefunktionen. Typischerweise sind diese Kontrollgänge nicht verkleidet (**Bild 2**).

#### 3.4 Südamerika

In Südamerika werden sowohl bei Staudämmen mit Erdkern als auch mit künstlichen Dichtungssystemen in der Regel keine Kontrollgänge vorgesehen (u. a. [12]).

#### 3.5 Japan

Im Jahre 2006 wurde der Tokuyama-Damm als höchster Steinschüttdamm Japans (Höhe ca. 161 m) mit einer Erdkerndichtung fertiggestellt. Unter der Kerndichtung wurde ein Kontrollgang in der felsigen Aufstandsfläche mit Hilfe von Betonfertigteilen, welche in einer vorge-

schnittenen grabenartigen Struktur eingestellt wurden, hergestellt. Der Kontrollgang dient unter anderem zur Messung von Sickerwasserabflüssen [5].

#### 3.6 China

Kontrollgänge sind in China trotz der großen Bauhöhen der Staudämme sehr selten. Bei der Konstruktion von Steinschüttdämmen mit Oberflächendichtung wird darauf grundsätzlich verzichtet. Aber auch bei sehr hohen Dämmen mit Erdkerndichtung finden sich in der Regel keine Kontrollgänge in der Gründungsfläche. Beispielsweise wird nach dem derzeitigen Kenntnisstand beim Bau des etwa 295 m hohen Lianghekou-Damm kein Kontrollgang vorgesehen [7]. In wenigen speziellen Fällen werden Kontrollgänge innerhalb der Dammschüttung vorgesehen (z. B. Yele-Damm [6]).

## 4 Diskussion

#### 4.1 Vor- und Nachteile

Die Vorteile von Kontrollgängen ergeben sich aus deren Aufgaben (siehe Kapitel 1) und sind unbestritten (**Tabelle 1**). In der Fachwelt besteht jedoch durchaus auch eine Reihe von Vorbehalten gegen die Anordnung von Kontrollgängen. Auch bei schonenden Sprengverfahren ist eine Schädigung des umgebenden Felsens nicht auszuschließen [2]. Ihre Anordnung erhöht die Kosten, bietet ein potenzielles Ziel für Sabotage bzw. Terrorakte und kann bei bautechnischen Problemen zu gegebenenfalls sehr ungünstigen hydraulischen Gradienten führen [3]. Grundsätzlich sind Erdkerne von ungünstigen Spannungsumlagerungen freizuhalten. Im Bereich von Unregelmäßigkeiten in der Aufstandfläche und auch in der Umgebung von eingeschütteten Massivbauwerken sind diese jedoch nicht zu vermeiden. Der steife „Fremdkörper“ Kontrollgang verursacht Rückgänge der

**Tab. 1: Vor- und Nachteile von Kontrollgängen**

Vorteile	Verbindung von Dichtungselement und Untergrundabdichtung
	Beschleunigung des Bauablaufes durch Entkopplung von Untergrundabdichtung und Dammschüttung
Nachteile	Sickerwasserableitung, Zugänglichkeit zur Messtechnik, Deformationsmessung
	Kosten, Aufwand
	Schädigung des Felsgefüges durch die Sprengarbeiten bei der Herstellung des Kontrollganges
	potenzielle Schwachstelle für hohe Gradienten und Sickerwegverkürzungen
	Spannungsumlagerungen im Nahbereich des Betonbauwerkes, evtl. Bereiche mit geringen Totalspannungen (u. U. Gefahr des hydraulic fracturing)
potenzielle Schwachstelle bei Sabotage oder Terrorakten	

Totalspannungen im umgebenden weichen Kernmaterial, welche im ungünstigsten Fall zu Auflockerungen oder hydraulischer Rissbildung führen könnten.

#### 4.2 Wertung

Sicherlich können die in Tabelle 1 genannten Nachteile relativiert und mit geeigneten Gegenmaßnahmen in ihrer Wirkung begrenzt oder auch ausgeschlossen werden.

Die Sabotagemöglichkeiten im Inneren von Staudämmen sollten nicht überschätzt werden. Gebirgsauflockerungen können mit Kontaktinjektionen verhindert werden. Spannungsumlagerungen werden mit geeignetem Design reduziert oder vermieden. Solide Konstruktionsweisen verhindern Leckagen und erhöhte Gradienten.

Als wesentliche Frage bleibt die Notwendigkeit des Kontrollganges. Ist es not-

wendig und sinnvoll, den zusätzlichen Aufwand zu betreiben? Wie groß ist der Zugewinn an Information? Wie groß sind mögliche Beeinträchtigungen des Spannungszustandes eines Erdkerns?

Viele Fachkollegen im Ausland vertrauen in hohem Maße auf die in ihrer fachlichen Umgebung bewährte Vorgehensweise mit einer geringeren Zugänglichkeit in das Bauwerk und sie haben damit Erfolg. Der Blick über den Tellerrand sollte allen sehr gut tun.

#### Autor

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Aufleger**

Universität Innsbruck, Arbeitsbereich Wasserbau  
Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck, Österreich  
markus.aufleger@uibk.ac.at

#### Literatur

- [1] Kutzner, C.: The Value of Inspection Galleries. In: Water Power and Dam Construction (1982), Nr. 5.
- [2] Kutzner, C.: Erd- und Steinschüttdämme für Stauanlagen. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag, 1996.
- [3] Blind, H.: Funktion von Kontrollgängen bei Staudämmen. In: Die technisch-wissenschaftlichen Vorträge auf dem Kongress Wasser 1981, Band 1, 1981.
- [4] COLD (Hrsg.): Dam Foundations. Geologic considerations. Investigation Methods. Treatment. Monitoring. In: ICOLD Bulletin (2005), Nr. 129.
- [5] Koji, H.; Hideki, S.: Construction and First Impounding of the Tokuyama Dam. In: Jia Jinsheng et al. (editors): Modern Rockfill Dams. China WaterPower Press, 2009.
- [6] Jianchun, C.; Zhijian, Z.: Study on the Method of Expediting RCAC Construction on Cold Rainy Mountainous Area and Its Application. In: Jia Jinsheng et al. (editors): Modern Rockfill Dams. China WaterPower Press, 2009.
- [7] Shiyong, W.; Manbin, S.; Zhiyong, X.: Construction of Lianghekou Earth-Core Rockfill Dam on Yalong River. In: Jia Jinsheng et al. (editors): Modern Rockfill Dams. China WaterPower Press, 2009.
- [8] Strobl, Th.; Leininger, G.: Technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Planung und Ausführung des Kontrollganges der Brombach-Hauptsperre. In: Die Wasserwirtschaft 77 (1987), Heft 6.
- [9] Aufleger, M.: Ein Beitrag zur Auswertung von Erddruckmessungen in Staudämmen. In: Berichte der Versuchsanstalt Oberrach und des Lehrstuhls für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft der Technischen Universität München (1996), Nr. 78.
- [10] ATCOLD (Hrsg.): Dams in Austria – Die Talsperren Österreichs. 1991, Nr. 32.
- [11] Swedish Power Association (Hrsg.): Hydro Power in Sweden. Stockholm
- [12] Brazilian Committee on Dams (Hrsg.): Main Brazilian Dams III – Design, Construction and Performance. 2009.

Markus Aufleger

#### Do it with! Or without? – Inspection Galleries in an International Comparison

Different views exist when it comes to design and construction of embankment dams. The good old 'German' inspection gallery is not internationally famous. There are many reasons for its implementation and extensive positive operating experience. Advantages and disadvantages of inspection galleries at the interface between foundation sealing and embankment dam structure need to be balanced in each case. Besides important positive aspects, possible stress redistributions, loosening of ground due to construction and in particular cases even scenarios with increased gradients due to infiltration in the inspection gallery have to be considered.

Маркус Ауфлегер

#### Делай как я! Или нет? Контрольные ходы в международном сравнении

При разработке конструкции и планировании водоподъемных плотин всегда присутствуют различные точки зрения. Старый добрый «немецкий» контрольный ход не настолько уж любим на международном уровне как это обычно представляется. Однако существует множество показаний для строительства ходов данного вида и весьма положительный опыт их применения. Преимущества и недостатки контрольных ходов в области перехода между грунтовым герметизирующим слоем и конструкцией дамбы следует оценивать в каждом случае отдельно. Наряду с положительными аспектами следует особо принимать во внимание возможные нарушения напряженного состояния, обусловленное строительством разрыхление грунта, и в отдельных случаях развитие ситуации повышения градиентов при просачивании в контрольный ход.