

Markus Aufleger

Mach's mit! – Oder besser ohne? – Grundablässe im internationalen Vergleich

Es gibt verschiedene Ansichten bei der Planung und Konstruktion von Talsperren. Wichtige Grundsätze sind unter anderem in Deutschland sowie in Österreich klar formuliert und auch Teil der nationalen Sicherheitsphilosophien. „Unsere“ Talsperren haben „selbstverständlich“ Grundablässe. Sie dienen insbesondere zur Entleerung der Reservoirs. International ist das jedoch anders. Es finden sich weltweit sehr viele Talsperren ohne Grundablass. Und wenn es dann Grundablässe gibt, dann dringen deren Leitungen oft durch den Schüttkörper von Staudämmen. Ist das alles falsch? Sicherlich sind es häufig die unterschiedlichen technischen Randbedingungen, die zu abweichenden Konzepten führen. Oft liegt es aber auch an der Hochschulausbildung, der beruflichen Einarbeitung und der regionalen Erfahrung, dass scheinbar gegensätzliche Auffassungen entstehen.

1 Einleitung

Weltweit gesehen variiert die Handhabung der Bemessungsansätze für Grundablässe sehr stark. In vielen Ländern sind Grundablässe unabdingbarer Bestandteil der Sicherheitsphilosophie. Es gibt weltweit jedoch sehr viele Talsperren, welche über keinen Grundablass verfügen. Bei anderen Anlagen existieren zwar Grundablässe, jedoch sind diese aufgrund fehlender Instandhaltung und Sedimentablagerungen oft nicht mehr funktionsfähig.

2 Aufgaben und Anordnung

Grundablässe sind Entnahmeanlagen im unteren Bereich des Speicherbeckens einer Talsperre. Typischerweise sind Grundablässe deutlich tiefer als Betriebsauslässe (z. B. Einläufe in Wasserkraftanlagen) angeordnet. Ohne funktionierende Grundablässe ist eine Entleerung des Beckens unterhalb der Betriebsauslässe nicht mehr möglich. Grundablässe erfüllen typischerweise folgende Aufgaben:

- Mit Hilfe des Grundablasses kann der Wasserspiegel in außergewöhnlichen Störfällen abgesenkt werden. Bereits durch eine vergleichsweise geringe

Wasserspiegelabsenkung kann die hydraulische Belastung des Absperrbauwerkes erheblich reduziert werden. Für eine effektive Absenkung ist jedoch eine ausreichend hohe Leistungsfähigkeit des Grundablasses notwendig. Bei der hydraulischen Bemessung sind die hydrologischen Randbedingungen, die Beckeninhaltslinie und das Abflussvermögen im Unterlauf des Gewässers zu beachten. Grundablässe sind in vielen Fällen wesentlicher Bestandteil der Sicherheitsphilosophie bei Talsperren. Die Erfahrung zeigt, dass die Möglichkeit der Schnellabsenkung beim Ersteinbau einer Talsperre, d. h. beim ersten Belastungstest, von besonderer Bedeutung ist. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines gravierenden strukturellen Problems eines Absperrbauwerkes ist in dieser Phase naturgemäß besonders groß [1].

- Grundablässe können auch zur normalen Bewirtschaftung einer Talsperre und in verschiedenen Betriebssituationen herangezogen werden (z. B. Abgabe von Restwasserabflüssen, planmäßige Wasserspiegelabsenkungen, stufenweiser Probestau, planmäßige Absenkung vor Eintreffen von Hochwasserwellen).

- Grundablässe können grundsätzlich auch in die Hochwasserabfuhr einbezogen werden. Die Zulässigkeit der Nachweisführung hängt von länderspezifischen Regelungen ab. Häufig muss hierbei die Möglichkeit des Ausfalls einzelner Verschlüsse beachtet werden.
- Durch die Entleerung von Stauräumen werden umfassende Sanierungs- und Instandsetzungsarbeiten (z. B. die Erneuerung des Dichtungssystems an der Wasserseite des Absperrbauwerkes) möglich.
- Aufgrund ihrer tiefen Anordnung eignen sich Grundablässe zwar grundsätzlich für die Sedimentbewirtschaftung, deren Effektivität hängt jedoch sehr von der hydraulischen Leistungsfähigkeit, der Form des Staubeckens und weiteren Faktoren ab.
- Die Anordnung von Grundablässen richtet sich insbesondere nach den anlagenspezifischen Randbedingungen. Bei Staumauern bietet es sich grundsätzlich an, den Grundablass in das Massivbauwerk zu integrieren. Staudämme sind hingegen wesentlich empfindlicher gegenüber Setzungen, Spannungsumlagerungen und Durchsickerungen. Daher sollten Massivbauwerke

innerhalb der Staudammstrukturen nach Möglichkeit vermieden werden. Grundablässe sollten in Stollen um den Staudamm herum geführt werden. Nach Möglichkeit sollten Grundablässe auch die Untergrundabdichtung (z. B. Dichtschirm) nicht durchdringen. In vergleichsweise engen Tälern werden in der Regel Stollen zur Baustellenumleitung errichtet. Diese Stollen werden häufig anschließend als Grundablässe genutzt.

3 Regionale Handhabungen und Beispiele aus Praxis

3.1 Deutschland

Talsperren in Deutschland besitzen durchwegs einen Grundablass. In der DIN 19 700 ([2], [3]) werden klare Anforderungen formuliert. So müssen Talsperren Entnahmeanlagen (Grundablässe und Betriebsauslässe) zur Bewirtschaftung und zur Entleerung des Speicherbeckens erhalten. In der Regel sind mindestens zwei voneinander unabhängige Auslässe (Grundablässe oder Grundablass und Betriebsauslässe) erforderlich. Diese müssen kontrollierbar sein. Gegebenenfalls können sie auch zur Hochwasserentlastung herangezogen werden. Die Dimensionierung der Betriebsauslässe richtet sich nach nutzungsorientierten Erfordernissen (z. B. Ausbauabfluss eines Wasserkraftwerkes, Zufluss zur Trinkwasseraufbereitungsanlage). Grundablässe werden nach den Anforderungen des Speicherbeckens bemessen, wobei hier insbesondere sicherheitsrelevante Zusammenhänge (z. B. die ausreichend schnelle Entleerung des Speicherbeckens) relevant sind. Die Ein-

läufe sind strömungsgünstig auszubilden und müssen vor Versatz geschützt werden. Hier kommen Grobrechen (lichte Stabweite von mehreren Dezimetern) und bei Bedarf auch Feinrechen (lichte Stabweite von mehreren Zentimetern) zum Einsatz. Bei Talsperren der Klasse 1 (Höhe des Absperrbauwerks größer als 15 m und/oder Gesamtstauraum größer als 1 Mio. m³) sind sowohl an Grundablässen als auch an Betriebsauslässen mindestens zwei voneinander unabhängig bedienbare Verschlüsse anzuordnen. Die Einläufe an der Wasserseite sind mit Revisionsverschlüssen auszustatten.

Bei Staudämmen sollten Einbauten, welche von der Wasser- zur Luftseite führen, zur Vermeidung von Sickerwegen vermieden werden [3]. Falls dies nicht möglich ist, sind konstruktive Maßnahmen (z. B. Einbindung in Fels, günstige Formgebung) notwendig.

3.2 Österreich

Österreichische Talsperren müssen über funktionsfähige Grundablässe verfügen. Dies ist ein wichtiger Grundsatz der Österreichischen Staubeckenkommission, in welcher wesentliche Fragen der Talsperrensicherheit behandelt werden. Mindestens einmal im Jahr werden die Grundablässe auf ihre Funktionssicherheit hin überprüft. Die Grundablässe alpiner Speicher sind in der Regel so dimensioniert, dass die Entleerung oder zumindest das Erreichen der halben Speicherwasserspiegellhöhe ab Vollstau innerhalb weniger Tage (z. B. 8 Tage) möglich ist.

3.3 Schweiz

In der Schweiz gelten Grundablässe als unerlässliche Sicherheitsorgane, welche

insbesondere auch beim ersten Einstau der Anlage sowie im Notfall funktionieren müssen und so maßgeblich zur Talsperrensicherheit beitragen [4].

3.4 Schweden

In den meisten großen Talsperren Schwedens sind Grundablässe durchaus vorhanden. Oft sind die Grundablässe als Drucksegmente ausgeführt. In einigen Fällen wurden sie seit der Bauzeit vor mehreren Jahrzehnten nicht mehr benutzt (**Bild 1**). Es ist nun sehr schwierig, den baulichen Zustand dieser Anlagen zu beurteilen. Typischerweise können diese Auslässe nicht mehr ohne erhebliche Zusatzuntersuchungen in Betrieb genommen werden.

3.5 Mittlerer Osten

Talsperren mit großer Sedimentfracht stellen besondere Anforderungen an die Planung und den Betrieb von Grundablässen beziehungsweise tief liegender Betriebsauslässe. Die Erfordernis regelmäßiger Spülungen zum Freihalten der Auslässe steht oft im Widerspruch zu den kurzfristigen wasserwirtschaftlichen Zielen (Wasserknappheit). Ist ein tief liegender Auslass erst einmal blockiert, so ist eine weitere Verschärfung der Situation unausweichlich (**Bild 2**).

3.6 Südamerika

Die Planung und der Betrieb von Grundablässen werden in Südamerika sehr unterschiedlich gehandhabt. Oft werden keine Grundablässe vorgesehen. So wurde bei einer etwa 40 m hohen Staumauer im Süden Brasiliens die Baustellenumleitung im Zuge des Einstaus final verschlossen, ohne dass ein Grundablass in der Mauer vorgesehen wurde. Dies ist umso bemerkens-



Bild 1: Nicht benutzter Verschluss eines Grundablasses



Bild 2: Verlandeter Stauraum im Mittleren Osten

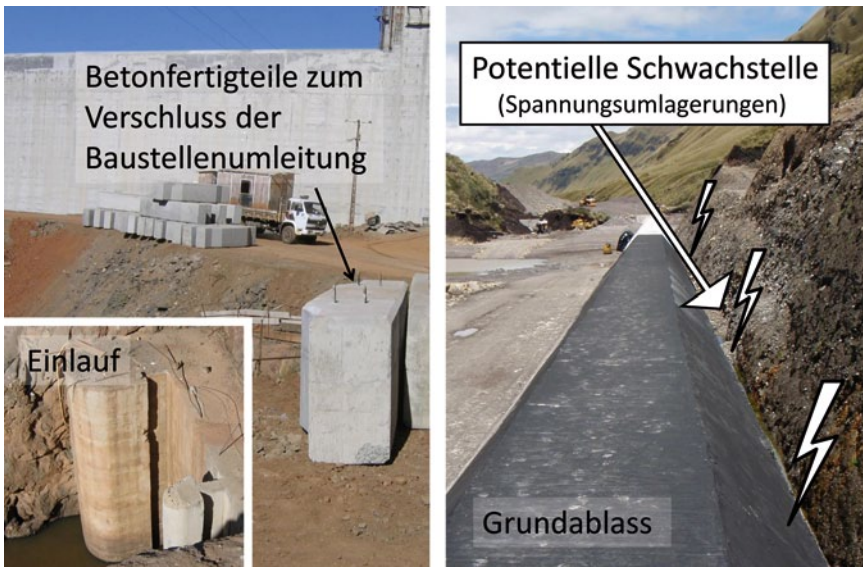


Bild 3: Verschluss einer Baustellenumleitung im Süden Brasiliens (links) und Grundablass durch den Erdkern eines Staudammes in den hohen Anden (rechts)

werter als an einer benachbarten, unter sehr ähnlichen Randbedingungen errichteten Mauer erhebliche Probleme mit Rissen und Durchsickerungen beobachtet wurden (**Bild 3 links**).

An einer Anlage in den Anden wurde in den Jahren 2011 bis 2012 ein ebenfalls etwa 40 m hoher Staudamm mit Erdkernichtung errichtet, welcher von der Wasser- zur Luftseite hin von einem Grundablass durchdrungen wird. Auf eine Einbindung des Massivbauwerkes in die Gründung wurde verzichtet. Grundsätzlich ist solch eine Anordnung hinsichtlich

der Gefahr von Spannungsumlagerungen, Auflockerungen, hydraulischer Rissbildung und Sickerwegigkeiten kritisch zu beurteilen (**Bild 3 rechts**).

3.7 Nordafrika

Grundablässe sind in verschiedenen Ländern Nordafrikas auch an großen Talsperren nicht vorgeschrieben. Im Falle einer über 100 m hohen Gewichtsstaumauer traten beim Ersteinbau im Jahre 2003 erhebliche Probleme mit dem Sohlenwasserdruck auf. Die rechnerische Überprüfung der Gleitsicherheit der Mauer zeigte erheb-

liche Sicherheitsdefizite. Eine Entleerung des Stauraums war ohne Grundablass nicht möglich. Ein Zwischenauslass auf etwa 40 % der Stauhöhe konnte den Beckenwasserstand zwar begrenzen (**Bild 4**). Größere Hochwasserereignisse hätten jedoch zwingend zu einem Anstieg des Stauspiegels geführt. Die Sicherheit der Talsperre war zu diesem Zeitpunkt erheblich eingeschränkt. Durch die fehlende Entleerungsmöglichkeit sind zudem die Sanierungsmöglichkeiten erheblich eingeschränkt.

3.8 Türkei

Auch in der Türkei variieren die Grundsätze bei der Anordnung von Grundablässen erheblich. An älteren Anlagen finden sich Grundablässe, welche noch nie geöffnet wurden. Bei zwischenzeitlich anstehenden Sanierungen sind hier im Vorfeld von Wasserspiegelabsenkungen wichtige Vorarbeiten zu erledigen. Bei neuen Anlagen werden inzwischen häufig die Baustellenumleitungen zu Grundablässen umgebaut. Meist werden die Verschlüsse hierbei entweder aus Schieberkammern oder aus hohen Schächten bedient. Im Hinblick auf ein effektives Spülmanagement besitzen einige neue Talsperren in der Türkei leistungsfähige tiefe Auslässe (**Bild 5**).

3.9 Internationale Empfehlungen

Im Rahmen der International Commission on Large Dams (ICOLD) werden unter anderem Empfehlungen zur Sicherheitsüberwachung von Talsperren formuliert [5]. Neben der visuellen Kontrolle der gesamten Anlage und der messtechnischen Überwachung des Absperrbauwerkes ist die regelmäßige Überprüfung der Entlastungs- und Entnahmeanlagen einschließlich der Grundablässe wesentlicher Bestandteil der Sicherheitsüberwachung.

4 Diskussion

Die Geschichte der Schäden und Versagensfälle bei Talsperren zeigt, dass die ungenügende Abflusskapazität bzw. das Fehlen von Entlastungs- und Entnahmeanlagen für die meisten Unfälle verantwortlich sind [5]. Vorstehende Praxiserfahrungen sind sicherlich nur als Fallbeispiel zu verstehen. Dennoch lassen sich grundsätzliche Empfehlungen formulieren:

- Ausreichend dimensionierte Grundablässe erhöhen die Sicherheit von Talsperren. Ihre Anordnung ist in jedem



Bild 4: Situation an einer Gewichtsstaumauer ohne Grundablass in Nordafrika kurz nach dem Ersteinbau

Fall dringend zu empfehlen. Fallbeispiele ohne Grundablass können nicht als Begründung für den Verzicht auf entsprechende Auslässe an neuen Talsperren dienen. Dies gilt auch für Anlagen im Ausland.

- Die in DIN 19 700 formulierten technischen Vorgaben sind in Verbindung mit den österreichischen Empfehlungen hinsichtlich der anzustrebenden Absenkdauern für viele Talsperren als gute Bemessungsgrundlage zu sehen.
- Bei Staudämmen sollte darauf geachtet werden, dass die Durchdringung des Dammkörpers mit Grundablassleitungen vermieden wird.
- Grundablässe müssen fortlaufend geprüft und unterhalten werden. An den Verschlüssen sind regelmäßige Funktionsprüfungen durchzuführen.
- Besteht grundsätzlich die Gefahr von Sedimentablagerungen im Nahfeld der Grundablassleinläufe, so sind rechtzeitig zumindest lokale Spülungen vorzusehen, so dass der Einlaufbereich in jedem Fall frei von umfassenden Ablagerungen gehalten wird.
- Bei der Planung neuer Talsperren in Regionen mit hohem Sedimenteintrag ist insbesondere im Hinblick auf die langfristige Nutzung der Anlage die Anordnung leistungsfähiger tief liegender Auslässe zu empfehlen.
- Mach's besser mit!

Autor

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.

Markus Aufleger

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

Literatur

- [1] International Commission on Large Dams (Hrsg.): Dam Failures Statistical Analysis. In: ICOLD-Bulletins (1995), Nr. 99.
- [2] Norm DIN 19 700: Stauanlagen – Teil 10: Gemeinsame Festlegungen. Berlin Beuth Verlag GmbH. 2004.
- [3] Norm DIN 19 700: Stauanlagen – Teil 11: Talsperren. Berlin Beuth Verlag GmbH. 2004.
- [4] Speerli, J.: Strömungsprozesse in Grundablassstellen. In: Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (1999), Mitteilungen Nr. 163.
- [5] International Commission on Large Dams (Hrsg.): Surveillance: Basic Elements in a Dam Safety Process. In: ICOLD-Bulletins (2009), Nr. 138.



Bild 5: Tief angeordnete Auslässe am Deriner-Damm im Nordosten der Türkei

Markus Aufleger

Do it with! Or without? – Bottom Outlets in an International Comparison

Different views exist when it comes to design and construction of embankment dams. In Germany, Austria and many other countries basic design principles are well-defined and part of the national dam safety standards. Our dams do have bottom outlets – of course! Their main purpose is to allow reservoir emptying. Around the world the view on the importance of bottom outlets varies. There are many dams without any bottom outlet. And there are many dams with bottom outlets but those are penetrating embankment dam bodies. Are all those dams designed in a wrong way? Of course there are different local technical boundary conditions to consider resulting in varying technical designs. Anyhow, there are also differences in the education of the engineers at the universities and during their on-job-training. Additionally there is the regional experience and the regional view on dam safety aspects leads to a very different handling of bottom outlet related issues.

Маркус Ауфлегер

Принимай участие! – Или не принимай? – Донные водоспуски в международном сравнении

Существуют различные мнения в отношении проектирования и конструкций водохранилищных плотин. Наиболее важные принципы сформулированы, в частности, в Германии и Австрии; они являются частью национальной «философии безопасности». У «наших» плотин есть, «само собой разумеется», донные водоспуски. Они служат, в частности, для опорожнения резервуаров. Однако, на международном уровне все выглядит по-другому. В мире имеется много плотин без донного водоспуска. И если такие водоспуски имеются, то их трубопроводы часто проходят через насыпное тело водоподпорных плотин. Ошибочно ли это? Конечно же, нередко причиной возникновения такого варианта являются различные технические условия, которые приводят к созданию различных концепций. Часто это также связано с особенностями высшего специального образования, профессиональной подготовкой и региональным опытом, таким образом возникают считающиеся противоречивыми мнения.