

Sickerwasserabflussmessung an Staudämmen – Theorie und Praxis –

Carsten Cherubim
Uwe Weiß

Die Sickerwasserabflussmessung an Staudämmen ist ein wichtiges allgemein anerkanntes Verfahren zur Beurteilung der Anlagensicherheit, vom Probestau bis hin zur Einschätzung der Dauerhaftigkeit bei gealterten Anlagen. Neben der für die Standsicherheit wichtigen sicheren Ableitung des Sickerwassers aus dem Damm sind weitere Randbedingungen, die der Trennung des messtechnisch interessanten vom uninteressanten Sickerwasser dienen, zu beachten. Anhand von Praxisbeispielen und Literaturrecherchen werden Probleme und Lösungsansätze dargestellt, um den Erhalt aussagekräftiger Messwerte des Sickerwasserabflusses zu gewährleisten.

Stichworte: Sickerwasserfassung, Sickerwasserabfluss, Staudamm, Messeinrichtung, technische Überwachung, Anlagensicherheit, Dauerhaftigkeit

1 Einleitung – Motivation

Die Sickerwasserabflussmessung ist ein einfaches und aussagekräftiges Messverfahren zur Überwachung der Sicherheit von Stauanlagen. Insbesondere Veränderungen im Untergrund oder im Absperrbauwerk selbst (Inhomogenität, Alterung, Materialumlagerungen) können damit schnell erkannt werden. Staudammversagen kündigt sich oft durch Sickerwasseraustritte an.

Die Sickerwasserabflussmessung ist somit theoretisch ein ideales Messverfahren. Die Praxis ist diesbezüglich oft nicht ganz so ideal, da „topografische und bautechnische Abhängigkeiten“ die Interpretation der Messwerte teilweise erschweren. Diese Probleme findet man an bestehenden Staudämmen, und auch im einschlägigen Regelwerk werden sie erwähnt (aktuell z.B. im *DWA M-514*).

Im Vortrag werden die Randbedingungen der Sickerwasserfassung an Staudämmen betrachtet. Die Autoren sehen zumindest bei Neubauten die Möglichkeit, diese Abhängigkeiten bei der Planung und Bauausführung zu berücksichtigen und entsprechende auch messtechnisch zufriedenstellende Dränagen zu bauen. Teilweise können auch bestehende Messeinrichtungen optimiert werden.

Im Vortrag werden Erfahrungen mit der Sickerwasserabflussmessung im

Bereich des Osterzgebirges und des nördlich davon gelegenen Gebietes in Sachsen beschrieben. Das umfangreiche Thema wird beispielhaft behandelt und soll insbesondere die an der Planung von Dämmen Beteiligten anregen, bereits im Entwurfsstadium bei der Festlegung des luftseitigen Dränkörpers an die Bedin-

gungen für die Interpretation der Sickerwassermesswerte zu denken.

Bei Dämmen mit Dichtung ist es mittlerweile Stand der Technik eine separate abschnittsweise messbare Drainage zum Nachweis der Funktion anzuordnen (kontrollierte Dichtungen). Darauf wird im Folgenden nicht speziell eingegangen.

Der Fokus des Vortrages liegt auf der Fassung des Sickerwasserabflusses im luftseitigen Stützkörperbereich.

In Lehrbüchern und Richtlinien haben wir zu diesem Thema kaum Hinweise gefunden. Wir möchten mit diesem Beitrag ihr Interesse und eine Diskussion anregen.

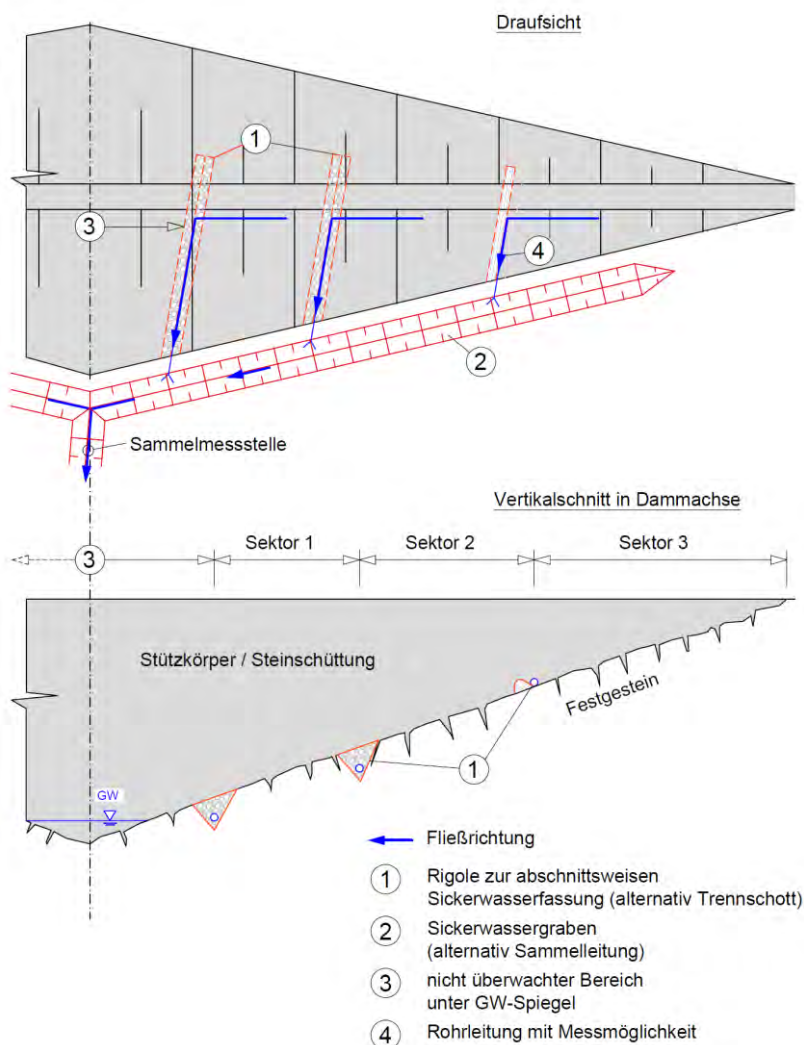


Abbildung 1: Einfache und repräsentative abschnittsweise Sickerwasserabflussmessung, welche ca. 80 % der Dammfäche überwacht. Der mittlere Bereich kann aufgrund des Grundwasserstandes nicht ohne weiteres erfasst werden.

2 Praxisbeispiele

2.1 Damm im breiten, flachen Tal auf Festgestein

In der Abb. 1 handelt es sich um einen Steinschüttdamm mit Oberflächendichtung. Aufgrund des breiten Tales und der Gründung auf Festgestein ist die

abschnittsweise Fassung von ca. 80 % des Sickerwassers mit geringem Aufwand möglich. Auf die Messung des mittleren Bereiches im Tal (Grundwassereinfluss) wurde der Einfachheit halber verzichtet. Eine direkte Unterscheidung nach Unter- oder Dichtungsdurchströmung erfolgt nicht. Jedoch kann man aus den Messreihen ableiten, dass das Sickerwasser nahezu vollständig dem Niederschlag zuzuordnen ist. Die Messung an den Rohrausmündungen ins Freie ist bei Frost problematisch. Mittels eines Messschachtes wäre die Messung auch bei Frost möglich. Die Sammelmessstelle am Zusammenfluss bietet die Möglichkeit, mit einer einzigen Messung den Normalzustand nachzuweisen.

2.2 Damm im Flachland auf Lockergestein großer Mächtigkeit

Im Fall der Abb. 2 erfolgt eine regelmäßige Messung des Sickerwasserabflusses aus den Drainageleitungen, welche sich an der Luftseite auf Höhe der Gründungssohle des Dammes befinden. Die Einschätzung der Anlagensicherheit auf der Basis der Sickerwasserabflussmessreihe ist jedoch kaum möglich, da der unregelmäßige Einfluss des vom Vorfluter zuströmenden Wassers sehr groß ist. Hier bleibt nur die Möglichkeit der Überwachung des Wasserstandes in den Grundwasserstandspegeln. Wenn die Drainage über dem Bemessungsgrundwasserstand angeordnet worden wäre, wäre die Messung der Dammdurchsickerung zumindest bei erhöhten Sickerabflüssen ohne den Vorflutereinfluss möglich.

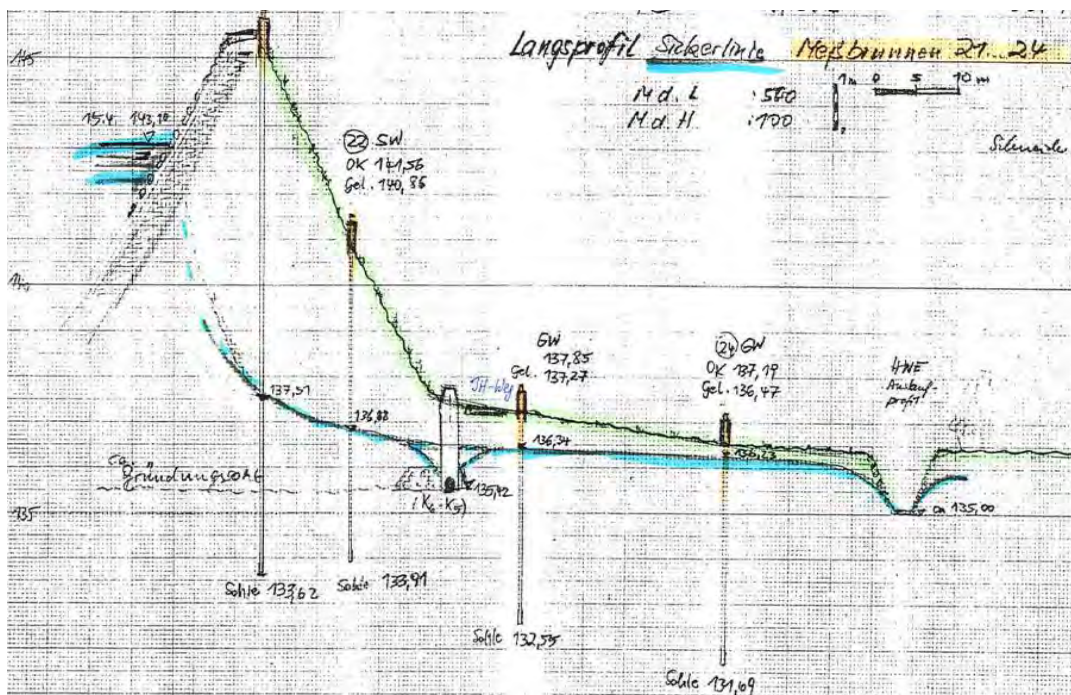


Abbildung 2: Beispiel tiefliegende Drainage mit starker Beeinflussung durch den Vorfluter und den luftseitigen Grundwasserstand (direkte Infiltration bei erhöhten Wasserständen im Vorfluter).

2.3 Damm auf geringmächtigem Lockergestein

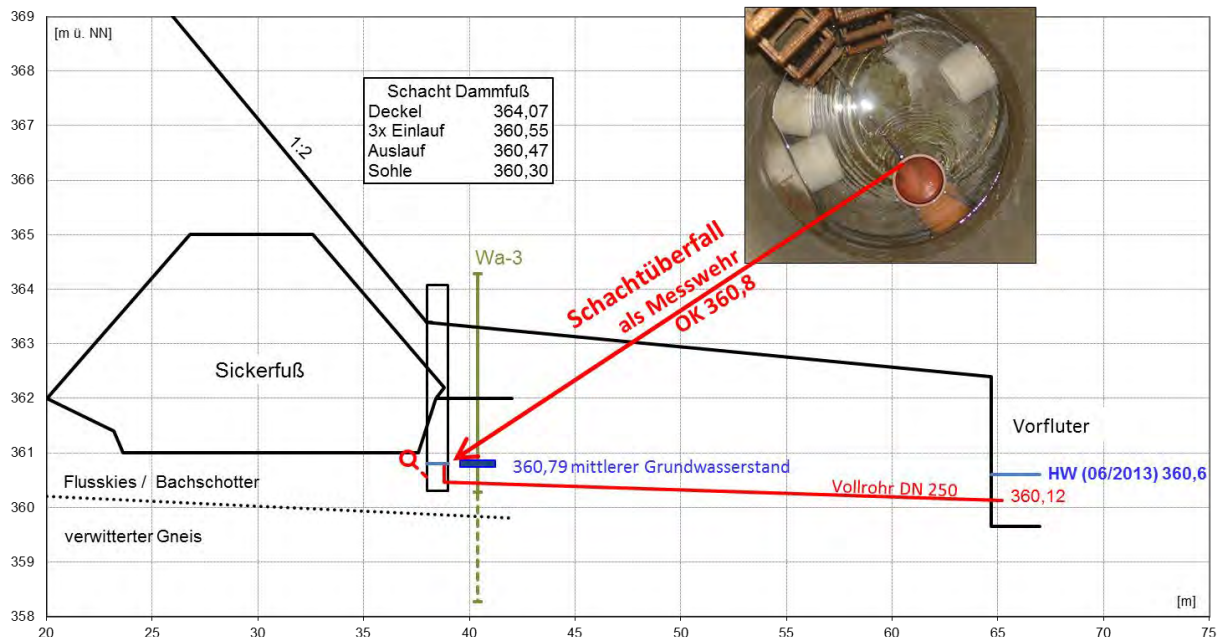


Abbildung 3: Optimierung der Sickerwasserabflussmessung, welche bei erhöhter Vorflut nicht möglich war (aktuell Nutzung eines provisorischen Schachtüberfalls).

In der Abb. 3 ist die Höhenlage des Sickerfußes in Bezug zum Grund- und Vorflutwasserstand hinreichend, jedoch liegen die Drainageleitungen zu tief. Im luftseitigen Kontrollschacht münden 3 Teilsickerleitungen aus dem Sickerfuß (s. Foto) und der Auslauf (im Foto rechts unten) entwässerte ursprünglich unter dem mittleren Grundwasserspiegel in den Vorfluter. Bei erhöhten Wasserständen staut der Vorfluter zurück bis in den Kontrollschacht. Da es sich um ein ungesteuertes HRB handelt, war die Sickerwasserabflussmessung bei eingestautem Becken nicht möglich. Außerdem war ein ständiger undefinierter Grundwasserzutritt in die Sickerleitungen gegeben. Durch die Installation eines nach oben gerichteten 90°-Bogens vor dem Auslaufrohr im Kontrollschacht wurde ein provisorischer Schachtüberfall als Messwehr geschaffen und das Dränageniveau angehoben. Die Messung hat beim HW 2013 erstmals plausible Messwerte während eines Beckeneinstaus ergeben. Geringe Sickerwasserdurchflüsse können jetzt nicht mehr gemessen werden, aber große Durchflüsse werden qualitativ korrekt erfasst. Die Messung der Überfallhöhe am Schachtüberfall erfolgt mit dem Lichtlot.

Günstig ist in diesem Beispiel auch, dass der Sickerfuß an der Luftseite mit gering durchlässigem Material überdeckt ist, sodass der Oberflächenabfluss von der Dammböschung nicht vollständig der Messeinrichtung zuströmt.

3 Theorie

3.1 Fachliteratur

Die Wertschätzung von exakten Sickerwasserabflussmessreihen für die Anlagensicherheit findet man in vielen Publikationen z. B. in *Overhoff 2011*: „Die Wiederherstellung eines nachweislich funktionsfähigen und aussagekräftigen Sickerwassermesssystems ist für die bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung als Betreiber der Talsperre ein unerlässliches Ertüchtigungsziel, um mit dieser integralen und direkten Messung eindeutige Aussagen insbesondere bei großer Hochwasserbeanspruchung hinsichtlich des Sicherheitszustandes des Dammes treffen zu können. Die entscheidenden Kriterien hierfür sind die Eindeutigkeit des Messsystems, die Qualität und Genauigkeit der Messwerte und ein direkter Bezug zu den Einflussgrößen.“ Tatsächlich ist diese klare Aussage aber nicht immer im Bewusstsein gegenwärtig. Der Fokus bei der Herstellung von Dammdränagen liegt i.d.R. auf der Absenkung der Sickerlinie, um ein Austreten auf der luftseitigen Böschung zu verhindern. Dann ist es dem Zufall überlassen, ob man die Messwerte, die in solchen Dränagen anfallen sinnvoll auswerten kann oder nicht. Wichtig ist es deshalb, schon bei der Planung der Dränagen sowie bei evt. Planänderungen auf der Baustelle (z.B. Gründungssohle tiefer legen), an die Auswertung der Sickerabflussmesswerte zu denken.

In Veröffentlichungen (z.B. *Kleinspeicherrichtlinie*) werden umfangreiche konstruktive Möglichkeiten beschrieben, um die Sickerlinie in Dämmen abzusenken (z.B. Sickerfuß, Sickerteppich, Sickerschlitze durch Auelehmdeckschicht, Böschungssicker). Auf die Randbedingungen, die eingehalten werden müssen, um eine sinnvolle Messreihe zu erhalten, wird jedoch nicht hingewiesen. Oftmals werden die Dammquerschnitte in der Literatur nur schematisch über einer Grundlinie gezeichnet. Wenn diese Grundlinie den Bemessungsgrundwasserstand repräsentiert, liegt die Sickerwasserfassung im richtigen Höheniveau (was bei älteren Dämmen üblich war). Mit der heutigen leistungsfähigen Baumaschinerie werden jedoch oft tiefere Gründungshorizonte festgelegt. Dann besteht das Risiko einer Rückströmung von luftseitigem Grundwasser in die Dränage, was die Messung insbesondere bei Hochwasserereignissen stark verfälscht. Das folgende Zitat von *Rosenkranz 2014* verdeutlicht die Problematik: „Allgemein unbefriedigend gelöst ist die zuverlässige Messung des Sickerwasserabflusses durch Staudämme in Abgrenzung zur Durchströmung im Untergrund. ... Bei hohen Grund- bzw. Unterwasserständen gibt es ohne umfangreiche bauliche Maßnahmen praktisch keine Möglichkeit, die Summe des den Damm durchströmenden Sickerwassers direkt zu messen.“

Bei der Planung der Sickerabflussmessung ist hinsichtlich des Untergrundes zu unterscheiden zwischen quasi undurchlässig und durchlässig. Im letzteren Fall muss noch die Stärke der durchlässigen Schicht berücksichtigt werden. Bei großer Mächtigkeit der durchlässigen Schicht ist eine sinnvolle Sickerwasserfassung im Untergrund nicht möglich. Dann sind Grundwasserstandsbeobachtungen ersatzweise vorzunehmen. In den anderen Fällen ist eine Fassung möglich.

In älteren Publikationen (z.B. *Press 1953*) werden einfache und pragmatische Lösungen beschrieben: „Im allgemeinen wird in mäßiger Entfernung vom luftseitigen Böschungsfuß ein Graben mit Messeinrichtungen angeordnet werden, sofern das Sickerwasser nicht in durchlässigen Untergrund verschwindet.“ Aber auch Lösungen mit „Trennmäuerchen“ auf der luftseitigen Dammaufstandsfläche zur Feststellung der Herkunft des Sickerwassers wurden damals schon verwendet.

Umfangreiche Hinweise und Erläuterungen zur Ausbildung von Sickerabflussmesseinrichtungen gibt *Kutzner 1996* im Abschnitt „Damminstrumentierung“.

3.2 Regelwerke

Im Teil 11 „Talsperren“ der *DIN 19 700* wird die Sickerwasserabflussmessung zur Bauwerksüberwachung benannt. Im Teil 12 „Hochwasserrückhaltebecken“ wird mindestens eine Sickerwasserbeobachtung gefordert. Aufgrund der Einfachheit und Aussagekraft der Sickerwasserabflussmessung sollte aus unserer Sicht jedoch niemals auf eine Messung verzichtet werden.

Für Staudämme gibt die *DIN 19 700-11* hinsichtlich der Sickerabflussmesseinrichtung nur wenige Konstruktionsgrundsätze an: „Sickerwasser aus Staudämmen von Talsperren der Klasse 1 muss abschnittsweise gefasst und kontrollierbar abgeleitet werden, vorzugsweise in den Kontrollgang oder in Leitungen zum Grundablassstollen oder Schieberhaus hin. ... Es ist der Nachweis zu erbringen, dass das Sickerwasser schadlos ... ins Unterwasser abgeführt werden kann.“ In diesem Zusammenhang wäre auch ein Hinweis in der DIN wünschenswert, dass der Nachweis zu erbringen ist, dass die Sickerwassermesseinrichtung bei den gewöhnlichen Betriebszuständen funktioniert und der Anteil an Fremdwasser gering ist.

Im Zusammenhang mit künstlichen Dichtungen wird in der *DIN 19 700* zumindest für TS der Klasse 1 eine Messdränage zur Überprüfung der Dichtung gefordert.

Im DWA-M 514 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ wird neben anderen Messverfahren auch die Sickerwasserabflussmessung dargestellt. Dabei werden

für Staudämme neun Einzelfälle, welche in der Tabelle 1 grau hinterlegt sind, unterschieden. Diese Einzelfälle lassen sich matrixartig in 5 Konstruktionstypen jeweils mit Dammhöhen kleiner oder größer als 15 m und mit oder ohne Kontrollgang systematisieren. In dieser 5x3 Matrix sind einige Felder nicht besetzt. In Sachsen gibt es auch für diese Felder Beispiele.

Tabelle 1 Fazit der im DWA-M 514 empfohlenen Sickerwasserabflussmessung

generell gilt lt. M 514:

- Die Einrichtung einer permanenten (d.h. automatischen) Sickerwasserabflussmessung wird empfohlen.

- Bestimmte konstruktive Gegebenheiten können dazu führen, dass eine Sickerwasserabflussmessung nur eingeschränkt möglich ist.

- (Sickerwasserabfluss-Messstellen sind wegen topografischer und bautechnischer Abhängigkeiten jeweils nur in einer Ansicht (d.h. nicht vollständig) dargestellt.)

5 Konstruktionsvarianten		Dammhöhe < 15 m		> 15 m			
		ohne Kontrollgang		mit Kontrollgang			
		Messstellenanzahl	Messhäufigkeit	Messstellenanzahl	Messhäufigkeit	Messstellenanzahl	Messhäufigkeit
homogener Damm auf undurchlässigem Untergrund	ohne Dichtungsschleier	je 1 links und rechts des Vorfluters	2-mal wöchentlich	(i.d.R. nur für kleine Dämme wirtschaftliche Bauweise; deshalb praktisch nicht relevant)			
homogener Damm mit durchlässiger Schicht im Untergrund	"	"	"				
Damm mit Innendichtung aus Erdstoffen (geneigt oder zentral)	mit Dichtungsschleier	abschnittsweise (Talflanken und Talaue)	"	abschnittsweise (Talflanken und Talaue)	täglich	abschnittsweise (Talflanken und -aue) <i>je Kerndichtung und Untergrund/luftseitiger Stützkörper</i>	täglich
Damm mit künstlicher Innendichtung	"	"	"	z.Zt. als HRB in Planung bzw. Bau		abschnittsweise (Talflanken und -aue) je Kerndichtung und Untergrund/luftseitiger Stützkörper	täglich wöchentlich
Damm mit Oberflächendichtung	"	"	"	z.B. TS Bautzen, TS Schömbach, SP Altenberg		"	"

Fazit:

bei homogenen Dämmen ohne Dichtungsschleier

2 Dränabschnitte (links, rechts)

2-mal wöchentlich

bei Dämmen mit Dichtung und mit Dichtungsschleier

3 Dränabschnitte (links, mitte, rechts)

2-mal wöchentlich

3 Dränabschnitte (links, mitte, rechts)

täglich

6 Dränabschnitte (links, mitte, rechts je hinter der Dichtung und auf der "Sohle")

täglich (Dichtung); wöchentlich (Untergrund)

-> Mit der Komplexität des Dammaufbaues steigt auch der Aufwand der Sickerwasserabflussmessung. (Mit der Zeit hat sich auch das Sicherheitsbedürfnis erhöht.)

-> Wenn es die Bauweise zulässt, sollte der Sickerabfluss durch die Dichtung und den Untergrund getrennt erfasst werden, i.d.R. bei großen Dämmen (H > 15 m) gegeben.

kursiv: nicht in Tab. im M 514, jedoch skizziert und als Hinweis beschrieben

Die Anzahl der im Merkblatt angegebenen Dränabschnitte sollte aus Sicht der Autoren als Mindestanzahl interpretiert werden und bei langen Dämmen vergrößert werden. Warum die Überwachung der Dichtung täglich und die des Untergrundes wöchentlich empfohlen wird, ist im Merkblatt nicht näher begründet.

4 Fazit und Ausblick

Der Sickerwasserabfluss an Dämmen ist ein wesentliches Kriterium zur Beurteilung der hydraulischen Sicherheit und Dauerhaftigkeit des Absperrbauwerkes. Insbesondere beim Probestau, in Extremsituationen und bei gealterten Stauanlagen ist für den Sicherheitsingenieur eine verlässliche Sickerwasserabflussmessreihe die Entscheidungsgrundlage dafür, ob die Anlagensicherheit gegeben ist oder Sanierungen erforderlich werden. Durch die Messung des Sickerwasserabflusses kann die „Dichtigkeit“ des Dammes und des Untergrundes nachgewiesen werden. Ohne Messergebnisse wird die Dichtigkeit nur angenommen.

Zielstellung beim Betrieb von Staudämmen sollte die Gewährleistung der Messbarkeit des Sickerwasserabflusses mindestens bei gewöhnlichen Betriebssituationen (z.B. bis HQ_{100}) sein.

Der luftseitige Sickerwasserabfluss kann die folgenden Anteile enthalten:

- Durchströmung des Dammbauwerkes bzw. der Dichtung
- Um- und Unterströmung des Dammbauwerkes
- Niederschlag, der auf der Dammoberfläche bzw. seitlichen Hängen versickert
- Oberflächenabfluss von der Dammböschung und den Hangkehlen, welcher in Sicker Elemente insbesondere einen Sickerfuß eintritt.
- Grundwasser-Kurzschlussströmungen vom luftseitigen Vorfluter bei hohen Abgaben infolge ungeeigneter baulicher Trennung und Höheneinordnung des Dränelementes (tritt bei Wasserständen im Vorfluter oberhalb des Dräns auf)

Für die Überwachung der Anlagensicherheit sind nur die ersten beiden Sickerwasserabflüsse von Bedeutung. Die weiteren Anteile stören die Messreihe und verfälschen die Ergebnisse bis hin zur Unbrauchbarkeit. Um die Anteile des Sickerwasserabflusses auf der Dammaufstandsfläche zu trennen, bieten sich bei undurchlässigem Untergrund Trennschotte an. Anderenfalls kann durch eine entsprechende Höheneinordnung des Dränelementes über dem Bemessungsgrundwasserstand erreicht werden, dass unerwünschte Grundwasserzutritte vermindert werden. Damit sind allerdings nur die größeren Sickerwasserabflüsse messbar. Wenn der Grundwasserleiter unterhalb des Dränelementes gering durchlässig ist, ist der ungemessenen Abfluss ebenfalls gering.

Die Berücksichtigung von Grundwassermesspegeln bei der Sickerwasserabflussbewertung ist in jedem Fall sinnvoll, auch um die Funktion der Dräns kontrollieren zu können (Kolmation).

Bei Dämmen mit Steinfuß oder Sickerprisma auf der Luftseite darf der Steinfuß nur das Oberflächenwasser ableiten, da dessen Messung normalerweise nicht erforderlich ist. Das Sickerwasser aus Untergrund und Umströmung sowie das

Sickerwasser durch die Dammdichtung müssen mit gesonderten Dräns möglichst abschnittsweise gefasst werden. Je nach Bauart und Größe des Dammes ist die Unterteilung der Sickerabschnitte nach wirtschaftlichen Kriterien vorzunehmen. Für die Unterteilung können Schotte im Dränelement angeordnet werden.

Die folgende Prinzipskizze für eine Sickerabflussmessung bei einem Damm mit Asphaltkerndichtung ohne Kontrollgang veranschaulicht die Anforderungen des Referates Technische Überwachung der LTV. Wichtig ist dabei, dass:

- die Dränen oberhalb des Bemessungsgrundwasserspiegels bei z.B. HQ_{100} liegen und
- die Dammschüttung im Bereich des GW-Leiters gering durchlässig ist und eine größere Dränage und Kommunikation mit dem Fließgewässer verhindert wird (auch entlang von Bauwerkshinterfüllungen). Wenn diese beiden Forderungen eingehalten sind, kann auf ein zusätzliches Trennschott am luftseitigen Dammfuß verzichtet werden.
- außerdem neben der Dichtungs- und Untergrunddränage eine weitere Dränage oder Vorflut für das luftseitige Oberflächenwasser existiert, die jedoch nicht gemessen wird (z.B. als Sickerprisma).
- Zur Überwachung der Kerndichtung hat sich die Bauweise mit einem luftseitig des Kerns angeordneten Längsschott bereits mehrfach bewährt. Durch die Anordnung von kleinen Querschotten und einer mit Videokamera befahrbaren Dränleitung lässt sich die Sickerwasserherkunft orten („Kamera-Kontrollgang“). Außerdem besteht die Möglichkeit den Raum zwischen Kern und Längsschott zu Kontrollzwecken abzupumpen. Dränleitungen sind revisionierbar und spülbar auszubilden.

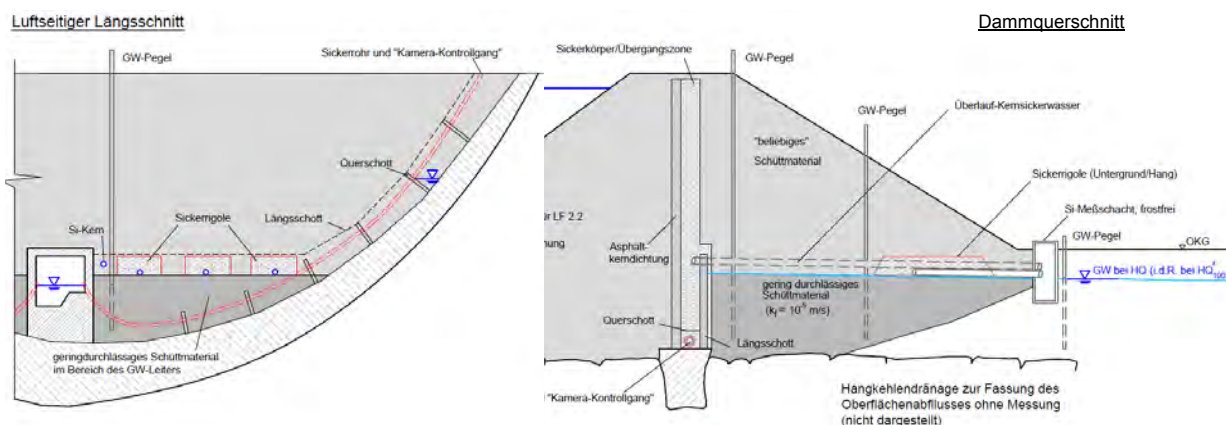


Abbildung 4: Vorschlag einer Sickerwasserabflussfassung an einem großen Staudamm mit Asphaltkerndichtung und ohne Kontrollgang (Prinzipdarstellung; größere Darstellung bitte per e-mail anfordern)

Den Niederschlagseinfluss erkennt man an der Phasenverschiebung des Maximums von Niederschlag, Sickerabfluss und Oberwasserstand. Dafür ist eine möglichst „permanente“ (automatisch) Messwerterfassung mit kurzem Messintervall günstig. Mindestens eine Sammelmessstelle aller Sickerabflüsse sollte automatisiert und mit Alarmierungstechnik ausgestattet werden, um eine frühzeitige Warnung bei Unregelmäßigkeiten zu gewährleisten.

Wichtig ist beim Entwurf von Anfang an, möglichst für jeden Sickerwasseranteil einen separaten Dränkörper vorzusehen und nach Lage und Höhe (Längsschnitte) zu planen. Dann sind die Messergebnisse aussagekräftiger. Dabei erscheint es zweckmäßig zu sein, die Dränagen im Inneren des Dammkörpers anzuordnen. Dadurch wird der oberflächliche Abfluss von der Dammböschung nicht als Sickerwasser erfasst.

5 Literatur

- DIN 19 700 (2004): Stauanlagen. Beuth Verlag Berlin.
DWA-M 514 (2011): Bauwerksüberwachung an Talsperren. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.
Kleinspeicherrichtlinie (1975): Mitteilung des Institutes für Wasserwirtschaft, Heft 39, Berlin.
Kutzner, Ch. (1996): Erd- und Steinschüttdämme für Stauanlagen, Enke Verlag Stuttgart.
Overhoff, G.; Lang, T.; Popp, M: Die Ertüchtigung von Staudamm und Untergrund am Sylvensteinspeicher. In: BauPortal 123(2011) H. 6, S. 2-5
Press, H. (1953): Stauanlagen und Wasserkraftwerke. Teil 1 Talsperren. Berlin.
Rosenkranz, H. (2009): Überwachung von Talsperren. In: Betrieb und Sanierung von Talsperren. Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt, Bauhaus Universität Weimar, 79-110, Weimar
Rosenkranz, H. (2014): Herausforderungen beim Einsatz innovativer Messverfahren in der Talsperrenüberwachung. In: WasserWirtschaft 104 (2014) Heft 9. S. 10ff

Autoren:

Dipl.-Ing. Carsten Cherubim

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Weiß

Landestalsperrenverwaltung
des Freistaates Sachsen
Referat Technische Überwachung
Bahnhofstraße 14
01796 Pirna

Landestalsperrenverwaltung
des Freistaates Sachsen
Referat Technische Überwachung
Bahnhofstraße 14
01796 Pirna

Tel.: +49 3501 796 311

Tel.: +49 3501 796 301

E-Mail: Carsten.Cherubim@ltv.sachsen.de

E-Mail: Uwe.Weiss@ltv.sachsen.de