

Dichtungssanierungen an historischen Erddämmen

Dipl.-Ing. Justus Teicke, Dipl.-Ing. Rainer Tonn

1. Einführung

1.1 Das Oberharzer Wasserregal

Über viele Jahrhunderte wurde der Harz vom Bergbau geprägt. Nach einer Unterbrechung von ca. 150 Jahren ging im Oberharz ab Ende des 15. Jahrhunderts wieder Bergbau um, der im 16. Jahrhundert mit dem Erlass von Bergfreiheiten durch die regionalen Fürsten stark intensiviert wurde. Insbesondere der Abbau von silberhaltigen Erzen für die Münzmetallgewinnung spielte in dieser Zeit eine erhebliche wirtschaftliche Rolle für die Region und sicherte den betroffenen Landesherren in Hannover und Braunschweig-Wolfenbüttel bedeutende Einnahmen.

Nach dem mehr oberflächennahen mittelalterlichen Abbau ging ab dem 16. Jahrhundert der Bergbau auf blei- und silberhaltige Gangerze sehr schnell in die Tiefe: Um 1700 hatten mehrere Schächte bereits eine Teufe von 300 m und zum Ende des 19. Jahrhunderts die magische Grenze von 1000 m erreicht. Aus den daraus resultierenden großen Förderhöhen ergab sich ein besonders hoher Energiebedarf, einerseits für die Förderung von Erzen und Haufwerk, im stärkeren Maße aber auch für die Wasserhaltung der Bergwerke.

Da im 15. Jahrhundert in Mitteleuropa bereits Wasserräder zur Energieversorgung der Bergwerke genutzt wurden, brachten die zuwandernden Bergleute die erforderlichen technischen Kenntnisse mit, so dass auch im Oberharz diese „Wasserkunst“ schnell Einzug hielt. Das besondere Problem im Oberharz war hier aber, dass gerade die besonders ergiebigen Bergwerke sehr hoch im Mittelgebirge in der Nähe der Wasserscheiden gelegen waren, so dass eine Kraftwasserversorgung aus den natürlichen Fließgewässern schwierig war. Hinzu kam die übliche Eigenschaft der Mittelgebirgsbäche, dass sie stark schwankend in der Wasserführung sind.

Um die Kraftwasserversorgung der Oberharzer Bergwerke möglichst weitgehend sicherstellen zu können, wurde in der Zeit zwischen 1530 und 1870 ein System aus etwa 120 Stauanlagen, 500 km Hanggräben und 30 km Wasserüberleitungsstollen entwickelt und ausgebaut [3].

Diese Anlagen verstehen sich heute als das „Kulturdenkmal Oberharzer Wasserregal“. Der Begriff „Regal“, vollständig „Jura regalis“, bedeutet hierbei das Königsrecht. Mit dem Recht, Bergbau zu betreiben, verlieh der Landesherr gleichzeitig auch das hierzu benötigte Wasserrecht an die Bergleute.

Heute werden noch 65 Stauanlagen („Teiche“), 70 km Gräben und 20 km untertägige Wasserläufe betrieben. Ab 1981 haben die Harzwasserwerke das Land Niedersachsen als damalige alleinige Eigentümer der Anlagen bei den erforderlichen Instandhaltungsarbeiten beraten. Seit 1991 ist die Harzwasserwerke GmbH allein zuständig für die Überwachung und Unterhaltung der Anlagen.

Die Staudämme der Speicherteiche wurden in der Regel aus dem örtlich anstehenden Boden, teilweise auch aus in kleinen Steinbrüchen gewonnenen Steinen gebaut. Dieses Material ist in der Regel nicht ausreichend wasserdicht, so dass eine zusätzliche Dichtung eingebaut werden musste. Mangels anderer Baustoffe wählten die Oberharzer Bergleute Rasensoden als Dichtungsmaterial, der auf nahe gelegenen Wiesen gestochen wurde. Im 16. und 17. Jahrhundert wurden die Rasensoden auf der wasserseitigen Böschung (alte Bauweise) und ab Anfang des 18. Jahrhunderts in der Dammitte als Kerndichtung (neue Bauweise) eingebaut [2]. Hierbei wurde die wasserseitige Böschung durch eine Steinschüttung gegen Wellenschlag geschützt. Die im Folgenden beschriebenen Stauanlagen sind ein Beispiel für die alte (Unterer Eschenbacher Teich) und neue Bauart (Mittlerer Kellerhalsteich).

2. Dichtungssanierungen

2.1 Mittlerer Kellerhalsteich

2.1.1. Einführung

Der Mittlere Kellerhalsteich wurde 1724 nördlich von Clausthal-Zellerfeld errichtet. Mit einer Dammhöhe von knapp 15,0 m und einem Stauvolumen von 474.000 m³ gehört er zu den größeren Stauanlagen des Oberharzer Wasserregals und ist als eine Talsperre anzusehen.

Der Damm ist mit einer Kerndichtung versehen, die bei den Oberharzer Teichen mangels der klassischen Dichtungsbaustoffe (Lehm oder Ton) aus sorgfältig gesetzten und festgestampften Rasensoden besteht (Bild 1).

Seit 1993 wird am luftseitigen Dammfuß Sickerwasser gemessen. Diese Messungen erfolgen mittels Behältermessung an der Austrittsstelle am luftseitigen Dammfuß. Im Winter 1996/1997 fiel auf, dass sich die Sickerwasserschüttung bei Vollstau um 66 % erhöht hatte (Bild 2). Diese Unregelmäßigkeit sollte weiter untersucht werden.

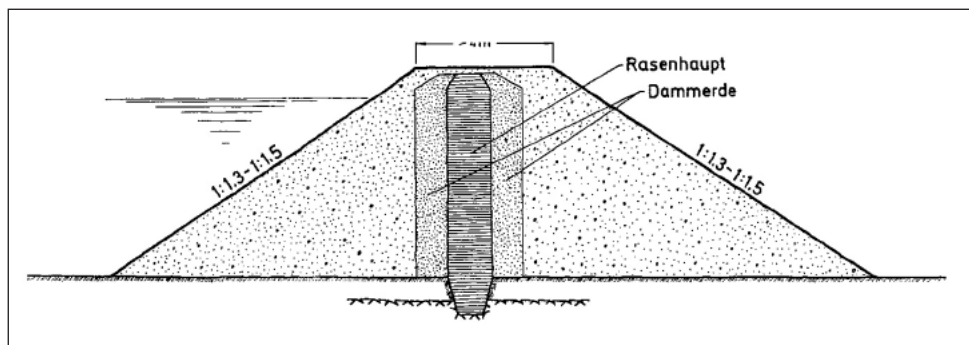


Bild 1: Mittlerer Kellerhalsteich – Regelquerschnitt des Dammes. Mangels Lehm oder Ton sind im Oberharz nahezu alle Staudämme mit Rasensoden gedichtet

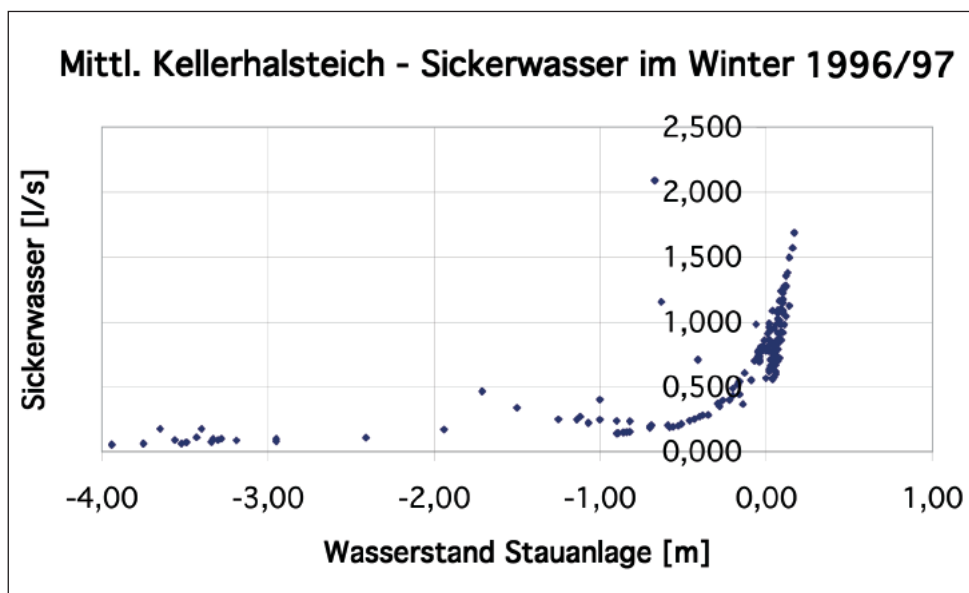


Bild 1: Sickerwassermessungen des Mittleren Kellerhalsteiches im Winter 1996/1997

2.1.2 Untersuchung der Durchsickerungen

Anhand der Sickerwasserkurve (Bild 2) konnte schnell festgestellt werden, dass eine wesentliche Veränderung der Sickerwasserschüttung ab einem Wasserstand von etwa 0,60 m unter Überlaufniveau einsetzt. Daraus konnte geschlossen werden, dass die wesentliche Undichtigkeit in etwa auf dieser Höhe in der Damm-dichtung zu suchen ist. Damit musste nur noch die Lage der Undichtigkeit in der Damm-Längsachse ermittelt werden.

Es wurde daraufhin die Firma GTC aus Karlsruhe damit beauftragt, den Damm des Mittleren Kellerhalsteiches thermometrisch zu untersuchen. Die Untersuchung erstreckte sich auf eine Dammlänge von 190 m; hierzu wurden 15 Sondierungen in Abständen von 10 – 20 m in den Dammkörper abgeteuft und anschließend die Bodentemperaturen in der Dammschüttung in verschiedenen Tiefen gemessen (Bild 3). Da für den Auftraggeber die Höhenlage der Undichtigkeit bekannt war, wurde die Untersuchungstiefe auf 5,0 m unter Dammkrone begrenzt.

Bei der Thermometrischen Untersuchung von Dämmen wird der Umstand genutzt, dass die Temperaturen des Wassers und des Dammkörpers bei einem dichten Bauwerk sowohl im Winter, als auch im Sommer unterschiedlich sind. Wegen der höheren spezifischen Wärmekapazität des Wassers gegenüber dem Dammschüttmaterial nimmt der Dammkörper auch bei relativ geringer Durchsickerung dort die Temperatur des Wassers an. Bei jeder Durchströmung eines Dammes transportiert das Wasser – sozusagen als Nebeneffekt – auch „Wärme“ [1].

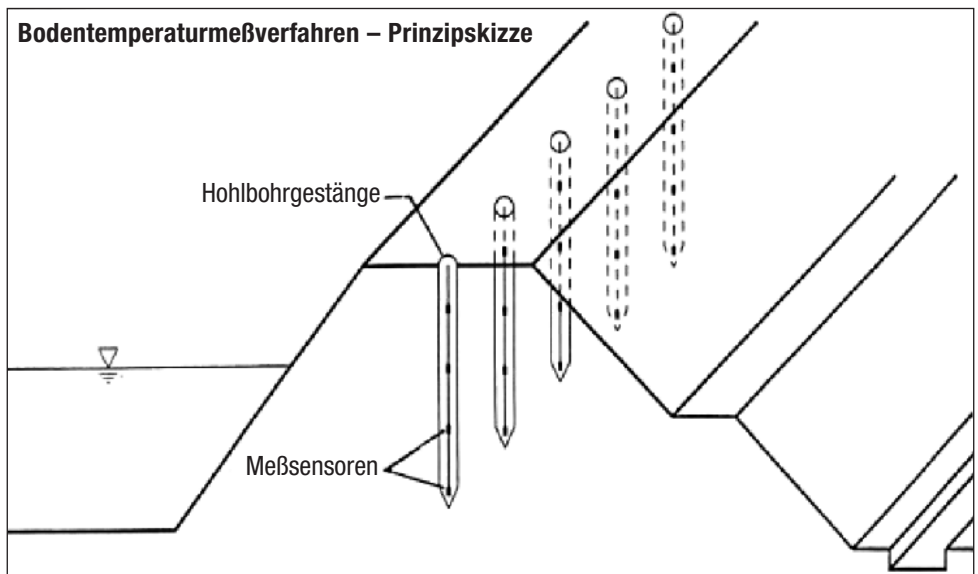


Bild 3: Thermometrische Untersuchung: Anordnung der Meßsonden im Dammkörper (aus [1])

Erfreulicherweise konnte bei dieser Untersuchung ein eindeutiges Ergebnis festgestellt werden: Als undichte Zone wurde der Bereich zwischen Station 120 und 150 m geortet (Bild 4). Dass bei dieser Untersuchung die Tiefe der stärksten Temperaturanomalie mit 4,0 m festgestellt wurde, war dagegen für die Planung einer Sanierung nicht relevant: Da die Sondierungen etwa 2,0 m hinter der Dammdichtung durchgeführt worden sind, konnte davon ausgegangen werden, dass die Sickerlinie an dieser Stelle bereits deutlich tiefer liegt als an der Einstromstelle.

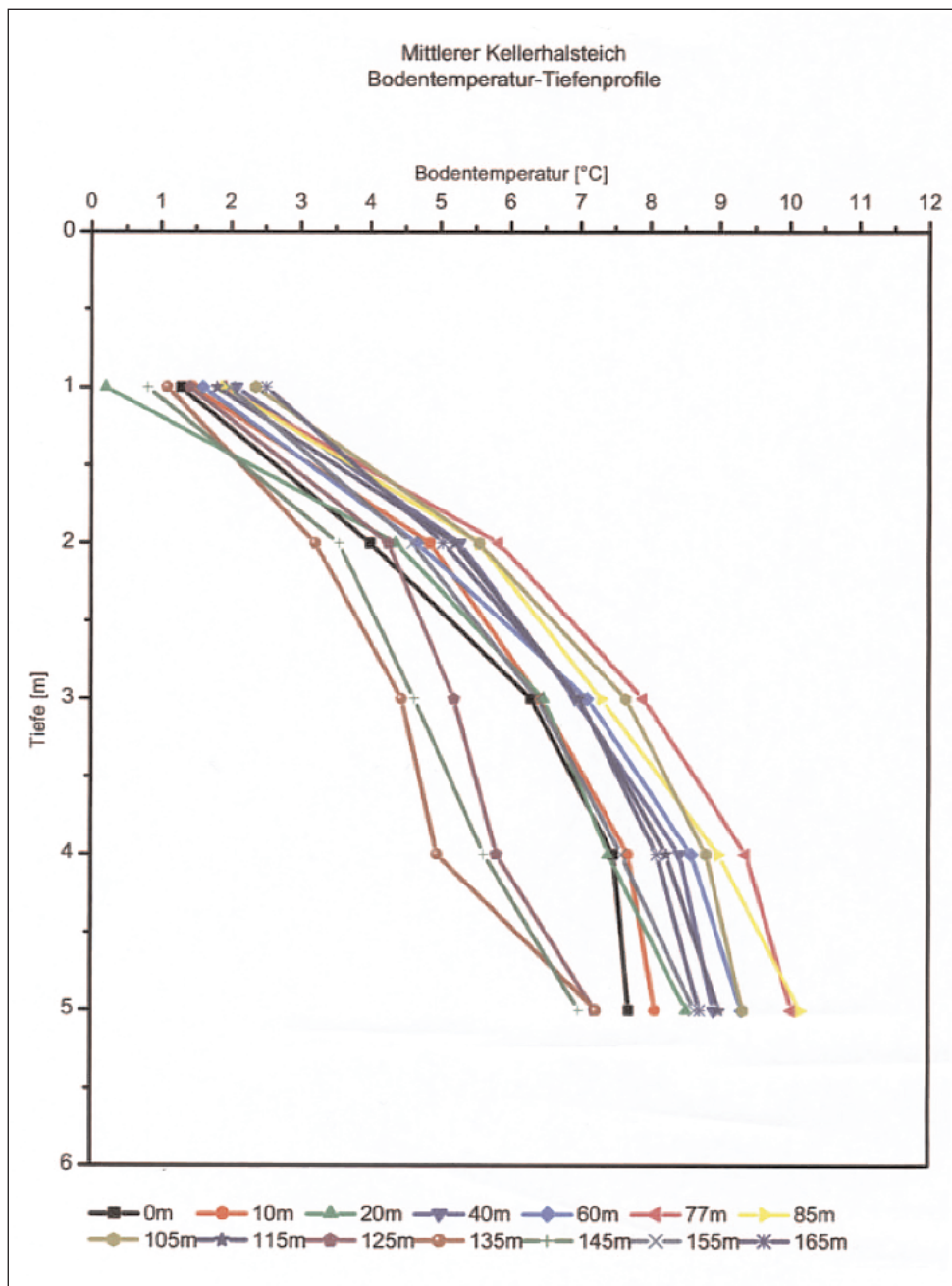


Bild 4: Ergebnis der Thermometrie-Untersuchung. Deutlich erkennbar unterscheiden sich die Stationen 125, 135 und 145 in drei bis vier Meter Tiefe von den anderen Messstationen

2.1.3 Sanierung

Zur Sanierung der Undichtigkeit wurde die Dichtung des Dammes im betreffenden Bereich, d.h. zwischen Station 120 und 150, an ihrer Wasserseite bis auf ein Niveau von etwa 1,50 m unter Stauziel freigelegt, gereinigt und abgezogen, und eine neue Dichtung aus etwa 120 m³ Ziegelton vor die vorhandene Dichtung eingebaut.

Beim Freilegen der Dichtung wurden keine typischen sichtbaren Undichtigkeiten vorgefunden. Allerdings war die Dichtung selbst in 3,0 m Tiefe unter Dammkrone noch von Wurzeln von Weidensträuchern durchzogen, die sich im Bereich der Dammkrone angesiedelt hatten. Vermutlich haben diese Wurzeln die Undichtigkeiten bewirkt (Bild 5).

Beim anschließenden Probestau stellte sich bei Vollstau eine Sickerwasserschüttung von nur noch 0,45 l/s ein, die bis heute stabil geblieben ist.



Bild 5: Einbau der neuen Tondichtung Mittlerer Kellerhalsteich. Die Durchwurzelung in der Dichtung (links) bewirkte vermutlich die Undichtigkeiten

2.2 Unterer Eschenbacher Teich

2.2.1 Einführung

Der Untere Eschenbacher Teich wurde vor 1602 errichtet und befindet sich heute im Stadtgebiet von Clausthal-Zellerfeld. Mit einer Dammhöhe von knapp 9,0 m und einem Stauvolumen von 191.000 m³ ist er etwas kleiner als der Mittlere Kellerhalsteich und ist anstelle einer Kerndichtung mit einer Schürzendichtung an der wasserseitigen Böschung versehen, die auch hier aus Rasensoden hergestellt worden ist (sogenannte „Alte Bauart“ der Oberharzer Teiche).

Der Untere Eschenbacher Teich dient heute dem Hochwasserschutz. Hierzu ist sein Wasserstand ständig 2,00 m unter dem Überlauf zu halten. Nur nach stärkeren Niederschlagsereignissen steigt der Teich für einige Tage stärker an, der Vollstau wird so nur etwa einmal in 10 Jahren erreicht.

Bei Normalstau, d.h. Wasserstand von 2,00 m unter Überlaufniveau sind keine Sickerwasseraustritte am luftseitigen Dammfuß zu beobachten. Die seltenen Phasen mit höheren Anstau finden während bzw. unmittelbar nach den Hochwasserereignissen statt, während derer eine vollständige Dammkontrolle nur begrenzt möglich ist. Erstmals im Dezember 1997 entschlossen sich die Harzwasserwerke nach Absprache mit der Talsperrenaufsicht zu einem kontrollierten Probevollstau. Dabei stellten sich ab einem Wasserstand von 1,0 m unter Überlauf Sickerwasseraustritte im Bereich des Austritts des Grundablasses (tiefste Stelle am luftseitigen Dammfuß) ein, die bei einem Wasserstand von 0,20 m unter Überlauf 15 l/s erreichten.

Eine Untersuchung dieser Sickerungen und eine anschließende Sanierung schien geboten.

2.2.2 Untersuchung

Zunächst wurde auch hier die Firma GTC mit der thermometrischen Untersuchung des Dammes beauftragt, die im Juli 1998 durchgeführt wurde. Leider war das Ergebnis dieser Untersuchung nicht ganz eindeutig: Lediglich 30 lfdm des 166 m langen Dammes wurden als intakt eingestuft. Ein Dammabschnitt von 70 m Länge wurde als relativ stark durchströmt definiert. Da die Untersuchungs-sondierungen von der Dammkrone aus senkrecht in den Dammkörper abgeteuft wurden, die Dichtung aber als Schürze an der wasserseitigen Böschung eingebaut war, war der horizontale Abstand zwischen Meßsonden und Leckagestelle relativ groß; die Lage einer Einströmstelle auch außerhalb des 70 m langen Abschnittes durchaus denkbar.

Es stellte sich nun die Frage, ob eine genauere Eingrenzung der Undichtigkeiten durch ein anderes Verfahren möglich war. Hierzu wurde ein Geophysik-Büro aus Leipzig beauftragt, mittels Messung der natürlichen elektrischen Potentialverteilung sowie einer geoelektrischen Sondierungskartierung die Einströmstellen des Dammes zu lokalisieren.

Die Geophysikalischen Messungen waren wesentlich aufwendiger durchzuführen. Insbesondere der Umstand, dass nach Stecken der Meßsonden zunächst der Betriebszustand „keine Sickerungen“ (d.h. niedriger Stauspiegel), anschließend innerhalb möglichst kurzer Zeit der Zustand „Sickerungen“ (d.h. hoher Stauspiegel) erwünscht war, macht diese Methoden für viele Talsperren ungeeignet. In diesem Falle ließen sich aber diese beiden Betriebszustände innerhalb weniger Tage herstellen, da aus weiteren oberhalb gelegenen Stauanlagen Wasser zum schnellen Anstau abgegeben werden konnte.

Auch das Geophysikalische Gutachten kam zu dem Schluss, dass hier eher eine flächenhafte Infiltration und weniger eine engräumige Wassereintrittsstelle vorliegt. Insgesamt wirkte aber hier das Thermometrie-Gutachten der Firma GTC wesentlich schlüssiger und überzeugender.

2.2.3 Sanierung

Im Gegensatz zum Mittleren Kellerhalsteich musste jetzt hier wesentlich großflächiger vorgegangen werden. Auf einer Dammlänge von 95 m wurde der Wellenschutzbelag der Dichtung abgetragen und die Dichtung freigelegt. Dabei zeigte sich, dass der Wellenschutzbelag der wasserseitigen Böschung weitgehend verschwunden und die Dichtung relativ ungeschützt den Wellen ausgesetzt war. Augenscheinlich war die Dichtung im oberen Bereich bereits in ihrer Mächtigkeit geschwächt. Darüber hinaus war die quasi an der Geländeoberfläche liegende Dichtung stark durchwurzelt und von Mäusen und Maulwürfen besiedelt. Alle diese Umstände haben offensichtlich die Funktion der Dichtung eingeschränkt.

Nach Freilegung der Dichtung wurde ab einem Niveau von 2,0 m unter Überlauf eine neue Dichtung aus Ziegelton vor der vorhandenen Dichtung aufgebaut. Wasserseitig der neuen Dichtung wurde ein Filtervlies vorgesehen. Die Dichtung erhielt eine Überschüttung von ca. 70 cm sowie einen Wellenschutz aus Wasserbausteinen (Bild 6 und 7).

Aufgrund der sehr starken Witterungsabhängigkeit beim Toneinbau zogen sich die Sanierungsarbeiten bis zum Frühjahr 1999 hin. Eingebaut wurden 523 m³ Dichtungston. Im September 1999 wurde ein Probestau durchgeführt, in dessen Verlaufe sich bei Vollstau nur noch eine Sickerwassermenge von 0,5 l/s an der tiefsten Stelle zeigte. Damit ist auch diese Sanierung erfolgreich abgeschlossen.

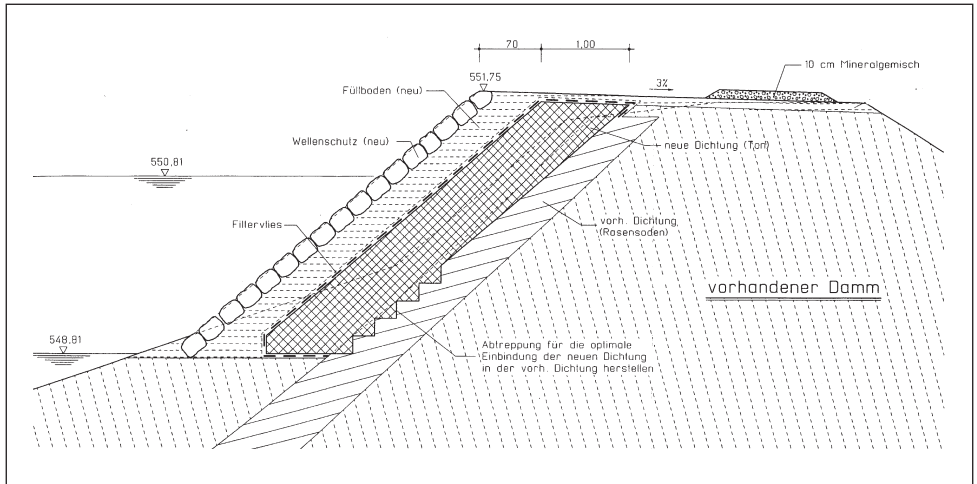


Bild 6: Ausführungszeichnung der Dichtungssanierung Unterer Eschenbacher Teich. Die neue Tondichtung wird wie ein Flicken auf die vorhandene schadhafte Dichtung gesetzt

3. Heutige Situation

Beide Teiche haben sich in den vergangenen Jahren stabil gezeigt: Die Sickerungen blieben auf dem niedrigen Niveau.

Die Sanierung des Mittleren Kellerhalsteiches kostete 28.000,- DM (14.000,- €), während die wesentlich großflächigere Sanierung des Unteren Eschenbacher Teiches mit 166.000,- DM (85.000,- €) abgeschlossen werden musste.

4. Schlussfolgerungen

Aus den Erfahrungen dieser beiden Dichtungssanierungen lassen sich folgende Rückschlüsse ziehen:

- Die thermometrische Untersuchung von Erddämmen mit Dichtigkeitsproblemen ist eine gute und kostengünstige Methode, undichte Bereiche zu lokalisieren.
- Nicht nur Wurzeln von Bäumen, auch Strauchwurzeln von Weidensträuchern können die Funktion von Dichtungen aus Erdbaustoffen beeinträchtigen. Daher sollten auch Sträucher nur in einem angemessenen Abstand zur Dichtung toleriert werden.

Folgende, bereits bekannte Erkenntnisse haben sich aus diesen beiden Dichtungsbeeinträchtigungen wieder einmal bestätigt:

- Auch nach jahrhundertelanger Bewährung sind Staudämme ständig unter intensiver Aufsicht zu halten.
- Stauanlagen, die aufgrund ihrer Zuordnung zum Hochwasserschutz nur selten unter Vollstau stehen, müssen regelmäßig auf ihre Funktion kontrolliert werden; hierzu ist ein gelegentlicher kontrollierter Vollstau obligatorisch.
- Dichtungen aus Erdbaustoffen im Bereich der wasserseitigen Böschung sind einem besonderen Angriff durch Wellen, Pflanzenwuchs und Mausebfall ausgesetzt und müssen besonders aufmerksam beobachtet werden.



Bild 7: Einbau der neuen Tondichtung im Unteren Eschenbacher Teichdamm

5. Literatur

- [1] Armbruster H., Dornstädter J., Kappelmeyer O., Tröger I.: Thermometrie zur Erfassung von Schwachstellen an Dämmen. Vol. 83 (4), Wasserwirtschaft, Franck-Kosmos-Verlag, Stuttgart, 1993
- [2] Schmidt, Martin: Die Rasendichtung der Oberharzer Teichdämme. Die Wasserwirtschaft, Heft 6/1986
- [3] Schmidt, Martin: Die Wasserwirtschaft des Oberharzer Bergbaus, Schriftenreihe der Frontinus-Gesellschaft e.V., Heft 13, 3. ergänzte Auflage 2002, Selbstverlag Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim

6. Verfasser

Dipl.-Ing. Justus Teicke
Leiter der Abteilung Oberharzer Wasserregal
Harzwasserwerke GmbH
Erzstraße 24
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 0 53 23/93 92-10
Fax: 0 53 23/93 92-50
E-Mail: Teicke@Harzwasserwerke.de

Dipl.-Ing. Rainer Tonn
Leiter der Hauptabteilung Bau- und Talsperrenwesen
Harzwasserwerke GmbH
Postfach 10 06 53
31106 Hildesheim
Tel.: 0 51 21/4 04-0
Fax: 0 51 21/4 04-2 20
E-Mail: Tonn@Harzwasserwerke.de
Internet: www.harzwasserwerke.de

→ [Zurück zum Inhaltsverzeichnis](#)