

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Rigo, F.

Sanierung des Dammkörpers an der Talsperre Hriňová und ihr Einfluß auf den Betrieb

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104101>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Rigo, F. (1997): Sanierung des Dammkörpers an der Talsperre Hriňová und ihr Einfluß auf den Betrieb. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Sanierung und Modernisierung von Wasserbauwerken, aktuelle Beispiele aus Deutschland, Polen, der Slowakei und Tschechien. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 10. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 163-177.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Ing. F. Rigo, (SK)

Povodie Hrona, š.p., Banská Bystrica

Sanierung des Dammkörpers der Talsperre Hriňová und ihr Einfluß auf den Betrieb

1 Einleitung

Seit der Fertigstellung und Inbetriebnahme der Talsperre Hriňová im Jahre 1966 zieht sie immer wieder die Aufmerksamkeit der Wasserwirtschaftler sowie der Fachleute auf dem Gebiet des Dammbaus auf sich. Das besondere Interesse der Wasserwirtschaftler beruht nicht auf der außergewöhnlichen technischen Lösung des Dammkörpers, sondern es hängt mit den Problemen zusammen, die während des ersten Füllens des Stauraums und später bei jedem Versuch, den Stauraum bis zum höchsten Betriebsstand zu füllen, entstanden sind. Der zwanzig Jahre andauernde Betrieb der Talsperre bei einem um 5,6 m erniedrigten Wasserstand und erfolglose Versuche, die festgestellten Beschädigungen im Damm zu beseitigen, wurden durch die Sanierung des Dammkörpers abgeschlossen.

Bevor ich auf den Umfang, die Art und Weise der Sanierungsarbeiten sowie den erzielten Erfolg eingehe, möchte ich die Grundangaben der Talsperre sowie ihren Zweck vorstellen und auf die später festgestellten, beim Aufbau entstandenen Fehler hinweisen.

2 Zweck der Talsperre und die Grundparameter

Die Entwicklung der mittelslowakischen Region in den 60er Jahren und die erhöhten Anforderungen an die Trinkwasserversorgung für die Gruppenwasserversorgungsanlage Hriňová Lučenec Fíľakovo (HLF) hatten den Aufbau der Talsperre Hriňová am Bach Slatina bei Flußkilometer 41,1 mit einem Einzugsgebiet von 70,8 km² bis zum Dammprofil zur Folge. Die morphologischen Verhältnisse des Slatina-Tals und die Ergebnisse der geologischen Erkundung waren entscheidend für die Wahl eines Steindamms mit einer schrägen Lehmdichtung. Mit den Arbeiten wurde 1960 begonnen. Der Bauverlauf wurde durch Veränderungen des Dammquerprofils beeinträchtigt, die daraus resultierten, daß nicht genug geeignetes Steinmaterial für den Damm vor Ort vorhanden war.

Entgegen den ursprünglichen Ergebnissen der geologischen Erkundung entsprach das Material aus den lokalen Fundstätten nicht den Projekterfordernissen, und zwar weder für den Schüttstoff des Stützkörpers noch für die Lehmdichtung. Weitere Probleme während des Bauverlaufs entstanden durch den Transport des Kiessandes mit den erforderlichen Fraktionen aus einer Entfernung von 350 km, wodurch es zur Verspätung der Betonarbeiten und zur ungleichmäßigen Schüttung

LEGENDE :

- ① LEITDICHTUNGSKERN
- ② LÄNGSRÄH HINTER DER HAUPTRICHTUNG
- ③ QUERRÄH DES UNTERGRUNDS
- ④ TRACHTEL - VERWITTERTE GRANIORITE
- ⑤ BELASTUNGSTEIL - STEINGUT
- ⑥ LUFTFÜH - STEINGUT
- ⑦ STEINUNTERGRUND - GRANIORITE
- ⑧ UNTERIRDISCHE DICHTUNGSWAND AUF DEM DAMMKRONE
- ⑨ INKENTIONSCHÖTZE
- ⑩ BEOBSACHTUNGSONDEN NERHE AUF DER DAMM KRONE

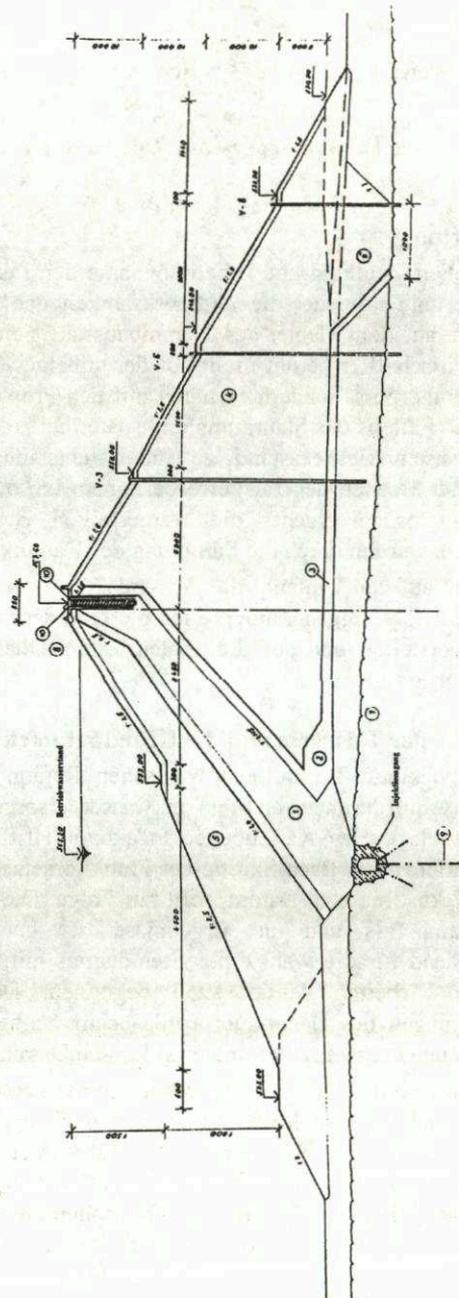


Bild 1: Dammschnitt

des Stützkörpers und der Lehmdichtung kam. Alle diese Tatsachen hatten, wie sich später herausstellte, einen bedeutenden Einfluß auf die Schäden an der Stauanlage.

3 Grundparameter der Talsperre

- Trinkwasserversorgung 400 l/s
- Gesamtvolumen der Anlage 7,3 Mio. m³
- Höhenkote des maximalen Betriebsstands 565,20 m ü NN

Das Sperrbauwerk der Stauanlage besteht aus einem Erddamm von 248 m Länge mit einer Kronenbreite von 6,0 m und einer Höhe von 41,5 m. Es wurde aus Steinen mit teilweise lehmigem Material geschüttet und besitzt eine schräge wasserseitige, im oberen Teil vertikale Dichtung. In der Dammsohle des lehmigen Dichtungskerns befindet sich ein Injektionsgang. Das Dammauflager ist durch Injektionsschleier abgedichtet (Bild 1). Die Betriebsanlagen der gesamten Talsperre bestehen aus dem Grundablaß, einer Entnahmeverrichtung und einem Überfall mit Absturz und Tosbecken.

Der Grundablaß ist mit drei Verschlüssen ausgestattet: einem Tafel-, einem Kegel- und einem Auslaß-Verdüsungsverschluß. Der Maschinenraum der Verschlüsse befindet sich unter dem Entnahmeturm, der drei Horizonte hat, von denen sich der höchste auf der Kote 548,60 m ü NN befindet. Die Hochwasserentlastungsanlage ist mit einer Klappe von 12 m Breite und 2,3 m Höhe ausgerüstet. Die Überfallkapazität beträgt 85 m³/s.

4 Beschreibung der Beschädigungen während des Betriebes der Talsperre

Der Bau der Talsperre dauerte fünf Jahre. Im September 1965 wurde sie in Probetrieb genommen. Der damalige Betreiber füllte die Anlage unbegreiflich schnell, die Füllgeschwindigkeit betrug 1 - 2 m/Tag. Die Durchsickerung des Dammkörpers nahm zu. Im Februar 1966 wurden Werte von 3,8 l/s bei einem Füllstand von 560,00 m ü NN gemessen.

Bei dem ersten Schadenfall im April 1966, als die Durchsickerung von 5,5 l/s auf 10,0 l/s anstieg und auch eine Wassertrübung registriert wurde, erfolgte eine Wasserspiegelsenkung im Stauraum von der Kote 562,40 m ü NN.

Trotzdem entstand luftseitig des Dammes zwischen der Treppe und dem Absturz eine lokale Abrutschung von einer Fläche von 150 m² und es trat eine Sickerwassermenge von 100 l/s aus.

Es kam sofort zu einer starken Absenkung im Stauraum mit einer Geschwindigkeit von 3 m/Tag, was auch eine Verringerung der Sickerwassermenge bis auf 20 l/s zur Folge hatte.

Durch die erhöhte Durchströmung beim ersten Schadenfall wurde der Filter auf der Luftseite des Kerns beschädigt und in den Stützkörper des Dammes abgeschwemmt. Danach wurde das Wasser im Stauraum längere Zeit auf der Kote 550,00 m ü NN gehalten. Während dieser Zeit wurden viele Arbeiten

durchgeführt, die die ungünstige Situation für den Betrieb der Stauanlage beseitigen sollten. Ein Jahr später begann man wiederum mit dem Füllen des Stauraums und im Juni 1967 erreichte er die höchste Betriebskote von 565,20 m ü NN. Mit dem Wasserspiegelanhebung erhöhte sich gleichzeitig die Durchsickerung unter dem Absturz bis auf 4 l/s. In den Wintermonaten 1967/68 sank der Wasserstand auf 558,00 m ü NN, was günstige Auswirkungen auf die Durchsickerung hatte. Ihr Wert sank auf 1,0 l/s.

Der zweite Schadenfall entstand im Mai 1968 nach wiederholtem Füllen, wobei die Sickerwassermenge auf 10 bis 90 l/s anstieg und es zu starker Trübung des Sickerwassers kam. Wiederum wurde eine schnelle Absenkung des Wasserstandes angeordnet.

Bei der Kote 562,70 m ü NN sank die Sickerwassermenge auf Null. Nach dem zweiten Schadenfall wurde der Wasserstand im Stauraum bis zum November 1968 innerhalb eines Bereichs von 562,00 - 562,50 m ü NN gehalten, dann erfolgte eine Absenkung um 7,5 m, d.h. auf die Kote 555,00 m ü NN. Danach wurde eine ganze Reihe von Maßnahmen mit dem Ziel getroffen, den Zustand des Damms zu verbessern. Die anschließende Injektion und Entlastungsbohrungen sollten den erosiven Einfluß des Sickerwassers auf den lehmigen Kern verhindern. Seit April 1970 kam es im Laufe eines jeden Jahres mehrere Male zu Wasserspiegelhebungen und -senkungen.

Der dritte Schadenfall entstand im Juni 1971 nach ergiebigen Niederschlägen. Damals war der Wasserstand im Stauraum bereits auf der maximalen Betriebskote 565,20 m ü NN. Es kam zur Durchsickerung unter dem Absturz, und in wenigen Stunden stieg die Wassermenge von 17 l/s auf 120 l/s an. Nach der Wasserstandsabsenkung auf die Kote 562,00 m ü NN sank auch die Durchsickerung, wobei es zur Klärung des Trübwassers kam. Ende August 1971 registrierte der Anlagenbetreiber eine starke Trübung des Sickerwassers und eine Stabilisierung bei einem Wert von 10 l/s. Man vermutete, daß sich ein Teil des Dichtungskerns losgerissen (abgetrennt) hatte und die Sickerkanäle verstopfte. Der Wasserstand im Stauraum wurde mehrmals abgesenkt bis auf die Kote 552,00 m ü NN. In der Folge wurden viele Erkundungsarbeiten und Reparaturen des Dammkörpers durchgeführt.

Seit dieser Zeit bis zum Abschluß der Sanierungsarbeiten 1992 wurde die Stauanlage vom Eigner (dem Staatsbetrieb Povodie Hrona) bei erniedrigtem Wasserstand betrieben. Nach den Reparaturarbeiten erfolgte eine etappenweise Anhebung des Wasserstandes bis auf die Kote 559,00 m ü NN.

Die Zeitspanne von 21 Jahren des Betriebs der Talsperre bei abgesenktem maximalen Betriebswasserstand verursachte viele Probleme, verbunden mit der Gewährleistung der Wasserqualität in der Anlage, der Hochwasserableitung und der Sedimentberäumung.

5 Beschreibung der Sanierungsarbeiten

Die erhöhten Anforderungen an die Trinkwasserentnahme bei abgesenktem maximalen Betriebswasserstand und die Unsicherheit über den technischen Zustand der Stauanlage nach mehrmaligen erfolglosen Sanierungsversuchen erforderten eine umfassende Reparatur der Anlage. Es wurden mehrere Sanierungsalternativen ausgearbeitet, wobei auch eine Erhöhung des Dammes um 4 und 10 m erwogen wurde. In bezug auf die Probleme mit der Ersatztrinkwasserversorgung für die Gruppenwasserversorgungsanlage Hron wurde beschlossen, die Sanierung des Dammes bei vollem Betrieb nach dem Entwurf von Ing. Verfl, CSs. durchzuführen.

Die Projektierungsdokumentation für die Sanierungsarbeiten wurde 1988 ausgearbeitet. Die Dammsanierung wurde in voneinander zeitabhängigen Etappen durchgeführt. Mit den Arbeiten wurde im Dezember dieses Jahres begonnen. Die Lieferfirma Vodní stavby (Baugründung) A.G. Prag erstellte

- die unterirdische Dichtung (Lehmzementwand),
- Konsolidierungsinjektionen an der Stoßstelle des Dichtungskerns mit dem Injektionsgang,
- Injektionsschleier einschließlich Anschlußbohrung,
- den Aufbau neuer Entlastungsbohrungen,
- Injektionsbohrungen in den Luftfilter der Dammkrone.

Während der Reparaturarbeiten wurde auch die Erneuerung der beschädigten Meßanlagen auf der Dammkrone sowie der Bau der Beobachtungsbohrungen auf der Luft- und Wasserseite der unterirdischen Wand (Schlitzwand) durchgeführt, deren Zweck es ist, die Funktionsfähigkeit der unterirdischen Wand im Dichtungskern zu beobachten. Die Sanierungsarbeiten sollten 1990 abgeschlossen werden. Im Laufe der Injektionsarbeiten wurde ein ungünstigerer Zustand des Dammkörpers festgestellt, als im Projekt angenommen wurde. Darüber hinaus mußte der Umfang der Sanierungsarbeiten vergrößert und dadurch auch der Abschlußtermin der Reparatur bis 1991 verlängert werden. Es ging um die Verbreiterung der Konsolidationsinjektion auf der rechten Dammseite, die Vergrößerung des Umfanges der unterirdischen Wand, die Ergänzung der Injektion im Bereich der Kreuzung des Injektionsstollens mit dem Kommunikationsgang und die Liquidierung der alten Bohrungen für die Sohldruckmessung.

Bevor man mit der Herstellung der unterirdischen Wand auf der Dammkrone begann, wurden in den Luftfilter vertikale Bohrungen in einer Länge von 12 m durchgeführt. Diese bestimmten das Tiefenniveau der Filterbruchfläche und des Lehmkerns. Nach den Verlustgrößen bei der Bohrspülung wurden die Bohrungen auf Abstände von 2 - 1 m verdichtet. Die Ausspülung pro Bohrung betrug 100 bis 600 l. Die größten Verluste entstanden im linken Dammteil vor dem Überfall der Hochwasserentlastung und im rechten Dammteil.

Die unterirdische Dichtungswand (Bild 2) wurde mittels eines Seilgreifers bei Verwendung einer lehmigen Zementspülung ausgehoben. Im rechten Dammteil

fiel dabei lokal das Material von den Wänden ab. Später war dieser Abschnitt überlastet. In der linken Dammseite war die Lehmdichtung in einem äußerst schlimmen Zustand, hauptsächlich in dem Abschnitt 40 m vor dem Überfall. Das Fördergut (Aushub) der Dichtung aus bis zu 12 m Tiefe enthielt u.a. Steine von 30 cm Dicke, lehmigen Sand und Kiessand. Beim Wandabteufen wurden aus einer Tiefe von 11 m sogar Baumäste herausgezogen. Es entwichen 30 m³ und 70 m³ der Lehm-Zementmischung in den Dammkörper, wahrscheinlich in eine Kaverne, die mit der Mischung ausgefüllt wurde. Hinter dem Überfall wurde die unterirdische Wand bis zur Staatsstraße ausgehoben.

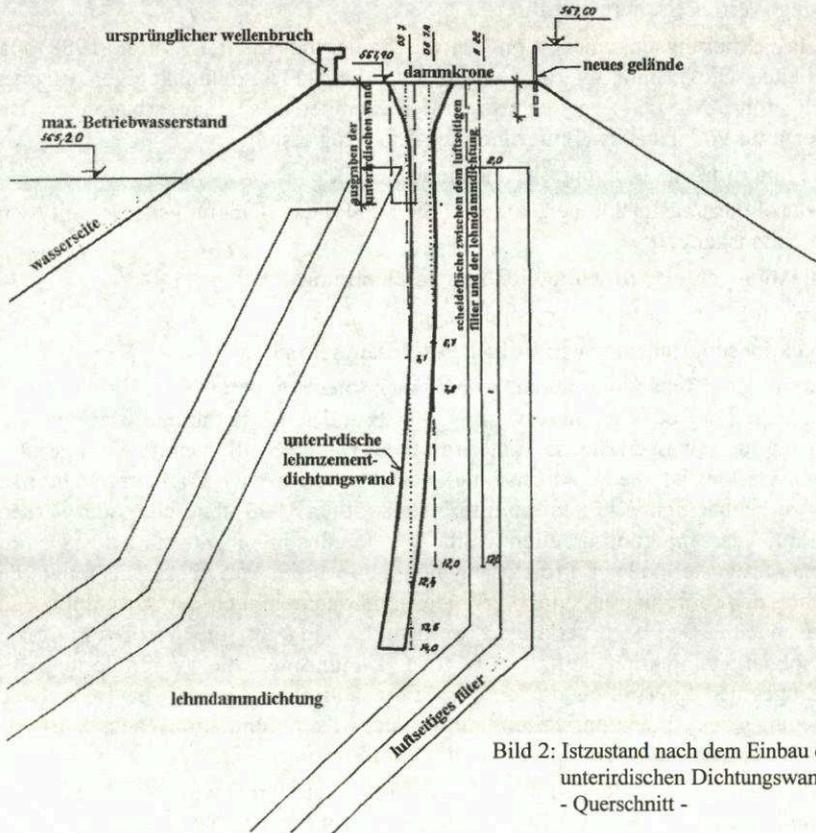


Bild 2: Istzustand nach dem Einbau der unterirdischen Dichtungswand - Querschnitt -

Die nahe Umgebung des Injektionsganges wurde mit einem Konsolidierungsinjektionsverfahren saniert (Bild 3). Die Bohrungen wurden fächerartig im Abstand von 1,25 m konzentriert. Das Konsolidierungsinjektionsverfahren war sowohl in bezug auf die Technologie als auch zeitlich der anspruchsvollste Teil der Dammsanierung.

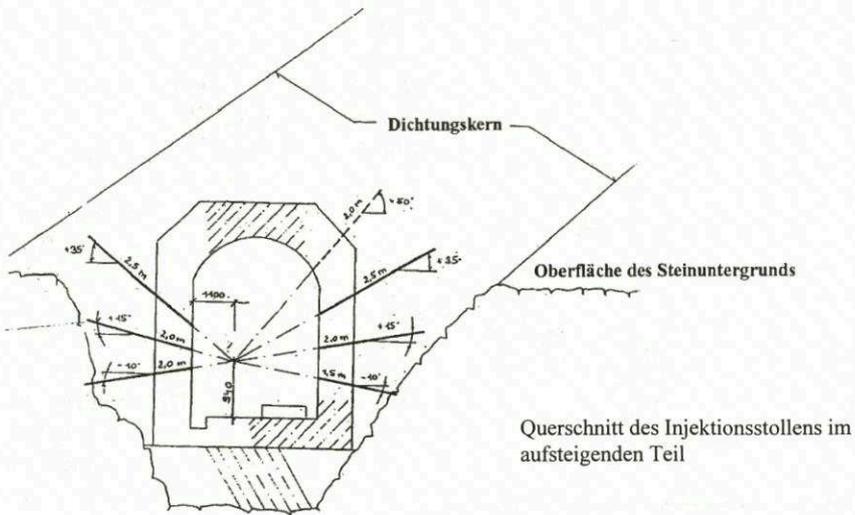
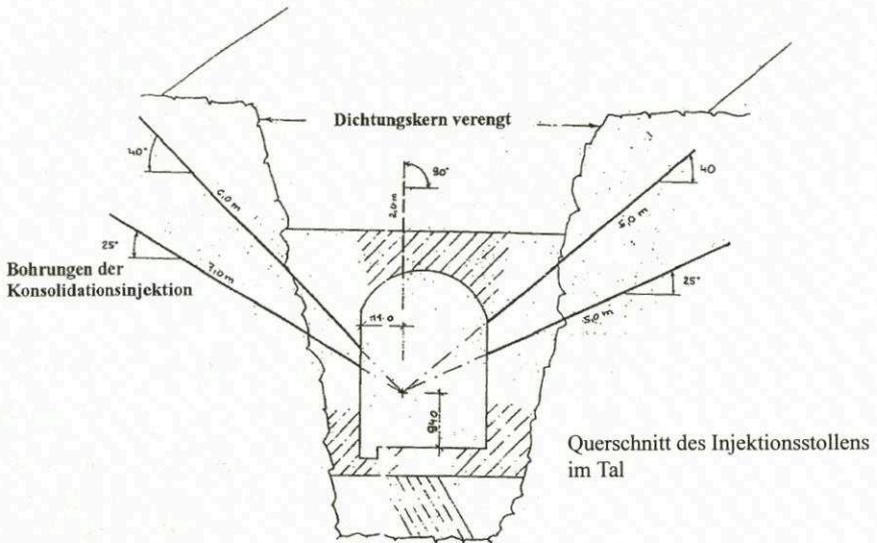
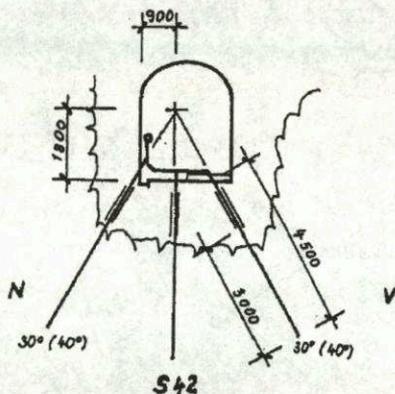


Bild 3

Fast die Hälfte der Bohrungen hinter der Wandung (Leibung) ging durch eine breiige, lehmige, an einigen Stellen sandige oder kiesartige Dichtung hindurch. Oft wurden Stahlteile der Versteifung, Holz- und Gummisperren in der Dichtung hinter der Betonwandung angebohrt. An Stellen, wo im Dichtungskern Risse und Kavernen festgestellt wurden, wurden ca. $3,0 \text{ m}^3$ Injektionsmischung verbraucht,

am linken Hangbau wurden in 13 Phasen $12,0 \text{ m}^3$ Mischung injiziert. Bei den Bohrarbeiten und der Injektion kam es sehr oft zur Verflechtung der Bohrungen, hinter der Stollenwandung sogar auf eine Entfernung von 10 m. Bei einigen Bohrungen wurde auch ein großer Wasserausfluß festgestellt, es kam sogar zu einem direkten Vermischen mit dem Druckwasser im Stauraum. Aus diesem Grund war es notwendig, mit der Bohranlage oft zurückzukehren und zusätzliche Bohrungen durchzuführen. Während des Konsolidationsinjektionsverfahrens wurde regelmäßig der Erfolg ausgewertet.

Aus technologischer Sicht war die Sanierungsetappe am einfachsten, in der der Injektionsschleier einschließlich Anschlußbohrungen ergänzt wurde. Es wurde in 3 Reihen unter Verwendung der Lehm-Zementmischung, z.T. auch Tumerit, gebohrt. Zugleich wurden 23 Kontrollbohrungen im Stollen und 6 Bohrungen außerhalb des Stollens durchgeführt (Bild 5).



| | | | | |
|----------|---------------|--------|---|----------|
| V1, N1 | Stationierung | 5,8 m | - | DL 4,5 m |
| V3, N3 | " | 16,3 m | " | " |
| V5, N5 | " | 33,2 m | " | " |
| V6, N6 | " | 41,1 m | " | " |
| N42 | " | 23,9 m | " | " |
| V42, S42 | " | 24,0 m | " | " |
| V2, N2 | " | 11,2 m | " | " |

Bild 4: Bohrungen für die Auftriebsmessung, Musterquerschnitt

Mit den Bohrungen für die Sohlwasserdruckmessung wurde erst nach dem Abschluß der Konsolidierungsinjektion und der Ergänzung des Injektionsschleiers begonnen. Insgesamt wurden 20 Bohrungspaare mit Längen von 5 m und 4 Bohr-Dreiergruppen mit Längen von 5, 12 und 20 m gebohrt (Bild 4).

Auf Grund des Bedarfs an Trinkwasser wurde noch vor der endgültigen Fertigstellung der Arbeiten in Absprache mit dem Versorgungsunternehmen der Wasserstand im Stauraum 1991 um 1,0 m, d.h. auf die Kote 560,00 m ü NN angehoben. Auf dieser Kote wurde der Stand bis zum Sanierungsabschluß der Talsperre gehalten. Die Sanierungsarbeiten wurden mit dem Übergabeverfahren im März 1992 abgeschlossen.

Anschließend wurde begonnen, den Wasserstand im Stauraum allmählich auf die maximale Betriebskote anzuheben.

EINBINDUNG DER INJEKTIONSSCHÜRZE UND DER UNTERIRDISCHEN WAND AUF DER LINKEN BÖSCHUNG

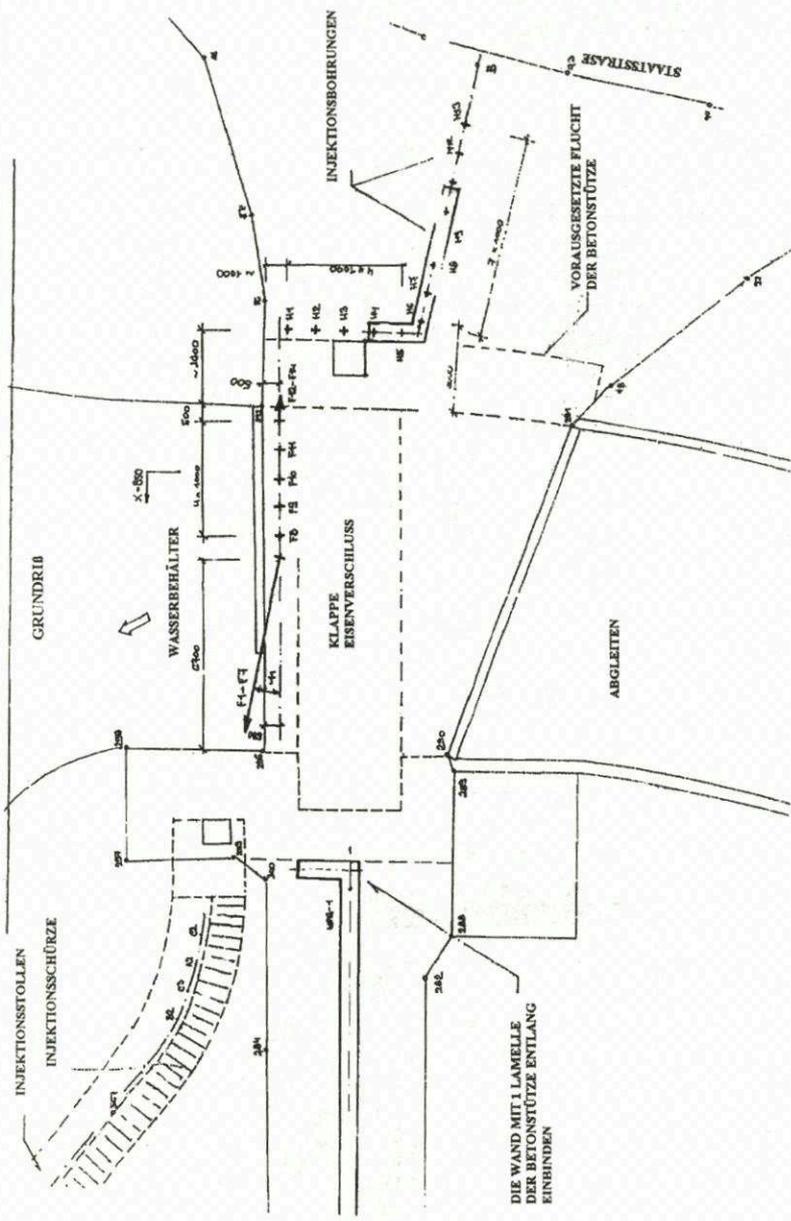
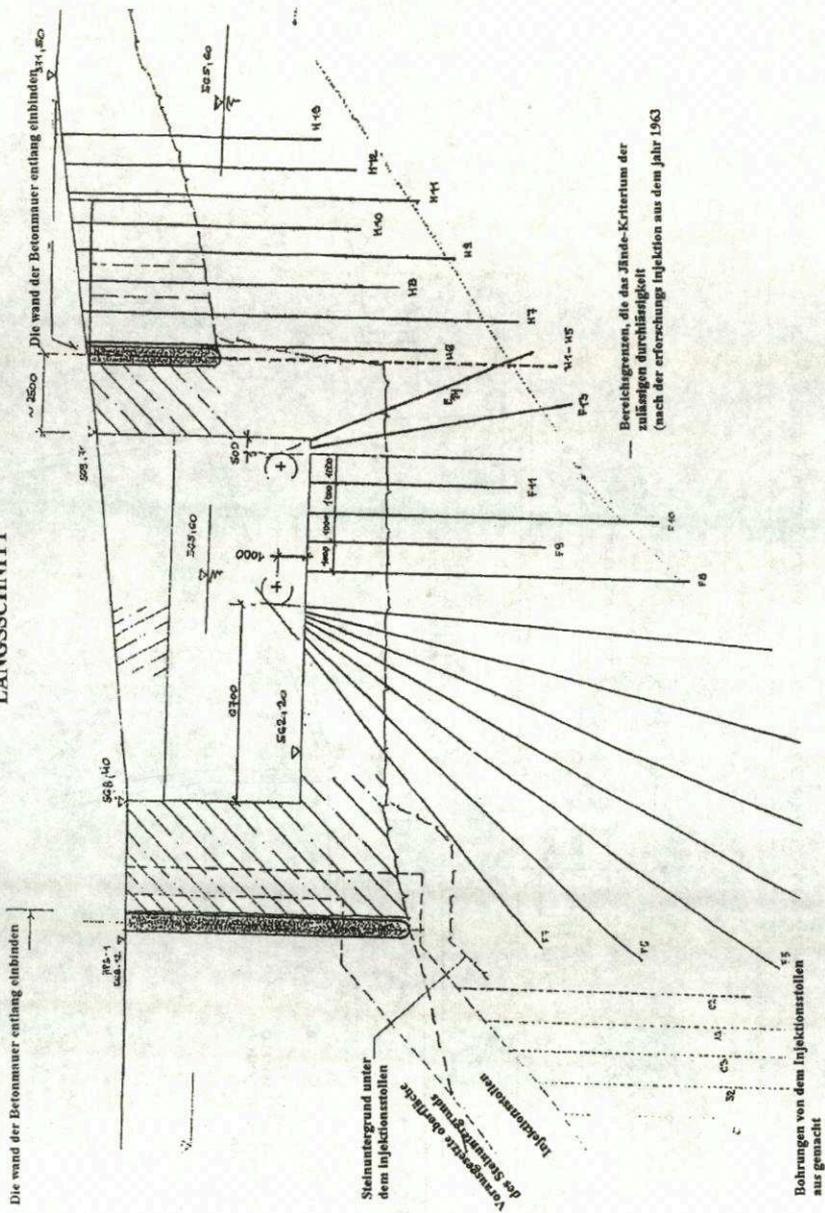


Bild 5a: Einbindung der Injektionsschürze und der unterirdischen Wand auf der linken Böschung

LÄNGSSCHNITT



Bereichsgrenzen, die das Jinde-Kriterium der zulässigen Durchlässigkeit (nach der erforschung Injektion aus dem Jahr 1963)

Bild 5b: Längsschnitt

6 Auswertung der Sanierung und ihre Auswirkungen auf den Betrieb der Talsperre

Während der Schadenfälle hatte der Anlagenbetreiber auch deshalb erschwerte Bedingungen für den Betrieb der Talsperre, weil keine Angaben über den Zustand des Wasserstandes im Dammkörper und über den Porenwasserdruck im Dichtungskern vorlagen, da keine Vorrichtungen zur Messung dieser Werte beim Aufbau in den Dammkörper eingebaut wurden. Ohne diese konnte der Gefährlichkeitsgrad der Beschädigungen an der Talsperre nicht beurteilt werden.

Im Zeitraum vor der Sanierung des Dammkörpers wurden außer systematischen Messungen und Beobachtungen an der schon fertigen Anlage eine ganze Reihe von Spezialmessungen mit dem Ziel durchgeführt, den Ursprung der Durchsickerung und die Sickerwege zu ermitteln. Es handelte u.a. sich um elektro-physikalische und radiometrische Messungen, Pumpversuche, Stop- und Eingießversuche und chemische Wasseranalysen. Außerdem wurde die Sickerwassermenge und ihre Trübung beobachtet.

Das Regime der Strömung durch Damm und Untergrund wurde während der ganzen Zeit der Dammreparatur in den Jahren 1989 - 1991 als stabil und ohne Anomalien charakterisiert. Die Ergebnisse der technischen Sicherheitsbeurteilung an der Talsperre bestätigten, daß auch ohne Beobachtung der gesamten Strömung durch Damm und Untergrund mit Sonden diese langfristig soweit stabilisiert ist, daß das Füllen des Stauraums nach der Sanierung des Dammkörpers möglich ist.

Die erste Stauraumfüllung erfolgte nach der zeitweiligen Betriebsvorschrift. Auf Grund der ungünstigen hydrologischen Verhältnisse 1992 - 1993 konnte die Phase der ersten Stauraumfüllung erst nach 23 Monaten beendet werden. Anfang Februar 1994 erreichte der Wasserstand die maximale Betriebskote.

Positiv an der langsamen Stauraumfüllung war die kontinuierliche Belastung des Dammkörpers nach der Reparatur, was eine stufenweise Stabilisierung des Durchströmungsregimes zur Folge hatte. Die Beobachtung der Sickerwasserströmung erfolgte mit Sonden, die noch vor der Sanierung im Untergrund sowie in der rechts- und linksseitigen Einbindung des Dammes eingebaut wurden. Die Auswertung der Messungen während der ersten Füllung wurde durch Vergleich der Entwicklung (Verlauf) der Stände in den Sonden mit der Entwicklung während des mehr als 20-jährigen beschränkten Betriebes infolge der Schäden an der Talsperre durchgeführt.

Auf Grund der nur teilweise funktionsfähigen, erst nach der Damminstandsetzung eingebauten Sonden auf der Dammkrone kann das Strömungsregime durch die unterirdische Dichtungswand nicht mit Sicherheit bewertet werden. Die Zuverlässigkeit dieser Sonden ist gering, weil Oberflächenwässer in sie eindringen können und die Beobachtung und Auswertung der Durchsickerung erschweren.

Bei der Bewertung des Strömungsregimes in der Talaue und an den Hängen des Vordambereiches mit den Sonden der Reihe „P“ während der ersten Füllung wurde eine langfristige Stabilisierung festgestellt. Diesen Zustand bestätigten auch die Ergebnisse der 1993 - 1994 durchgeführten geophysikalischen Messungen.

Das Strömungsregime im statischen Dammteil, beobachtet mit den Sonden „V“, wird als langfristig stabilisiert und ohne Veränderungen während der Stauraumfüllung bewertet. Mittels der Sonden der Reihe „HV“ werden Sickerwässer aus dem statischen Teil des Dammkörpers in das Dränagesystem abgeführt. Sie registrieren zugleich das Vorkommen von Sickerwasser aus dem luftseitigen Dammteil über dem Niveau der Depressionskurve. Die Sickerverhältnisse im luftseitigen Stützkörper wurden als beständig bewertet. Mit den Sonden der Reihe „HJ“ werden die Sickerverhältnisse im Untergrund der linksseitigen Einbindung und mit der Reihe „R“ der rechtsseitigen Einbindung beobachtet. Während der Stauraumfüllung kam es bei der Wasserstandsentwicklung (Verlauf) zu keinen wesentlichen Veränderungen (geringer Einfluß des Niederschlagswassers auf die Sonden), weshalb das Strömungsregime als stabilisiert bewertet wurde. Die Injektion der linksseitigen Einbindung während der Sanierung erfüllte ihren Zweck. Die Sonden der Reihe „R“ wurden nur teilweise von Oberflächenwässern beeinflusst. Die Wasserstände in den Sonden hielten sich auf einem das Wasserniveau im Dränagesystem nicht überschreitenden Niveau. Der Fußdrän (Sohldrän) hat sich als zweckmäßig erwiesen.

Die Durchsickerungen durch die während der Reparatur erbaute unterirdische Dichtungswand werden mittels zweier Sonden vor und hinter der Wand (NK und VK) beobachtet (Bild 6). Mit den Messungen an diesen Sonden wurde im Februar 1991 begonnen. Sie registrierten die geringste Dichtheit der unterirdischen Wand in der Dammitte, sie befindet sich allerdings unterhalb des Grenzwertes. Der Zuverlässigkeitsgrad der Sonden ist auch nach ihrer Entwässerung im Jahre 1992, wodurch ihre Funktionsfähigkeit nur teilweise verbessert wurde, nicht hoch. In der Beurteilung der Technischen und Sicherheitsaufsicht (TSA) wurde festgestellt, daß die unterirdische Dichtungswand ihre Funktion erfüllt, es wurden dabei keine Anomalien beobachtet.

Das Druckregime im Dammuntergrund wird seit 1992 mit den neuen Bohrungen für die Auftriebsmessung vor, hinter sowie in der Mitte des Injektionsschleiers gemessen. Die Meßergebnisse des Auftriebs wurden mit mehreren Verfahren ausgewertet, da es bei einigen Dränen zum Überschreiten der Grenzwerte kam. Das geringe Überschreiten der Werte verursachten Hangwässer an der Dammböschung über der Talau. Sonst ist die Strömung im Dammuntergrund langfristig stabilisiert.

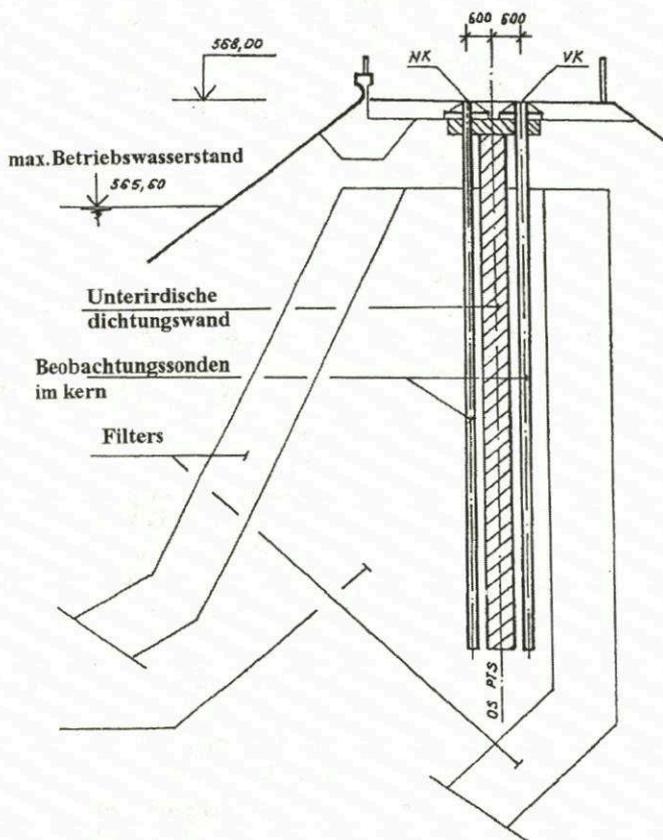


Bild 6: Schema der Sondenunterbringung auf der Dammkrone

Die Technische und Sicherheitsaufsicht (TSA) bewertet den Injektionsschleiers als zuverlässig dämmend. Die Strömung durch den Dammuntergrund blieb innerhalb der erlaubten Kriterien. Als vorläufig geltend wurden die Grenzwerte NS 290-30 Kpa; VS 190-250, Kpa; OS 290-310 Kpa festgesetzt. Die TSA empfahl, diese Werte nur im Bedarfsfall während des Kontrollbetriebes anzupassen (abzuändern). Eine direkte Messung von Sickerungen durch den Dammkörper wird am Injektions- und am Kommunikationsgang, am Fußdrän und unter dem Absturz durchgeführt. Die Durchsickerungen im Kommunikationsgang sind gleich Null. Dieser Zustand dauert seit 20 Jahren an. Die Durchsickerungen in den Injektionsgang sind nach der Damminstandsetzung völlig stabilisiert. Sie erreichen nur 10 % des Grenzwertes. Am Fußdrän liegen die Durchsickerungen langfristig unter dem erlaubten Wert und erreichen nur 80 % des unteren Grenzwertes, der 10 l/s beträgt.

Das geringe und kurzfristige Überschreiten des Grenzwertes für die Sickerwassermenge unter dem Absturz in den Jahren 1992 - 1993 und im Januar 1994 ist zurückgegangen. Es ist auf den die Durchsickerung beeinflussenden Niederschlagsanteil zurückzuführen. Neben der Festlegung des Grenzwertes für die Durchsickerung unter dem Absturz wurde auch der sogenannte kritische Grenzwert bestimmt. Das erreichte Maximum unter dem Absturz betrug nur 35 % dieses kritischen Wertes. Die Durchströmungsverhältnisse werden insgesamt als zulässig und die Sicherheit des Damms nicht bedrohend bewertet.

Nach den speziellen Messungen während der ersten Stauraumfüllung nach der Reparatur wurden weitere Messungen der Grundwasserströmungen mittels geophysikalischer Verfahren durchgeführt. Durch Messungen der Strömung in den Bereichen vor und hinter der unterirdischen Dichtungswand, in der links- und rechtsseitigen Einbindung und im Dammuntergrund wurden die Filtrationsgeschwindigkeiten ermittelt. Diese bestätigten, daß der Wirkungsgrad der Dichtungswand ausreichend und das Strömungsregime stabilisiert ist. Lediglich an der linksseitigen Einbindung wurde eine erhöhte Strömung festgestellt. Ein Einfluß der Hangwässer ist nicht ausgeschlossen. Die rechtsseitige Einbindung weist konstante Werte der Filtrationsgeschwindigkeiten mit einem Wert im Bereich um 10^{-6} m/s auf. Die geophysikalischen Messungen haben die Stabilisierung des Strömungsregimes weitgehend bestätigt und werden von der TSA entsprechend bewertet.

Nach der Messungs- und Beobachtungsauswertung während der ersten Stauraumfüllung nach der Instandsetzung der Talsperre Hriňová konnte festgestellt werden, daß es keinen Grund gab, den Probestau zu verhindern, und so wurde die Stauanlage vom Standpunkt der TSA für sicher erklärt.

Nach dem Füllen des Stauraums auf die maximale Betriebskote begann der Probestau der Anlage, der für eine Dauer von 4 Jahren, d.h. bis zum 31.12.1997 vorgesehen ist.

Das mit Sonden beobachtete Regime der Sickerwasserströmung durch Damm und Untergrund bewerten wir während des dreijährigen Kontrollbetriebes als stabilisiert. Die Grenzwerte wurden nicht überschritten und die Stände in den Sonden waren ganzjährig ausgeglichen. In bezug auf die im allgemeinen günstige Entwicklung der Stände in den Sonden war es nicht notwendig, die Grenzwerte anzupassen.

Die neuen Sonden auf der Dammkrone zur Beobachtung der Sickerung durch die unterirdische Dichtungswand sind weiterhin wenig zuverlässig. Die Durchsickerungen in den Injektionsgang sind minimal, sie erreichen nur 10 % des erlaubten Kriteriums. Die Durchsickerungen des Damms am Fußdrän sind auch langfristig niedrig. Ein einmaliges Erreichen der Grenzwerte wurde durch Oberflächenwasser verursacht.

Die Durchsickerungen unter dem Absturz sind außer einigen kurzfristigen, vom Niederschlag verursachten Anhebungen zulässig und haben keinen Einfluß auf die Sicherheit der Stauanlage. Die festgelegten kritischen Werte der Durchsickerungs-

menge wurden erreicht. Auf Grund der gesamten Entwicklung der Durchsickerungen bewerten wir die Stauanlage als sicher, und es ist möglich, den Probestau störungsfrei fortzusetzen.

7 Schlußfolgerung

Die Talsperre Hriňová als bedeutendes Trinkwasserreservoir erfuhr im Laufe ihres Bestehens mehrere Betriebsetappen:

1. Etappe der Beschädigungen in den Jahren 1965 - 1971
2. Etappe des eingeschränkten Betriebs beim abgesenkten Betriebswasserstand 559,00 m ü NN (1972 - 1992)
3. Etappe der ersten Stauraumfüllung nach der Sanierung (1992 - 1994)
4. Probestau nach der Sanierung (1994 - 1997)

Das Ziel der Sanierung des Dammkörpers der Talsperre Hriňová war es, alle Beschädigungen im Dammkörper zu beseitigen und die Stauraumfüllung bis zu dem im Projekt vorgesehenen maximalen Betriebswasserstand zu ermöglichen. Die Meß- und Beobachtungsergebnisse während der Stauraumfüllung und des Probestaus bestätigten die Richtigkeit und Zweckmäßigkeit der durchgeführten Arbeiten. Beweis dafür sind die bisherigen Erfahrungen des Anlagenbetreibers beim ungestörten Betrieb der Stauanlage.

Die gewonnenen Erfahrungen und in diesem Beitrag aufgeführten Erkenntnisse aus der ersten Etappe des Anlagenbetriebs sollten jedoch für alle Wasserwirtschaftler und Dammfachleute eine Lehre und abschreckendes Exempel zugleich sein.

Ich bin überzeugt, daß die Talsperre Hriňová nach der Sanierung des Dammkörpers und nach der Herstellung der vollen Funktionsfähigkeit der Sonden auf der Dammkrone bei ständigem Betrieb zuverlässig ihren Zweck erfüllen wird.