

# Vertiefte Überprüfung der Ibratalsperre

*Erwin Dittmar, Christoph Grass, Stephanie Vonhall, Steffen Wolff und Andreas Kunz*

## Zusammenfassung

Die Ibratalsperre ist die einzig bekannte Talsperre in Deutschland, die in der Nachkriegszeit jemals gebrochen ist. Im August 1977 führte beim Probestau eine Umläufigkeit im Bereich der Hochwasserentlastung und des Grundablasses zu einem Abtrag des Dammmaterials und infolgedessen zum Bruch der Sperre, bei dem das gesamte Reservoir entleert wurde und sich eine Flutwelle in die unterliegenden Ortschaften ergoss.

Die Ibratalsperre wurde in den Jahren 1975 bis 1977 errichtet und staut den namensgebenden Bach Ibra auf. Seit ihrer Bauzeit dient sie der freizeitlichen Nutzung mit einer benachbarten Ferienanlage, einem Hotel am Seeufer, einer Wasserskianlage und dem Angelsport. Die Ibratalsperre, welche als Schüttdamm ausgeführt ist, wird durch die hessische Gemeinde Kirchheim betrieben.

Das ursprüngliche Sperrenbauwerk wurde durch eine Kunststoffolie abgedichtet, welche durch eine Verbundsteinpflasterung beschwert wurde. Eine Untergrundabdichtung war nicht vorgesehen. Nach dem Bruch 1977 während des Probestaus wurde das Dichtungskonzept komplett erneuert. Das heutige Konzept umfasst eine zweischichtige kontrollierte Asphaltbetondichtung, welche an eine Schlitzwand anbindet, die mit insgesamt 27 Lamellen bis zu 28 m in den geklüfteten Buntsandstein einbindet. Zur Überwachung wurden während der Sanierung 32 Pegel mit unterschiedlichen Tiefen errichtet. Am luftseitigen Dammfuß befinden sich zwölf Mess- und Kontrollschächte mit Drainageüberläufen und sechs Entspannungsbrunnen. Zur Hochwasserentlastung dient ein Überlaufurm mit Einlaufgitter im Stauraum der Talsperre. Der Stollen der Hochwasserentlastung wird unterhalb des Dammkörpers zusammen mit dem Grundablass in das Unterwasser geführt. Nach mehr als 40 Jahren des Dauerbetriebs seit der Erstbefüllung im Jahre 1980 wurde in den Jahren 2020 und 2021 durch Arcadis Germany GmbH eine vertiefte Überprüfung der Ibratalsperre durchgeführt, welche von einer detaillierten Erkundung des Bestands begleitet wurde. Dazu wurde im Zeitraum vom 19.10.2020 bis 09.12.2020 der Stau gelegt und dadurch die Bauwerke zugänglich gemacht. Zudem konnten durch die Staulegung die Einflüsse des Wasserstands auf die umgebende Hydrogeologie und die Drainageeinrichtungen erkundet werden.

In Ergänzung zur vertieften Überprüfung wurden eine geologische Untersuchung des Aufbaus des Dammes sowie des anstehenden Untergrundes mittels Bohrkernentnahme und Rammsondierung durchgeführt. Diese Baugrunderkundung erfolgte sowohl in der nach dem Dambruch 1977 sanierten Bruchscharte als auch außerhalb derselben. Die im Zuge der geologischen Erkundung gewonnenen Erkenntnisse dienen dazu, die Gebrauchstauglichkeit und die Tragsicherheit des Dammes an mehreren bodenmechanischen Modellquerschnitten nachzuweisen. Es wurde festgestellt, dass die Dammschüttstoffe sowie auch der Dammuntergrund suffosions- und erosionsempfindlich sind. Basierend auf dieser Erkenntnis wurden Maßnahmen zur Überwachung und Kontrolle der Durchsickerung entwickelt.

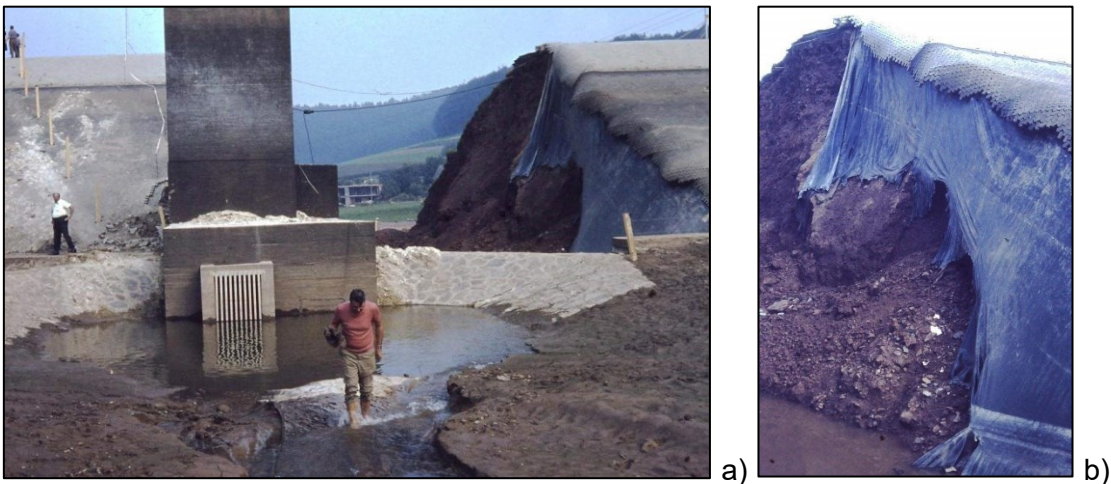
Im vorliegenden Beitrag sollen die Ergebnisse der vertieften Überprüfung sowie die daraus für die Überwachung resultierenden Maßnahmen präsentiert werden.

## 1 Beschreibung

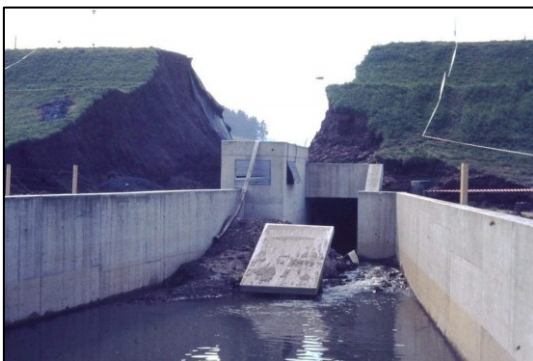
Der Ibrastausee befindet sich ca. 5 km südwestlich der Gemeinde Kirchheim zwischen den Ortschaften Kemmerode und Reiboldshausen. Der Stausee wird von der von Westen kommenden Ibra gespeist und umfasst eine Fläche von ca. 70.000 m<sup>2</sup> mit einem Stauvolumen von 356.000 m<sup>3</sup> (Dauerstau) bzw. 500.000 m<sup>3</sup> (Höchststau) (Wasserwirtschaftsamt Fulda, 1982). Der auf der Ostseite des Stausees gelegene Schüttdamm bildet das Absperrbauwerk der Talsperre.

### 1.1 Vorgängerbauwerk

Der Bau des ursprünglich homogenen Erddamms erfolgte im Jahre 1975. Als Schüttgut wurde hauptsächlich aus der näheren Umgebung gewonnenes Buntsandsteinmaterial verwendet. Als Dammdichtung wurde zunächst eine Oberflächendichtung aus einer 2 mm starken Kunststoffolie ohne Untergrunddichtung gewählt. Im Zuge dreier Stufen eines Probestaus im Zeitraum von Dezember 1975 bis zum Dambruch im August 1977 erfolgten mehrfache Abdichtungs- und Reparaturarbeiten an der Folie. Als Auslöser des Dambruchs wurde fortschreitende Erosion ausgehend vom Einlaufbauwerk am wasserseitigen Dammfuß festgestellt. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Schäden am Damm nach dem Bruch.



**Abb. 1** a) Hochwasserentlastungsturm mit Grundablass und Bruchscharte 1977 b) Oberflächenabdichtung aus Folie und Beschwerung mit Verbundpflaster; Ansicht von Oberwasser (Fotos: Gemeinde Kirchheim)



**Abb. 2** Bruchscharte und Auslaufbauwerk der Talsperre 1977; Ansicht von Unterwasser (Foto: Gemeinde Kirchheim)

## 1.2 Sanierung der Bruchscharte und des Dichtungssystems

Der Wiederaufbau des Damms wurde im Jahre 1979 auf Basis eines Sanierungskonzeptes gegen Um- und Unterläufigkeit mit einer Schlitzwand am wasserseitigen Dammfuß und einer daran anschließenden zweischichtigen kontrollierten bituminösen Oberflächendichtung durchgeführt. Die Schlitzwandlamellen reichen mit einer Tiefe von bis zu 28,0 m unter der Talsohle in den Felshorizont des Buntsandsteins.

Die zweischichtige bituminöse Oberflächendichtung besteht aus einer 8 cm dicken Asphaltbetonschicht. Darunter befindet sich eine 8 cm dicke Dränageschicht, gefolgt von einer weiteren 6 cm dicken Asphaltbetonschicht, die von einer 5 cm dicken Binderschicht und einer 15 cm dicken Filterschicht unterlagert wird.

Der Querschnitt der sanierten Bruchscharte mit dem neuen Dammaufbau sowie der Oberflächendichtung mit Schlitzwand ist in Abbildung 3 dargestellt. Im Zuge der Sanierung wurden zur Kontrolle der Durch- und Unterströmung insgesamt 32 Pegel in verschiedenen Tiefen und 12 Kontrollschächte hergestellt. Vier weitere Messstellen wurden zur Aufzeichnung der Gesamtausflüsse der Dränagen, Flächenfilter und des Bitudrängs eingebracht (Hochtief, 1982).

Die Talsperre kann über einen Grundablass mittig am Dammfuß, welcher auf der Luftseite über einen Rechteckstollen in ein Tosbecken mündet, abgestaut werden.

Die Hochwasserentlastung erfolgt über einen 10 m hohen Überlaufurm mit den lichten Abmessungen von 2,5 x 5,1 m und der Überfallkante bei 275,90 mNN (Normalstau). Der Fallschacht der Hochwasserentlastung ist für einen Durchfluss von 53 m<sup>3</sup>/s bemessen. Das BHQ<sub>1</sub> und das BHQ<sub>2</sub> weisen einen Abfluss von 20 m<sup>3</sup>/s bzw. 29,1 m<sup>3</sup>/s auf.

Anfallendes Sickerwasser wird über einen 80 cm dicken Flächenfilter in der Dammsohle aufgefangen und über im Abstand von 10 m angeordnete Dränagerohre zu einem Sammler und Kontrollschächten am luftseitigen Dammfuß abgeführt.

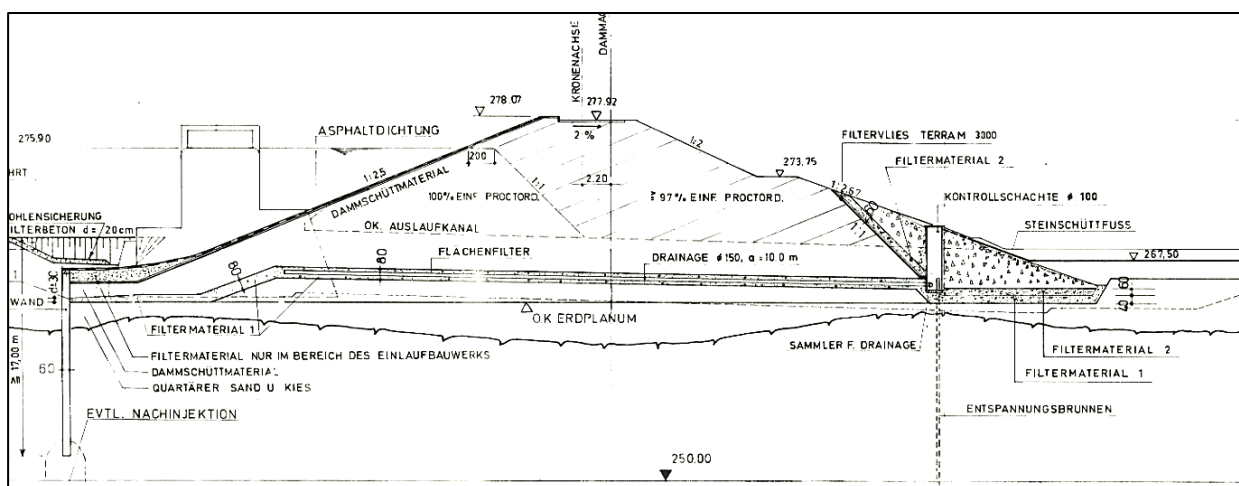


Abb. 3 Querschnitt durch den Steinschüttdamm (Hochtief, 1982)

## 1.3 Vertiefte Überprüfung 2020/2021

Die vertiefte Überprüfung an der Ibratalsperre wurde ab Herbst 2020 bis 2021 durch Arcadis Germany GmbH im Auftrag der Gemeinde Kirchheim durchgeführt, welche von einer detaillierten Erkundung des Bestands begleitet wurde. Dazu wurde im Zeitraum vom 19.10.2020 bis

09.12.2020 der Stau gelegt und dadurch die Bauwerke zugänglich gemacht. Zudem konnten durch die Staulegung die Einflüsse des Wasserstands auf die umgebende Hydrogeologie und die Dränageeinrichtungen erkundet werden. In Ergänzung zur vertieften Überprüfung wurden eine geologische Untersuchung des Aufbaus des Damms sowie des anstehenden Untergrundes mittels Bohrkernentnahme und Rammsondierung durchgeführt. Diese Baugrunderkundung erfolgte sowohl in der nach dem Dambruch 1977 sanierten Bruchscharte als auch außerhalb derselben. Mittels Kamerabefahrung fand eine Zustands- und Lagedokumentation der gereinigten Abfluss- und Dränageleitungen sowie der Entspannungsbrunnen statt.

Im Nachfolgenden werden die wesentlichen Ergebnisse der geologischen und hydrologischen Untersuchungen beschrieben (Arcadis, 2021) sowie Handlungsempfehlungen auf Grundlage der Auswertungen formuliert.

## **2 Geologie**

### **2.1 Geologische Ausgangssituation**

Die Ibratalsperre befindet sich im mitteldeutschen Bruchschollenland (Mittlerer Buntsandstein) auf der ostthessischen Buntsandstein-Scholle im Bereich des Fulda-Werra Bergland und Solling.

Der Untergrund wird überwiegend von Sandsteinen sowie Schluff- und Tonsteinen gebildet. Vor allem im Bereich des Bachlaufes der Ibra sind über dem Mittleren Buntsandstein quartäre Talablagerungen (Auesedimente, Flusskiese) vorhanden.

### **2.2 Aufbau des Damms und Baugrunderkundung**

Die Dammschüttung der Ibratalsperre ist als homogener Damm überwiegend mit aus der näheren Umgebung gewonnenen Buntsandsteinmaterial aufgebaut worden. An der Basis der Dammschüttung wurde ein Flächenfilter aus Basalt bzw. Kies eingebaut, indem zusätzlich im Abstand von 6 bis 11 m Dränrohre verlegt wurden. Am luftseitigen Dammfuß wurde gemäß den Bestandsunterlagen (Hochtief, 1982) eine Steinschüttung als Filter angeordnet.

Im Rahmen der geologischen Erkundung wurden Kernbohrungen mit durchgehender Gewinnung gekernter und nicht gekernter Proben bis in Tiefen von 20 m unter Geländeoberkante (GOK) sowie schwere Rammsondierungen (DPH) in Tiefen bis 15 m unter GOK entlang der Dammkrone sowie der luftseitigen Berme durchgeführt. Zur Erkundung der Dränagefähigkeit des Steinschüttfußes wurden zwei Baggerschürfe bis 1,9 m unter GOK hergestellt. Fünf Aufschlussbohrungen entlang der Dammkrone wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Der Aufschlusslageplan ist in Abbildung 4 dargestellt.



**Abb. 4** Aufschlusslageplan (Arcadis, 2021)

Der Dammkörper wurde auf Grundlage der Erkundungsergebnisse in Schichten eingeteilt. Die Schichten 1 bis 4 bilden den Dammkörper bestehend aus Tragschicht, Dammschüttung, Flächenfilter und Steinschüttfuß ab, wohingegen die Schichten 5 bis 8 den Untergrund aus quartären Sanden und Kiesen, Auesanden, verwittertem Buntsandstein und Sand-, Schluff- (Tonstein) widerspiegeln. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Aufschlüsse für die Dammschüttung, Flächenfilter und Steinschüttfuß basierend auf den Baugrunderkundungen (Arcadis, 2021) beschrieben. Dabei bezeichnen die Abkürzungen EP Eimerproben und GP Glasproben entsprechend der DIN 4023.

### Dammschüttung (Schicht 2)

Die Dammschüttung besteht vorwiegend aus (schwach) schluffigen bis stark schluffigen, (schwach) kiesigen und schwach tonigen Sanden, die vereinzelt mit Schlufflagen und Buntsandsteinen durchsetzt sind. Die Ermittlung der Kornverteilungen an GP 3 bis GP 5 ergaben (stark) kiesige, (schwach) schluffige, schwach tonige Sande der Bodengruppen SU\* und GU\*.

Die Lagerungsdichte ist in allen Bereichen mitteldicht bis dicht. In Bereichen mit Schlufflagen lassen die Schlagzahlen auf eine steife bis halbfeste Konsistenz schließen. Für den empirisch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  an den Proben aus der Schicht der Dammschüttung GP 2 (B 2) bis GP 5 (B 5) ergaben sich Spannen zwischen  $3,0 \cdot 10^{-07}$  und  $1,8 \cdot 10^{-05}$  m/s, im Mittel  $k_f = 3,8 \cdot 10^{-06}$  m/s. Nach DIN 18130 ist Schicht 2 als durchlässig bis schwach durchlässig einzustufen.

### Flächenfilter (Schicht 3)

In der Dammsohle ist gemäß Bestandsdokumentation (Hochtief, 1982) ein ca. 0,8 m mächtiger Flächenfilter vorhanden. Der Flächenfilter besteht in B 2 aus rotbraunem Mittel- bis Grobkies, in B 3, B 5, B 6 und B 7 aus grauem Basaltschotter, sandigen Kiesen und Grobsanden. Im Bereich der ehemaligen Bruchstelle in Dammmitte bei B 4 und B 8 setzt sich der Flächenfilter mehrheitlich aus gelbbraunen Mittel- bis Grobsanden und -kiesen und untergeordnetem Basaltschotter

zusammen. Für den empirisch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  an GP 4 bis GP 7 ergaben sich Spannen zwischen  $k_f = 5,7 \cdot 10^{-02}$  und  $1,5 \cdot 10^{-04}$  m/s. Nach DIN 18130 ist Schicht 3 als stark durchlässig bis durchlässig einzustufen. Im Bereich der ehemaligen Bruchstelle (GP 4) besteht der Flächenfilter mehrheitlich aus Filtersanden und -kiesen, die eine etwas geringere Durchlässigkeit ( $k_f = 1,0 \cdot 10^{-04}$  und  $1,5 \cdot 10^{-04}$  m/s) aufweisen als der in den anderen Bereichen eingebaute Basaltschotter. Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde DPH 1 bis DPH 4 verzeichnen im Bereich des Flächenfilters einen Anstieg und liegen zwischen  $N_{10} = 15$  und 86, im Mittel  $N_{10, Mittel} = 15$  bis 25. Die Lagerungsdichte ist somit in allen Bereichen als dicht zu bewerten.

### **Steinschüttfuß (Schicht 4)**

In den Baggerschürfen SCH 1 und SCH 2 am landseitigen Böschungsfuß wurde unterhalb des Oberbodens stellenweise zunächst eine 0,3 m dicke Schicht Grobkies erkundet. Darunterliegend wurden Steine und Blöcke mit Kantenlängen bis 40 cm angetroffen. Eine Verunreinigung der Steinschüttung konnte nicht festgestellt werden. Eine tiefere Ausführung der Schürfe bis auf den im Regelprofil eingezeichneten mineralischen Stufenfilter war aufgrund des Wasserandranges nicht möglich. Aufgrund der sehr groben Ausbildung der Steinschüttung ist von einer sehr hohen Durchlässigkeit  $k_f = 10^{-01}$  bis  $10^{-02}$  m/s auszugehen.

## **3 Grundwasserverhältnisse und hydraulische Kennwerte**

### **3.1 Hydrologische Situation - Stauwasserstände**

Generell sind im Projektgebiet zwei Grundwasserstockwerke vorhanden. Zum einen verläuft innerhalb der quartären Lockergesteinsbedeckungen über dem Buntsandstein ein Porengrundwasserleiter als oberes Stockwerk. Darüber hinaus ist im tiefer gelegenen Buntsandstein ein zweiter Kluftgrundwasserleiter ausgebildet. Großflächig entwässert das Projektgebiet über den Bachlauf der Ibra.

### **3.2 Auswertung Grundwasserbeobachtungen am Dammbauwerk und im Untergrund**

Die Auswertung der Grundwasserganglinien erfolgte sowohl für die Messstellen im Quartär und Flächenfilter unter der Dammbasis als auch für die Messstellen in den darunter angrenzenden Sandsteinschichten (Gemeinde Kirchheim, 2021). Die auf dieser Grundlage erstellten Grundwassergleichenpläne belegen zusammen mit den Drainageganglinien beim Ab- und Wiedereinstau des Stausees die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des Dränagesystems und des Flächenfilters. Dies ist auf Grund der geotechnischen Erkundungsergebnisse (Arcadis, 2021) mit unterschiedlich ausgebildeten Flächenfiltermaterial bemerkenswert. Der Flächenfilter in B 2 besteht aus rotbraunem Mittel- bis Grobkies, in B 3, B 5, B 6 und B 7 aus grauem Basaltschotter, sandigen Kiesen und Grobsanden. Im Bereich der ehemaligen Bruchstelle in Dammmitte bei B 4 und B 8 setzt sich der Flächenfilter mehrheitlich aus gelbbraunen Mittel- bis Grobsanden und -kiesen und untergeordnetem Basaltschotter zusammen.

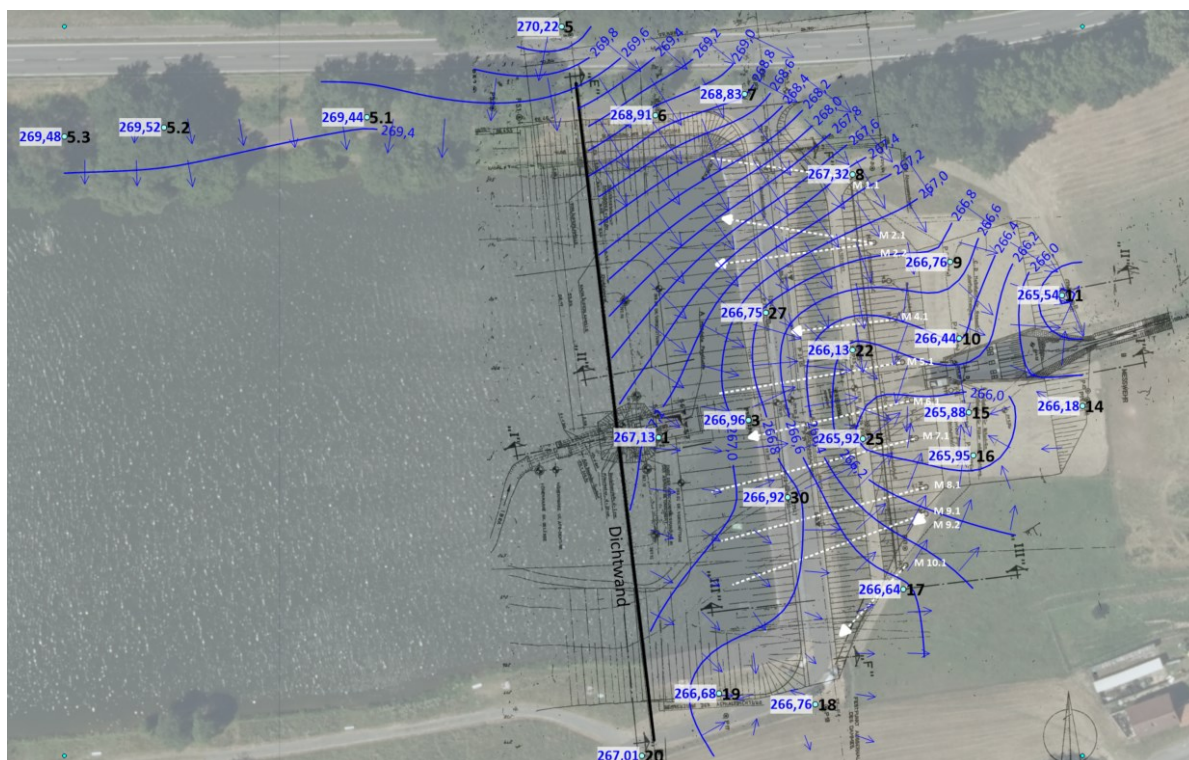
Die Absenkung des Grundwasserspiegels im Buntsandstein, sowie die Ableitung der Zuflüsse vom Hang auf der südlichen Seite und des unter dem Damm anströmenden Grundwassers erfolgt überwiegend durch die Flächendränage. Die beobachteten Dränageraten und die Grundwasserstände sind hauptsächlich von der jahreszeitlich variierenden Niederschlagsversickerung abhängig. Die ausgewerteten Maxima treten in den Frühjahrs-monaten auf.

Von den sieben von der Dammkrone und der luftseitigen Berme aus niedergebrachten Bohrungen wurden fünf (B 2 bis B 6) als Grundwassermessstellen ausgebaut. Die neuen Messstellen

erfassen mit dem Filterbereich den erkundeten Flächenfilter und ergänzen damit die vorhandenen Grundwassermessstellen im Sandsteinersatz und im Quartär.

Im Zuge der vertieften Überprüfung wurde im Zeitraum vom 19.10.2020 bis 09.12.2020 der Stau gelegt und dadurch die Bauwerke zugänglich gemacht. In der nachfolgenden Abbildung 5 ist ein Grundwassergleichenplan für den abgestauten Zustand der Talsperre dargestellt. Die im Flächenfilter liegenden Dränleitungen sind in dieser Abbildung durch weiße Strichpunktlinien markiert, deren Länge bei einer Kamerabefahrung erkundet und hier eingetragen wurde. Pfeilspitzen markieren den Abbruch der Befahrung aufgrund Verformung des Filterrohres oder eines Hindernisses. Die Abbildung zeigt, dass der Talsperrenabstau bei allen Pegeln im Sandstein in unterschiedlichem Maße zu einer Grundwasserabsenkung führte. Im Bereich der durch die Flächendrainage unter dem Damm bereits abgesenkten Druckspiegel betragen die Absenkungen min. 0,03 m bis ca. 0,20 m in einem lokalen Zuflussbereich. Die maximalen Absenkungen traten an den Uferböschungen auf – max. 0,69 m am nördlichen Ufer und 0,83 m am südlichen Ufer.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass die Wirksamkeit des Flächenfilters einschließlich der Drainageleitungen gegeben ist, trotz der bei den Kamerabefahrungen der Dränleitungen zum Teil festgestellten Deformationen der Rohrleitungen.



**Abb. 5** Grundwassergleichenplan im Buntsandstein am 30.11.2020 im abgestauten Zustand (Arcadis, 2021). Die weißen Linien markieren die Dränrohre.

#### 4 Geotechnische Nachweise

Im Rahmen der geotechnischen Nachweise wurden in einem ersten Schritt Durchströmungsrechnungen für verschiedene Lastfälle durchgeführt (Arcadis, 2021). Sowohl für den Fall der funktionsfähigen Dichtung als auch für den Fall einer Fehlstelle in der oberflächigen Asphaltabdichtung ergaben sich aus den Berechnungen Sickerlinien, die jeweils unterhalb des landseitigen Dammfußes auslaufen. Somit findet kein Sickerwasseraustritt auf der landseitigen Böschung statt.

Mit den nachfolgenden Standsicherheitsuntersuchungen des Dammbauwerkes wurde festgestellt, dass die Tragfähigkeit des Dammes in allen Bemessungssituationen gegeben ist. Die Nachweise gegen Böschungs- und Grundbruch, Dammgleiten und Spreizwirkung am Dammfuß konnten allesamt erfolgreich geführt werden.

Die Nachweise zur Sicherheit gegen Materialtransport anhand geometrischer Kriterien konnten teilweise mangels anwendbarer Nachweisverfahren nicht geführt werden, da die geometrischen Anwendungsgrenzen mit den Körnungslinien der Böden nicht eingehalten wurden. Die Nachweise, die bei Einhaltung der Anwendungsgrenzen geführt werden konnten, zeigen eine Suffosions- und Erosionsgefährdung der im Dammbauwerk verbauten Böden und sowie auch der Böden im Dammuntergrund mit den quartären Auesanden und dem verwitterten Buntsandstein auf.

Die Überprüfung des hydraulischen Kriteriums erfolgte sowohl für einen globalen hydraulischen Gradienten unter der Annahme von Fehlstellen in der Dichtung als auch anhand eines annähernd gleichmäßigen Potenzialdruckabbaus im Damm und Untergrund. Ferner wurden die Strömungsberechnungen für den Fall einer Leckage ausgewertet und die lokal möglichen hydraulischen Gradienten innerhalb des Dammes und des Untergrundes betrachtet. Die globalen hydraulischen Gradienten liegen in der Größenordnung der kritischen hydraulischen Gradienten der Böden, wobei hier vor allem die enggestuften Auesande in der Dammbasis als besonders erosionsgefährdet angesehen werden. Die Auswertung lokaler hydraulischer Gradienten ergab für den Lastfall einer Leckage noch deutlich höhere hydraulische Gradienten, die im Wesentlichen jedoch zwischen dem Leckageeintritt und dem Flächenfilter auftreten. Hier konnten die Nachweise nicht erbracht werden und bestätigen somit die Suffosions- und Erosionsgefährdung der vorliegenden Böden. Hier kann es zu lokalen Kornumlagerungen innerhalb des Dammes kommen, die zu lokal höheren Durchlässigkeiten sowie auch zu lokal geringeren Durchlässigkeiten durch Kolmation im Flächenfilter führen können. Eine Standsicherheitsgefährdung wird bei kleinflächigen Leckagen der untersuchten Fehlstellen in der Asphaltabdichtung nicht gesehen.

An der Grenzfläche von einem durchströmten Bodenkörper zu einem Bauwerk oder einer unterlagernden, nicht kohäsiven Bodenschicht können Bereiche in Form von Hohlräumen oder Auflockerungszonen entstehen, in denen kein oder nur ein geringer hydraulischer Widerstand besteht. Die daraus resultierende konzentrierte Strömung in diesen Bereichen kann den Transport von Bodenpartikeln auslösen und zur sogenannten Fugenerosion führen, die sich rückschreitend gegen die Strömungsrichtung entwickelt. Dies gilt auch für bestehende Erosionskanäle infolge abgestorbener Wurzeln oder Wühltiergänge. Die rückschreitende Fugenerosion setzt einen Abtransport der bewegten Bodenpartikel zu einer freien Oberfläche voraus. Prinzipiell ist Fugenerosion, auch genannt Piping, an der Ibratalsperre zum einen entlang des den Damm querenden Auslasskanals und im Dammuntergrund entlang der quartären Auensande möglich. Eine mögliche Stelle für Fugenerosion ist ausgehend vom Tosbecken entlang des Durchlassbauwerkes bis zur Asphaltabdichtung zu untersuchen. Fugenerosionen entlang des Durchlassbauwerkes sind hier entlang des Stollens möglich. Eine Sickerwegverlängerung entlang des Durchlassbauwerkes z. B. durch einen Dichtungskragen oder Dichtungsring ist nach den Bestandsunterlagen nicht vorhanden. Die Untersuchungen zur Fugenerosion entlang des Stollens, welcher den Damm entlang des ehemaligen Verlaufs der Ibra quert, zeigen eine ähnliche Situation wie die Bewertungen zur Suffosion und Kontakterosion. Die Sicherheit gegen Piping im Dammuntergrund ist gegeben.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Dammschüttstoffe sowie auch der Dammuntergrund suffosions- und erosionsempfindlich sind. Durch die im Zuge der Reparatur der Talsperre



nach dem Bruch neu aufgebrachte Oberflächenabdichtung aus Asphalt sowie der zusätzlichen Abdichtung des Untergrundes durch die Schlitzwand wurde die erforderliche Standsicherheit erreicht. Eine Unterströmung des Dammes ist damit wirksam unterbunden und auch die Wahrscheinlichkeit einer Leckage der zweischichtigen Asphaltbetondichtung ist viel geringer als bei der ursprünglichen Abdichtung mit einer Kunststoffbahn.

Der Aufbau des Dammes mit erosions-empfindlichen Schüttstoffen wurde jedoch im Zuge der Reparatur nicht geändert. Einschätzungsgemäß werden bei einer kleinflächigen Leckage durch beide Schichten der kontrollierten Asphaltbetondichtung zwar lokale Erosions- und Suffusionserscheinungen auftreten, diese werden aber nicht standsicherheitsgefährdend sein, sondern zu lokalen Erosions- und Suffusionsprozessen führen.

Bei größeren Leckagen können Erosionsvorgänge auch standsicherheitsgefährdend für den Damm sein, daher wurde ein engmaschiges Kontrollprogramm vorgeschlagen um solche Leckagen frühzeitig zu erkennen.

## **5 Handlungsempfehlungen für den Anlagenbetrieb**

Aus den Ergebnissen der Standsicherheitsnachweise und der hydrologischen Untersuchungen können folgende Handlungsempfehlungen für den weiteren Anlagenbetrieb abgeleitet werden:

- Hinsichtlich der nicht einzuhaltenden Nachweise der Suffusions- und Erosionssicherheit wird empfohlen, eine verstärkte, über das bisherige Maß hinaus reichende Überwachung und Kontrolle der Wasserstände im Dammkörper, der Sickerwasserschüttungen der Dränagen sowie des Austrages von Bodenmaterial über das Sickerwasser durchzuführen. Hierzu sollte kurzfristig ein Konzept mit Maßnahmen z.B. einer permanenten Messung der Wasserstände im Damm sowie der Sickerwasserschüttungen sowie daraus abzuleitende Betriebsvorschriften und Kontrollvorgänge ausgearbeitet und mittelfristig umgesetzt werden;
- Monatliche Messung der Grundwasserstände;
- Wöchentliche Erfassung der Dränsummen;
- Erfassung der Einzeldränagezuflüsse zur Feststellung der Zuflussverteilung in den Dränagen und Entspannungsbrunnen quartalsweise oder als Sondermessung bei im Jahresverlauf unerwarteten Entwicklungen oder atypischen Veränderungen der Dränsummen oder auftretenden Trübungen;
- Monatliche Ergänzung der Grundwasser- und Dränsummenganglinien, Dokumentation des Dränwassers (u. a. Trübung);
- Quartalsweise Ergänzung der Einzeldränageganglinien, Dokumentation des Dränagewassers (u. a. Trübung);
- Jährliche Erstellung von Grundwassergleichenplänen aus Stichtagsmessungen im Frühjahr (April - Mai) und am Jahresende oder bei Teilabstau (November - Dezember) im Rahmen des Sicherheitsberichtes;
- Weiterhin wird empfohlen, in einem regulären Turnus von 5 bis max. 10 Jahren je nach Messergebnissen des laufenden Monitorings eine Dränagespülung durchzuführen, bzw. in Einzeldränagen auch früher, wenn die im regulären Messturnus beobachteten Grundwasserstände und Dränageraten auf eine Dränagekolmation hinweisen sollten;
- Ertüchtigung des Einlaufes der Hochwasserentlastung zum Schutz vor Verklausung;

- Erneuerung der Mastixschicht zum Schutz der Asphaltbetondichtung gegen UV-Strahlung und Oxidation.

## Danksagung

Wir danken Herrn Steffen Lange von der Gemeinde Kirchheim für die konstruktive Zusammenarbeit und die Freigabe des Artikels.

## Literatur

Wasserwirtschaftsamt Fulda. (1982). Talsperrenbuch zur Ibratalsperre, 1. Ausfertigung der Gemeinde Kirchheim, Fulda.

Hochtief. (1982). Zusatzmaßnahmen und Instandsetzung der Stauanlage Kirchheim, Bestandspläne, Essen.

Arcadis. (2021). Vertiefte Sicherheitsüberprüfung der Ibratalsperre, Darmstadt.

Gemeinde Kirchheim. (2021). Grundwasserbeobachtungen der bestehenden Grundwassermessstellen vor und nach dem Abstau der Talsperre im Zuge der vertieften Sicherheitsüberprüfung, Kirchheim.

## Anschrift der Verfasser

M. Sc. Erwin Dittmar  
Projektingenieur  
Arcadis Germany GmbH  
Spixstraße 59, D-81539 München  
erwin.dittmar@arcadis.com

Dipl.-Ing. Christoph Grass  
Projektleiter  
Arcadis Germany GmbH  
Europaplatz 3, D-64293 Darmstadt  
christoph.grass@arcadis.com

Dr. rer. nat. Andreas Kunz  
Fachexperte für Hydrogeologie  
Arcadis Germany GmbH  
Europaplatz 3, D-64293 Darmstadt  
andreas.kunz@arcadis.com

M. Eng. Stephanie Vonhall & Dipl.-Ing. Steffen Wolff  
Fachexperten für Geotechnik  
Arcadis Germany GmbH  
Europaplatz 3, D-64293 Darmstadt  
stephanie.vonhall@arcadis.com  
steffen.wolff@arcadis.com