

Versagen eines Talsperrendammes infolge Überströmung Das Hochwasserrückhaltebecken Glashütte

Dipl.-Ing. Antje Bornschein
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Reinhard Pohl

1 Einführung

Vor einem Jahr wurden das Erzgebirge und das Elbtal von einem außergewöhnlichen Hochwasser heimgesucht. An den Pegeln mehrerer Erzgebirgsflüsse entsprachen die Durchflüsse nach der bisherigen Statistik einer Wiederholungszeitspanne von mehr als 10 000 Jahren. Bei der Elbe handelte es sich um ein 100-200-jähriges Ereignis. In einer solchen Situation müssen sich Schutzbauwerke bewähren. Wenn sie versagen, können sich große Gefährdungen für Menschen und deren Eigentum ergeben, wie die Deichbrüche während des Hochwassers 2002, das Öffnungsversagen des Lockwitz-Wehres und der Bruch des Briesnitzdammes, von dem hier berichtet werden soll, gezeigt haben.

Im September 1934 und im Mai 1948 gab es schwere Unwetter im Einzugsgebiet der Briesnitz (Schreibweise teilweise auch Brießnitz), einem in der Uhrmacherstadt Glashütte/Sa. mündenden linken Nebenfluss der Müglitz. Um zukünftige Hochwasserschäden zu reduzieren, begann 1949 die Planung des Hochwasserrückhaltebeckens. Von 1951 bis 1953 wurde der Damm des Trockenbeckens knapp 1 km oberhalb der Stadt Glashütte errichtet, der bereits 1957 beim Hochwasser im Osterzgebirge eingestaut wurde und diese Bewährungsprobe bestand. Im Jahre 1997 wurde das Rückhaltebecken in kommunale Trägerschaft übergeben.

2 Beschreibung der Anlage

Das Einzugsgebiet umfasst die Briesnitz und den Johnsbach und hat eine Größe von ungefähr 10 km². Der Beckeninhalte wird mit etwa 50000 m³ angegeben (<http://www.glashuette-sachs.de/flut.htm>).

Es handelt sich um einen homogenen Erddamm mit gerader Achse von knapp 9 m Höhe in der Talmitte. Die Böschungen sind mit Rasen bedeckt. Besonders im oberen Teil des Dammes befinden sich Steine in der Schüttung. Eine luftseitige Fußdrainage ist nicht erkennbar. Eine Dichtung mit entsprechenden Anschlüssen

sen an das Durchlassbauwerk, den Untergrund und die Talflanken konnte nicht festgestellt werden.

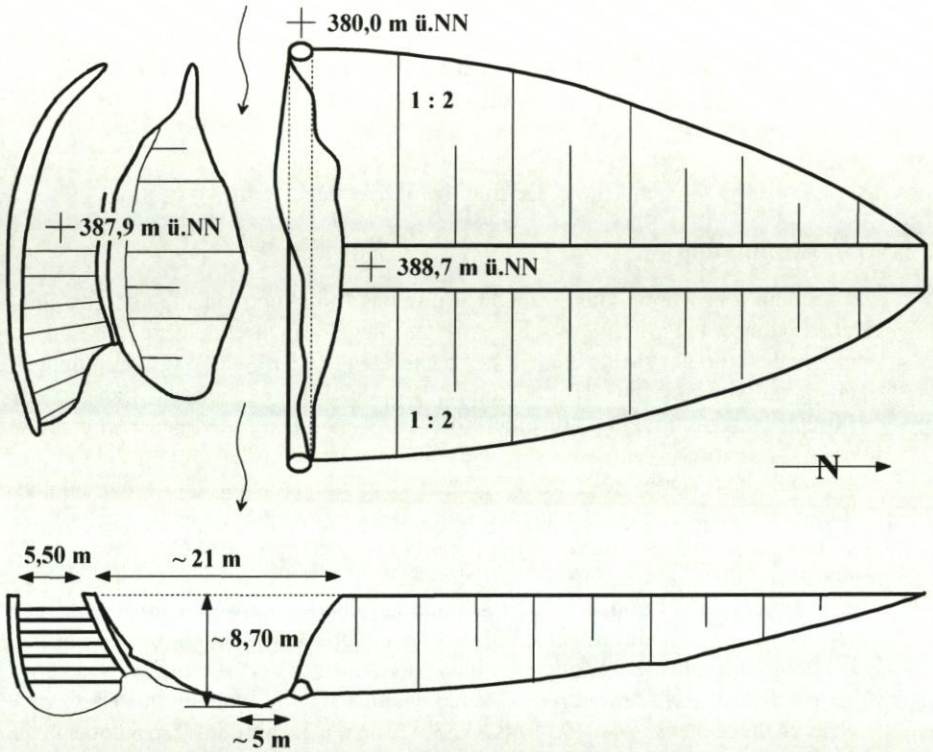


Abbildung 1 Draufsicht und unterwasserseitige Ansicht des Hochwasserrückhaltedammes Glas-
hütte/Sa. Nach dem Bruch am 12.8.2002

Als Durchlass diente ein in der Form eines Maulprofils aus behauenen Natursteinen gemauerter Stollen mit einem Durchlassquerschnitt von ca. $1,7 \text{ m}^2$ und einer den Maximaldurchfluss auf knapp $8 \text{ m}^3/\text{s}$ reduzierenden gemauerten Blende auf der Wasserseite. Die Hochwasserentlastung an der südlichen Dammschulter besteht aus einem breitkronigen Überfall von $5,5 \text{ m}$ Breite und 7 anschließenden Kaskadenstufen von je 1 m Höhe.

Auffällig ist die geringe Freibordhöhe, die bereits bei Vollstau nur 80 cm beträgt. Das DVWK-Merkblatt 246 und die DIN 19700 T12 empfehlen ein Mindestfreibord von einem Meter.

3 Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastungsanlage

Die überschläglichen Berechnungsergebnisse für die Durchflusscharakteristiken sind in Abbildung 2 sowie in Tabelle 1 dargestellt worden.

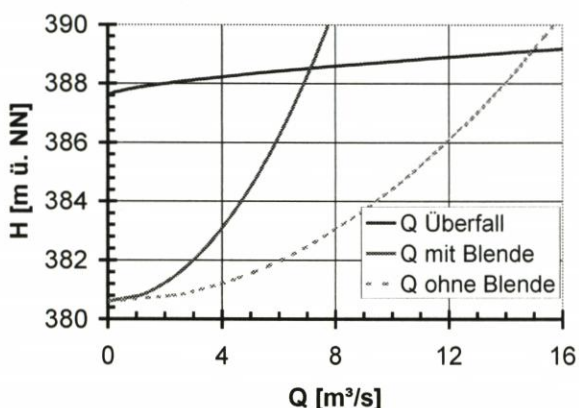


Abbildung 2 Leistungsfähigkeit der Entlastungsanlagen

	H [mü.NN]	Q_{HWE} [m³/s]	Q_{GA} [m³/s]	Σ [m³/s]
Vollstau	387,6	0	7,6	7,6
Kronenstau (ohne Freibord)	388,4	5,8	8,0	13,8

Tabelle 1 Gesamtabfluss durch und über das Absperrbauwerk

4 Hydrologische Situation

Wenn das Bemessungshochwasser von **benachbarten Einzugsgebieten** auf das Einzugsgebiet des HRB Glashütte **umgerechnet** wird, ergeben sich für das HQ_{1000} Werte zwischen 13 und 25 m³/s. Für das HQ_{500} liegen sie etwas darunter. Bei der Bestimmung der Werte der Nachbareinzugsgebiete sind die bis 1998 ermittelten Hochwasserscheitel zugrunde gelegt worden. Die beobachteten Reihen sind kürzer als ein Drittel des Extrapolationszeitraumes und insofern unsicher.

Neuere Untersuchungen aus Ereignissen seit 1998 haben insbesondere für kleinere Einzugsgebiete deutlich größere Niederschlagspenden ergeben, wie aus Abbildung 3 ersichtlich ist. Eine Approximation scheint durch die Kurve für die Niederschlagspende von *Wundt (1965)*, die mit 10% Wahrscheinlichkeit überschritten wird, möglich zu sein. Es ergeben sich HHQ-Werte, die um das Mehrfache über dem HQ_{1000} und dem BHQ liegen. Allerdings ist auch hier zu hinter-

fragen, wie die beobachteten Wasserstände in Durchflüsse umgerechnet wurden (Pohl 2002).

Wenn der Bemessungsabfluss auf dieser Grundlage ermittelt werden soll, ergibt sich für das Einzugsgebiet des HRB Glashütte ein Scheitelzufluss von etwa $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

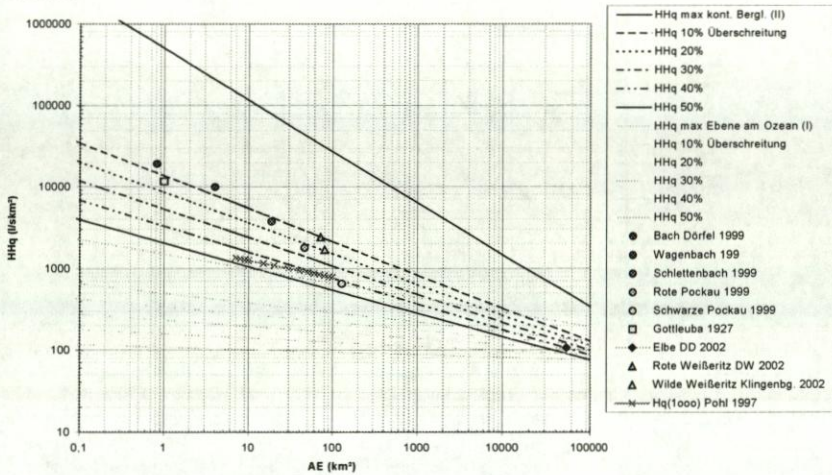


Abbildung 3 Grenzkurven für die maximale Abflusspende nach Wundt (1965) und ausgewählte Ereignisse aus dem Osterzgebirge

5 Bruch des Absperrbauwerkes

Der Bruch des Absperrbauwerkes ereignete sich während des außergewöhnlichen Niederschlagsereignisses am 12. August 2002 durch überströmungsbedingte Erosion in der Zeit von 16:10 bis 16:40 Uhr. Dem Vernehmen nach begann die Überströmung neben der Hochwasserentlastungsanlage etwa anderthalb Stunden vor der Erosion des Dammes. Bei der Bildung der Bresche wurden etwa 1700 m^3 Dammschüttmaterial ausgetragen.

Bei einer ersten Ortsbesichtigung am 23.08.02 wurde festgestellt, dass der Grundablass vollständig durch Treib- und Schwemmgut verlegt (verklaut, verstopft) war und für die Entlastung offensichtlich nicht mehr wirksam gewesen sein kann. Die Verlegung muss stattgefunden haben, als sich der Wasserspiegel noch in dieser Höhe befunden hat. Nach einer Beräumung des Einlaufbereiches war sichtbar, dass der Stollenquerschnitt im Einlaufbereich ca. bis zur halben Höhe mit Sand gefüllt war.



Abbildung 4 Dambruchstelle mit Durchlass von Unterwasser, nördliche Bruchfläche (Foto: Bornschein)



Abbildung 5 Hochwasserentlastungsanlage von Unterwasser, nördliche Bruchfläche (Foto: Bornschein)

Es kam wegen der fehlenden Entlastung durch den Stollen zu einer relativ schnellen Beckenfüllung und zur Inanspruchnahme der Hochwasserentlastung, die bei bordvollem Becken nur etwas weniger als $6 \text{ m}^3/\text{s}$ abführen kann. Aus diesem Grunde war eine Dammüberströmung, die zur Erosion des Absperrbauwerkes geführt hat, unausweichlich.

Zur quantitativen Beurteilung des hydraulischen Geschehens wurde die Abflussganglinie während des Bruches rekonstruiert (Abbildung 8). Von *WASY 2003* wurde eine Zuflussganglinie für das HRB Glashütte mit einem Scheitel-

wert von $26 \text{ m}^3/\text{s}$ mittels Niederschlags-Abfluss-Modellierung bestimmt. Eine Beckeninhaltslinie wurden nach eigenen Recherchen erstellt. Zur Verifizierung des berechneten Anstiegs des Wasserstandes im Staubecken standen Augenzeugenberichte zur Verfügung.



Abbildung 6 Einlauf des Durchlasses während und kurz nach dem Hochwasser 2002. Verklausung (Foto: Bornschein 2002)



Abbildung 7 Einlauf des Durchlasses beräumt (Foto: Gilli 2003)

Für den Scheitelabfluss mit Dammbbruch konnte ein Wert von etwas mehr als $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ermittelt werden.

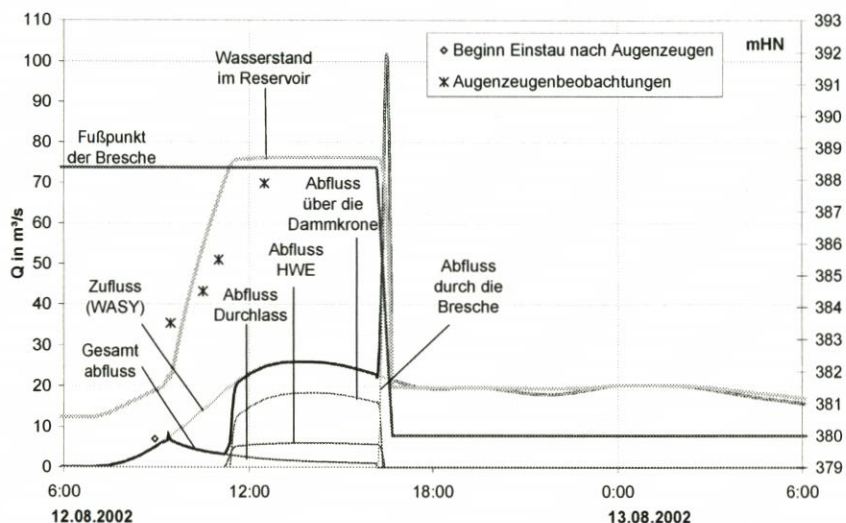


Abbildung 8: Berechnungsergebnisse für Durchfluss- und Wasserstandsganglinien während des Bruches des Staudammes oberhalb Glashütte

Die Bresche ist näherungsweise trapezförmig mit einer Breite von etwa 21 m in Höhe der Krone und etwa 5 m an der Sohle. Sie erstreckt sich über die gesamte Dammhöhe. An der Südseite wird sie im unteren Teil durch eine etwa 1:2 nach Norden fallende relativ glatte Felsfläche und auf der Nordseite durch den Grundablassstollen begrenzt. Bei einer plötzlichen Breschenöffnung wäre theoretisch eine Höhe der ausfließenden Schwallwelle von bis zu 4 m möglich gewesen, die aber auf Grund der eine halbe Stunde andauernden Breschenerosion geringer gewesen sein muss.

Interessant ist auch der Vergleich mit Kennzahlen, die bei anderen Dammbriichen weltweit erhoben wurden. Als Vergleichsgrößen werden dabei die Bruchentwicklungszeit, das bewegte Dammmaterial, der maximale Ausfluss und der Bruchbildungsfaktor (breach formation factor – BFF) benutzt.

$$\text{BFF} = \text{ausgeflossenes Volumen} \cdot \text{Stauhöhenverlust im Becken} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{m}]$$

In den Abbildungen 9-11 ist zu erkennen, dass die Werte für den Damm Glashütte durchaus im Streubereich anderer beobachteter Versagensfälle liegt. Dass das Volumen im Verhältnis zum Bruchbildungsfaktor etwas geringer ist, kann mit der Beschaffenheit des Schüttmaterials und der glatten Rutschfläche zusammenhängen. Der etwas geringere Scheitelwert des Ausflussschwall ist vermutlich auf die allmählich verlaufene Bruchbildung über eine halbe Stunde zurückzuführen.

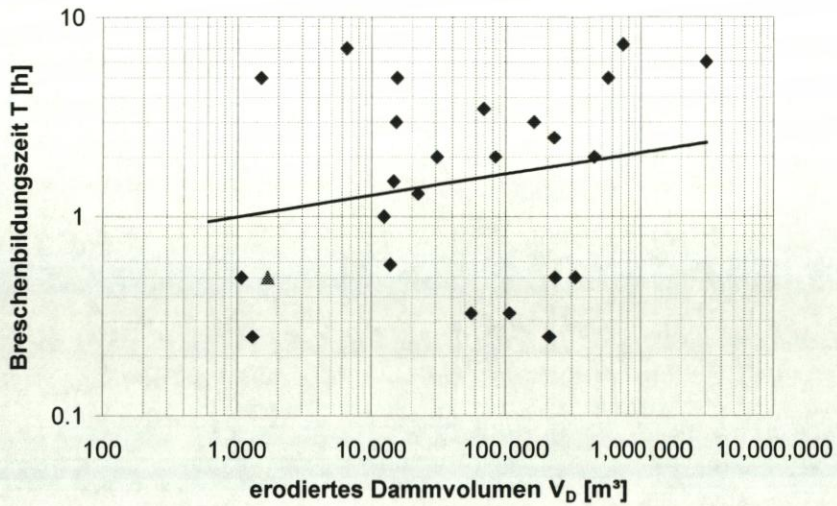


Abbildung 9: Bewegtes Schüttmaterial gegenüber der Brechenbildungszeit – RHB Glashütte (Dreieck) im Vergleich mit Daten von *MacDonald/Langridge-Monopolis 1984*.

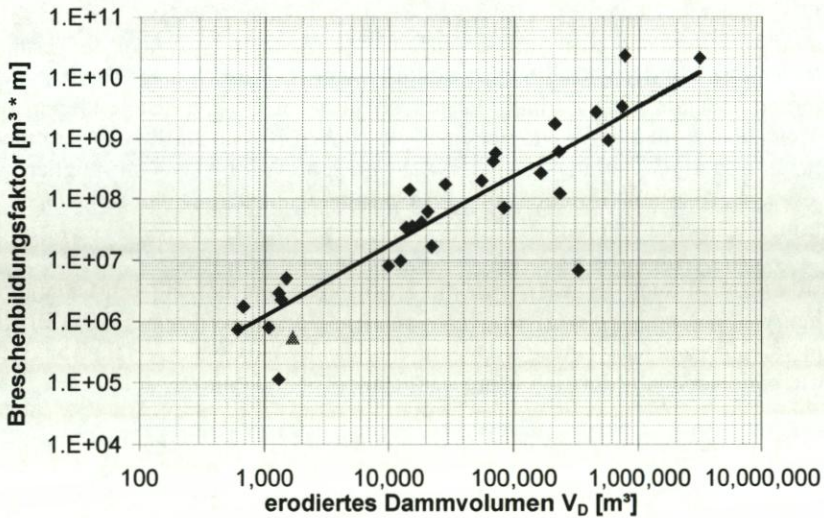


Abbildung 10: Bewegtes Schüttmaterial gegenüber Brechenbildungsfaktor BFF – RHB Glashütte (Dreieck) im Vergleich mit Daten von *MacDonald/Langridge-Monopolis 1984*.

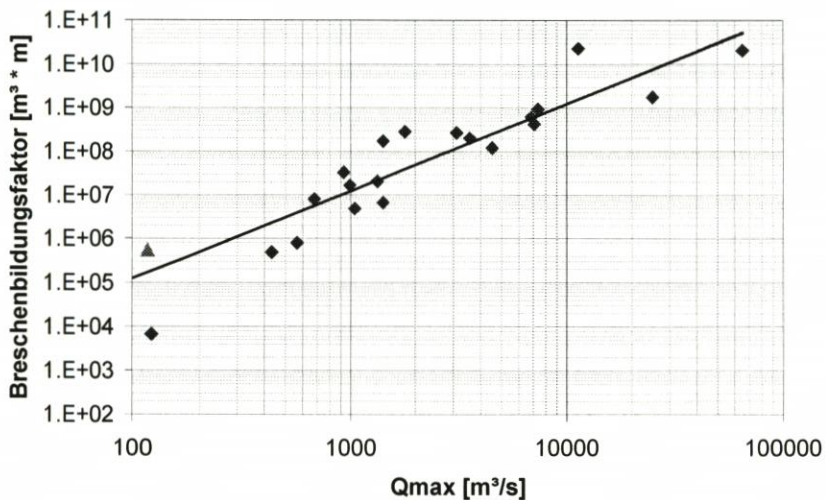


Abbildung 11: Spitzendurchfluss durch die Bresche gegenüber Bruchbildungsfaktor BFF – RHB Glashütte (Dreieck) im Vergleich mit Daten von *MacDonald/Langridge-Monopolis 1984*.

6 Flutwellenausbreitung im Briesnitz- und Müglitztal

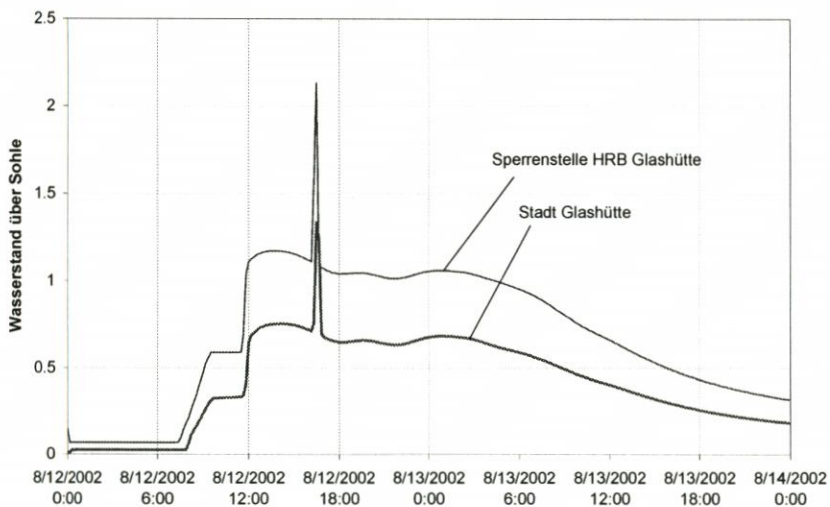


Abbildung 12: Berechnete Wasserstandsganglinie direkt unterhalb der Sperrstelle und in Glashütte

Durch den Bruch des Absperrbauwerkes ist an der Sperrstelle ein ungefähr dreimal so großer Durchfluss verglichen mit der Situation ohne Bruch eingetreten. Ausgehend von der Ausflussganglinie (Abbildung 8) wurde die instationäre Ausbreitung der Flutwelle berechnet (Mike 11). In der Abbildung 12 wird deutlich, dass der Wasserstand beim Durchgang der Flutwelle bereits auf der kurzen Laufstrecke bis nach Glashütte deutlich abnimmt, was auf die Talform und die Retentionswirkung zurückzuführen ist. Der zusätzliche Wasserstand infolge Dambruch beträgt demnach etwa 60 cm.

Eine weitere interessierende Frage ist, ob durch den Dambruch die Flutwelle der Müglitz vergrößert wurde. Wie die Ergebnisse der instationären Berechnung in der Abbildung 13 zeigen, war dies nicht der Fall. Allerdings kam es zu einer ca. 10 Stunden vorauslaufenden, vorübergehenden Abflussspitze.

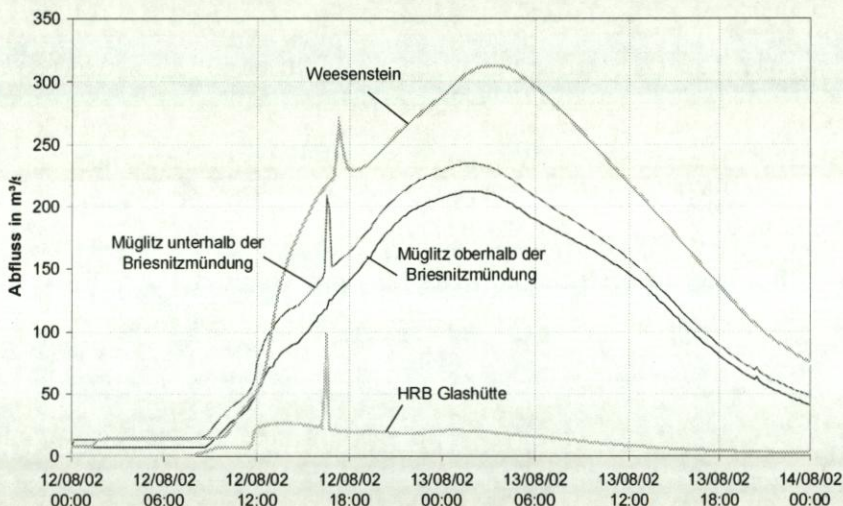


Abbildung 13: Abflussganglinien in der Briesnitz und der Müglitz

7 Schadensursachen, Schlussfolgerungen

Wenn die Möglichkeit der Verlegung des Durchlasses berücksichtigt wird, ist die **Hochwasserentlastungsanlage** in jedem Falle **unterbemessen**, unabhängig davon, nach welcher Methode der Bemessungsabfluss ermittelt wird.

Wenn die empfohlene Mindestfreibordhöhe vorhanden gewesen wäre und der Abstand zwischen Vollstau und Dammkrone etwa einen Meter größer gewesen wäre, hätten über die Hochwasserentlastungsanlage bordvoll $Q = 19,6 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeführt werden können.

Außer dem Grasbewuchs verfügte der Damm über keine weitere Befestigung, so dass die beobachtete längere Überströmung eine Zerstörung des Dammes zur Folge hatte. Die primäre Schadensursache ist demzufolge die unzureichende Hochwasserentlastungsanlage in Verbindung mit der zu geringen Freibordhöhe. Als sekundäre Ursachen dürfte beim Bruch eine Rolle gespielt haben, dass der Damm durch die vorausgegangenen Niederschläge und den Einstau eine relativ hoch liegende Sickerlinie mit der Folge verminderter Standsicherheit gehabt hat. Verstärkend könnte hier gewirkt haben, dass die luftseitige Grasnarbe zu einem Gegenstau im Dammkörper führen kann und eine Fußdrainage nicht erkennbar ist. Ein schnelles Ansteigen der Sickerlinie konnte durch bevorzugte Sickerwege entlang des aus behauenen Bruchsteinen gemauerten Durchlasses auf der linken Seite und der sehr glatten, in Fließrichtung verlaufenden Felsfläche auf der rechten (Süd-)Seite der Bresche begünstigt werden.

Es ist auch nicht auszuschließen, dass auf den glatten Flächen im unteren Brechenbereich (Fels auf der Südseite und Stollen auf der Nordseite) während des Überkronenstaus die lokale Gleitsicherheit nicht ausreichend war, was jedoch einer näheren Untersuchung unterzogen werden müsste.

8 Schrifttum

- Bornschein, A.; Aigner, D.; Pohl, R. (2002):* Der Dambruch von Glashütte. wwt awt – Fachzeitschrift für ökologisches und umwelttechnisches Management, Verlag Bauwesen, Oktober 7/2002
- DVWK-Merkblatt 246/1997 Freibordbemessung an Stauanlagen
Hochwasserschutz in Sachsen.- Materialien zur Wasserwirtschaft 2/1996, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
- "Keine Ratten, nur Wasser".- Bericht in der Sächsischen Zeitung v. 23.08.02 Rubrik Weißeritzkreis (SZ/th)
- LfUG (2002): Analyse und Prognose der meteorologisch-hydrologischen Situation. Monatsbericht August des Landesamtes für Umwelt und Geologie des Freistaates Sachsen, Deutschland
- MacDonald, C. Th.; Landgridge-Monopolis, J. (1984):* Breaching Characteristics of Dam Failures. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 110, No. 4
- Pohl, R. (2002):* Kennen wir die Hochwasserabflüsse unserer Flüsse? - In: Wasser und Abfall, Heft 11-12, S. 16 ff.
- WASY (2003):* Niederschlags-Abfluss-Modellierung für das Augusthochwasser 2002. WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH, Niederlassung Dresden
- Winkler, U.:* Prognostische Einschätzungen zur Entwicklung der Talsperrenabgabeleistungen unter Berücksichtigung extremer Dargebotssituationen und des Klimawandels am Beispiel des Talsperrensystems Klingenberg/Lehnmühle.- In: 10 Jahre Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, LTV Sachsen 2002 S. 8 ff
- Internetseite <http://www.glashuette-sachs.de/flut.htm>

Dipl.-Ing. Antje Bornschein
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Reinhard Pohl
TU Dresden
Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik
01062 Dresden
E-Mail: antje.bornschein@mailbox.tu-dresden.de
reinhard.pohl@mailbox.tu-dresden.de