

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Hatz, Marcus; Busch, Norbert

Großräumige Einflüsse tschechischer und thüringischer Talsperren auf ausgewählte extreme Hochwasser an der deutschen Binnenelbe

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/20.500.11970/103498>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Hatz, Marcus; Busch, Norbert (2013): Großräumige Einflüsse tschechischer und thüringischer Talsperren auf ausgewählte extreme Hochwasser an der deutschen Binnenelbe. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Technischer und organisatorischer Hochwasserschutz - Bauwerke, Anforderungen, Modelle. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 48. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 173-182.

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.



Großräumige Einflüsse tschechischer und thüringischer Talsperren auf ausgewählte extreme Hochwasser an der deutschen Binnenelbe

Marcus Hatz
Norbert Busch

Das Auftreten von drei bedeutenden Elbehochwassern (2002, 2006, 2011) innerhalb eines Jahrzehnts hat in Deutschland sowohl der betroffenen Bevölkerung als auch den Fachleuten aus Wasserwirtschaft und Politik die Bedeutung eines funktionierenden Hochwasserrisikomanagements vor Augen geführt. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), welche als Bundesoberbehörde auch für alle Bundeswasserstraßen in Deutschland zuständig ist, beteiligt sich deshalb schon seit 2004 an EU-Projekten, die ihren Fokus auf Hochwasser und Hochwasserschutzfragen an der Elbe legen. Sowohl im Projekt „ELLA“ (2004-2006) als auch im 2012 abgeschlossenen Projekt „LABEL – Anpassung an das Hochwasserrisiko im Elbe-Einzugsgebiet“ konnte die BfG dabei mit verschiedenen angewandten Themen aus Forschung und Praxis eine Schnittstellenfunktion im Hochwasserrisikomanagement zwischen Bund, Bundesländern und europäischen Partnern ausfüllen.

Für die drei genannten Hochwasser wurden mittels großräumiger mathematischer Abflussmodellierungen, die in Kooperation mit tschechischen Partnern (Masaryk Water Research Institute, AquaLogic Consulting) ausgeführt wurden, die Wirkungen tschechischer und thüringischer Talsperren auf Hochwasser an der Elbe staaten- und länderübergreifend untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass während der drei Hochwasser in den berücksichtigten Talsperren ein Retentionsvolumen von bis zu mehreren 100 Mio. m³ zur Verfügung stand, dessen Nutzung sich nicht nur positiv auf die Scheitelwasserstände der Elbe in Tschechien auswirkte. Auch entlang der gesamten deutschen frei fließenden Elbe konnten durch die Modelluntersuchungen Scheitelwasserstandsreduktionen von bis zu 1 Meter nachgewiesen werden, die in der Vergangenheit erheblich zur Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Oberen und Mittleren Elbe beigetragen haben. Durch die Berechnungen wurde ebenfalls deutlich, dass die langen HQ-Reihen (1890 – 2011) für deutsche Elbepegel durch die sukzessive Errichtung der größten Talsperren im Elbegebiet zwischen 1932 und 1968 inhomogen sind und so für extremwertstatistische Berechnungen keine belastbaren Aussagen liefern.

Stichworte: Hochwasserrückhalt in Talsperren, Moldaukaskade, Oberlieger-Unterlieger-Problematik, Homogenisierung langer HQ-Reihen

1 Hochwasserrisiko im Einzugsgebiet der Elbe

Für viele Regionen und Städte im Einzugsgebiet waren und sind die Elbe und ihre Nebenflüsse wichtige Motoren für die wirtschaftliche Entwicklung. Zahlreiche Talsperren an Moldau, Eger oder Saale (Abb. 1) sichern die Versorgung mit Trinkwasser und Elektrizität; die Wasserstraße Elbe stellt Nutzungspotentiale für die Transportwirtschaft bereit und der Tourismus profitiert von einer reizvollen Mischung aus kulturellen Hotspots mit naturnahen Auenlandschaften. Die extremen Hochwasser der Jahre 2002, 2006 und 2011, welche durch außergewöhnliche meteorologische Bedingungen im Einzugsgebiet hervorgerufen wurden, haben gezeigt, dass die beschriebene positive Situation jederzeit durch Hochwasser gefährdet werden kann; insbesondere deshalb, weil in den letzten 150 Jahren in der Flussaue über 85 % der natürlichen Überschwemmungsgebiete verloren gingen, die Schadenspotentiale sich jedoch gerade dort durch den Ausbau und die Verdichtung der Infrastruktur erhöht haben. Das Hochwasserrisiko ist somit gestiegen (*IKSE 2005*).

Im Elbegebiet hat man sich dieser Problematik angenommen. Zusätzlich zu den permanenten Gremien und Arbeitsgruppen im Elbegebiet formierte sich schon schnell nach dem sogenannten „Jahrhunderthochwasser“ vom August 2002 eine weitere Initiative, die erkannte, dass ein nachhaltiges Hochwasserrisikomanagement nicht allein durch die Wasserwirtschaft, sondern nur im Verbund mit der Raumordnung realisiert werden kann. Gefördert wird diese Initiative durch das EU-Programm INTERREG B, mit dessen Unterstützung unter Beteiligung von nationalen, lokalen und regionalen Behörden aus Deutschland, Tschechien und anderen Partnerländern, die beiden EU-Projekte „ELLA“ (2004-2006) und „LABEL“ (2009-2012) erfolgreich durchgeführt wurden.

In beiden Projekten war die BfG aktiver Projektpartner und konnte als Bundesoberbehörde eine Schnittstellenfunktion zu den beteiligten Landesbehörden und europäischen Projektpartnern ausfüllen. Zusammen mit diesen Partnern wurde von der BfG einer der Schwerpunkte in LABEL auf großräumige, modellgestützte Untersuchungen zum Hochwasserablauf an der Elbe gelegt. Aufbauend auf den im ELLA-Projekt durchgeführten Analysen zur Wirkung von geplanten Poldern und Deichrückverlegungen in Sachsen und Sachsen-Anhalt (*BfG 2006*), war es das Ziel, das bereits vorhandene Wissen (*Kašpárek et al. 2006*) zu den Wirkungen von Talsperren in Tschechien und Thüringen auf den Hochwasserablauf an der Elbe genauer zu spezifizieren und zu klären, wie weit die positiven Einflüsse auf der deutschen Elbestrecke wirken.

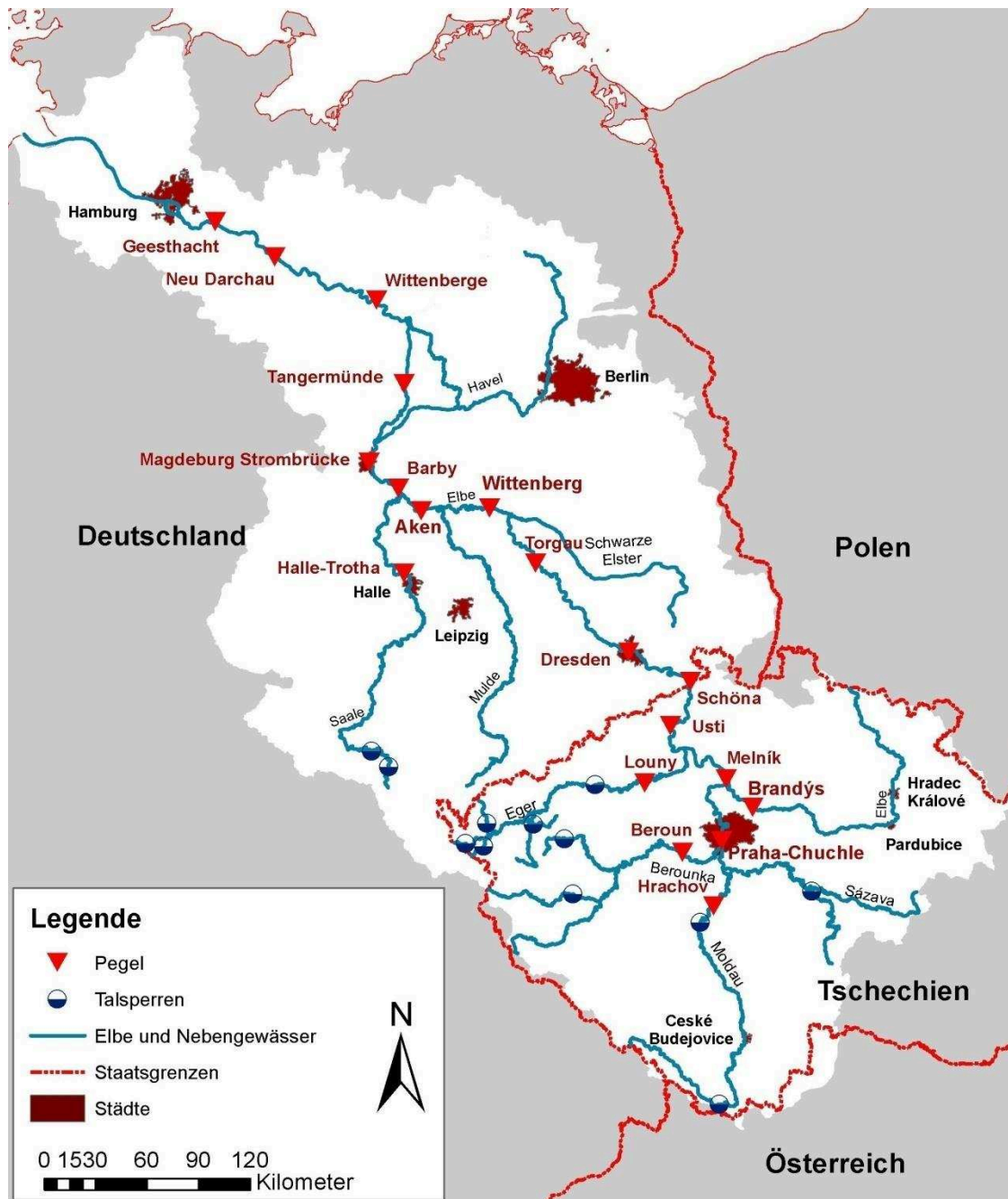


Abbildung 1: Das Einzugsgebiet der Elbe mit den wichtigsten Talsperren und Pegeln

2 Ermittlung der Auswirkungen der Talsperren

Aufgrund ihres Wasserrückhaltevermögens spielen die Talsperren im Einzugsgebiet der Elbe in Tschechien und Thüringen eine wichtige Rolle für die Wasserwirtschaft und insbesondere für den Hochwasserablauf. So wurde in *IKSE (2009)* nachgewiesen, dass durch die Vorentleerung der Talsperren an der Mol-

dau im Winter 2005/2006 „ein bedeutender Teil der Hochwasserwelle des Hochwassers vom Frühjahr 2006 zurückgehalten werden konnte.“ Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Wirkungen tschechischer Talsperren, deren Einsatz auf den dortigen Hochwasserverlauf angepasst ist, sich in Deutschland nur bis „in den Raum Dresden“ (IKSE 2009) bemerkbar machen.

2.1 Eingesetzte Modellwerkzeuge

Um das vorhandene Wissen zu durch Talsperren beeinflussten Hochwasserabläufen präzisieren zu können, untersuchte die BfG zusammen mit den tschechischen Partnern *T.G. Masaryk Water Research Institute* und *Aqualogic Consulting* die zuvor beschriebenen Effekte am Beispiel der realen Situation während der Hochwasser 2002, 2006 und 2011 für die gesamte tschechische und deutsche Binnenelbe. Hierbei kam ein deutsch-tschechisches Modellsystem zum Einsatz, in dem das 1D-Fließgewässermodell der BfG für die frei fließende deutsche Elbe bis Geesthacht (Software: SOBEK; *BfG 2012*) mit einem 1D-Fließgewässermodell der tschechischen Elbe (Software: HecRas) und der Moldau gekoppelt wurde. Um die Effekte der Talsperren an der Moldau (Moldaukaskade) nachweisen zu können, war es für diese notwendig zwei unterschiedliche Modellzustände (mit jeweils unterschiedlichem Modelllayout) aufzubauen. Für die Simulation des tatsächlich eingetretenen, durch Talsperren beeinflussten Hochwasserablaufs wurde der Wellenablauf in der Moldau und der Speicherbetrieb in der Moldaukaskade mit Hilfe der tschechischen Software sMAN simuliert (siehe auch *BfG 2012*). Der Verlauf der Hochwasser, wie er potentiell ohne Einsatz der Talsperren eingetreten wäre, konnte mit einem HecRas-Modell rekonstruiert werden, welches basierend auf geometrischen Daten der Jahre 1902 bis 1911 aufgebaut wurde. So war es möglich, die morphologische Situation der Moldau vor Bau der Moldaukaskade im Modell abzubilden und die Wellenlaufzeiten realistisch zu ermitteln (*BfG 2012*).

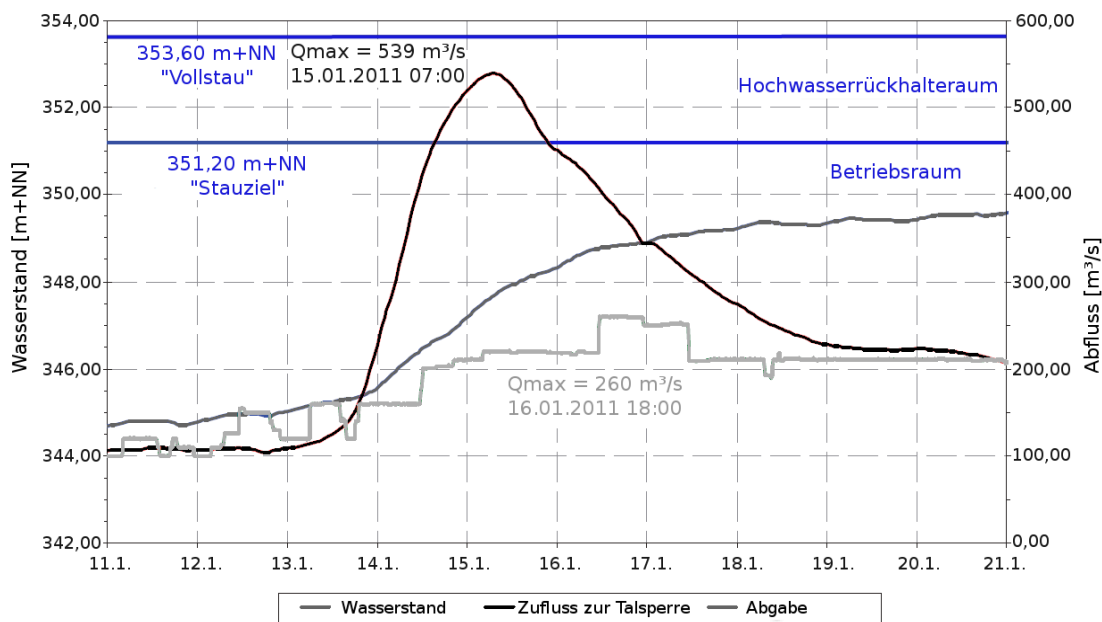
2.2 Talsperren in Tschechien und Thüringen

Die großen Talsperren werden in Tschechien als Mehrzweckspeicher betrieben, die – neben weiteren Einsatzzwecken – hauptsächlich der Wasserversorgung, der Erzeugung elektrischer Energie und dem Hochwasserschutz dienen. Im Falle der Nutzung als Hochwasserrückhaltebecken ist die Abgabe aus der Stauhaltung darauf ausgerichtet, im unterstromig gelegenen Gewässerabschnitt ein definiertes Schutzniveau zu garantieren und somit nennenswerte Schäden zu vermeiden. Diese auf den Schutz der Unterlieger gesteuerte Abgabe variiert zwischen einem Abfluss von HQ_1 und HQ_5 .

Tabelle 1 Rückhaltevolumen der wichtigsten Talsperren an Moldau, Eger und Saale (Angaben in Mio. m³)

Talsperre (Gewässer)	Lipno I (Moldau)	Orlík (Moldau)	Nechranice (Eger)	Bleiloch (Saale)	Hohenwarte (Saale)
Vollstau	309,5	716,5	287,6	215	182
Gewöhl. Rückhalteraum	33,2	62,1	36,6	27	13

Die insgesamt 136 Talsperren im tschechischen Teil des Elbegebiets verfügen über einen Gesamtstauraum von 2.567 Mio. m³. Davon beträgt gegenwärtig (Quelle: ISKE, Stand: 31.12.2008) der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum bei einem kontrollierten Einsatz der Becken im Sommer 231 Mio. m³, während er sich im Winter auf 264 Mio. m³ vergrößert. Die bedeutendsten tschechischen Talsperren (Tab. 1) an der Moldau (*Lipno I*, *Orlík*) und der Eger (*Nechranice*) stellen zusammen einen gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum von über 130 Mio. m³ zur Verfügung. Ergänzend sind in Tabelle 1 die bedeutenden Saale-Talsperren *Bleiloch* und *Hohenwarte* in Thüringen genannt, die im Hochwasserfall einen gewöhnlichen Rückhalteraum von 40 Mio. m³ bereithalten.

**Abbildung 2:** Vorentleerung und Steuerung der Talsperre Orlík während des Hochwassers im Januar 2011 (BfG 2012)

Über den Einsatz des gewöhnlichen Rückhalterausms hinaus besteht im Falle eines drohenden Hochwassers gegebenenfalls die Möglichkeit, durch eine Absenkung des Stauziels in den Betriebsraum hinein (Vorentleerung) weiteres freies Volumen zu generieren und einzusetzen. Dieser Prozess, der vor Eintritt des Ereignisses erfolgen muss, kann jahreszeitlich verschieden stark ausgeprägt sein.

Während die Absenkung des Beckenwasserstands im Winter mit dem sukzessiv ansteigenden Wasseräquivalent der Schneedecke vorgenommen werden kann, erfolgt die Vorentleerung im Sommer in Abhängigkeit von den vorhergesagten Niederschlagsintensitäten. In diesem Fall sind die Vorhersagezeiträume/-güte sowie die Wellenlaufzeiten die begrenzenden Faktoren für die Vorabsenkung. Bei einer maximalen täglichen Talsperrenabgabe von 10 bis 20 Mio. m³ (Kašpárek 2003) kann bei Sommerhochwassern somit weit weniger zusätzlicher freier Stauraum geschaffen werden als bei Winter- und Frühjahrereignissen. Abbildung 2, in der das Stauziel (351,20 m+NN) und der Beckenwasserstand vor Hochwassereintritt (ca. 344,40 m+NN) dargestellt sind, zeigt für die Talsperre Orlik und das Hochwasser vom Januar 2011 die Bedeutung der durchgeführten Vorabsenkung von annähernd 7 m.

2.3 Die Hochwasser 2002, 2006 und 2011

In Abbildung 3 sind die aus den unterschiedlichen Hochwassergenesen der Jahre 2002, 2006 und 2011 hervorgegangenen Wellenformen für die Pegel Dresden und Wittenberge zeitlich übereinander gelegt dargestellt.

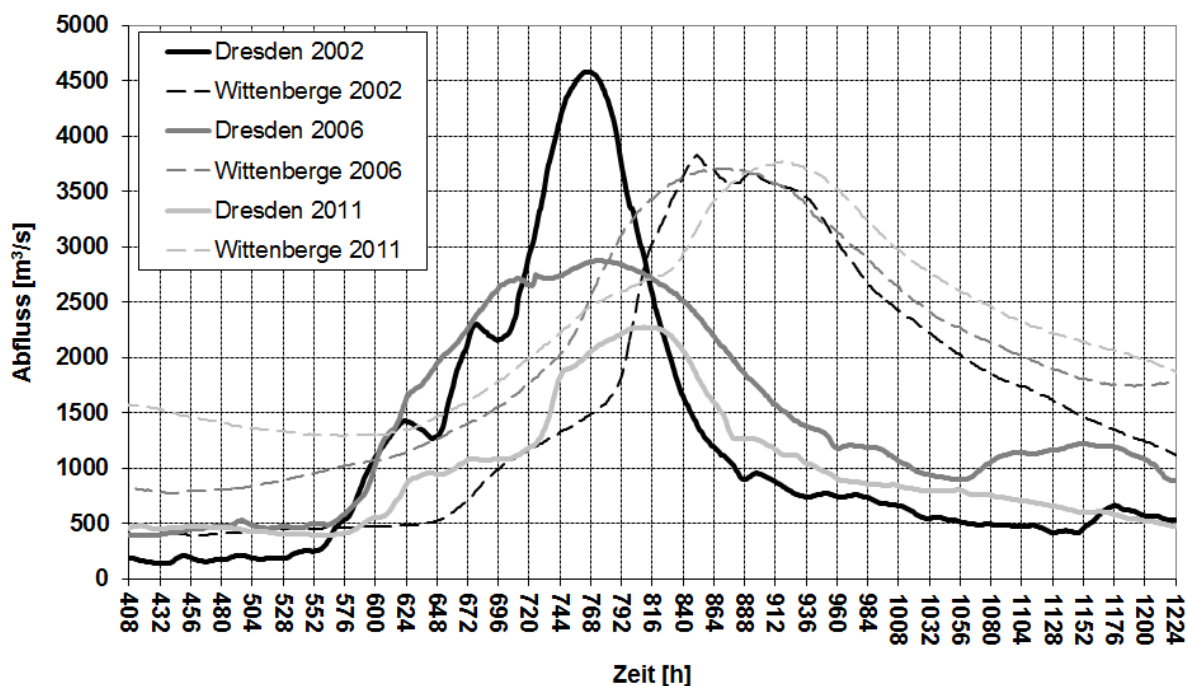


Abbildung 3: Ganglinien der HW 2002, 2006 & 2011 an den Pegeln Dresden/Wittenberge

Die Ganglinien stehen stellvertretend für Sommerhochwasser mit kurzen, steilen Scheiteln und im Verhältnis dazu geringen Abflussfüllen (2002) und Winter-/Frühjahrshochwasser (2011 bzw. 2006) mit eher langen Scheitelplateaus und großen Abflussfüllen. Neben dem in den Talsperren vorhandenen Rückhalte-

raum sind diese Merkmale eines Hochwassers (Scheitelform und Abflussfülle) ausschlaggebend für den Einfluss der Talsperren auf den Hochwasserverlauf.

3 Wirkungen der Talsperren auf den Hochwasserablauf an der Elbe in Tschechien und Deutschland

Die Simulationsergebnisse (*BfG 2012*) zeigen, dass für die historischen Hochwasser 2002, 2006 und 2011 erhebliche Scheitelreduktionen durch den nachweislich vorgenommenen Einsatz der tschechischen und thüringischen Talsperren erreicht wurden. Sie brachten nicht nur positive Effekte für den Hochwasserablauf in Tschechien und an der Oberen Elbe in Deutschland (Nahwirkung, siehe *Pegel Dresden*), sondern wirkten großräumig bis hin zur unteren Mittel-Elbe in Deutschland (Fernwirkung, siehe *Pegel Wittenberge*). Am Pegel Dresden, an dem die Wirkung aller tschechischer Rückhalteräume nachvollzogen werden kann, hätte der Scheitelwasserstand im August 2002 (gemessen: 940 cm am Pegel) ohne Einsatz der Talsperren die Marke von 10 m überschritten. Tabelle 2 zeigt die erzielten Scheitelreduktionen (Q/W) an den Pegeln Dresden und Wittenberge.

Tabelle 2 Erzielte Scheitelreduktionen an den Pegeln Dresden/Wittenberge (*BfG 2012*)

	Pegel Dresden (nur tschechische Maßnahmen wirken)	Pegel Wittenberge (<i>rechnerisch</i> : nur tschechische Maßnahmen wirken)	Pegel Wittenberge (<i>real</i> : Maßnahmen in Tschechien und an der Saale wirken)
Aug. 2002	-888 m ³ /s / -72 cm	-572 m ³ /s / -43 cm	-574 m ³ /s / -43 cm
April 2006	-754 m ³ /s / -76 cm	-721 m ³ /s / -64 cm	-840 m ³ /s / -71 cm
Jan. 2011	-569 m ³ /s / -68 cm	-366 m ³ /s / -33 cm	-452 m ³ /s / -40 cm

Die beschriebenen Scheitelreduktionen konnten nur erreicht werden, weil im Hochwasserablauf zwischen 169 Mio. m³ (2002) und 518 Mio. m³ (2006) Wasser aus der Welle in den Talsperren zurückgehalten wurde (siehe Abb. 4). Hierfür stand nicht nur der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum zur Verfügung, sondern auch zusätzliches freies Volumen im Betriebsraum der Talsperren, welches durch Vorabsenkung generiert wurde. Mögliche Potentiale und Grenzen solcher Vorentleerungsprozesse wurden durch diese beispielhaften Modelluntersuchungen nochmals verdeutlicht. So war der Wasserstand im Januar 2011 in der Talsperre Orlik aufgrund der Vorabsenkung so niedrig, dass während des Hochwasserereignisses der gewöhnliche Hochwasserrückhalt nicht benötigt wurde (Abb. 2). Obwohl im Sommer 2002 „nur“ 162 Mio. m³ Wasser in Tschechien zurückgehalten wurden (zusätzlich zu vernachlässigbaren 7 Mio. m³ in den thüringischen Talsperren, Abb. 4), wurde für die damalige steile Hochwas-

serwelle am Pegel Dresden die größte Scheitelabflussreduktion erreicht. Hierbei wird nochmals deutlich, dass Hochwasser mit kurzer Dauer - bei vergleichbarer Scheitelhöhe - weniger Speichervolumen als Hochwasser mit langem Scheitel benötigen.

Abbildung 4 fasst die abschnittsgemittelten Reduktionen des Scheitelwasserstands für die drei Hochwasser entlang der gesamten deutschen Elbe zusammen.

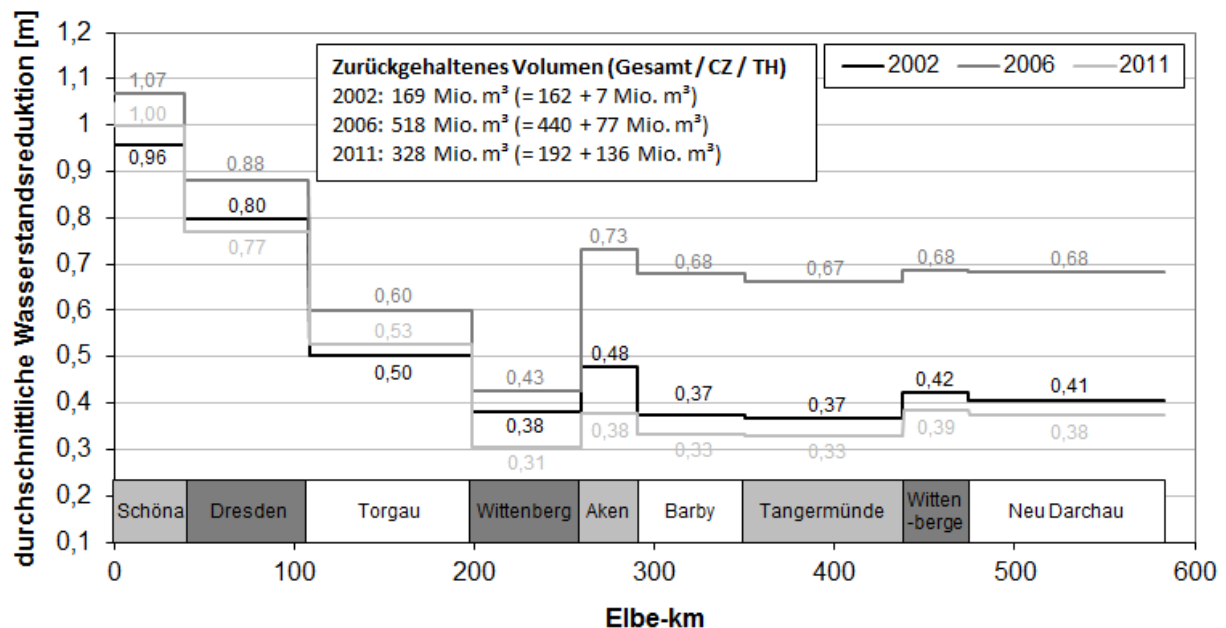


Abbildung 4: Durchschnittliche Scheitelwasserstandsabsenkungen an der deutschen Elbe während der Hochwasser der Jahre 2002, 2006 und 2011

Die Untersuchungen im LABEL-Projekt verdeutlichen darüber hinaus, dass durch die sukzessive zwischen 1932 und 1968 errichteten größten Talsperren im Elbeinzugsgebiet Effekte auf die Hochwasserscheitel erzeugt werden können, die in der langjährigen Hochwasserstatistik nicht zu vernachlässigen sind. Die in Deutschland bisher für die Elbepegel verwendeten langen HQ-Reihen (1890-2011; Abb. 5-oben) verfügen jedoch über unterschiedlich durch Talsperren beeinflusste Ereignisse und liefern somit keine hydrologisch belastbaren Aussagen. Die ranggelistete Darstellung in Abbildung 5 unterstreicht dies nochmals: Während die real abgelaufenen Hochwasser der Jahre 2002, 2006 und 2011 (schwarze Balken) an dritter, vierter und achter Stelle der größten Hochwasser am Pegel Neu Darchau (Mittelelbe) stehen (Abb. 5-Mitte), erhöht sich ihre Bedeutung dramatisch, wenn der Einfluss der Talsperren rechnerisch eliminiert wird (Abb. 5-unten). Die Hochwasser nehmen dann die Ränge 1 bis 3 ein.

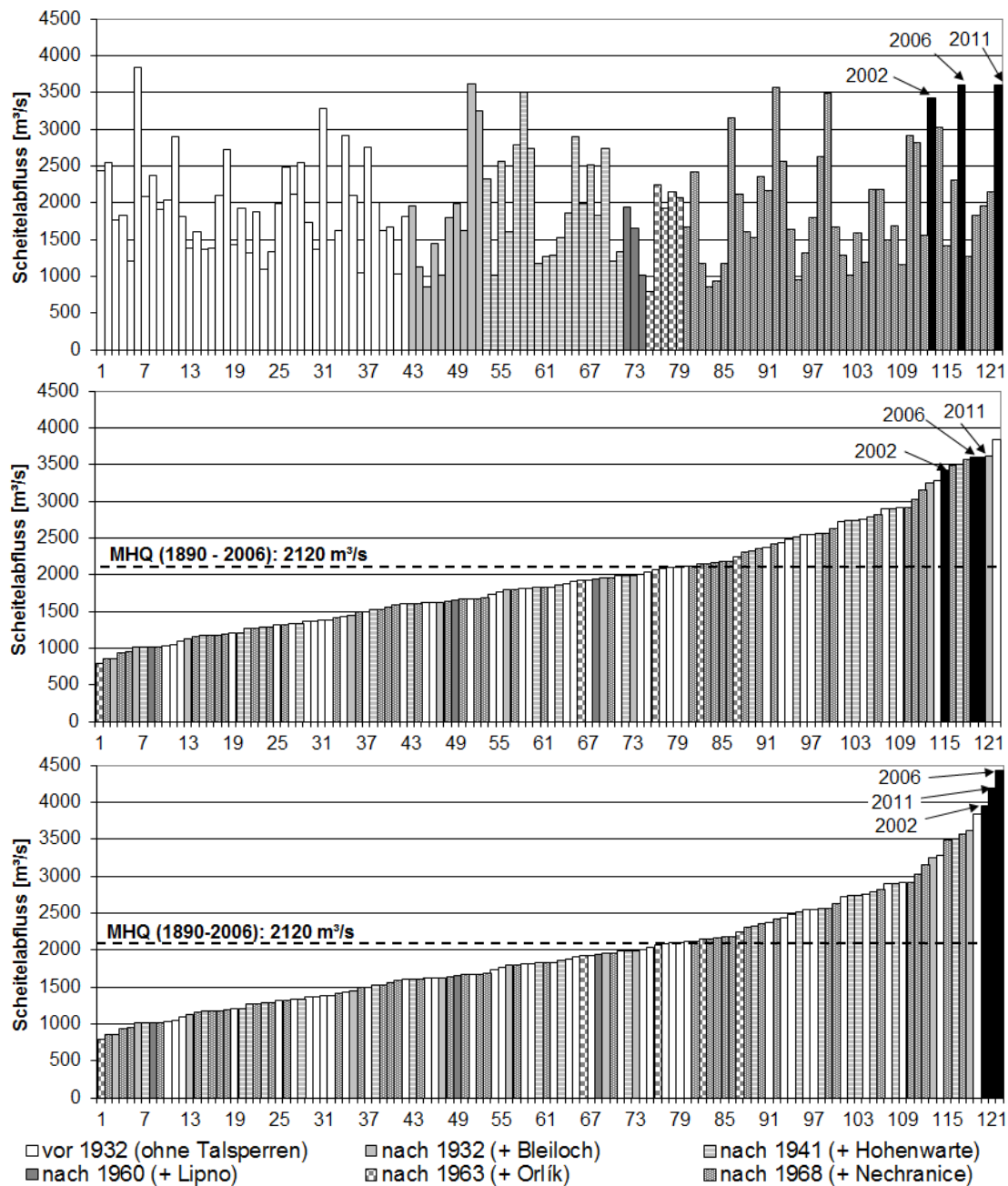


Abbildung 5: Lange HQ-Reihe (1890-2011) für den Pegel Neu Darchau; (a) **oben:** chronologisch, (b) **Mitte:** ranggelistet und (c) **unten:** ranggelistet und ohne Einfluss der Talsperren in 2002, 2006 und 2011 (schwarze Balken)

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mehrere Millionen Menschen an der deutschen Binnenelbe leben hinter Deichen und sind somit bis zu einem gewissen Grad vor Hochwassern geschützt. Die im Rahmen des EU-Projekts LABEL durchgeführten Untersuchungen zu den

Hochwassern 2002, 2006 und 2011 zeigen, dass heutzutage eine zweite Schutzmaßnahme existiert - tschechische und thüringische Talsperren - die ebenfalls in beträchtlichem Maße zum Hochwasserschutz beiträgt. Aufgrund der existierenden und eingesetzten Rückhaltevolumina und der Tatsache, dass die deutschen Nebenflüsse für die Hochwasserentstehung an der Elbe zumeist nur eine untergeordnete Rolle spielen, befindet sich das Elbegebiet in einer außergewöhnlichen Situation. An keinem anderen deutschen Strom (Rhein, Donau, Weser, Oder) profitieren die Unterlieger so stark von den Maßnahmen der Oberlieger. Dies gilt es zukünftig sowohl im Hochwasserrisikomanagement als auch bei der Ermittlung hydrologischer Grundlagen zu berücksichtigen.

5 Literatur

- BfG (2006): Modellgestützter Nachweis der Auswirkungen von geplanten Rückhaltemaßnahmen in Sachsen und Sachsen-Anhalt auf Hochwasser der Elbe, BfG-1542, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz 2006
- BfG (2012): Bewertung von Einflüssen tschechischer und thüringer Talsperren auf Hochwasser an Moldau und Elbe in Tschechien und Deutschland mittels Einsatz mathematischer Abflussmodelle, BfG-1725, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz 2012; DOI: 10.5675/BfG-1725-DT bzw. 10.5675/BfG-1725-TSCH
- IKSE (2005): Die Elbe und ihr Einzugsgebiet. IKSE, Magdeburg 2005
- IKSE (2009): Zweiter Bericht über die Erfüllung des Aktionsplans Hochwasserschutz Elbe im Zeitraum 2006 bis 2008, Internationale Kommission zum Schutz der Elbe, Magdeburg 2009
- Kašpárek, L. (2003): Liv, Analýza a možnosti využití ochranné funkce údolních nádrží pro ochranu před povodněmi v povodí labe. Závěrečná zpráva za rok 2003 projektu Vav/650/6/03, MŽP Praha
- Kašpárek, L., Novický, O., Jeníček, M., Buchtela, Š. (2006): Influence of large reservoirs in the Elbe River basin on reduction of flood flows. T.G.M. V.U.V., Prag

Autoren:

Marcus Hatz

Norbert Busch

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Referat M2 – Wasserhaushalt, Vorhersagen und Prognosen
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Referat M2 – Wasserhaushalt, Vorhersagen und Prognosen
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz

Tel.: +49 261 1306 5574
Fax: +49 261 1306 5280
E-Mail: hatz@bafg.de

Tel.: +49 261 1306 5227
Fax: +49 261 1306 5280
E-Mail: busch@bafg.de