

**Stellungnahme der tschechischen Delegation der Arbeitsgruppe FP und des
Forschungsinstituts für Wasserwirtschaft (VÚV T. G. M.) zu den Ergebnissen der Studie
Bewertung von Einflüssen tschechischer und thüringer Talsperren auf Hochwasser
an Moldau und Elbe in Tschechien und Deutschland mittels Einsatz mathematischer
Abflussmodelle (Bericht BfG-1725)**

In Tschechien wurde der Einfluss der großen Talsperren auf das Hochwasserregime von Gewässern unterhalb einer Talsperre schon mehrfach untersucht. Die letzte umfangreiche Studie wurde im Rahmen des Förderprojekts VaV/650/6/03 „*Wirkung, Analyse und Möglichkeiten der Nutzung der Schutzfunktion von Talsperren für den Hochwasserschutz im Einzugsgebiet der Elbe*“ (Vliv, analýza a možnosti využití ochranné funkce údolních nádrží pro ochranu před povodněmi v povodí Labe, im Weiteren nur VaV-Studie) durchgeführt, das unter der Koordinierung des Forschungsinstituts für Wasserwirtschaft (VUV T. G. M.) in den Jahren 2003-2005 bearbeitet wurde. Diese Studie wurde auf der Grundlage einer Vereinbarung im Rahmen der IKSE in das Forschungsprogramm aufgenommen und die publizierten Ergebnisse der Studie sind auch den Bearbeitern der BfG-Studie bekannt (siehe Literatur der Studie). Das grundlegende Fazit der Studie lautet, dass **„der wesentliche Einfluss der Talsperren der Moldaukaskade auf die Größe der Hochwasserscheitelabflüsse an der Moldau und Elbe bis zu einem 20-jährlichen Hochwasser zu verzeichnen ist“**. Dieses Fazit ist auch in den „*Abschlussbericht über die Erfüllung des Aktionsplans Hochwasserschutz Elbe*“ aufgenommen worden (IKSE 2012).

Im Rahmen der VaV-Studie wurde die mögliche Wirkung der Talsperren Lipno, Orlik und Slapy an der Moldau sowie der Talsperre Nechanice an der Eger auf alle Hochwasser in der Zeitreihe 1890-2002 bewertet. Modelliert wurden die Zeitreihen der „talsperrenbeeinflussten“ und „nicht talsperrenbeeinflussten“ 6-Stunden-Abflüsse. Die daraus resultierenden Reihen der jährlichen Hochwasserscheitelabflüsse wurden dann statistisch zu beeinflussten und unbeeinflussten T-jährlichen Hochwasserabflüssen aufbereitet. Die sich ergebenden Differenzen bei den sich entsprechenden T-jährlichen Hochwasserabflüssen repräsentieren den Einfluss der Talsperren auf das Hochwasserregime. Die Differenzen bei den Scheiteln der konkreten Hochwasser können jedoch anders sein (größer oder kleiner).

Analysiert wurden Pegel im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe (Prag, Mělník, Louny, Ústí nad Labem, Děčín). Die größte Reduktion der Scheitelabflüsse durch den Einfluss der Talsperren wurde an der Moldau und der Elbe bei einem 10- bis 20-jährlichen Hochwasser erreicht. Bei einem längeren Wiederkehrintervall des Hochwassers nimmt der Einfluss der Talsperren bereits ab. Nur an der Eger in Louny nimmt der Einfluss der Talsperre Nechanice bis zu einem 100-jährlichen Hochwasser schrittweise zu. An der Elbe in Ústí nad Labem jedoch beeinflusst die Talsperre Nechanice bereits nicht mehr die fallende Tendenz bei höherer Jährlichkeit T. Die größte Scheitelreduktion eines T-jährlichen Hochwassers wurde bei den analysierten Varianten in Ústí nad Labem bei einem 10-jährlichen Hochwasser registriert – 350 m³/s, d. h. 13,5 % des unbeeinflussten Scheitels. Die prozentuale Reduktion der T-jährlichen Hochwasserabflüsse durch den Einfluss der Talsperren nimmt weiter stromab nach und nach ab. Nur am Pegel Ústí nad Labem zeigt sich ein einmaliger Anstieg durch den Einfluss der Einmündung der beeinflussten Eger. **Es gibt Gründe für die Annahme, dass der Einfluss der Talsperren weiter stromab auch im deutschen Elbeabschnitt immer mehr abnimmt, und zwar bis zur Einmündung weiterer Nebenflüsse, die durch Talsperren im Einzugsgebiet (d. h. Mulde und Saale) wesentlich beeinflusst sein können.**

Der Einfluss von Talsperren bei konkreten Hochwassern in Tschechien wurde im Rahmen des Projekts „Auswertung des katastrophalen Hochwassers im August 2002“ (*Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002*) und im Rahmen des Projekts „Auswertung des Frühjahrshochwassers 2006 auf dem Gebiet Tschechiens“ (*Vyhodnocení jarní povodně 2006 na území České republiky*) bewertet. Der Einfluss der Talsperren beim Hochwasser im Januar 2011 ist im Rahmen der Hochwasserberichte der staatlichen Wasserwirtschaftsbetriebe für die Moldau und die Eger (Povodí Vltavy, státní podnik und Povodí Ohře, státní podnik) ausgewertet worden. Die Reduktion der Hochwasserscheitel wurde in diesen Arbeiten immer für das Profil des Staudamms bewertet (Differenz zwischen dem maximalen Zufluss und der maximalen Abgabe). Die Werte für die Reduktion der Scheitel in den Talsperrenprofilen, die in der BfG-Studie aufgeführt sind, gehen von diesen Unterlagen aus und sind alle richtig. Eine Ausnahme bilden einige Talsperren beim Hochwasser 2002. Für diese Talsperren sind nach einer gründlichen Überprüfung durch die sicherheitstechnische Aufsicht (TBD) im Rahmen des Projekts zur Auswertung des Hochwassers gegenüber den vorläufigen Werten des Zuflusses und der Abgabe Korrekturen vorgenommen worden. Die größte Korrektur hat es an der Talsperre Klabava gegeben, für die der ursprüngliche Wert des maximalen Zuflusses von 332 auf 257 m³/s verringert worden ist, wodurch sich der Reduktionseffekt der Talsperre auf 20 m³/s verminderte. Diese Korrekturen sind jedoch angesichts der Höhe der Hochwasserabflüsse im Vorfluter nicht als wesentlich zu betrachten. Für die Talsperre Orlík sind für das Hochwasser 2002 die aufgeführten Werte des maximalen Zuflusses 3 900 m³/s und der maximalen Abgabe 3 100 m³/s gültig geblieben. Es wird jedoch eingeräumt, dass sie durch eine beträchtliche Unsicherheit belastet sein können.

Die Ausbreitung des Effekts der Scheitelreduktion der Hochwasserwelle im August 2002 durch die Talsperren der Moldaukaskade weiter stromab der Moldau bis nach Prag wurde im Rahmen des Projekts zur Auswertung des Hochwassers mit der eigenständigen Studie „Auswertung des Hochwassers im August 2002 aus der Sicht des Ablaufs der Hochwasserwelle durch die Moldaukaskade“ (*Vyhodnocení povodně v srpnu 2002 z pohledu průchodu povodňové vlny Vltavskou kaskádou*, ČZU und AquaLogic, 2003) bearbeitet. In der Studie wurden verschiedene Bewirtschaftungsvarianten für die Talsperre Orlík simuliert, die jedoch in dieser Extremsituation im Hinblick auf die Höhe des Scheitels der zweiten Hochwasserwelle in Prag keine deutlicheren Unterschiede auswiesen. In der Studie wurde auch eine Variante ohne Talsperren im unteren Teil der Kaskade (Orlík – Vrané) betrachtet. Die Simulation erfolgte mit einem hydraulischen Modell, dessen Ergebnisse durch Fehler bei der Erfassung der Topografie des ursprünglichen Gewässerbetts der Moldau vor dem Bau der Talsperren verzerrt sein können. Eine der Plausibilisierung dienende Simulation mit Daten vom Hochwasser 1890 signalisierte, dass das eingesetzte Modell die Abflüsse in Prag stark überbewertet, und zwar in einer Größenordnung von Hunderten m³/s. Das führt zu gewissen Zweifeln am Wert für die Differenz zwischen dem simulierten Scheitel „2002 ohne Talsperren“ und dem tatsächlichen Scheitelabfluss in Prag (674 m³/s). Die Simulation schloss allerdings keine Bereinigung des Einflusses von Lipno am Zulauf zur Talsperre Orlík sowie keine Bereinigung des Einflusses mehrerer Talsperren an Nebenflüssen der Moldau (insbesondere Švihov an der Želivka und Hracholusky an der Mže) ein. Auf der anderen Seite ist es nicht wahrscheinlich, dass sich der Einfluss dieser Talsperren in Prag addieren würde. Im Gegenteil, in der realen Situation am 14.08.2002 sind praktisch die Scheitel der Berounka und der Moldau in Prag zusammengetroffen, sodass sich die zeitliche Verschiebung der unbeeinflussten Wellen eher in einem geringeren Scheitelabfluss zeigen würde. **Die tschechische Seite hielt die Ergebnisse für die Simulationen des „natürlichen Zustands“ für unsicher und zog bei der Auswertung des Hochwassers 2002 in Bezug auf**

die Talsperrenbeeinflussung des Scheitelabflusses in Prag kein eindeutiges Fazit. Ähnliche Zweifel gibt es jedoch an den für die BfG-Studie durchgeführten Simulationen, die eine Scheitelreduktion des Hochwassers 2002 in Prag angeben.

Der weitere Verlauf des Effekts der Scheitelreduktion der Hochwasserwelle in der Moldau und der Elbe wurde zweifelsfrei durch die gewaltigen Ausuferungen unterhalb von Prag, am Zusammenfluss von Moldau und Elbe und im Gebiet um Litoměřice mit einem Gesamtausmaß von ca. 200 km² beeinflusst. Diese Ausuferungen sind für die Transformation der Hochwasserwelle 2002 an der Elbe von grundsätzlicher Bedeutung und die dadurch bedingte Scheitelreduktion in Ústí nad Labem wird auf ca. 900 bis 1 000 m³/s geschätzt. **Durch den Einfluss der Ausuferungen in die Überschwemmungsgebiete auf den Hochwasserscheitel ist die Reduktionswirkung der Talsperren erhöht worden.**

Nach den Ergebnissen der BfG-Studie könnte man zu dem Schluss kommen, dass die Reduktion der Scheitelabflüsse durch die Talsperren im Einzugsgebiet der Elbe wesentlich größer ist, als in der VaV-Studie angegeben. Beim Vergleich der Ergebnisse beider Studien sind die wesentlichen Unterschiede der Daten zu berücksichtigen, auf deren Grundlage die Studien erstellt wurden, der Komplex der betrachteten Talsperren und der Füllstand der Speicherbecken vor Beginn der Hochwasser.

	VaV/650/6/03	BfG
Daten	113 Hochwasser (1890-2002)	Hochwasser 2002, 2006, 2011
Berücksichtigte Talsperren	Lipno, Orlik, Nechanice	Lipno, Orlik, Nechanice und weitere 14 Talsperren
Beckenfüllstand	Mittelwert für den jeweiligen Monat	tatsächlicher Stand
Vorentlastung	nicht in Betracht gezogen	entsprechend der Realität genutzt

Die VaV-Studie lieferte also Ergebnisse, die man als Mittelwerte des Einflusses der Talsperren auf das Hochwasserregime der Moldau und der Elbe auf tschechischem Gebiet charakterisieren kann. In der Studie wurde eine beträchtliche Anzahl an Hochwassern bearbeitet und der mittlere Ausgangsfüllstand der Speicherbecken ohne Vorentlastung betrachtet. In der BfG-Studie wurden nur drei Hochwasser genutzt, die einzelne, unter einigen Gesichtspunkten Ausreißer-Ereignisse sind.

Das Hochwasser 2002 war so extrem, dass sein Ablauf durch die Talsperren der Moldaukaskade ganz untypisch war. An allen wasserwirtschaftlichen Anlagen der Kaskade wurde das zulässige maximale Stauziel überschritten, und zwar weil der Talsperrenzufluss die Kapazität der Ablass- und Überlaufeinrichtungen überschritt. Die größte Überschreitung des maximalen Stauziels gab es an der Talsperre Orlik um 1,57 m. Dazu trugen auch die Überflutung und die Außerbetriebnahme des Wasserkraftwerks an der Talsperre Orlik während des Hochwasserscheitels bei, wodurch die Abgabekapazität um weitere 600 m³/s verringert wurde. In den Speicherbecken der Moldaukaskade wurden somit „ungeplant“ über dem maximalen Stauziel insgesamt 54,5 Mio. m³ Wasser zurückgehalten. **Dieses Volumen sollte nicht als für die Reduktion zukünftiger Hochwasser verfügbar betrachtet werden.**

Die Nichtüberschreitung des maximalen Stauziels im Speicherbecken hat nach dem Bewirtschaftungsplan Vorrang. Derzeitig werden am Staudamm der Talsperre Orlik bereits Maßnahmen durchgeführt, damit ein Hochwasser von der Größe des Hochwassers 2002 ohne Ausfall des Kraftwerks abgeleitet werden kann. Im Bewirtschaftungsplan der Talsperre Orlik

steht auch: „Der Scheitel eines theoretischen 100-jährlichen Hochwassers ($2\,050\text{ m}^3/\text{s}$ am Profil Orlík) wird durch den Hochwasserrückhalteraum im Speicherbecken nicht reduziert“. Das gilt für alle Hochwasser, bei denen der ansteigende Teil der Welle den freien Stauraum des Speicherbeckens bis auf die zulässige maximale Höhe des Wasserspiegels ($353,60\text{ m ü. NN}$) füllt. Falls in diesem Moment die Kapazität aller Abgabeeinrichtungen ausreichend wäre, würde der Scheitelabfluss ohne Beeinflussung in den Bereich unterhalb des Staudamms geleitet werden. Eine solche Situation ist während der Zeit des Betriebs der Talsperre bisher nicht aufgetreten, kann aber in der Zukunft real eintreten. Das betrifft insbesondere die Sommerhochwasser, wenn eine größere Vorentlastung des Betriebsstauraums der Talsperre nicht realistisch ist und der Scheitel der Zuflusswelle bis zu ca. $3\,100\text{ m}^3/\text{s}$ beträgt.

Das Hochwasser 2006 entwickelte sich zum Ende des Winters, in dem sich im Einzugsgebiet eine außerordentlich hohe Schneerücklage aufgebaut hatte. Dies war der Anlass für eine wesentliche Vorentlastung der Talsperren Lipno und Orlík. An der Gesamtreduktion des Scheitelabflusses in Prag war jedoch auch die Wirkung weiterer Talsperren beteiligt, deren dominanter Zweck die Wasserversorgung ist. In diesen Speicherbecken gab es einen relativ großen freien Stauraum, da dem Hochwasser ein Zeitraum mit stark unterdurchschnittlichen Abflüssen vorausging und die Betriebsräume der Talsperren ziemlich leer waren. Eine solche Situation entspricht jedoch nicht den durchschnittlichen Bedingungen und charakterisiert eher einen der Randzustände. Der simulierte Gesamteffekt der Reduktion des Scheitelabflusses in Prag bewegt sich offensichtlich in der Nähe der oberen Grenze der wahrscheinlichen Spanne.

Im BfG-Bericht wird angenommen, dass die Vorentlastung der Talsperren die für die Reduktion von Winterhochwassern nutzbaren Stauräume wesentlich vergrößern kann. Diese Möglichkeit nutzt der Talsperrenbewirtschafter regelmäßig, wobei das Tschechische Hydrometeorologische Institut (ČHMÚ) die aktuellen Informationen über die Wasservorräte der Schneedecke im Einzugsgebiet zur Verfügung stellt. Eine effektive Vorentlastung kann gewährleistet werden, wenn sich die Schneerücklage im Einzugsgebiet langfristig aufbaut und ausreichend Zeit für das Freimachen eines Teils des Betriebsraums ist. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen sich die Schneerücklage nur wenige Tage vor dem Hochwasser ausbildet oder sich Schneefälle und Regen abwechseln. Auch im Winter kann die Hauptursache eines Hochwassers Regen sein, dann ist die Möglichkeit einer Vorentlastung wesentlich kleiner oder auch genauso groß wie im Sommer.

Die Möglichkeiten für eine Vorentlastung der Talsperren im Sommer sind stark eingeschränkt. Bei Mehrzwecktalsperren darf das Ablassen eines Teils des Betriebsraums nicht deren Wasserversorgungsfunktion stören. Es ist also einerseits durch den Vorhersagezeitraum und die Unsicherheit der hydrologischen Vorhersage (auf der Basis einer quantitativen Niederschlagsvorhersage) begrenzt, andererseits durch die Kapazität der Ablässe. Diese Tatsache akzeptiert die BfG-Studie (Seite 33 der tschechischen Fassung).

Das Hochwasser im Januar 2011 war in Tschechien relativ unbedeutend (Scheitel in Ústí nad Labem unter HQ_5), am deutschen Elbeabschnitt erreichte es jedoch relativ extreme Werte. Es ist ein Beispiel dafür, dass nicht alle großen Hochwasser an der Elbe ihren Ursprung im tschechischen Teil ihres Einzugsgebiets haben (auch wenn dies für die meisten Hochwasser offensichtlich gilt).

Das Maß der Beeinflussung des Hochwasserregimes eines Gewässers lässt sich nicht anhand des Verlaufs einiger weniger konkreter Hochwasser bewerten, auch wenn es sich um Hochwasser verschiedenen Typs handelt. Andere Hochwasser können eine ganz andere Verteilung der Auslöser haben und der Talsperreneinfluss anders oder überhaupt nicht

in Erscheinung treten. Ein Beispiel kann das Hochwasser von 1872 sein, als durch Prag ca. $3\,300\text{ m}^3/\text{s}$ überwiegend aus der Berounka flossen. Der Zufluss aus der Moldau war in der Größenordnung geringer, sodass auch die Möglichkeit einer eventuellen Beeinflussung des Scheitelabflusses in Prag durch eine theoretische Moldaukaskade minimal wäre.

Die Ableitung der Modellhochwasser mit der von der BfG genutzten Methodik besteht in der proportionalen Umrechnung der Abflüsse im Hochwasserverlauf im Verhältnis des gewählten T-jährlichen Hochwasserabflusses zum Scheitelabfluss der einzelnen beobachteten Hochwasser. Diese Methodik wird für die Bedingungen Tschechiens als nicht akzeptable vereinfachte Lösung betrachtet, die die systematische Bearbeitung eines Komplexes von Hochwassern nicht ersetzen kann.

Die Beziehung zwischen den Scheitelabflüssen und den Abflussfüllen von Hochwassern ist eine stochastische. In der beobachteten Reihe der Hochwasser kommen Hochwasser mit ähnlichen Scheitelabflüssen, jedoch sehr unterschiedlichen Abflussfüllen vor. In Tschechien wird diese Problematik mithilfe von bedingten Wahrscheinlichkeiten gelöst, wobei sich für einen gewählten T-jährlichen Hochwasserscheitelabfluss der Verlauf eines Hochwassers, das der gewählten bedingten Wahrscheinlichkeit der Abflussfülle des Hochwassers (W) entspricht, ableiten lässt.

Dadurch, dass in der BfG-Methodik die Modellhochwasser aus dem Verlauf eines einzigen Hochwassers des gewählten Typs abgeleitet werden, ist es nur eine Frage des Zufalls, wo sich die Daten dieses Hochwassers im Feld der Werte $W=f(Q_{\max})$ befinden. Alle von ihm abgeleiteten Modellhochwasser sind mit dieser Zufälligkeit belastet und zufällig gegenüber dem Mittelwert des entsprechenden T-jährlichen Hochwassers abweichend. Das äußert sich selbstverständlich in den entsprechenden Ergebnissen der Modellierung der Hochwasserreduktion in den Talsperren, die nicht den Mittelwerten entspricht.

Aus den dargestellten Gründen **können die in Tab. 21 des BfG-Berichts angegebenen Werte für die Scheitelabflussreduktionen dieser Modellhochwasser durch die Talsperren (z. B. in Prag) auf keinen Fall als zu erwartende Reduktion natürlicher T-jährlicher Hochwasser angesehen werden.**

Die in der Zusammenfassung der Studie aufgeführte Forderung nach einer Homogenisierung der Zeitreihen 1890-2010 wird für richtig gehalten. Die Aufstellung zweier Zeitreihen der jährlichen Scheitelabflüsse (beeinflusste und unbeeinflusste) wird als das einzige Verfahren für die richtige Berechnung der T-jährlichen Hochwasserabflüsse angesehen. Es sei darauf hingewiesen, dass das ČHMÚ für statistische Analysen des Auftretens von Hochwasser die Zeitreihen der um den Einfluss der bedeutenden Talsperren (Lipno, Orlik, Nechanice) bereinigten Hochwasserabflüsse nutzt. Das ČHMÚ gibt also die T-jährlichen Hochwasserabflüsse für das „natürliche Regime“ heraus, sodass die auf Seite 16 der BfG-Studie (tschechische Fassung) angegebenen statistischen Abflüsse für Prag ($HQ_{100} = 4\,020\text{ m}^3/\text{s}$) und Ústí nad Labem ($HQ_{100} = 4\,290\text{ m}^3/\text{s}$) bereits nicht mehr durch diese Talsperren beeinflusst sind.

Fazit

Die Studie „*Bewertung von Einflüssen tschechischer und thüringer Talsperren auf Hochwasser an Moldau und Elbe in Tschechien und Deutschland mittels Einsatz mathematischer Abflussmodelle*“ (veröffentlicht im Bericht BfG-1725) wird als eine weitere nützliche Arbeit im Bereich der Untersuchung des möglichen Einflusses der Talsperren auf das Hochwasserregime

betrachtet. Dennoch stehen einige präsentierte Angaben zum Einfluss der tschechischen Talsperren nicht im Einklang mit den Ergebnissen ähnlicher Arbeiten auf der tschechischen Seite.

Es gibt jedoch keine Zweifel daran, dass die Interessen der tschechischen und der deutschen Seite bei der Steuerung von Hochwassern gleich sind, und es wird zugestimmt, dass auf diesem Gebiet das „was gut für Prag auch gut für Dresden ist“. Die Bewirtschafter der Einzugsgebiete in Tschechien bewirtschaften die Talsperren so, dass die größtmöglichen Effekte für die Reduktion der Hochwasser erreicht werden, selbstverständlich unter Beachtung der anderen Funktionen der wasserwirtschaftlichen Anlagen. Dennoch wird ihr möglicher Effekt weniger optimistisch gesehen, als in der vorgelegten Studie dargestellt, und ferner werden auch begrenzte Möglichkeiten einer weiteren Erhöhung dieses Effekts gesehen.

Zugestimmt wird den allgemeinen Empfehlungen der Studie hinsichtlich der Stärkung der Zusammenarbeit, der Weitergabe von Informationen und der Fortsetzung der Forschungsarbeiten. Es wird empfohlen, in eventuelle weitere gemeinsame Aktivitäten außer dem VUV T. G. M. auch weitere Institutionen einzubeziehen, insbesondere die Bewirtschafter der Einzugsgebiete, die die Talsperren betreiben, und das ČHMÚ.

Prag, 28.11.2012