



Analyse des Einflusses wichtiger Hochwasserrückhaltemaßnahmen in Tschechien und an der Saale auf das Hochwasserereignis an der Elbe im Januar 2011

- Norbert Busch¹, Marcus Hatz¹, Wolfgang Stürmer¹, Pavel Balvin², Jakub Krejci³, Hans-Georg Spanknebel⁴, Jürgen Brüning⁵ -

(¹Bundesanstalt für Gewässerkunde, ²T.G. Masaryk Water Research Institute, ³AquaLogic Consulting, ⁴Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, ⁵Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie)

Vorwort

Im Rahmen des EU-Interreg-Projekts LABEL „Anpassung an das Hochwasserrisiko im Elbeeinzugsgebiet“ führte die *Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)* erstmals innerhalb eines transnationalen Projekts in Zusammenarbeit mit dem tschechischen Partner *Výzkumný Ústav Vodohospodářský T.G. Masaryka (VUV, Masaryk Water Research Institute)* und dem Institut *AquaLogic Consulting* großräumige Simulationsuntersuchungen zur Wirkung tschechischer Hochwasserrückhalteräume (an Moldau und Eger) auf extreme Hochwasserereignisse an der Elbe in Tschechien und Deutschland durch (BfG 2011).

Weiterhin wurde die BfG auf der 4. Sitzung der Arbeitsgruppe „Hochwasserrisikomanagement“ der Flussgebietsgemeinschaft Elbe am 07. Juni 2011 gebeten, das von den Projektpartnern entwickelte Modellinstrumentarium über den eigentlichen Projektumfang hinaus im Rahmen weitergehender Simulationsuntersuchungen einzusetzen. Ziel dieser Berechnungen war, die Wirkung der wichtigen tschechischen Hochwasserrückhalteräume sowie der Talsperren an der thüringischen Saale auf den Hochwasserablauf des Elbehochwassers vom Januar 2011 zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser gemeinsamen Studie, an der neben den zuvor genannten Instituten auch die *Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG)* mitwirkte, werden im Folgenden vorgestellt.

Maßnahmen in den Einzugsgebieten von Moldau, Eger und Saale

Sowohl im Einzugsgebiet der Saale in Deutschland als auch in den Einzugsgebieten von Moldau und Eger in Tschechien existiert eine große Anzahl an Talsperren und Hochwasserrückhalteräumen, die schon während der Hochwasserereignisse von 2002 und 2006 eine bedeutende Rolle bei der Reduktionen des Hochwasserscheitels spielten (vgl. IKSE 2004 und IKSE 2006). Auch während des Hochwassers 2011 trugen nach ersten Abschätzungen (vgl. Tab. 1, Auswahl wichtiger Talsperren an Moldau und Eger) diese Maßnahmen zu einer deutlichen Verringerung der Hochwasserscheitel an der Elbe bei. Hierauf wurde bereits auf dem IKSE-Workshop zur „vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos in der internationalen Flussgebietseinheit Elbe“ (Magdeburg, 31.05./01.06.2011) hingewiesen.

Tab. 1: Ausgewählte Talsperren an Eger / Moldau und ihre maximalen Abflussverringerungen im Januar 2011

Rückhalteraum	Einzugsgebiet	Stauraum [Mio m ³]	Zufluss [m ³ /s]	Ablass [m ³ /s]	maximale Reduktion [m ³ /s]
Skalka	Eger	15,9	145	76	69
Jesenice	Eger	52,8	58	20	38
Horka	Eger	19,2	14	12	2
Stanovice	Eger	24,2	20	8	12
Březová	Eger	4,7	79	38	41
Nechranice	Eger	272,4	495	314	181
Lipno I	Moldau	309,5	89	15	74
Orlik	Moldau	716,5	539	260	279
Žlutice (Berounka)	Moldau	12,8	49	17	32
Hrachoľusky (Berounka)	Moldau	41,9	248	144	104
Švihov (Sázava)	Moldau	226,6	43	21	22

Neben den in Tab. 1 aufgeführten tschechischen Retentionsräumen besitzt in Deutschland für den Hochwasserablauf an der unteren Mittel-Elbe (unterstrom Pegel Barby) der Einsatz des Talsperrensystems zwischen Blankenstein und Eichicht an der oberen Saale einen bedeutenden Einfluss.



Hier konnte während des Hochwassers 2011 alleine durch die Talsperren Bleiloch und Hohenwarte ein Volumen von 136 Mio. m³ zurückgehalten werden. Abbildung 1 zeigt die für das Hochwasser 2011 wichtigsten Talsperren in Deutschland und Tschechien, die in den vorgestellten Berechnungen Berücksichtigung finden.





Datengrundlagen

Von den tschechischen Projektpartnern wurde für den Pegel Usti nad Labem (Elbe-km -37,4) auf Basis des verwendeten Modells zwei Abflussganglinien für das Hochwasser 2011 bereitgestellt. Sie zeigen zum einen den modellierten Zustand mit Maßnahmenwirkung (tatsächlicher Ablauf des Hochwassers 2011) als auch einen Zustand, in dem die genannten Retentionsmaßnahmen in Tschechien keine Berücksichtigung finden (potentieller natürlicher Ablauf des Hochwassers 2011). Von der TLUG konnten neben Pegeldata Informationen zum Abfluss aus dem Saale-Talsperrensystem sowie zu den Speichervolumina in den einzelnen Stauräumen geliefert werden. Hieraus ließ sich unter Berücksichtigung von Translations- und Retentionseffekten eine Abflussganglinie für den Pegel Halle-Trotha ableiten, aus welcher die Effekte der Saale-Talsperren eliminiert werden konnten. Die Ganglinien für die beiden Pegel Usti nad Labem (Scheitelreduktion: 624 m³/s) und Halle-Trotha (Scheitelreduktion: 177 m³/s) sind in Abbildung 2 dargestellt. Alle weiteren im verwendeten SOBEK-Modell der BfG benötigten Eingangsdaten entsprechen den gemessenen Werten des Hochwassers 2011.

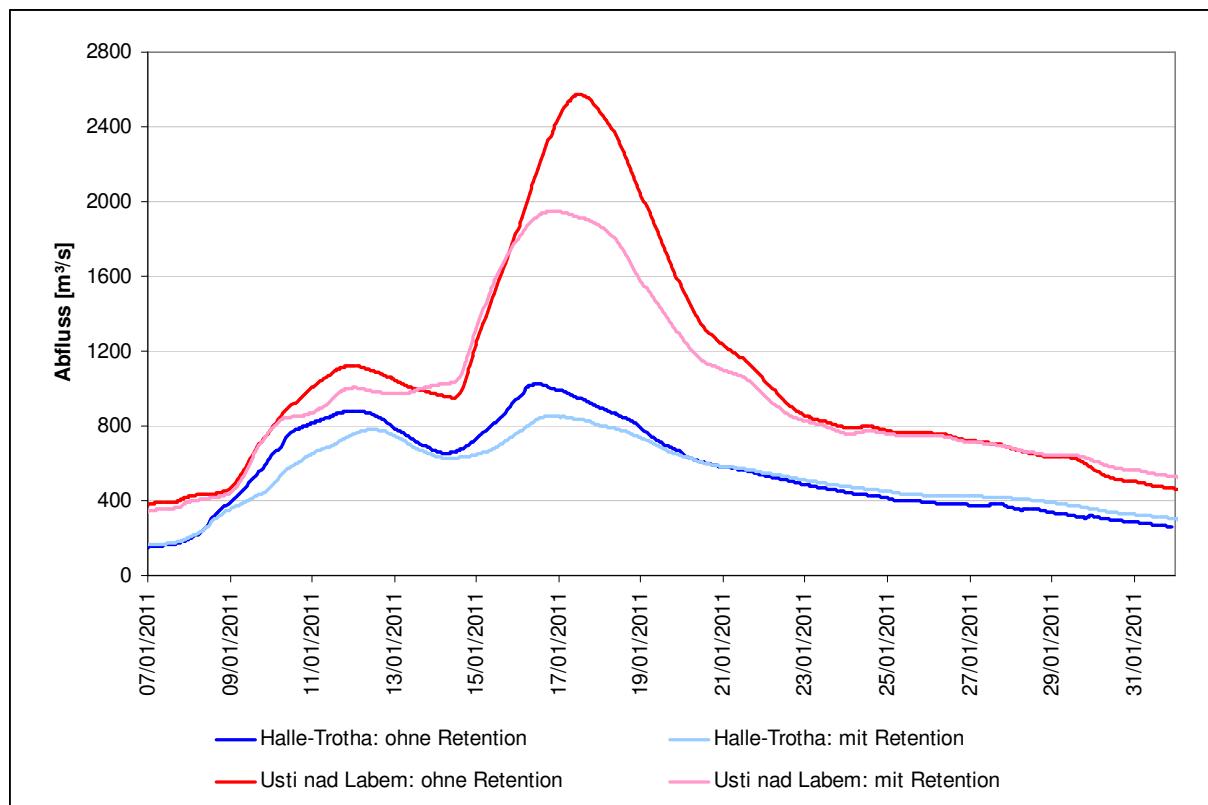


Abb. 2: Abflussganglinien (mit/ohne Maßnahmeneinsatz) an den Pegeln Usti nad Labem und Halle-Trotha

Ergebnisse und Diskussion

Auf Basis der vorhandenen Eingangsdaten konnten vier verschiedene Verläufe des Hochwassers 2011 (der tatsächliche Ablauf und drei modifizierte Szenarien) modelliert werden. Diese unterscheiden sich durch die differenzierte Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Rückhalteräume im Modell:

- „**HW_2011_MIT**“: tatsächlicher Verlauf des Hochwassers 2011 **mit** Berücksichtigung der Rückhaltemaßnahmen an der Saale, der Eger und der Moldau.
- „**HW_2011_OHNE**“: modifizierter Verlauf des Hochwassers 2011 **ohne** Einsatz der Rückhaltemaßnahmen an der Saale, der Eger und der Moldau.
- „**HW_2011_SAALE**“: modifizierter Verlauf des Hochwassers 2011 **mit** Einsatz der **Saale-Talsperren**, aber ohne Berücksichtigung der Maßnahmen an Moldau und Eger.



- „HW_2011_TSCH.“: modifizierter Verlauf des Hochwassers 2011 **mit** Einsatz der **tschechischen Maßnahmen** an Eger und Moldau, jedoch ohne Berücksichtigung der Wirkung der Saale-Talsperren.

Abbildung 3 vergleicht beispielhaft die verschiedenen ermittelten Szenarien für die Pegel Dresden (Elbe-km 55,6, blaue Ganglinien) und Wittenberge (Elbe-km 454,8, rot-gelbe Ganglinien). Am Pegel Dresden wird die Wirkung der tschechischen Rückhalteräume deutlich: Der Scheitelabfluss des Hochwassers wurde beim Hochwasser 2011 deutlich reduziert (- 570 m³/s); dies entspricht einer Abminderung des Scheitels um 68 cm. Der Scheitelzeitpunkt wird ebenfalls früher (20 Stunden) erreicht.

Dass diese Effekte nicht nur regionale, grenzüberschreitende Auswirkungen bis in den Raum Dresden erzeugten, wird bei der Betrachtung der Ganglinien am Pegel Wittenberge offensichtlich. Die Scheitelabminderung durch den Einsatz der tschechischen Rückhalteräume (- 366 m³/s) wird von den Effekten der Saale-Talsperren (-102 m³/s) zusätzlich überlagert, so dass am Pegel Wittenberge im Januar 2011 eine Gesamtreduktion des Scheitels im 452 m³/s (ca. 40 cm) aufgetreten ist. Das Hochwasserereignis, welches in Wittenberge ein Wiederkehrintervall von 25 Jahren besaß, wäre ohne den Einsatz der berücksichtigten Maßnahmen im Abflussbereich eines 50-jährlichen Hochwassers gelegen.

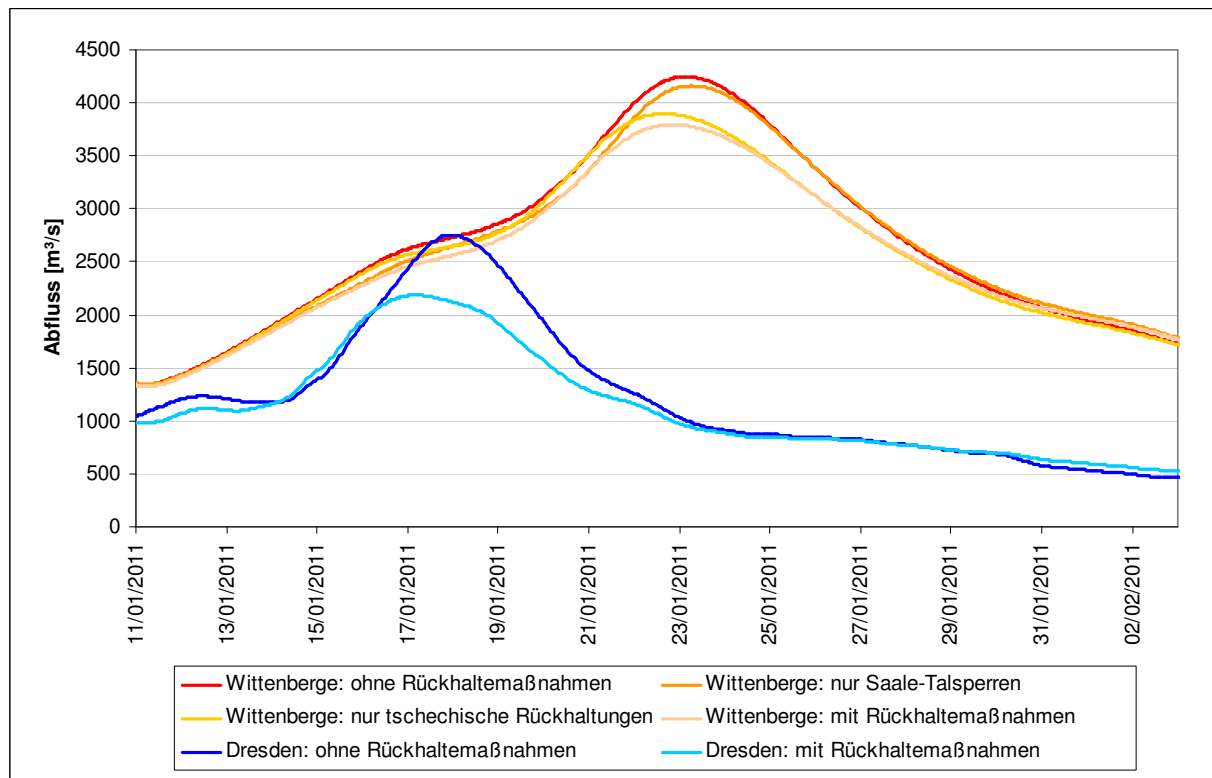


Abb. 3: Abflussganglinien (mit / ohne Maßnahmeneinsatz) an den Pegeln Dresden und Wittenberge

Die im vorangegangenen Absatz exemplarisch beschriebenen Aspekte lassen sich über die gesamte Elbestrecke verallgemeinert darstellen. Die Tabellen 2 und 3 zeigen deshalb für zehn hydrologische Pegel an der Elbe (unterhalb des Pegels Usti nad Labem) die Auswirkungen der betrachteten Rückhaltemaßnahmen beim Hochwasserereignis 2011.



Tab. 2: Wirkung der Rückhaltemaßnahmen in Tschechien und an der Saale auf das Hochwasser im Januar 2011

Abflüsse/Abflussdifferenzen für verschiedene Szenarien des Hochwassers 2011 an ausgewählten Pegeln									
Elbe-km	Pegel	Messwerte HW_2011 "MIT"	Modellwerte HW_2011 "MIT"	Extremwert-statistische Einordnung der Modellwerte HW_2011 "MIT"	Abflusserhöhung (ohne Maßnahmen in Tschechien, nur Saale-talsperren) HW_2011 "SAALE"	Abflusserhöhung (ohne Maßnahmen an der Saale, nur tsch. Maßnahmen HW_2011 "TSCH."	Abflusserhöhung (ohne Maßnahmen an Saale und in Tschechien) HW_2011 "OHNE"	Modellwerte HW_2011 "OHNE"	Extremwert-statistische Einordnung der Modellwerte HW_2011 "OHNE"
		[m³/s]	[m³/s]		[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	
-37.4	Usti	1910	1948	HQ ₂ -HQ ₅	+ 624	0	+ 624	2571	HQ ₁₀
2.1	Schöna	2020	2058	HQ ₂ -HQ ₅	+ 599	0	+ 599	2657	HQ ₁₀
55.6	Dresden	2280	2186	HQ ₅	+ 569	0	+ 569	2756	HQ ₁₀ -HQ ₂₀
154.6	Torgau	2270	2225	HQ ₅ -HQ ₁₀	+ 527	0	+ 527	2752	HQ ₁₀ -HQ ₂₀
214.1	Wittenberg	2400	2363	HQ ₅ -HQ ₁₀	+506	0	+506	2869	HQ ₁₀ -HQ ₂₀
274.8	Aken	2820	2796	HQ ₅ -HQ ₁₀	+ 421	0	+ 421	3217	HQ ₁₀ -HQ ₂₀
295.5	Barby	3600	3661	HQ ₁₀ -HQ ₂₀	+ 380	+ 114	+ 469	4130	HQ ₂₀ -HQ ₅₀
388.2	Tangermünde	3660	3614	HQ ₂₀	+358	+ 112	+ 448	4062	HQ ₂₀ -HQ ₅₀
454.8	Wittenberge	3770	3794	HQ ₂₅	+ 366	+ 102	+ 452	4246	HQ ₅₀
536.4	Neu Darchau	3600	3760	HQ ₂₅	+ 352	+ 99	+ 437	4196	HQ ₅₀

(Quelle für statistische Extremwerte: BfG 2009)

Die Untersuchungen zeigen, dass beim Hochwasser 2011 die eingesetzten Rückhaltemaßnahmen an der Saale und in Tschechien einen deutlichen Einfluss auf den Hochwasserscheitel der gesamten Strecke der frei fließenden Elbe hatten. Hierbei lassen sich folgende Einzelaspekte differenzieren:

Tab. 3: Modellierete Wasserstandsabsenkungen 2011

Wasserstandsabsenkung durch Talsperren beim Hochwasser 2011				
Elbe-km	Pegel	Wasserstandsabsenkung (durch Maßnahmen in Tschechien)	Wasserstandsabsenkung (durch Maßnahmen an der Saale)	Wasserstandsabsenkungen (durch alle Maßnahmen an Saale und in Tschechien)
		[cm]	[cm]	[cm]
-37.4	Usti	- 104	0	- 104
2.1	Schöna	- 110	0	- 110
55.6	Dresden	- 68	0	- 68
154.6	Torgau	- 57	0	- 57
214.1	Wittenberg	- 33	0	- 33
274.8	Aken	- 39	- 1	- 40
295.5	Barby	- 28	- 11	- 34
388.2	Tangermünde	- 29	- 9	- 37
454.8	Wittenberge	- 33	- 9	- 40
536.4	Neu Darchau	- 33	- 9	- 40

- Der Einfluss aller tschechischen Retentionsräume wird am Pegel Usti nad Labem verdeutlicht (Abb. 2). Die dort ermittelte Scheitelabminderung beträgt für das Hochwasser 2011 624 m³/s; dies entspricht einer Wasserstandsreduktion von mehr als 1m (Tab. 3). Die Ganglinienanalyse der Hauptwelle ergibt einen genutzten Speicherraum von 192 Mio. m³.
- Die für Usti nad Labem ermittelten Retentionseffekte wirken sich unterstrom an der gesamten frei fließenden Elbe aus. Selbst ohne den Einfluss der Saale wäre es 2011 somit zu Scheitelwasserstandsreduzierungen von ca. 30 cm unterhalb von Barby gekommen.
- Die isolierte Untersuchung der Wirkung der Saale-Talsperren auf das Hochwasser 2011 erbrachte eine Abflussreduktion im Scheitel von ca. 100 m³/s auf der Strecke zwischen Barby und Neu Darchau.

Zusammenfassung

Die durch BfG, VUV und TLUG vorgenommenen Untersuchungen zeigen, dass sowohl die Hochwasserrückhaltemaßnahmen in Tschechien (Eger und Moldau) als auch die Steuerung der Saale-Talsperren dafür sorgten, dass auf der gesamten Strecke der frei fließenden deutschen Elbe während des Hochwassers vom Januar 2011 deutlich niedrigere Wasserstände als ohne Maßnahmeinsatz eingetreten sind. Die streckenbezogenen, durchschnittlichen Wasserstandsreduktionen für die einzelnen Pegelbereiche (Abb. 4) zeigen Abminderungen zwischen 1,05 m im Bereich Usti nad Labem und 31 cm auf der dem Pegel Wittenberg zugeordneten Strecke.



Somit konnte ein erheblicher Beitrag zur Minderung der Hochwassergefährdung - insbesondere an der unteren Mittelelbe, wo im Januar 2011 die Höchstwasserstände von 2002 und 2006 überschritten wurden - geleistet werden. Es wird ebenfalls deutlich, dass alle Maßnahmen, die positiven Einfluss auf das tschechische Einzugsgebiet der Elbe auswirken, auch einen positiven Einfluss auf die deutsche Elbe besitzen. So wurde selbst am Pegel Neu Darchau (ca. 540 km unterhalb der tschechisch-deutschen Grenze) das Hochwasser von 2011 von einem 50-jährlichen Ereignis auf ein 25-jährliches Ereignis reduziert.

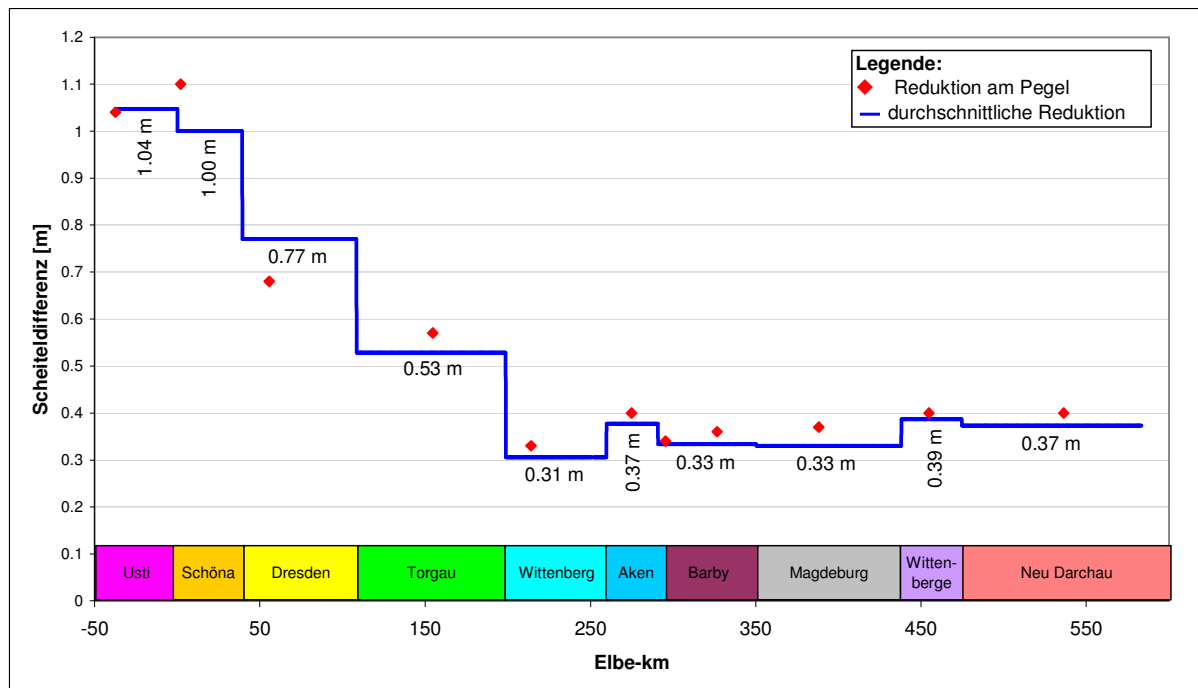


Abb. 4: Darstellung der durchschnittlichen Scheitelwasserstandsreduktionen auf verschiedenen Pegelgültigkeitsstrecken und für die einzelnen Pegel an der Elbe

Literatur

- BfG (2009): Einheitliche Grundlage für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellage der Elbe auf der frei fließenden Strecke in Deutschland. BfG-Bericht 1650. Koblenz: BfG
- BfG (2011): Hydrodynamisch-numerische Abflusssimulation für Moldau, Eger und Elbe zur Ermittlung der Auswirkungen tschechischer Talsperren auf extreme Hochwasser an der Moldau und der Elbe in Tschechien und Deutschland: BfG-Bericht 1725. In Vorbereitung.
- IKSE (2004): Dokumentation des Hochwassers vom August 2002 im Einzugsgebiet der Elbe. Zeitraum 2003 bis 2005. Magdeburg: IKSE
- IKSE (2006): Hydrologische Auswertung des Frühjahrshochwassers 2006 im Einzugsgebiet der Elbe. Magdeburg: IKSE
- TLUG (2011): Mitteilung der TLUG an die BfG im Juli 2011.