

## Hochwasservorhersagen im Grenzabschnitt der Elbe (Ústí nad Labem – Dresden)

*Möglichkeit der Integration des Einflusses kleinerer und mittlerer Einzugsgebiete auf den Hochwasserabfluss im tschechisch-deutschen Grenzgebiet mit einer größeren Genauigkeit in die Hochwasservorhersagesysteme*

*Stellungnahme der Expertengruppe Hy  
(Stand: 31.01.2013)*

Die Arbeitsgruppe FP bat in ihrer 24. Beratung im April 2012 die Expertengruppe Hy zu prüfen, ob der bei den Hochwassern im August und September 2010 zu verzeichnende Einfluss kleinerer und mittlerer Einzugsgebiete auf den Hochwasserabfluss im tschechisch-deutschen Grenzgebiet mit größerer Genauigkeit in die Hochwasservorhersagesysteme integriert werden kann.

### 1 Beschreibung des aktuellen Stands

#### Tschechische Republik

Im Hinblick auf die Zusammensetzung einer Hochwasserwelle werden am Unterlauf der Elbe (im tschechischen Teil des Einzugsgebiets) drei Grundtypen unterschieden:

- 1) Durch eine aus der tschechischen oberen und mittleren Elbe zufließende Welle verursachte Hochwasser, bei denen sich die Nebenflüsse an der tschechischen unteren Elbe in einer normalen-hochwasserfreien Situation befinden.
- 2) Hochwasser, bei denen es zu einer Addition der Einflüsse (Interferenzen) von Hochwasserwellen aus der tschechischen oberen und mittleren Elbe und den Nebenflüssen an der tschechischen unteren Elbe kommt. Im Hinblick auf den Scheitelabfluss weist dieser Hochwassertyp die größte Gefahr auf.
- 3) Nur durch Ausuferungen der Nebenflüsse an der tschechischen unteren Elbe (Kamenice, Ploučnice, Bílina, ...) verursachte Hochwasser.

Allgemein ist es ein größeres Problem, Hochwasser an kleineren Gewässern erfolgreich vorherzusagen. Demgegenüber sind Vorhersagen für größere Gewässer mit einem Einzugsgebiet von mehr als 1 500 km<sup>2</sup> meistens relativ zuverlässig.

Im Hinblick auf die Vorhersagbarkeit einer Hochwasserwelle an der unteren Elbe (im tschechischen Teil des Einzugsgebiets) sind Vorhersagen für den Hochwassertyp 1 erfolgreicher, da das in das Vorhersagesystem (Aqualog) eingehende Niederschlagswasser bereits im Einzugsgebiet ist und die Fließzeit bis zum Vorhersagepegel berechnet wird. Demgegenüber weisen hydrologische Vorhersagen für den Typ 3, bei denen die Niederschlagsvorhersage in die hydrologische Modellierung eingeht, die niedrigste Erfolgsquote auf.

Die größten Probleme bei hydrologischen Vorhersagen gibt es bei Abflusssituationen, bei denen der Hochwasserabfluss durch Starkregen ausgelöst wird, der jederzeit an jedem Ort auftreten kann. Die meteorologischen Modelle können diesen zurzeit nicht genau lokalisieren, denn die Schwerpunkte von Gewittern entstehen oft rein zufällig.

Quantitative hydrologische Vorhersagen mit dem hydrologischen Modell (Aqualog) werden an der Elbe für die Pegel Ústí nad Labem, Děčín und Hřensko sowie am Nebenfluss Ploučnice für

die Profile Česká Lípa im mittleren und Benešov nad Ploučnicí im unteren Teil des Einzugsgebiets gerechnet. Eine hydrologische Modellvorhersage wird auch für das Profil Zákupy an der Svitávka (Nebenfluss der Ploučnice) gerechnet. Die endgültige Vorhersage für die Elbe ist die Ganglinie des Abflusses und des Wasserstands im Stundenschritt für die folgenden 48 Stunden.

## Deutschland

Das konzeptionelle Hochwasservorhersagemodell für die Elbe wurde 1982 als Großrechnerversion in der damaligen Wasserwirtschaftsdirektion Obere Elbe-Neiße eingeführt. Beginnend an den Pegeln Prag-Chuchle/Moldau und Brandýs nad Labem/Elbe arbeitet das Modell nach dem Translations-Diffusions-Ansatz, der den Wellenablauf als eine zeitliche und örtliche Verschiebung (Translation) der Welle vom Oberpegel zum Unterpegel bei gleichzeitiger Abflachung (Diffusion) beschreibt. Dieses Modell wurde 1992 in eine PC-Version überführt und 2006 in das Vorhersagesystem des Landeshochwasserzentrums integriert. Nach den Hochwassern 2002 und 2006 wurden Modellanpassungen und eine Nacheichung vorgenommen.

Im Modell ist der Flussabschnitt von Brandýs nad Labem bzw. Prag bis Ústí nad Labem mit dem Zufluss der Eger (Pegel Louny) am Flusskilometer 72 in Litoměřice geteilt. Es erfolgt zunächst die Berechnung für den Flussabschnitt Prag (Moldau) und Brandýs nad Labem (Elbe) bis Litoměřice (Elbe). Danach wird die Berechnung des Nebenflusses von Louny (Eger) bis zur Mündung der Eger in die Elbe bei Litoměřice ausgeführt, um anschließend den Durchfluss am Pegel Ústí nad Labem (Elbe) aus dem Berechnungsergebnis am Modellknoten Litoměřice zu bestimmen. Zusätzliche tschechische Zwischengebietszuflüsse können über einen Faktor berücksichtigt werden.

Für die Bestimmung der Zuflüsse aus dem Zwischengebiet von Ústí nad Labem bis Dresden erfolgt die Summation sowohl der gemessenen sächsischen Zuflüsse als auch von Bílina mit 1 070 km<sup>2</sup>, Ploučnice mit 1 193 km<sup>2</sup> und Kamenice mit 217 km<sup>2</sup> auf tschechischem Gebiet. Auch hier besteht zusätzlich die Möglichkeit der Erhöhung des Zuflusses mit einem Faktor.

Aufgrund der durch das Tschechische Hydrometeorologische Institut (ČHMÚ) erstellten Vorhersagen für die Pegel Prag-Chuchle (Moldau), Brandýs nad Labem (Elbe) und Louny (Eger) beträgt die Vorhersage- bzw. Abschätzungszeit für die Pegel Schöna und Dresden 60 Stunden.

Parallel werden im Landeshochwasserzentrum mit dem hydrodynamischen Wasserstandsvorhersagesystem WAVOS, das von der Bundesanstalt für Gewässerkunde entwickelt wurde, Vorhersagen gerechnet. Erster Modellpegel ist Ústí nad Labem. Auf der Grundlage des 48-stündigen Vorhersage- bzw. Abschätzungszeitraums des ČHMÚ für den Pegel Ústí nad Labem beträgt der Vorhersage- bzw. Abschätzungszeitraum für den Pegel Dresden 60 Stunden. Auch in diesem Modell kann die Vorhersage mit der genaueren Berücksichtigung des Zwischeneinzugsgebiets verbessert werden.

Im Hinblick auf die Zusammensetzung einer Hochwasserwelle wird im sächsischen Teil der Elbe zwischen den gleichen drei Hochwassergrundtypen unterschieden wie im tschechische Einzugsgebiet am Unterlauf der Elbe. Die bedeutenden sächsischen Nebenflüsse mit einem Einzugsgebiet größer 150 km<sup>2</sup> bis Pegel Dresden sind dabei die Kirnitzsch, der Lachsbach, die Gottleuba, die Wesenitz und die Müglitz.

## 2 Beurteilung des potenziellen Einflusses von Nebenflüssen auf Hochwasser in der Elbe

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht mit den Nebenflüssen der Elbe im Abschnitt Ústí nad Labem – Dresden mit einem Einzugsgebiet von über 150 km<sup>2</sup> und deren 5-, 10- und 100-jährliche Hochwasserabflüsse an der Mündung in die Elbe.

**Tabelle 1:** HQT ausgewählte Nebenflüsse der Elbe an den Mündungsprofilen in die Elbe

Gewässer	Einzugsgebiet	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>5</sub>
	[km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
Bílina	1 106	108	56,2	43,4
Ploučnice	1 194	232	131	104
Kamenice	217	144	66,4	49,0
Kirnitzsch	157	67,5	24,6	18,7
Lachsbach	270	83	37,9	27
Gottleuba	252	168	85,6	61,1
Wesenitz	270	71	37,6	28,6
Müglitz	214	216	81	56,1

In der folgenden Tabelle sind die Abflüsse an den Pegeln Ústí nad Labem, Schöna und Dresden zusammengestellt.

**Tabelle 2:** Ausgewählte Hauptwerte und den Alarmstufen (AS) an den Elbepegeln Ústí nad Labem, Schöna und Dresden entsprechende Abflüsse

Gewässer	Pegel	A <sub>EO</sub>	MQ	MHQ	AS 1	AS 2	AS 3	AS 4
		[km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
Elbe	Ústí nad Labem	48 541	297	1 500	819	1 080	1 310	3 780*
Elbe	Schöna	51 391	314	1 430	772	1 080	1 440	2 090
Elbe	Dresden	53 096	327	1 460	868	1 220	1 730	2 440

\* In der Tschechischen Republik wird anstelle der AS 4 der Abfluss mit einem Wiederkehrintervall von 50 Jahren oder der diesem Abfluss entsprechende Wasserstand genutzt.

Zurzeit wird das tschechische Zwischengebiet von Ústí nad Labem bis Dresden in den Vorhersagen nicht genau erfasst. In der Modellentwicklung gab es dafür hydrologische Gründe wie die schnelle Reaktionszeit der Zuflüsse und der teilweise geringe Einfluss des Zwischeneinzugsgebiets auf die Vorhersage der Elbpegel. Technische Gründe waren, dass die Hochwasseraufzeichnungen der Pegel aus dem tschechischen Zwischeneinzugsgebiet für die Modelleichung und später als Input für das Vorhersagemodell lange Zeit nicht online zur Verfügung standen.

Hinzu kommt, dass es besondere Schwierigkeiten bei hydrologischen Vorhersagen bei Abflusssituationen gibt, bei denen der Hochwasserabfluss durch Starkregen ausgelöst wird. Die meteorologischen Modelle können mögliche Starkregen zurzeit nicht genau lokalisieren, denn die Schwerpunkte von Gewittern entstehen oft rein zufällig. Ein Beispiel für extreme Sturzfluten ist das Jahr 2009, als der daraus resultierende Abfluss im Juli in den Einzugsgebieten der Kamenice und der Ploučnice ein mehr als 100-jährliches Hochwasser erreichte.

Für die Vorhersage der sächsischen Elbpegel Schöna und Dresden ist folgendes festzustellen:

- Trifft ein Hochwasser mit  $> HQ_{100}$  nur aus dem tschechischem Zwischeneinzugsgebiet auf Mittelwasser der Elbe, so wird an den Pegeln Schöna und Dresden maximal eine Hochwasser im Bereich der Alarmstufe 1 erreicht.
- Ist aber auch das sächsische Zwischeneinzugsgebiet von einem Hochwasser  $> HQ_{100}$  betroffen, ist bei Mittelwasser der Elbe am Pegel Dresden maximal ein Anstieg bis in den Bereich der Alarmstufe 2 zu erwarten.

Probleme bei der Vorhersage treten erst dann auf, wenn ein großes Hochwasserereignis aus dem Zwischeneinzugsgebiet ( $> HQ_{100}$ ) auf ein Ereignis in der Elbe ab dem Bereich des MHQ trifft. In diesem Fall hat das Zwischeneinzugsgebiet einen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf der Hochwasserwelle der Elbe und somit auch auf deren Vorhersage. Beispiele für eine solche Situation sind die Hochwasserereignisse vom August 2002 (erste Welle) und vom August 2010.

### **3 Möglichkeiten für Abflussvorhersagen an kleineren und mittleren Nebenflüssen und deren Berücksichtigung für Abflussvorhersagen an der Elbe**

---

#### **Tschechische Republik**

Nach den extremen Sturzfluten, die die Nebenflüsse der tschechischen unteren Elbe in den zwei aufeinanderfolgenden Jahren 2009 und 2010 erfassten, wurde im ČHMÚ in Prag eine neue Anwendersoftware zur Identifizierung potenziell gefährlicher Situationen mit Gewittercharakter entwickelt und 2010 in Betrieb genommen. Die Anwendung heißt FFG-FZ (Sturzflutindikator). Ihre Hauptaufgabe ist der Nachweis des potenziellen Risikos der Entstehung oder des Auftretens einer Sturzflut. Wichtigstes Ergebnis des Verfahrens sind die aktuelle Bodensättigung des Gebiets der Tschechischen Republik sowie die Werte des potenziellen Niederschlagsrisikos mit einer Dauer von 1, 3 und 6 Stunden. Zurzeit befindet sich die Anwendung im Probebetrieb, die aktuellen Sättigungsparameter und das potenzielle Niederschlagsrisiko im Testbetrieb kann man auf den Internetseiten des hydrologischen Vorhersagedienstes des ČHMÚ verfolgen.

#### **Deutschland**

Für 2013/14 ist in Abhängigkeit der Mittelverfügbarkeit eine Untersuchung zur hydraulischen Wirkung der zeitlichen Verteilung der Hochwasser aus den einzelnen Zuflüssen auf den Anstieg des Hochwassers an der Elbe an den Pegeln Schöna und Dresden vom Landeshochwasserzentrum des LfULG geplant. Dazu soll ein direktes Modell Ústí nad Labem – Schöna und Schöna – Dresden aufgebaut werden. Dabei sollen die Zuflüsse aus dem tschechischen Zwischeneinzugsgebiet wie Bílina, Ploučnice und Kamenice mit dem aktuellen Durchfluss und wenn vorhanden mit Vorhersage ins Modell integriert werden. Zur Kalibrierung des Modells steht jetzt eine ausreichende Anzahl von Hochwasserereignissen zur Verfügung.

---

## 4 Fazit

---

- Das LHWZ informiert die Expertengruppe Hy als Beratergremium über die Ergebnisse der Untersuchungen zur besseren Berücksichtigung des tschechischen Zwischeneinzugsgebietes der Elbe vom Pegel Ústí nad Labem bis Pegel Schöna.
- Die Ergebnisse und Daten werden auch der BfG als Entwickler des Hochwasservorhersagemodells WAVOS für die Verbesserung der Hochwasservorhersage zur Verfügung gestellt.
- Die Expertengruppe Hy als Beratergremium unterstützt das Landeshochwasserzentrum beim Fachaustausch und bei der Bereitstellung der notwendigen Wasserstands- und Durchflussdaten an den Pegeln der Bílina, Ploučnice und Kamenice.