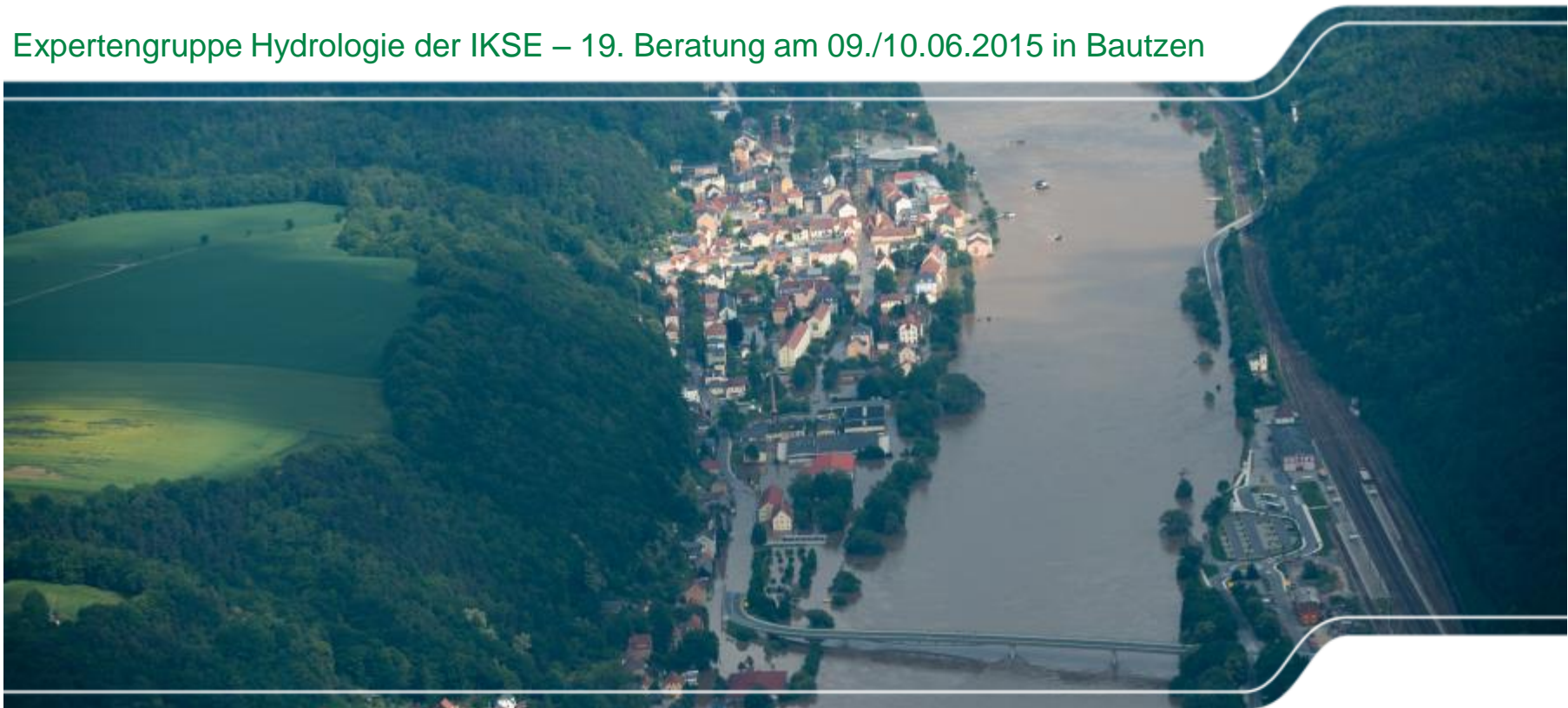


Vorhersagen von Hochwasserabflüssen an der Elbe in Deutschland mit Ausrichtung auf den Elbeabschnitt im Bereich der deutsch-tschechischen Staatsgrenze

Expertengruppe Hydrologie der IKSE – 19. Beratung am 09./10.06.2015 in Bautzen



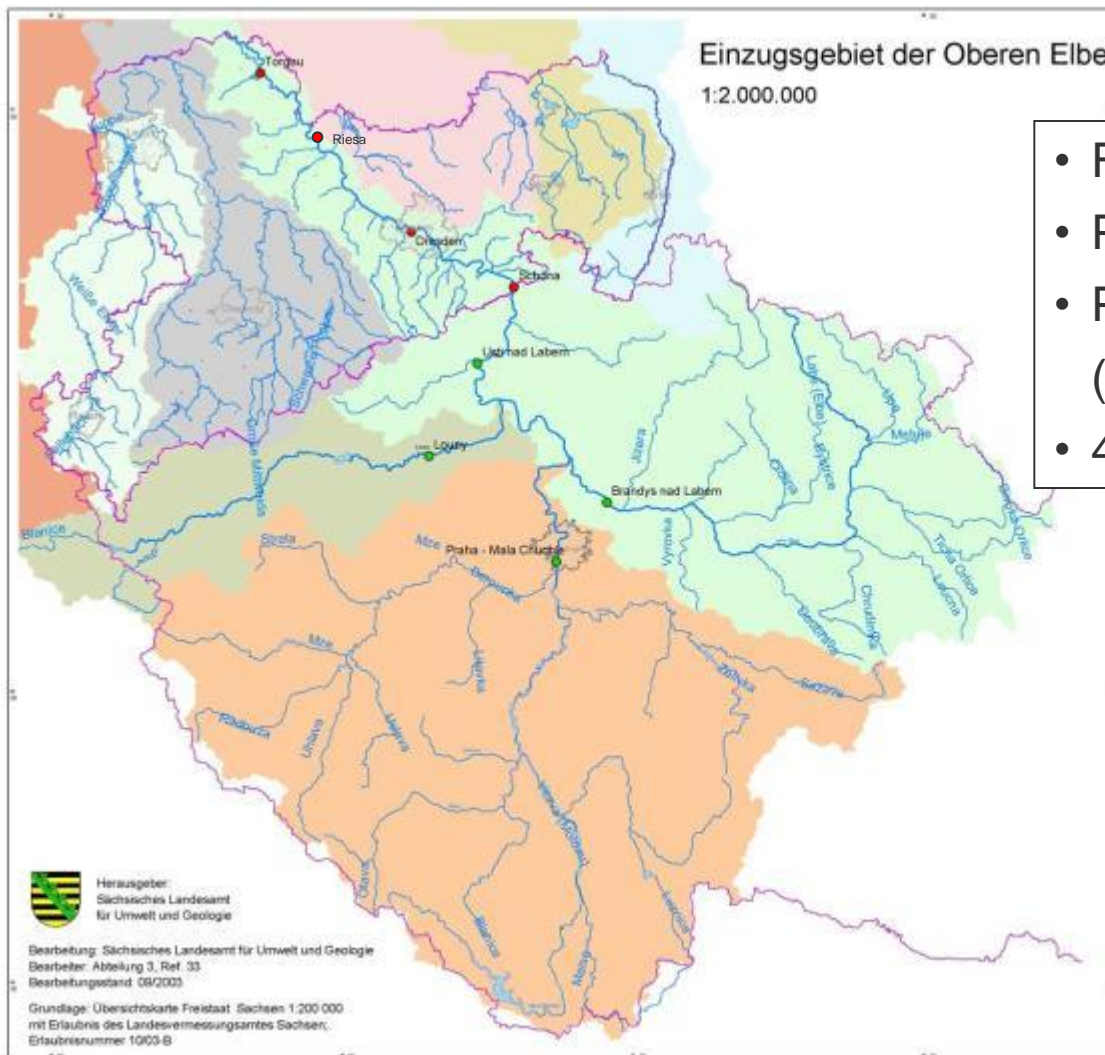
Veranlassung

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

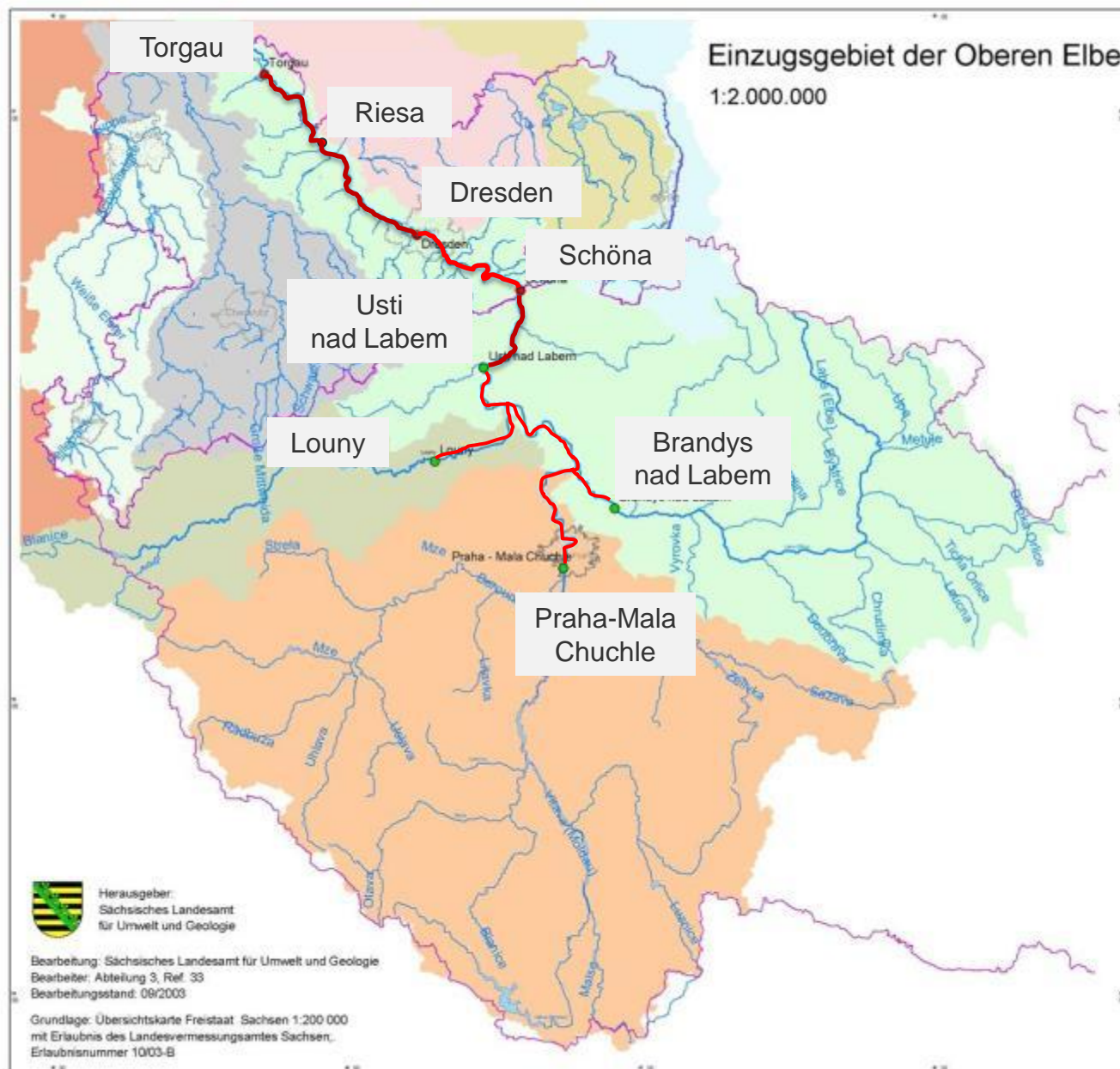
Möglichkeit der Integration des Einflusses kleinerer und mittlerer Einzugsgebiete auf den Hochwasserabfluss im tschechisch-deutschen Grenzgebiet mit einer größeren Genauigkeit in die Hochwasservorhersagesysteme

Stellungnahme der Expertengruppe Hy
(Stand: 01.10.2012)

Hochwasservorhersage im Elbestrom

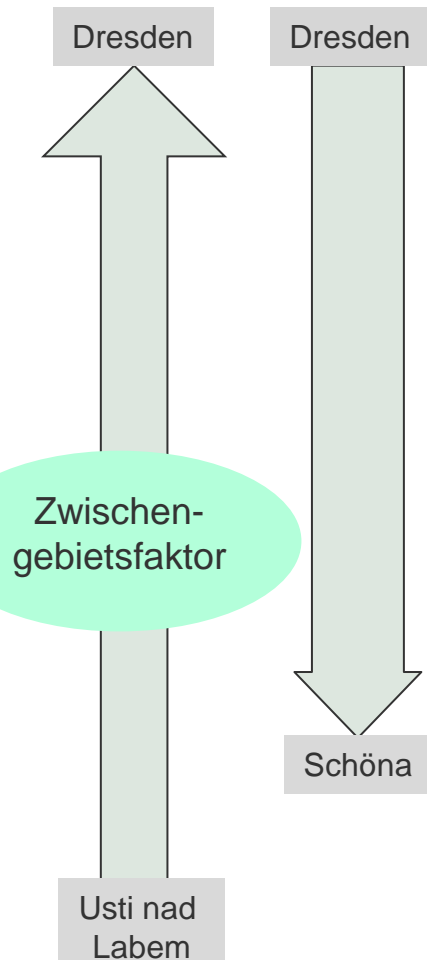


- Flächengrößen:
- Pegel Schöna 51391 km²
- Pegel Dresden 53096 km²
(Zuwachs nur ca. 3,5 %)
- 4 Vorhersagepegel



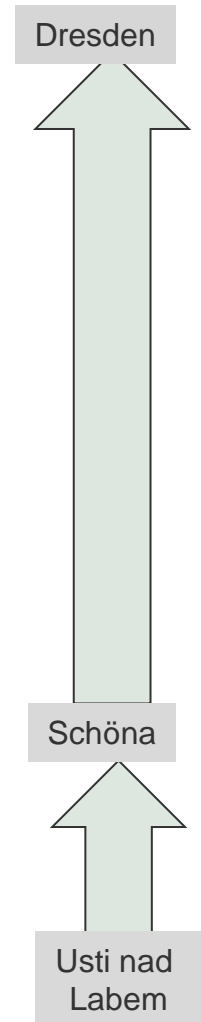
Modellanforderungen

Altes Modell



Der bisherige
impulsantwortseitige
Berechnungsabschnitt
Usti-Dresden
wurde in
Usti-Schöna
und
Schöna-Dresden
unterteilt und kalibriert.

Neues Modell



Modellgrundlagen

- Theoretischen Grundlage für das Flusslaufmodell bildet das nichtlineare Stufenmodells
- Unterscheidung von drei Durchflussbereichen – Flussbett und zwei Vorlandbereiche
- Lineares Teilmodell des nichtlinearen Stufenmodells ist das Translations-Diffusions-Modell
- Die Momentan-Impulsantwort $h(t)$ des Translations-Diffusions-Modells wird wie folgt abgeleitet:

$$h(t) = \frac{x}{2t * \sqrt{\pi * D * t}} * \exp \frac{(u*t-x)^2}{4D*t}$$

mit u - Translations- oder Wellengeschwindigkeit [L/T]
D - Diffusionskoeffizient [L²/T]
x - Fließweg [L]
t - Zeit [T]

Die drei Parameter des Translations-Diffusions-Modells u, D und x sind physikalisch begründet. Da der Fließweg x explizit als Modellparameter in der Momentanimpulsantwort enthalten ist, sind Durchflussberechnungen für beliebige Zwischenprofile möglich.

Modellgrundlagen

Als Berechnungsgleichungen für die Abflussvorhersage mit Flusslaufmodellen werden im Hochwasservorhersagemodell aus rechentechnischen Gründen anstelle von Impulsantworten mathematisch äquivalente Differenzengleichungen (DZGL) genutzt. Die für die Abflussvorhersage mit Flusslaufmodellen verwendete Berechnungsgleichung hat folgende allgemeine Form:

$$QA_i = a_1 * QA_{i-1} + a_2 * QA_{i-2} + \sum_{j=0}^n (b_j * QZ_{i-j})$$

QAI	Durchfluss am Ausflusspegel zum Ende des Berechnungsschrittes i
QAI-1	Durchfluss am Ausflusspegel zum Ende des Berechnungsschrittes i - 1
QAI-2	Durchfluss am Ausflusspegel zum Ende des Berechnungsschrittes i - 2
QZi-j	Durchfluss am Zuflusspegel zum Berechnungsschritt i-j in m³/s
a1, a2	Parameter des Autoregressionsterms der DZGL
bj	Parameter des Gleitmittelterms der DZGL (Anzahl = J+1)

Berechnungszeitintervall für die Parameter $\Delta t = 3 \text{ h}$

Modellgrundlagen

Gewässer	Einzugsgebiet	HQ ₁₀₀	HQ ₁₀	HQ ₅
	[km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /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

**HQT ausgewählte Nebenflüsse der Elbe
an den Mündungsprofilen in die Elbe**

Modellgrundlagen

Auswahl von 6 Hochwasserereignissen:

1. 2002 - August
2. 2003 - Januar
3. 2004 - April
4. 2010 - September
5. 2011 - Januar
6. 2013 - Juni

Pegel / Gewässer	Hochwasserereignis					
	2002-08	2003-01	2006-04	2010-09	2011-01	2013-06
	Zeitraum (von – bis)					
	06.08.2002 01:00 - 08.09.2002 22:00	25.12.2002 01:00 - 24.01.2003 22:00	23.03.2006 01:00 - 01.05.2006 22:00	26.09.2010 01:00 - 20.10.2010 22:00	04.01.2011 01:00 - 07.02.2011 22:00	26.05.2013 01:00 - 28.06.2013 22:00
Usti / Elbe	x	x	x	x	x	x
Trmice / Bilina	(x)	(x)	x	x	x	x
Benesov nad Plousnice / Plousnice		(x)	x	x	x	x
Hrensko / Kamenice	(x)	(x)	x	x	x	x
Schöna / Elbe	x	x	x	x	x	x
Kirnitzschtal / Kirnitzsch	(x)	(x)	(x)	x	x	x
Porschdorf 1 / Lachsbach	x	x	x	x	x	x
Neundorf / Gottleuba	(x)	(x)	(x)	x	x	x
Elbersdorf / Wesenitz	x	(x)	x	x	x	x
Dohna / Müglitz	(x)	x		x	x	x
Dresden / Elbe	x	x	x	x	x	x

Modellierung

1. Nachrechnung der Hochwasserereignisse mit dem ungeteilten Modell mit bisher gültigen Parameter des Translations-Diffusions-Modell
2. Nachrechnung der Hochwasserereignisse mit dem geteilten Modell mit bisher gültigen Parameter des Translations-Diffusions-Modell
3. Prüfung einzelner Parametergruppen
4. Verbesserung und Optimierung der Parameter des Zwischengebiets-Modelle (Usti-Schöna, Schöna-Dresden)

Tabelle 6-1: Parameter für das in 2 Flussabschnitte geteilte Modell¹

Flussabschnitt		Usti - Schöna			Schöna - Dresden		
Fließweg x [km]		38,5			53,5		
Durchflussbereich		Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Translationsgeschwindigkeit u [km/h]		6,5	8,1	8,0	6,5	8,1	8,0
Diffusionskoeffizient D [km²/h]		90,0	90,0	50,0	90,0	90,0	50,0
Laufzeit der Welle [h]		6	5	5	8	7	7
Anzahl b		3	3	3	4	3	4
Parameter der Differenzengleichung	a1	-0,17551	-0,12467	-0,33847	-0,30848	-0,52896	-0,46221
	a2	-0,17451	-0,12367	0,00979	-0,16077	0,02641	0,04216
	b0	0,06686	0,08722	0,02408	0,00670	0,00991	0,00058
	b1	0,43341	0,50832	0,52615	0,27512	0,35654	0,26785
	b2	0,14972	0,15612	0,12108	0,20646	0,13100	0,29008
	b3				0,04247		0,02144



Beurteilung der Modellgüte

- Nash-Sutcliffe-Effizienz NSE
- Mittlerer quadratischer Fehler RMSE
- Mittlerer quadratischer Fehler bezogen auf den mittleren Abfluss $RMSE / MQ$
- Verhältnis des simulierten zum beobachteten Scheitelabfluss QS_{sim} / QS_{beo}

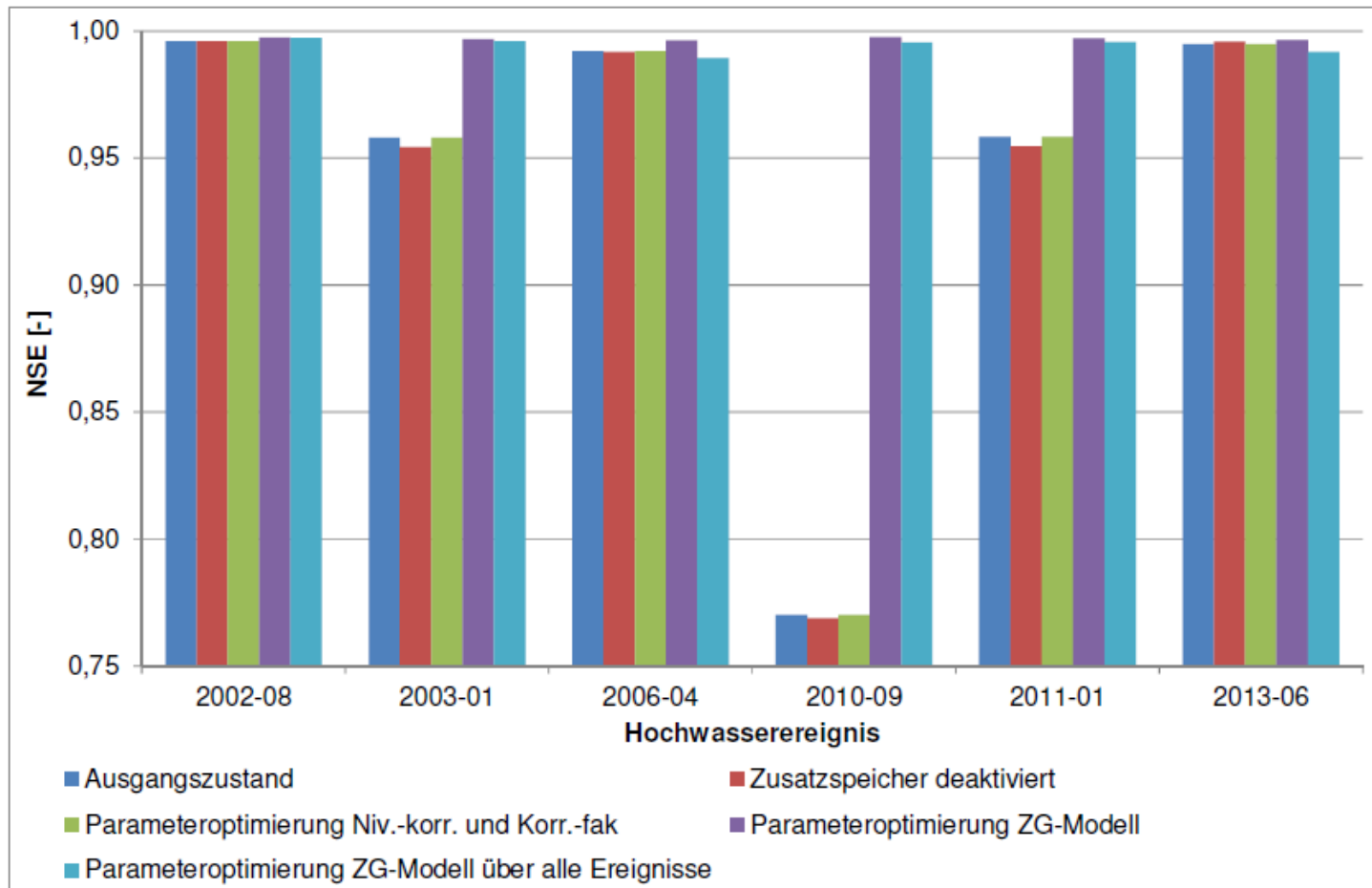


Abbildung 5-1: Vergleich der ermittelten NSE-Koeffizienten für jedes Hochwasserereignis (Abschnitt Usti -Schöna)

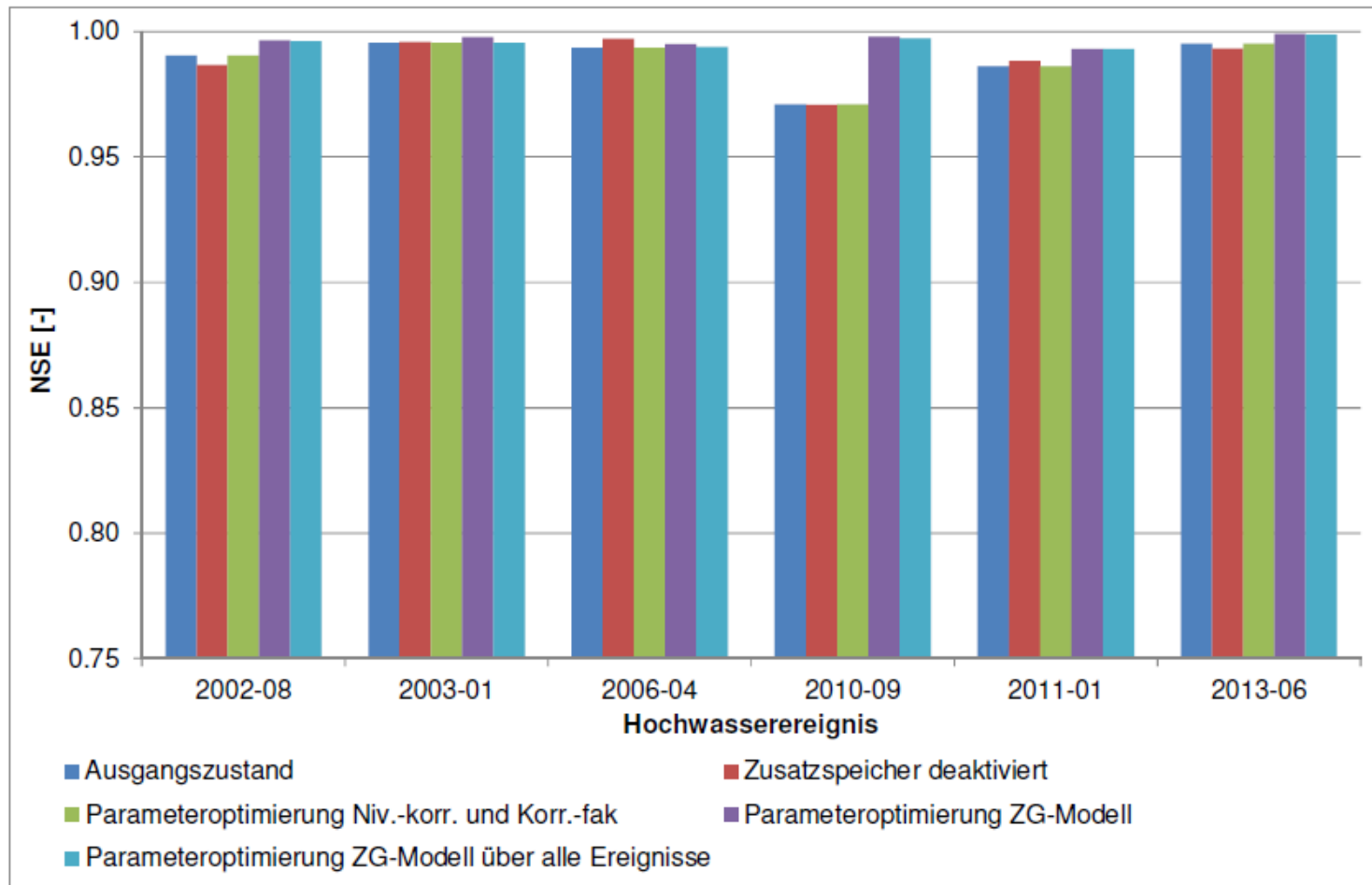
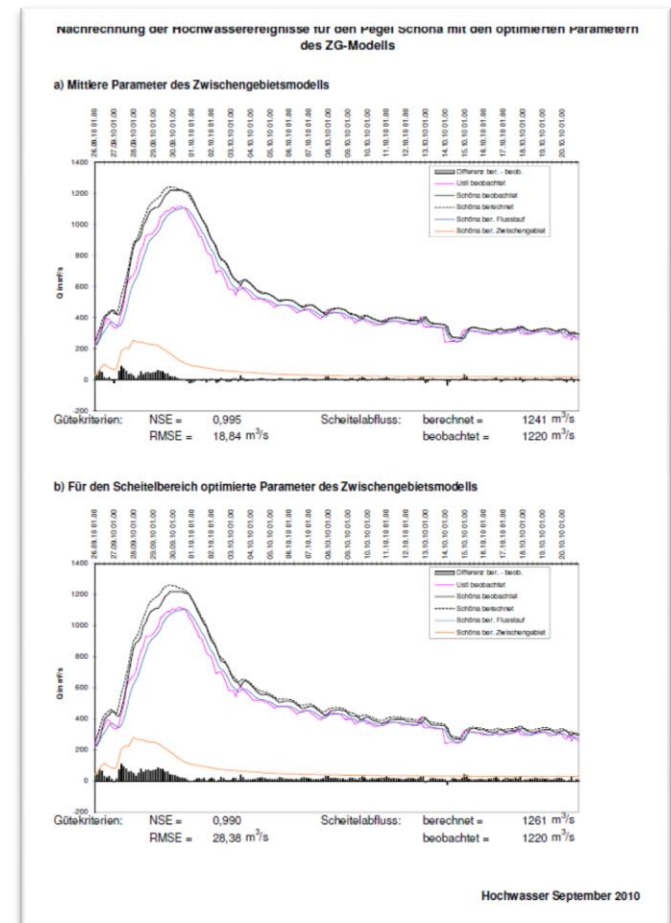
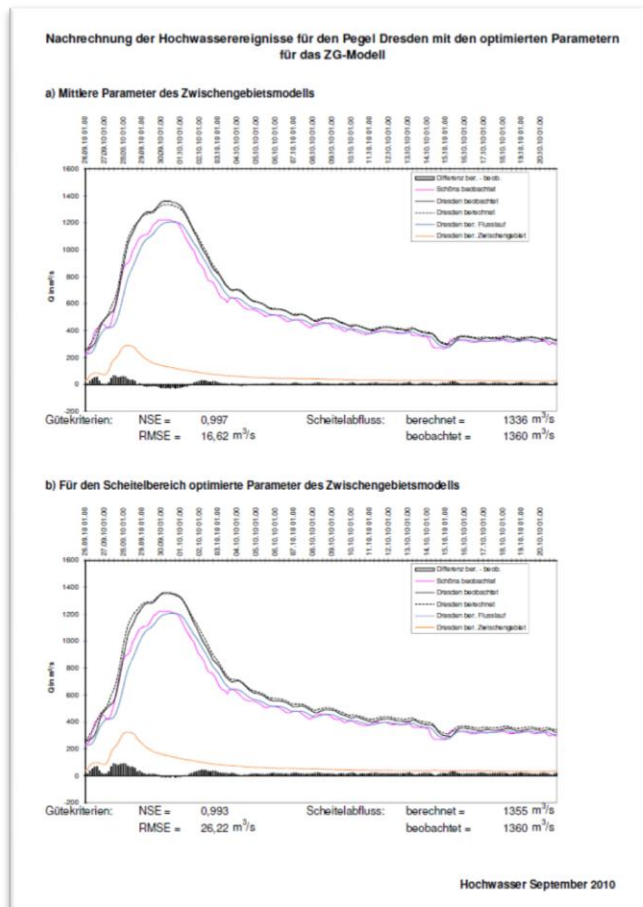
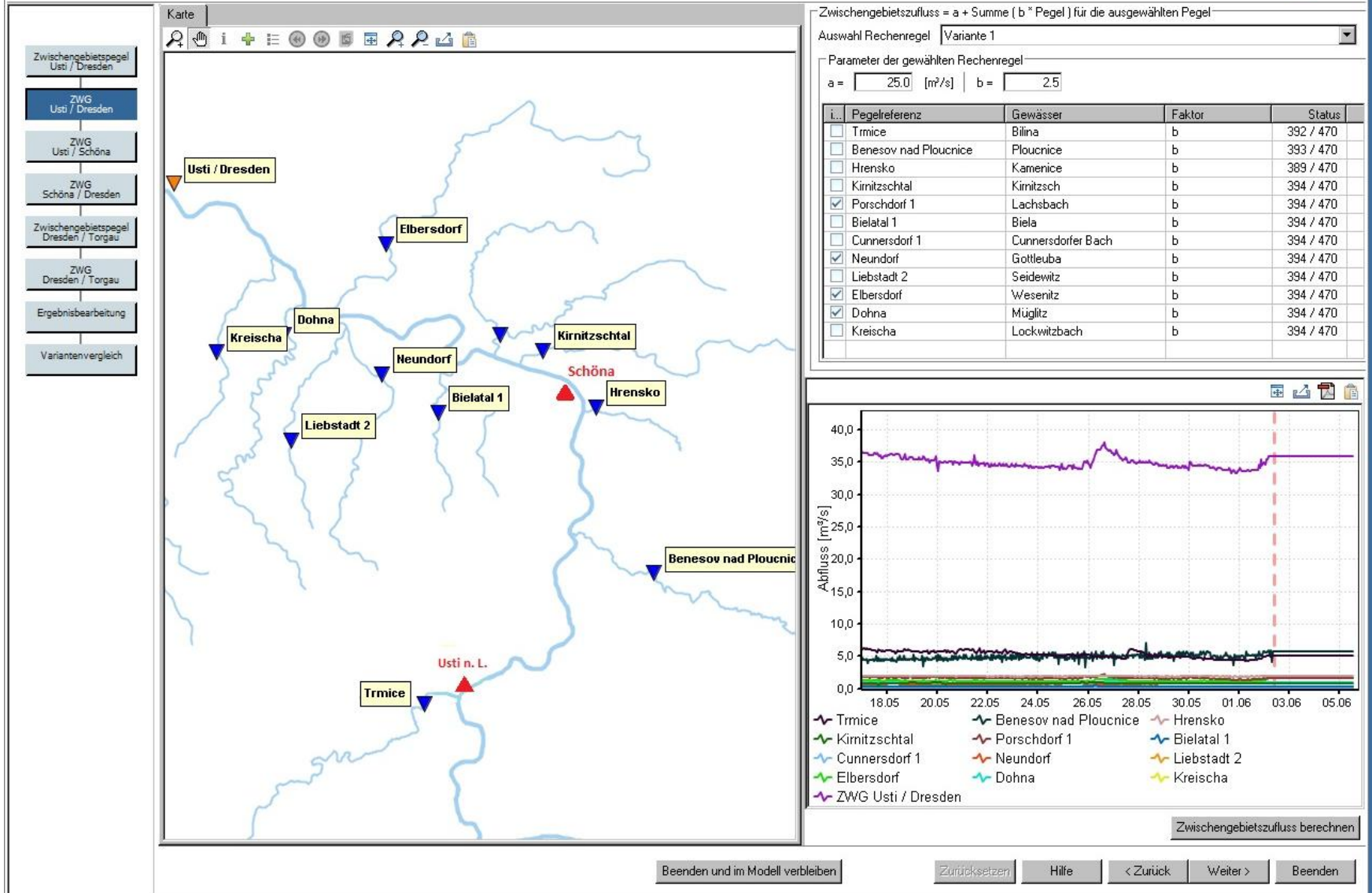


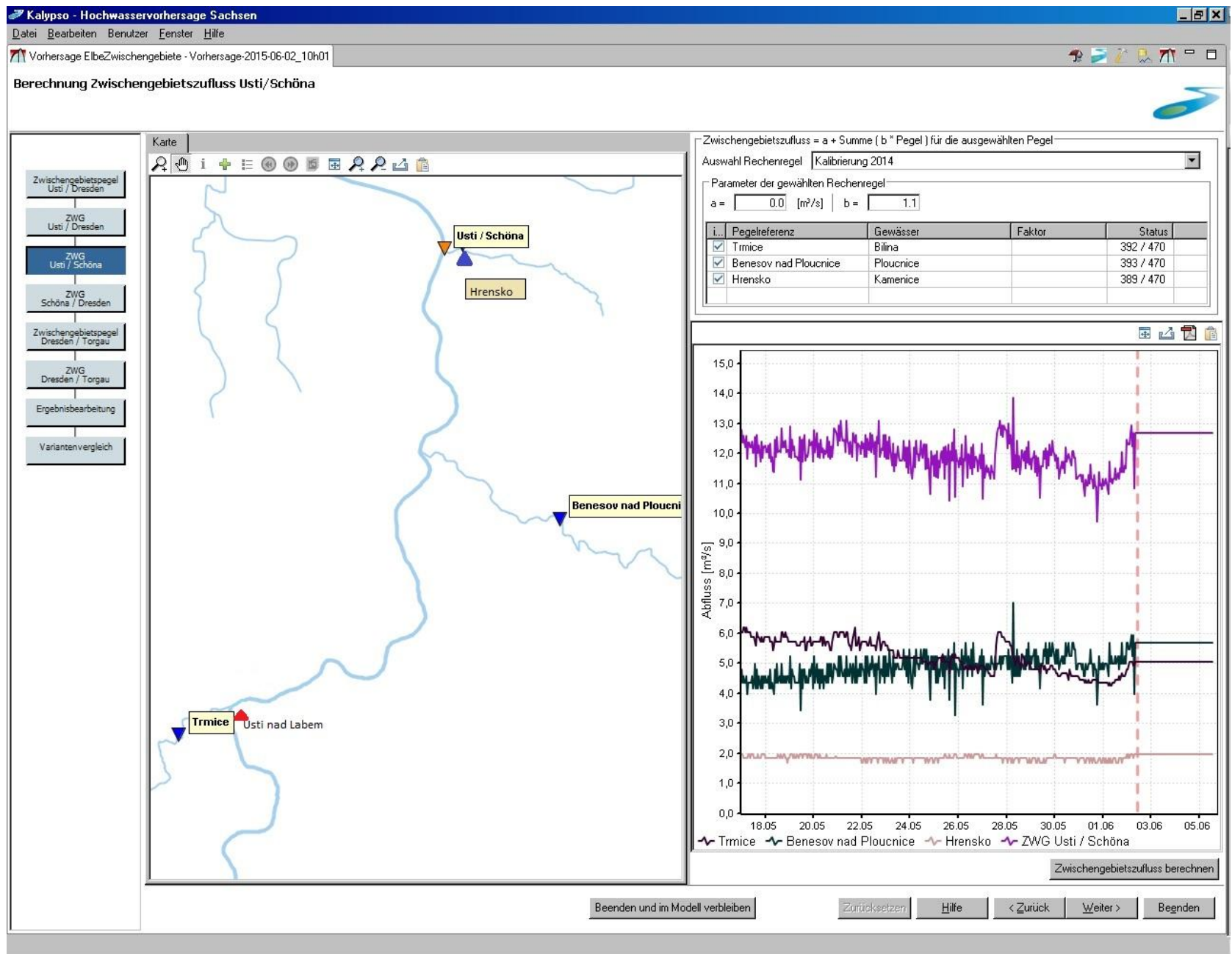
Abbildung 5-2: Vergleich der ermittelten NSE-Koeffizienten für jedes Hochwasserereignis (Abschnitt Schöna - Dresden)

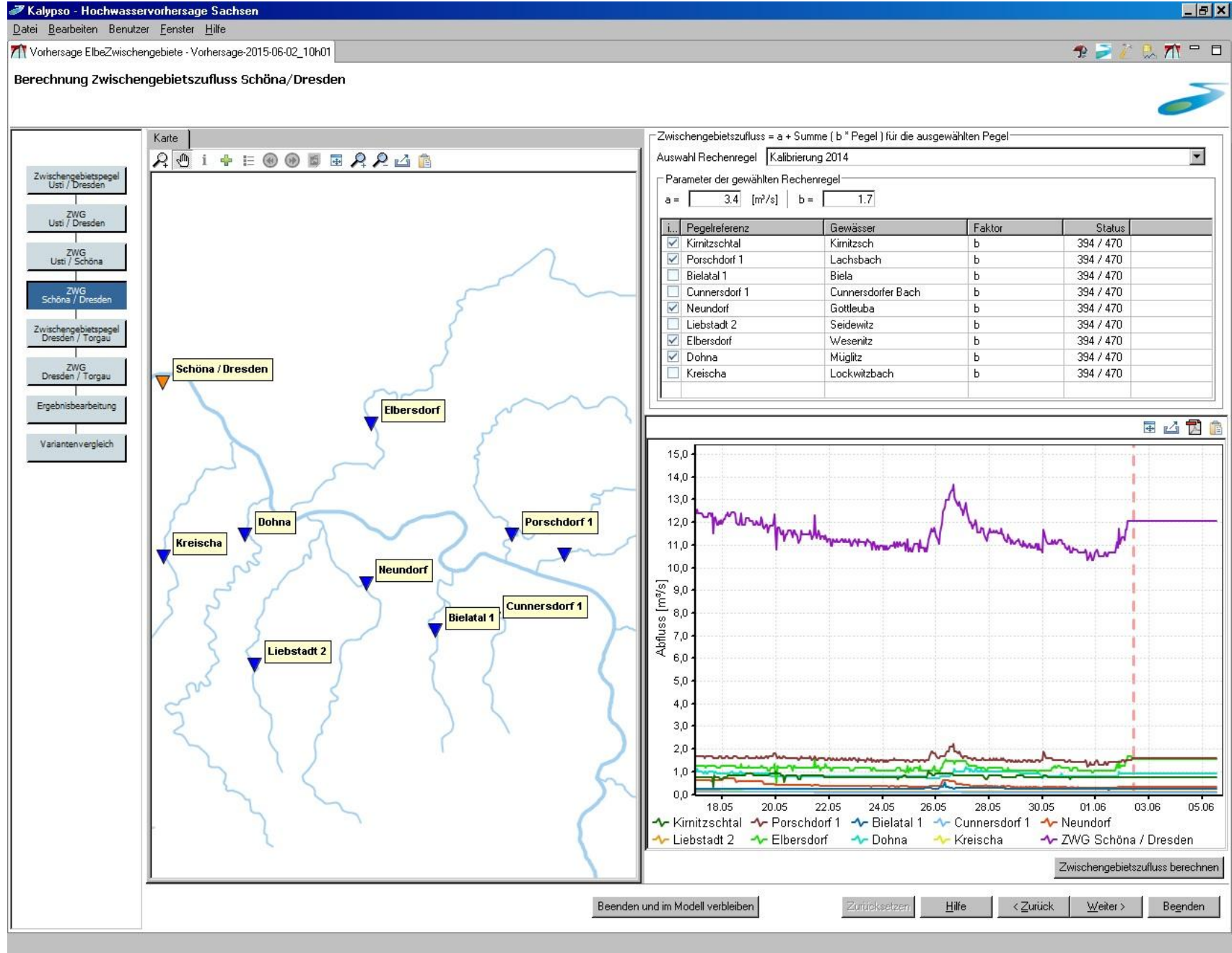
Nachrechnung der HW-Ereignisse für die Pegel Schöna und Dresden mit den optimierten Parametern des ZG-Modells

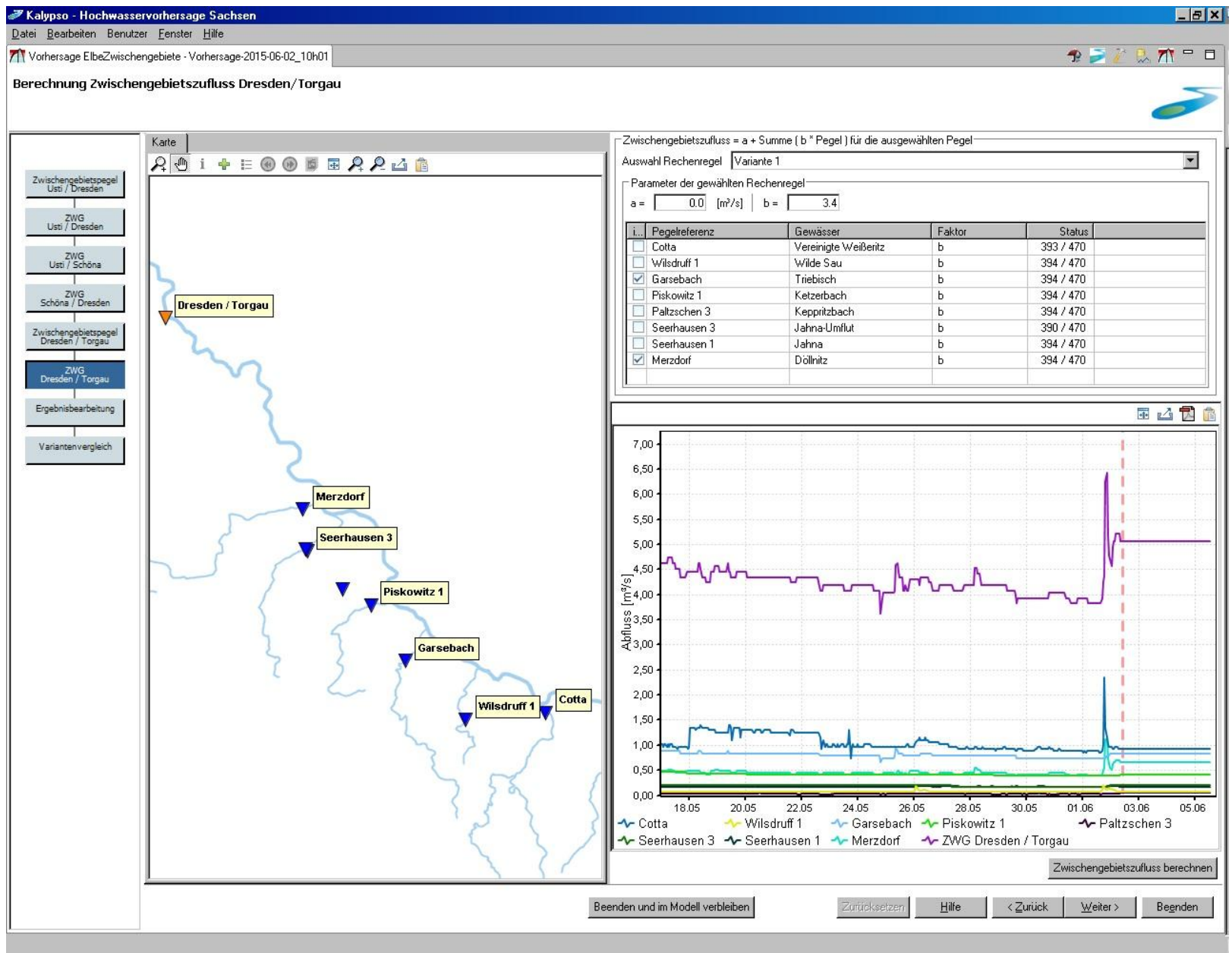


Berechnung Zwischengebietszufluss Usti/Dresden









RIMO/RIDO: Eingabe strangbezogener Parameter und Berechnung



Allgemeine Modellparameter

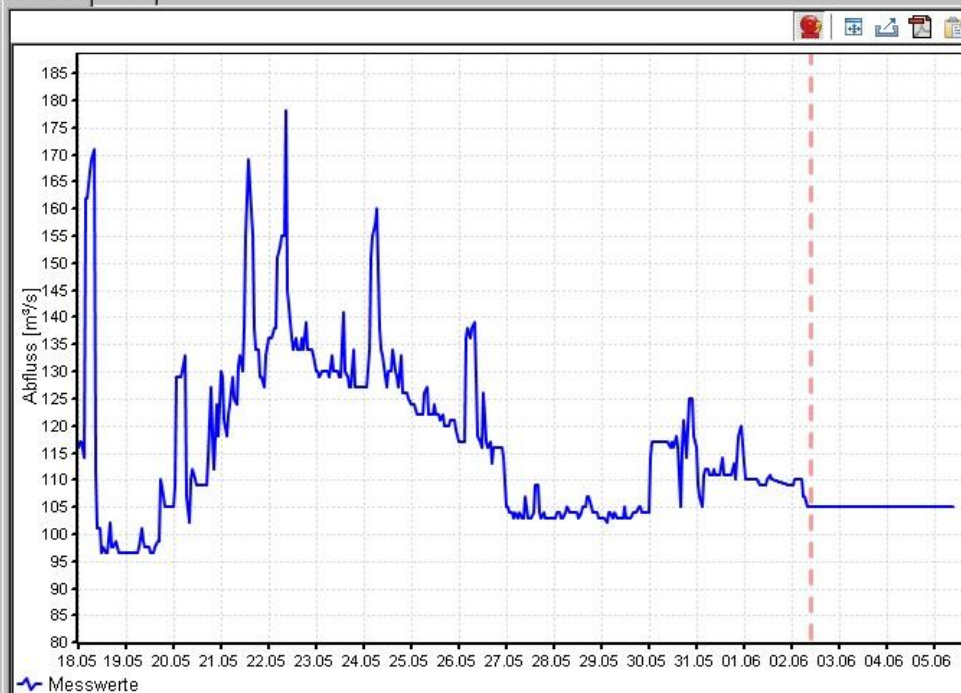
☒ Nachführung RIDO

	Name	Zwischengebietszuschlag [%]	Änderung des Basisdurchflusses [m³/s]	Änderung der Totzeit [A...]	Ersetzen der Mess- durch Modellwerte	Nachführung FEKO [A...]
1	BRANDYS+PRAG - LITOMERICE	0.0	0.00	0	<input type="checkbox"/>	2
2	LOUNY - LITOMERICE	0.0	0.00	0	<input type="checkbox"/>	2
3	LITOMERICE - USTI	0.0	0.00	0	<input type="checkbox"/>	2
4	USTI - SCHOENA	0.0	0.00	0	<input type="checkbox"/>	2
5	SCHÖNA - DRESDEN	0.0	0.00	0	<input type="checkbox"/>	2
6	DRESDEN - RIESA	0.0	0.00	0	<input type="checkbox"/>	2
7	DRESDEN - TORGAU	0.0	0.00	0	<input type="checkbox"/>	2
8	TORGAU - WITTENBERG	0.0	0.00	0	<input type="checkbox"/>	2

Karte Liste



Diagramm Tabelle



Diagrammanzeige

☐ Wasserstand ☒ Abfluss

Berechnung durchführen

[Berechnungslog öffnen](#)

Beenden und im Modell verbleiben

Zurücksetzen

Hilfe

< Zurück

Weiter >

Beenden

„Das Wasser ist ein freundliches Element für den, der damit bekannt ist und es zu behandeln weiß.“



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Hier finden Sie Informationen zum Landeshochwasserzentrum Sachsen

- **www.hochwasserzentrum.sachsen.de**
- **Videotext auf Seite 530**
- **Messwertansage: 0351 8928-260**
- **Textansage: 0351 8928 262**

Informationsmöglichkeiten über Hochwassergefahr in Sachsen

Stand: Dezember 2006 Auftrieder zur individuellen Verwendung



www.hochwasserzentrum.sachsen.de
www.umwelt.sachsen.de/ffug

Information
Aktuelle Wasserstände und Durchflüsse,
Hochwasserwarnungen,
Hochwasservorhersagen (grafisch)
10/2006



Sprachansage Hochwasserwarnungen
(03 51) 892 82 61

Information
Aktuelle Informationen zur Hochwasser-
situation mit Einschätzung der Entwicklung

Messwertansage
Landeshochwasserzentrum
(03 51) 892 82 60

Information
Aktuelle Wasserstände

Messwertansage der Elbepegel
(jeweilige Ortsnetzvorwahl) 194 29

Information
Aktueller Wasserstand
10/2006



MDR-Videotext ab Seite 530

Information
Aktuelle Wasserstände
10/2006



Information
Aktuelle Situationsberichte
zur Hochwasserlage sowie Hinweise auf
Weitergefahren
10/2006


Das Lebensministerium



**Informationen des
Landeshochwasserzentrums**

Hochwassernachrichten-
und Alarmdienst