

# Hydraulische Analysen in ausgewählten Flussgebieten

## 5 Hydraulische Analysen in ausgewählten Flussgebieten

Für die Gewässer I. Ordnung liegen in der Regel Hochwasserschutzkonzepte (HWSK) vor, die in der Konsequenz des Hochwasserereignisses 2002 erarbeitet wurden und im Rahmen des Hochwasserschutzinvestitionsprogramms des Freistaates Sachsen schrittweise umgesetzt werden. Diese HWSK beinhalten prognosefähige Strömungsmodelle, mit deren Hilfe für definierte Abflüsse die Wasserspiegellagen berechnet werden können. Bei der konkreten Planung der in den HWSK vorgeschlagenen Hochwasserschutzmaßnahmen, insbesondere aber auch in der Auswertung der Hochwasser 2010 und 2011 hat sich gezeigt, dass in einigen Fließgewässerabschnitten die bestehenden Strömungsmodelle das prognostizierte Abflussverhalten nicht mehr ausreichend genau abbilden, um als belastbare Entscheidungs- bzw. Planungsgrundlage für die Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen zu dienen. Aus diesem Grund wurden und werden für die betreffenden Gebiete die bestehenden hydraulischen Modellierungen anhand neuer Erkenntnisse aus den Hochwasserereignissen angepasst bzw. grundlegend neu erstellt. Damit wird das Ziel verfolgt, die für den Hochwasserschutz notwendigen Maßnahmen hinsichtlich ihres erforderlichen Umfangs, ihrer Lage und Dimensionierung sowie der Art und Weise der technischen Ausführung zu optimieren. So soll sichergestellt werden, dass die notwendigen Hochwasserschutzmaßnahmen nach den in Sachsen empfohlenen Richtwerten, bei minimiertem Eingriff in den Naturhaushalt und unter Beachtung des Gebotes der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit, eine optimale Schutzwirkung gewährleisten.

Nach aktuellem Stand der Technik werden zur hydraulischen Analyse von Hochwasserereignissen derzeit bevorzugt zweidimensionale Strömungsmodelle eingesetzt. Zur Klärung einfacher hydraulischer Fragestellungen können aber auch eindimensionale Strömungsmodellierungen hinreichend genaue Berechnungsergebnisse erzeugen. Zweidimensionale Strömungsmodelle werden v. a. dann eingesetzt, wenn eine eingehende Betrachtung der Fließwege bzw. der flächig differenzierten Fließgeschwindigkeiten erforderlich ist. Außerdem kann der Wasserrückhalt in der Fläche, die sogenannten Retentionseffekte, detaillierter untersucht werden, was mit eindimensionalen Strömungsmodellen nur bedingt möglich ist. Nach den Hochwasserereignissen von 2010 und 2011 wurden vorrangig zweidimensionale Strömungssimulationen durchgeführt. Dies geschah für Überschwemmungsgebiete, die durch großflächige Ausuferungen und bedeutende Retentionseffekte oder durch verzweigte Fließwege gekennzeichnet waren, welche mit den bestehenden Modellen nicht korrekt abgebildet werden konnten.

Für die Gewässer II. Ordnung erfolgen bei Bedarf hydraulische Untersuchungen im Rahmen der nachhaltigen Schadensbeseitigung bzw. bei der Planung notwendiger Hochwasserschutzmaßnahmen.

Nachfolgend werden ausgewählte Beispielgebiete dargestellt, für die nach den Hochwasserereignissen 2010 und 2011 hydraulische Modelle neu erstellt, bzw. aktualisiert wurden.

---

### 5.1 Methodische Erläuterungen zu den nachfolgenden Beispielen

#### Verwendete Software

Die nachfolgend beschriebenen hydraulischen Untersuchungen erfolgten ausnahmslos durch zweidimensionale hydrodynamisch-numerische Modelle (2D-HN-Modelle). Für die zweidimensionale Strömungsmodellierung wurde, neben den üblichen Werkzeugen für CAD und GIS, das Programmsystem Surface Water Modeling System (SMS) mit dem Rechenkern HYDRO\_AS-2D verwendet. Das zweidimensionale Strömungsmodell HYDRO\_AS-2D zeichnet sich besonders durch einen robusten Berechnungsalgorithmus sowie die Möglichkeit einer exakten Anpassung der Netzstruktur an die hydraulischen Gegebenheiten aus. Das in HYDRO\_AS-2D integrierte Verfahren basiert auf der numerischen Lösung der zweidimensionalen tiefengemittelten Strömungsgleichungen (Flachwassergleichungen) nach der Finite-Volumen-Methode.

#### Datengrundlagen

Zur Modellierung der komplexen hydraulischen Verhältnisse ist eine Vielzahl von Grundlagedaten erforderlich, um die hydraulisch wirksamen Bereiche bzw. Elemente des Gewässersystems vollständig abzubilden. Genutzt wurden:

- › hochauflösende digitale Geländemodelle (DGM),
- › Automatisierte Liegenschaftskarten (ALK) einschließlich der Gebäudegrundrisse ,
- › Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (BTLNK),
- › Vermessungsunterlagen aus den HWSK,

- > aktualisierte Vermessungs- und Planungsunterlagen wasserwirtschaftlicher und kommunaler Bauwerke,
- > Bemessungswerte und Steuerungspläne von wasserwirtschaftlichen Anlagen und
- > hydrologische Gutachten sowie umfangreiche Dokumentationsunterlagen der Hochwasser vom August 2010, September 2010 bzw. Januar 2011.

## Modellerstellung

Zweidimensionale Strömungsberechnungen erfolgen auf Basis dreidimensionaler, georeferenzierter Berechnungsnetze (Finite-Elemente-Netze), die entsprechend den Konventionen des Berechnungskerns HYDRO\_AS-2D generiert wurden. Diese basieren auf hochaufgelösten Digitalen Geländemodellen, die mit hydraulisch relevanten Bruchkanten sowie Ergebnissen terrestrischer Vermessungen präzisiert werden. Im Ergebnis spiegeln die so erstellten Berechnungsnetze die hydraulisch relevanten,

geometrischen Randbedingungen des Untersuchungsgebietes sehr gut wider. Neben der Topografie des Untersuchungsgebietes spielt auch die Beschaffenheit der überströmten Oberflächen eine entscheidende Rolle für den Abflussprozess. Dies wird in einem Strömungsmodell durch sogenannte Rauheiten bzw. Fließwiderstände berücksichtigt. In einem zweidimensionalen Strömungsmodell werden zunächst Rauheitszonen definiert. Diese Zonierung dient der Zusammenfassung von sich hydraulisch ähnlich verhaltenden Oberflächen (z. B. Grünland). Jedem Element des Berechnungsnetzes wird entsprechend seiner Beschaffenheit eine Rauheit zugeordnet, die mit jeweils einem Widerstandsbeiwert parametrisiert ist. Die Rauheitszonierung für den Flussschlauch erfolgt i. d. R. manuell auf Grundlage der terrestrischen Vermessung und mittels der Erkenntnisse von Ortsbesichtigungen. Für das Vorland wurden die Rauheiten aus der CIR-Biotoptypen- und Landnutzungskartierung sowie durch Auswertung von Luftbildern abgeleitet. Die endgültige Festlegung der Widerstandswerte erfolgt schließlich im Rahmen der Kalibrierung des jeweiligen Strömungsmodells.

## 5.2 Kirnitzsch

### Ausgangslage

Für die Kirnitzsch existierte bis 2006 kein HWSK. Um diese Lücke zu schließen, veranlasste die LTV im Jahr 2006 hierfür eine eindimensionale Strömungsmodellierung der Kirnitzsch. Damit sollte für die Ortslage Bad Schandau und die Mühlenstandorte entlang der Kirnitzsch die Grundlage für die Umsetzung notwendiger Hochwasserschutzmaßnahmen und für die Erstellung von Gefahrenkarten gelegt werden. Nach dem Ereignis im August 2010 wurde deutlich, dass die Vereinfachungen einer eindimensionalen Strömungsmodellierung bei der Kirnitzsch zu sehr hohen Ungenauigkeiten führten. Da hochwasserbedingt auch enorme Veränderungen am Gewässer stattgefunden hatten, war eine Aktualisierung des Strömungsmodells erforderlich.

Hinzu kamen die enormen Schäden, die durch Schwemm- und Treibgut entlang der Kirnitzsch verursacht wurden. Die Schwemmholzproblematik resultierte aus der besonders im Oberlauf der Kirnitzsch (im Bereich der Nationalpark-Kernzone) angestrebten naturnahen Entwicklung, bei der auf die Beräumung von Totholz verzichtet wird. Angesichts der verheerenden Schäden durch abgeschwemmtes Totholz, schlossen die LTV und die Nationalparkverwaltung eine Vereinbarung zur Beräumung von Totholz im  $HQ_{100}$ -Überschwemmungsbereich. Zur Umsetzung dieser Vereinbarung ist die präzise Abgrenzung des Überschwemmungsbereiches bei einem  $HQ_{100}$ -Ereignis erforderlich. Anstatt einer Aktualisierung des bestehenden Strömungsmodells wurde aufgrund

der o. g. Sachverhalte die Umsetzung einer genaueren, zweidimensionalen Strömungsmodellierung der Kirnitzsch auf deutschem Gebiet beschlossen und im Jahr 2011 beauftragt. Die Kirnitzsch besitzt insgesamt eine Fließlänge von ca. 45 km. Betrachtet wurde der gesamte in Deutschland (bzw. Grenzbe- reich) liegende Gewässerabschnitt der Kirnitzsch, beginnend an der Grenze zur Tschechischen Republik (Fluss-km 29+909) bis hin zur Mündung der Kirnitzsch in die Elbe (Fluss-km 0+000). Insgesamt werden ca. 30 km des Fließgewässers im numerischen Strömungsmodell abgebildet. Die dargestellten Ergebnisse basieren auf dem Erläuterungsbericht zum numerischen Strömungsmodell (ECOSYSTEM SAXONIA 2012).

### Modellrandbedingungen und Hydrologie

Maßgeblich für die Ereignisanalyse des Hochwassers 2010 an der Kirnitzsch ist u. a. eine möglichst genaue Kenntnis bzw. Berechnung der Abflussverteilung im Gewässerlängsschnitt des Untersuchungsgebietes. Die Abflusswerte wurden vom Referat Wassermenge der LTV für das Untersuchungsgebiet zur Verfügung gestellt und basieren u. a. auf den Messwerten an den Pegeln Buschmühle und Kirnitzschtal. Der oberwasserseitige Modellrand in Form einer Zulauf- randbedingung befindet sich an der Staatsgrenze zur Tschechischen Republik. Weiterhin wurden die seitlichen Zuflüsse entsprechend dem von der LTV zur Verfügung gestellten hydrologischen Längs- schnitt in das Modell integriert.

Als Auslaufrandbedingungen sind die im Mündungsbereich und damit im Stadtgebiet von Bad Schandau vorherrschenden Wasserstände der Elbe definiert worden. Diese wirken sich maßgebend auf das Abflussverhalten der Kirnitzsch in der Ortslage Bad Schandau aus. Aufgrund der unterschiedlichen Größe und Charakteristik der Einzugsgebiete von Kirnitzsch und Elbe wurde davon ausgegangen, dass am Zusammenfluss beider Gewässer Hochwasserereignisse unterschiedlicher statistischer Eintrittswahrscheinlichkeiten aufeinandertreffen. Für die Festlegung der Randbedingungen der Modellrechnungen wurden daher realistische Szenarien abgeleitet, die das Zusammenspiel von Elbewasserstand und Hochwasserabfluss der Kirnitzsch widerspiegeln. Hierfür wurden die Pegeldaten der Kirnitzsch (Pegel Kirnitzschtal) und des Lachsbaches (Pegel Porsdorf 1) im Zusammenhang mit den Pegeldaten der Elbe (Pegel Schöna) ausgewertet. Die in Tabelle 5-1 dargestellten häufigen Abflusskombinationen werden allen weiteren Strömungssimulationen an der Kirnitzsch zu Grunde gelegt. Der jeweils dazugehörige Wasserstand der Elbe im Mündungsbereich der Kirnitzsch dient als Auslaufrandbedingung für die jeweiligen Abflussereignisse der Kirnitzsch.

## Ergebnisse

Eine Kalibrierungsberechnung wird durchgeführt, um die zuvor angenommene Modellparametrisierung an Messwerten zu überprüfen. Im Rahmen der Kalibrierung wird vor allem die Parametrisierung der Fließwiderstände überprüft. Die Kalibrierung des Strömungsmodells der Kirnitzsch erfolgte am Hochwasserereignis vom 14. Januar 2011. Insgesamt ist festzustellen, dass bei der Kalibrierung im Vergleich mit den Hochwassermarken tendenziell etwas höhere Wasserspiegellagen berechnet wurden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Aufnahme der Hochwassermarken zwischen 15:00 und 17:15 Uhr während des ansteigenden Wasserspiegels, also vor Erreichen des Hochwasserscheitels, zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgte. Abflusswerte stehen jedoch nur für den Zeitpunkt des Hochwasserscheitels zwischen 19:00 und 01:00 Uhr zur Verfügung. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache sind die vom Modell berechneten etwas höheren Wasserspiegellagen als plausibel und hinsichtlich der absoluten Differenzen zu den Hochwassermarken auch als belastbares Ergebnis einzuschätzen.

Tabelle 5-1: Die den einzelnen Abflussereignissen der Kirnitzsch zugeordneten Abflusswerte der Elbe

Abflussereignis Kirnitzsch	Randbedingung Wasserführung Elbe
HQ <sub>1-5</sub>	HQ <sub>2</sub>
HQ <sub>&gt; 5-100</sub>	HQ <sub>5</sub>
HQ <sub>200</sub>	HQ <sub>10</sub>

Für das Hochwasser vom 7. August 2010 wurde eine Validierungsrechnung durchgeführt. Im Unterschied zum Kalibrierungsereignis wurden bei der Validierungsrechnung aufgrund der höheren Durchflüsse viele Brückenbauwerke eingestaut. Modelltechnisch wird die Überströmung mehrerer Brücken zugelassen. Obwohl die Brückengeländer z.T. verklaust waren, konnte so die Überschwemmungssituation (Wasserspiegellagen, Überschwemmungsflächen und Fließwege) während des Hochwassers am 7. August insbesondere in Bad Schandau modelltechnisch am besten nachvollzogen werden. Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen für das Augusthochwasser sind in Tabelle 5-2 auszugsweise dargestellt.

Tabelle 5-2: Ergebnisse des zweidimensionalen Strömungsmodells der Kirnitzsch im Vergleich mit aufgenommenen Hochwassermarken vom 07.08.2010, graue Schattierung – größere Differenzen im Oberlauf

Fluss-km	Name	Hochwassermarken [m ü. NHN]	berechnete Wasserspiegellage [m ü. NHN]	Differenz [m]
0-470	Brücke Bergmannstraße	122,65	122,44	-0,21
0-955	Bad Schandau Stadtpark	124,04	123,94	-0,10
3-802	Brücke unterhalb Ostrauer Mühle	135,71	135,40	-0,31
3-965	Ostrauer Mühle	136,06	135,95	-0,11
4-220	Wehr Ostrauer Mühle	137,91	137,47	-0,44
14-045	Buschmühle	200,05	199,63	-0,42
26-470	Bootsstation	268,85	268,40	-0,46
29-100	oberhalb Hranicni most	284,31	283,67	-0,64



Abbildung 5-1: Aufstau und Verkläusung an einem Wehr unterhalb der Felsenmühle beim Auguthochwasser 2010 (Foto: LTV)

Bei der Betrachtung der Differenzen zwischen beobachteten Wasserständen und Modellrechnung zeigten sich besonders im Oberlauf größere Differenzen zwischen beobachteten und berechneten Wasserspiegellagen (vgl. Tabelle 5-2, graue Schattierung). Die hydraulischen Verhältnisse während des Hochwasserereignisses wurden vor allem oberstrom von Bad Schandau durch Verkläusungen und Uferabbrisse stark beeinflusst (insbesondere an Querbauwerken), die so nicht im Modell berücksichtigt werden können. Weiterhin sind oberstrom des Pegels Buschmühle größere Unsicherheiten in der im Modell verwendeten Abflussverteilung möglich. Demnach ist eine Nachrechnung des Hochwasserereignisses vom August 2010 modelltechnisch zwar theoretisch möglich, aufgrund der nicht modellierbaren Randbedingungen (Verkläusungen, Uferabbrisse etc.) können die tatsächlichen hydraulischen Verhältnisse während des Hochwasserereignisses vor allem im Oberlauf der Kirnitzsch jedoch nicht korrekt nachgebildet werden.

Im Ergebnis kann daher festgestellt werden, dass die Kalibrierung des Strömungsmodells als plausibel und belastbar anzusehen ist. Das Strömungsmodell ist demnach prognosefähig und kann für die Ausweisung der Überschwemmungsgebiete sowie zur Erstellung von Gefahrenkarten vollumfänglich genutzt werden.

Die während des Auguthochwassers aufgetretenen Uferabbrüche und Verkläusungen (Abbildung 5-1) verhindern jedoch eine belastbare bzw. genaue hydraulische Analyse des Ereignisses unter Verwendung des zweidimensionalen Strömungsmodells.

## 5.3 Rödergebiet unterhalb des Speichersystems Radeburg

### Ausgangslage und Herangehensweise

Für die Große Röder wurde ausgehend von den Erfahrungen des Hochwassers 2002 ein HWSK erarbeitet, das konzeptionelle, regional und überregional wirksame Maßnahmen beinhaltet, die einen nachhaltigen Hochwasserschutz ermöglichen sollen. Im Rahmen der Erstellung dieses HWSK wurde ein gekoppeltes Strömungsmodell (ein- und zweidimensional) verwendet. Bei dieser Modelltechnik wird der Flussschlauch mit einem eindimensionalen Ansatz modelliert, während für die Vorländer ein zweidimensionaler Modellansatz verwendet wird. Die Güte des Modells hängt stets maßgeblich von den zur Verfügung stehenden Grundlagedaten und der Eignung des Modellansatzes bzw. des Modellsystems für die vorherrschenden Strömungsverhältnisse ab.

Die mit laufenden Planungen verbundenen hydraulischen Berechnungen in einzelnen Fließgewässerabschnitten des Rödergebietes und die Beobachtungen während des Hochwassers 2006 zeigten bereits, dass die tatsächliche Leistungsfähigkeit der Gewässer in bestimmten Abschnitten des Rödergebietes nicht stimmig mit den Angaben des HWSK zur Abflusskapazität des jeweiligen Gewässers sein kann. Zudem wurden Fließwege beobachtet, die im HWSK nicht ausgewiesen waren. Diese Erkenntnis bestätigte sich auch während der Hochwasser im September 2010 und im Januar 2011. Es zeigte sich, dass Überschwemmungen von Siedlungsflächen und Infrastrukturanlagen bereits bei kleineren Hochwasserereignissen bzw. Abflüssen eintreten, als im HWSK ausgewiesen sind. Aus diesen Gründen wurde nach den Hochwasserereignissen vom September 2010 und vom Januar 2011 eine umfassende zweidimensionale Strömungsmodellierung des Rödergebietes von den Auslassbauwerken der Speicher Radeburg I und II bis zur Landesgrenze sowie eine Niederschlags-Abfluss-Modellierung des gesamten Einzugsgebietes beauftragt. Die Modellergebnisse sollen Basis und Entscheidungsgrundlage für weitere Planungen zur Gewässer- und Deichinstandsetzung sowie zur Gewässerunterhaltung und zur Umsetzung von Maßnahmen des präventiven Hochwasserschutzes bilden.

Um ein optimales und von allen Seiten akzeptiertes Ergebnis sicherzustellen, wurde ein projektbegleitender Arbeitskreis gebildet, an dem neben der LTV auch der Landkreis Meißen, die LDS, das LfULG, das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg sowie die betroffenen Gemeinden beteiligt waren. Die dargestellten Ergebnisse basieren auf dem Erläuterungsbericht zum numerischen Strömungsmodell (Koban & Schuckert Ingenieurpartnerschaft 2012a).

Die hydraulischen Verhältnisse im Rödergebiet sind aufgrund der flachen Geländemorphologie, der historisch gewachsenen Bewirtschaftung und der hohen Anzahl von Regelungsbau-

werken sehr komplex (vgl. Abbildung 5-2). Die hydraulische Modellierung dieses Systems ist entsprechend anspruchsvoll und erfordert die Berücksichtigung einer Vielzahl von Eingangsdaten, um die hydraulisch wirksamen Elemente im Gewässersystem vollständig abzubilden. Neben einem hochauflösendem Digitalen Geländemodell (DGM) und Landnutzungsdaten (ALK und BTLNK) standen Vermessungsunterlagen aus dem HWSK, der Deichzustandsanalysen sowie aktuellen Vermessungs- und Planungsunterlagen wasserwirtschaftlicher und kommunaler Bauwerke zur Verfügung. Ergänzt wurden diese Informationen durch Steuerungspläne wasserwirtschaftlicher Anlagen, hydrologische Gutachten, umfangreiche Dokumentationen der Hochwasser vom März 2006, September 2010 und Januar 2011 sowie durch direkte Einbeziehung der im Rödergebiet für die Gewässerunterhaltung und den Anlagenbetrieb Verantwortlichen.

### Modellrandbedingungen und Hydrologie

Die hydrologischen Eingangsdaten bilden Abflussganglinien für das Hochwasserereignis 2010 und für Hochwasserereignisse mit den statistischen Eintrittswahrscheinlichkeiten  $HQ_2$ ,  $HQ_5$ ,  $HQ_{10}$ ,  $HQ_{20}$ ,  $HQ_{50}$ ,  $HQ_{100}$ . Deren Ermittlung erfolgte auf Basis eines Niederschlags-Abfluss-Modells (NAM), welches mehrfach iterativ mit den Ergebnissen der zweidimensionalen Strömungssimulation abgeglichen wurde. Dieses kombinierte und schrittweise Vorgehen war notwendig, da nicht nur natürliche Einflussgrößen die Abflüsse im Rödersystem bestimmen, sondern auch ein sehr komplexes Bewirtschaftungssystem privater, kommunaler und landeshoheitlicher Nutzer maßgeblich Einfluss auf das Abflussverhalten nimmt. Diese sogenannte iterative Kalibrierung von NAM und zweidimensionalen Strömungsmodell für das Hochwasserereignis im September 2010 konnte schließlich erfolgreich abgeschlossen werden. Die Ergebnisse des NAM gehen als Zuflussrandbedingung in das Strömungsmodell ein.

Der Modellauslauftrand liegt jeweils an der Mündung der Gewässer Kleine Röder und Röderkanal in die Schwarze Elster. Anhand der brandenburgischen Hochwassermarken ist bekannt, welche maximalen Wasserstände sich in der Schwarzen Elster beim Hochwasser im September 2010 ausgebildet hatten. Nicht bekannt ist jedoch der zeitliche Verlauf der Wasserstände der Schwarzen Elster im Bereich des Modellauslauftrandes. Im zweidimensionalen Strömungsmodell wird daher davon ausgegangen, dass die Wasserspiegellagen der Kleinen Röder und des Röderkanals über die gesamte Simulationszeit den Hochwassermarken im Mündungsbereich der Schwarzen Elster entsprechen. Auf diese Weise wird der Rückstau aus der Schwarzen Elster durch einen Aufstau des abfließenden Wassers am Modellrand simuliert. Die Untersuchungen zeigen, dass die Berechnungsergebnisse im Untersuchungsgebiet trotz dieser Vereinfachung plausibel und belastbar sind.

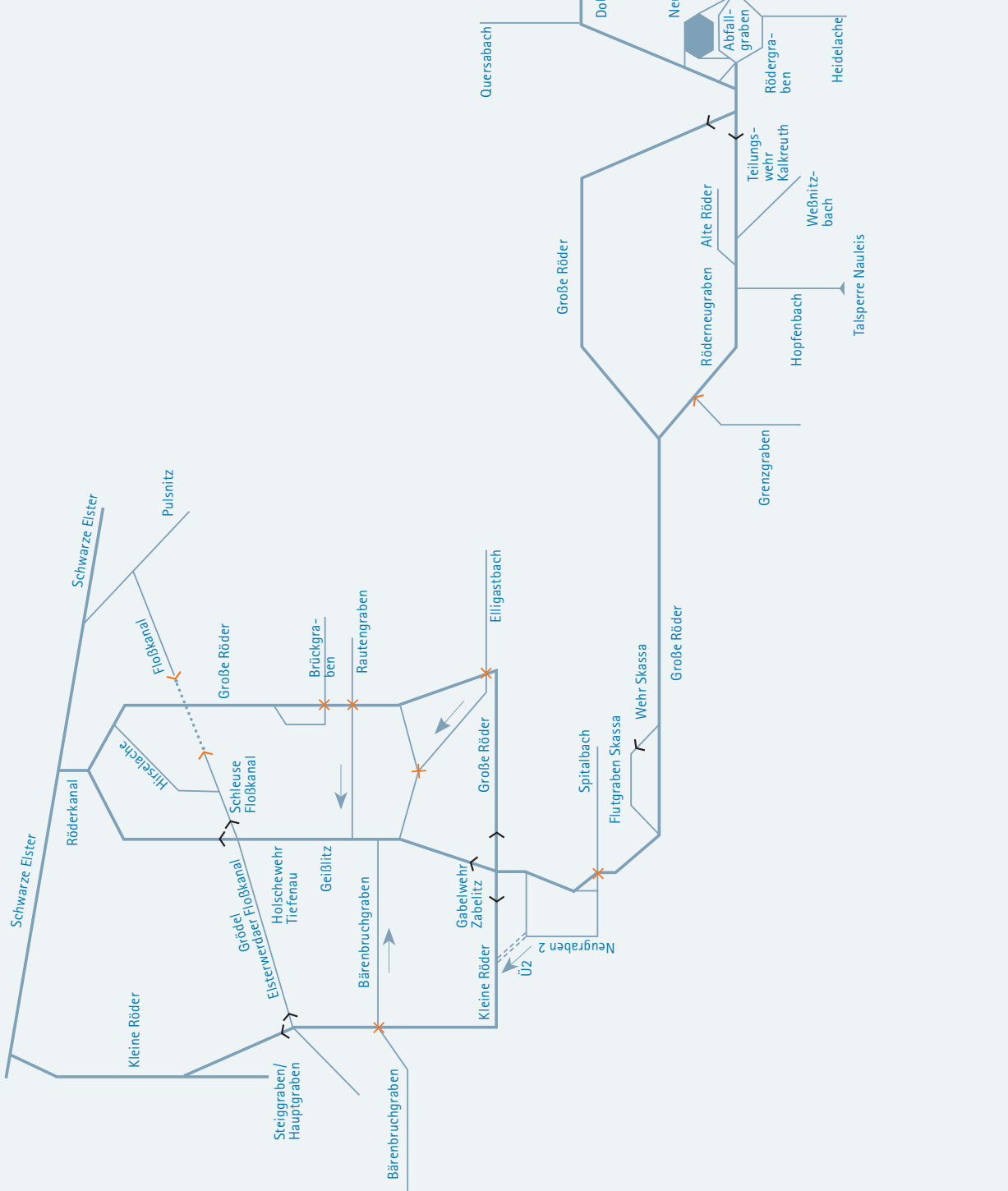
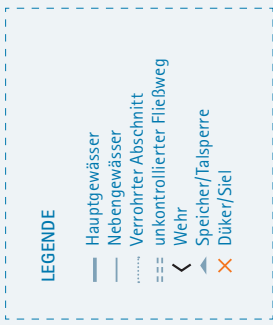


Abbildung 5-2: Schematischer Überblick über das hydraulische System der Großen Röder und ihrer Nebenflüsse unterhalb des Speichers Radeburg (Quelle: LTV)

## Ergebnisse

Im Rahmen der Kalibrierung wurden mit dem erstellten zweidimensionalen numerischen Strömungsmodell die Wasserspiegellagen und Überschwemmungsflächen für das Hochwasserereignis im September 2010 berechnet und mit den Beobachtungen während des Hochwassers abgeglichen. Dabei wurde das Modell zunächst mit einem über die Zeit konstanten Hochwasserscheitelabfluss kalibriert. Diese erste Kalibrierung erbrachte Aufschlüsse über die grundlegende Modellfunktionalität und erforderliche Modellpräzisierungen. Die abschließende Kalibrierung anhand der Dokumentationen des Hochwasserereignisses 2010 erfolgte unter Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufes des Abflusses (Hochwasserganglinie). Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass Flächen nur soweit überschwemmt werden, wie die zeitlich begrenzte Abflussfülle eine Überschwemmung verursachen kann. Weiterhin konnten durch die Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufes des Hochwasserereignisses auch die Hochwassermarken zur Auswertung herangezogen werden, die vor oder nach Erreichen des Hochwasserscheitels aufgenommen wurden.

### Vergleich mit eingemessenen Hochwassermarken

Der Vergleich der für das Hochwasserereignis September 2010 berechneten Wasserspiegellagen mit den aufgenommenen Hochwassermarken zeigt nahezu durchgängig ein sehr gutes Ergebnis mit nur wenigen Ausreißern. Im Abschnitt der Großen Röder vom Speicher Radeburg I bis zum Teilungswehr Kalkreuth befanden sich Hochwassermarken in der Stadt Radeburg sowie bei der Ortslage Cunnersdorf. Die berechneten Wasserspiegellagen wichen in diesem Bereich weniger als 10 cm von den Hochwassermarken ab, was ein sehr gutes Berechnungsergebnis darstellt. An den Zuflüssen Promnitz und Dobrabach wurden ebenfalls nur geringe Wasserspiegeldifferenzen festgestellt. Am und oberhalb des Teilungswehres Kalkreuth wurden sogar Annäherungen von 2 bis 0 cm erreicht (vgl. **Abbildung 5-3**). Im weiteren Verlauf der Großen Röder sowie im Neugraben 2 bis zum Gabelwehr Zabeltitz zeigten sich ebenfalls nur geringe Abweichungen von weniger als 20 cm. Für die Große Röder liegen unterhalb des Wehres Zabeltitz erst ab der Ortslage Gröditz drei Hochwassermarken vor. Bei diesen ist zwar eine Abweichung von 13, 27 bzw. 53 cm festzustellen, jedoch stimmen die Überschwemmungsflächen sehr gut mit den Beobachtungen überein. Recherchen ergaben, dass die Hochwassermarken nicht zum Zeitpunkt des Hochwasserscheitels gesetzt wurden. Da die Hochwassermarken der Geißblitz sehr gut getroffen werden, ist die Abflussaufteilung ebenfalls als plausibel zu werten. Im Bereich des Zusammenflusses von Großer Röder und Geißblitz wird die Hochwassermarke trotz des Rückstaeinflusses der Schwarzen Elster hinreichend genau berechnet. Insgesamt konnte demnach eine gute bis sehr gute Übereinstimmung von Berechnungsergebnissen und Beobachtungen erreicht werden.

### Vergleich mit den Ausdehnungsgrenzen des Überschwemmungsgebietes

Die berechneten Überschwemmungsflächen entlang der Großen Röder zwischen Radeburg und dem Teilungswehr Kalkreuth stimmen bis auf wenige Ausnahmen mit den dokumentierten Überschwemmungsflächen des Landratsamtes Meißen und der Stadt Radeburg überein. Die nicht übereinstimmenden Einzelfälle sind teilweise auf den Zeitpunkt der Erfassung der Überschwemmungsgebiete zurückzuführen. Insofern die Aufnahme nicht exakt beim Durchgang des Hochwasserscheitels erfolgt, ist ein Vergleich mit den maximal berechneten Überschwemmungsgebieten nicht zweckmäßig. In anderen Einzelfällen konnten abweichende berechnete Überschwemmungsflächen auf die Genauigkeit der Vermessungsdaten in Randbereichen zurückgeführt werden. In weiteren Kalibrierungsläufen sowie durch Einbeziehung des projektbegleitenden Arbeitskreises und der Flussmeisterei Riesa konnte das Strömungsmodell soweit angepasst und plausibilisiert werden, dass alle offenen Fragestellungen zum Überschwemmungsgebiet nachvollzogen werden konnten.

### Analyse von Fließwegen im Hochwasserfall

Bei dem Hochwasserereignis entstand infolge der Ausuferung der Großen Röder im Bereich der Mündung des Neugrabens 2 ein direkter Fließweg (Kurzschlussströmung) zwischen der Großen Röder vor dem Wehr Zabeltitz zur Kleinen Röder. Das 2D-HN-Modell konnte diesen, durch Ausuferung entstandenen Fließweg, detailliert abbilden (**Abbildung 5-4**).

Mit dem zweidimensionalen Strömungsmodell konnte auch der Rückstau in den Mündungsbereichen der Zuflüsse nachvollzogen werden. Dieser wirkt sich zum Teil signifikant auf das Abflussgeschehen in den zufließenden Gewässern aus. Zum Hochwasserereignis 2010 erfolgte beispielsweise kein Abfließen des Grenzgrabens zum Röderneugraben. Ursächlich dafür war der hohe Wasserstand im Röderneugraben, der eine Entwässerung durch das vorhandene Siel verhinderte. Daraufhin entstand ein Rückstau oberhalb des Sieles, der auf beiden Seiten des Grenzgrabens eine großflächige Überschwemmung verursachte. Diese reichte im Westen so weit, dass der Grenzgraben an der Brücke vor dem Pegel Kleinraschütz in die Große Röder entwässerte. Im Modell wurde der Zufluss zum Röderneugraben als verschlossen definiert, wodurch der Fließweg analog des Hochwasserereignisses sehr gut nachvollzogen werden konnte.



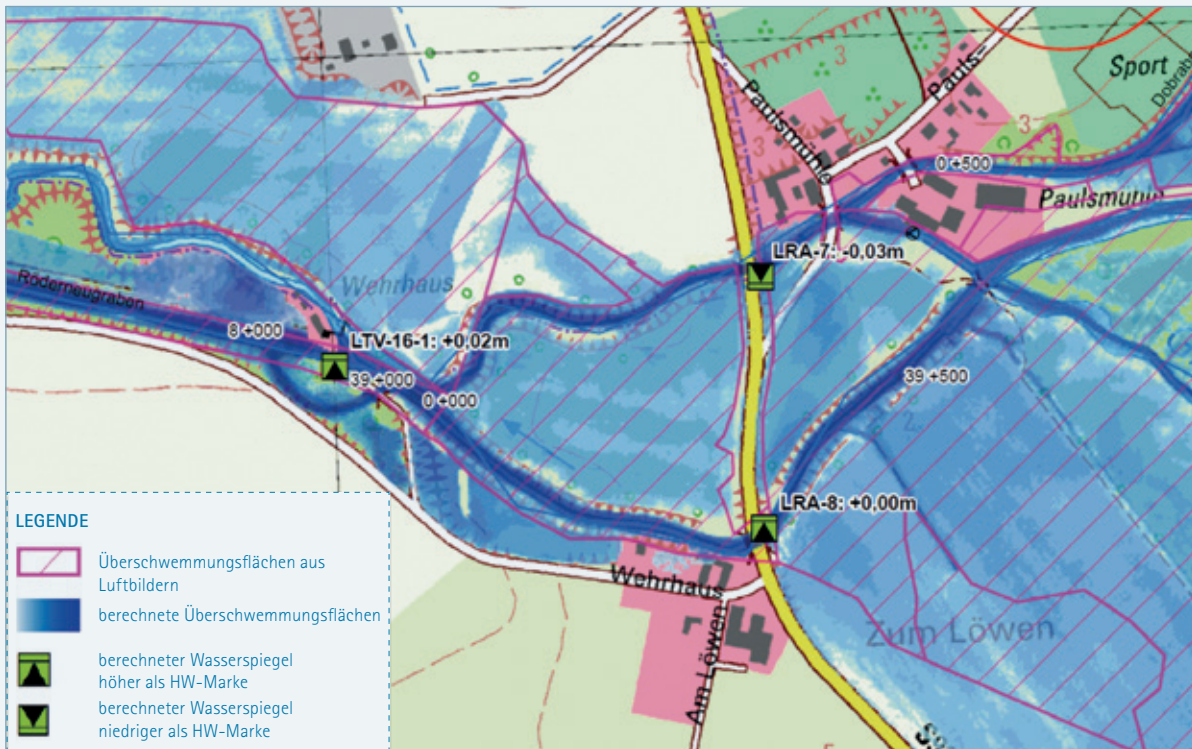


Abbildung 5-3: Vergleich der modellierten Überschwemmungsflächen des Ereignisses im September 2010 mit den aus Luftbildern erfassten Überschwemmungsflächen und den eingemessenen Hochwassermarken. (Quelle: Koban & Schuckert Ingenieurpartnerschaft 2012a)

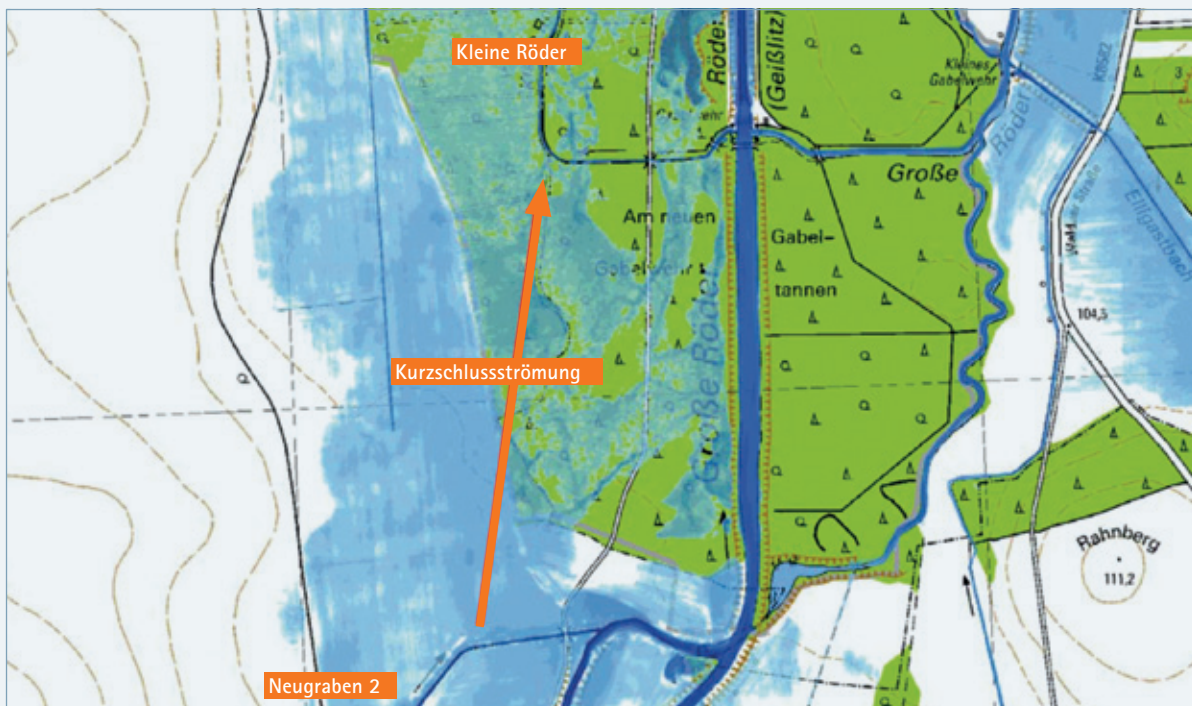


Abbildung 5-4: Die Kurzschlussströmung zwischen Neugraben 2 und Kleiner Röder beim Hochwasser im September 2010 (Quelle: Koban & Schuckert Ingenieurpartnerschaft 2012a)



Abbildung 5-5: Überschwemmungen im Bereich Pegau am 10.01.2011 (Foto: LTV)

## 5.4 Weiße Elster

### Ausgangslage

Im Rahmen der Erstellung des HWSK Weiße Elster wurde in den Jahren 2003 und 2004 ein eindimensionales hydrodynamisch-numerisches (1D-HN) Strömungsmodell verwendet. Hiermit konnten Grundlagen für die Konzeption und Bewertung möglicher Hochwasserschutzmaßnahmen gewonnen werden. Verschiedene modelltechnisch und in den Datengrundlagen begründete Defizite führten zur Entwicklung eines zweidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Strömungsmodells (2D-HN Modell) in den Jahren 2008 und 2009. Auch damit konnten die beim Hochwasserereignis vom September 2007 stattgefundenen Retentionseffekte nicht in zufriedenstellender Qualität nachvollzogen werden. Mit den Luftaufnahmen einer Hubschrauberbefliegung des Überschwemmungsgebietes vom 10. Januar 2011 stand erstmals eine Datengrundlage zur Verfügung, die relativ kurz nach Scheiteldurchgang der Hochwasserwelle sehr detaillierte Anhaltspunkte für die Ausbildung der Überschwemmungsflächen lieferte. Daher erfolgte im Rahmen der Ereignisanalyse für die Hochwasserereignisse 2010 und 2011 eine umfassende Aktualisierung der zweidimensionalen Strömungsmodellierung der Weißen Elster von der Landesgrenze zu Sachsen-Anhalt bis zum Pegel Kleindalzig. Die Modellergebnisse sollen Basis und Entscheidungsgrundlage für weitere Planungen zur Gewässer- und Deichinstandsetzung sowie Gewässerunterhaltung und Umsetzung präventiver Hochwasserschutzmaßnahmen bilden und ein optimales und von allen Seiten akzeptiertes

Ergebnis sicherstellen. Die dargestellten Ergebnisse basieren auf dem Endbericht zum numerischen Strömungsmodell (Technische Universität Dresden 2012).

Es standen 173 hoch aufgelöste Luftbilder (Schrägaufnahmen) zur Verfügung. Die Überfliegung des Überschwemmungsgebietes fand am 10. Januar 2011 zwischen 11:10 Uhr und 11:25 Uhr und somit ca. 17 Stunden nach Scheiteldurchgang am Pegel Kleindalzig bzw. 29 Stunden nach Scheiteldurchgang am Pegel Zeitz statt. Die Fotografien lieferten wertvolle Erkenntnisse zur Verbesserung der Hochwassersimulationsergebnisse im Untersuchungsgebiet (Abbildung 5-5).

Zur Plausibilisierung der Ergebnisse konnten weiterhin Hochwassermarken genutzt werden, die während des Hochwasserereignisses an zwei aufeinanderfolgenden Tagen aufgenommen wurden. Neben den reinen Vermessungsdaten wurden dabei auch Fotos archiviert.

### Hydrologie

Die hydrologischen Eingangsdaten für das Hochwasser 2011 wurden in Form von Abflussganglinien ermittelt, die auf den Pegelaufzeichnungen der Pegel Zeitz und Kleindalzig an der Weißen Elster sowie den Pegeln Ölsen und Großstolpen an der Schnauder beruhen. Die Analyse der Pegeldata (vgl. Kapitel 4.2.6) zeigt an den Pegeln Zeitz und Kleindalzig ein

auffälliges Aufeinanderfolgen zweier Hochwasserscheitel mit Abflüssen gleicher Größenordnung und ähnlicher Form (vgl. **Abbildung 4-62** in **Kapitel 4.2.6**). Der Scheitelabfluss der ersten Hochwasserwelle wurde zwischen Zeitz und Kleindalzig durch Retention von  $253 \text{ m}^3/\text{s}$  (09.01.2011, 06:15 Uhr) auf  $244 \text{ m}^3/\text{s}$  (09.01.2011, 18:00 Uhr) reduziert. Der Hochwasserrückhalt ist in erster Linie durch die Überschwemmung weiträumiger Flächen zu erklären. Bei Durchgang der zweiten Hochwasserwelle mit etwas geringerem Scheitelabfluss waren die Flächen bereits überschwemmt. Die Retention war somit wesentlich geringer.

## Ergebnisse

Zur Analyse des Hochwasserabflusses und für eine zuverlässigere Bewertung der Abflussaufteilung wurden im Vorfeld der Modellüberarbeitung getrennt für die Weiße Elster, den Profener Elstermühlgraben und die Schnauder Simulationen mit mehreren stationären, also gleichförmigen Abflüssen durchgeführt. Aus diesen Voruntersuchungen ließen sich Rückschlüsse auf das Leistungsvermögen der einzelnen Gewässerstränge sowie Anhaltspunkte für die Abflussaufteilung während des Hochwassers ziehen. Für die Weiße Elster wurde auf dieser Grundlage die untere Modellrandbedingung als Wasserstands-Abfluss-Beziehung präzisiert. An der Schnauder konnte im Rahmen der Voruntersuchungen eine Wasserstands-Abfluss-Beziehung für den Pegel Großstolpen berechnet werden. Diese wurde für die Definition der Zuflussrandbedingung in Form einer Ganglinie verwendet.

Das Hochwasserereignis von 2011 wurde zu Vergleichszwecken sowohl mit dem Stand des Strömungsmodells von 2009 als auch mit dem neu überarbeiteten Strömungsmodell berechnet. Hierbei wurde, wie bei der bisherigen Modellierung, der Zufluss aus der Schnauder aufgrund der sehr geringen, zuströmenden Wassermengen, nicht berücksichtigt. Alle weiteren Simulationen berücksichtigen den zeitabhängig variablen Zufluss aus der Schnauder und haben das Ziel, den Einfluss einzelner Modellparameter bzw. Modellanpassungen gegenüber einer Basisvariante (Basismodell) zu ermitteln. Untersucht wurden der Einfluss des Schließzeitpunktes am Profener Wehr, die Abflussdrosselung an der Mühle Oderwitz, pauschale Erhöhung und Verringerung der Fließwiderstände sowie weiterer Modellparameter.

Nach der Analyse der Berechnungsergebnisse und dem Vergleich der berechneten Abflussganglinien, Wasserspiegellagen und Überschwemmungsflächen mit den verfügbaren Beobachtungsdaten wurde eine abschließende Modellvariante festgelegt, die die tatsächlichen Abflussverhältnisse am besten widerspiegelt.

## Vergleich gemessener und berechneter Abflussganglinien

Das 2D-HN-Modell ist so konzipiert worden, dass die Pegel Zeitz (oberstrom) und Kleindalzig (unterstrom) jeweils in der Nähe des Modellrandes liegen. Dadurch ist es möglich, die

am Pegel Zeitz aufgenommene Abflussganglinie direkt als Zuflussrandbedingung im Modell vorzugeben. Außerdem kann die gemessene Abflussganglinie am Pegel Kleindalzig mit der im Modell am Auslaufrand berechneten Ganglinie verglichen werden. **Abbildung 5-6** enthält den Vergleich der Simulation mit dem Basismodell. Es zeigt sich, dass der Verlauf des Hochwasserereignisses mit dem Strömungsmodell sehr gut nachgebildet werden kann. Allerdings konnte beim Durchgang der ersten Hochwasserwelle die gemessene Reduzierung des Abflussscheitels zwischen Zeitz und Kleindalzig nur bedingt nachvollzogen werden. Trotz Berücksichtigung der ausgedehnten Retentionsflächen besteht zwischen den Simulationsergebnissen und tatsächlichem Abflussgeschehen ein geringfügiges Defizit, sodass der berechnete Scheiteldurchgang am Pegel Kleindalzig gegenüber der Messung etwas höher ausfällt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Flächenretention offensichtlich noch stärker zum Tragen kommt, als dies bisher angenommen bzw. simuliert werden konnte. Beim zweiten, unmittelbar folgenden Hochwasserscheitel stimmen Simulation und Pegelmessung besser überein, da auch beim realen Ereignis kaum noch Retentionseffekte auftraten. Obwohl geringfügige Defizite bei der Abbildung der Retentionseffekte zu verzeichnen sind, kann von einer guten Übereinstimmung zwischen Modell und Messung gesprochen werden.

## Vergleich der Berechnungsergebnisse mit eingemessenen Hochwassermarken

Der Vergleich zwischen den Simulationsergebnissen und den eingemessenen Hochwassermarken wurde auf Grundlage der jeweils ermittelten bzw. gemessenen maximalen Wasserspiegellagen durchgeführt. Obwohl sich überwiegend gute Übereinstimmungen zwischen den Simulationsergebnissen und den Messwerten feststellen lassen, gibt es in wenigen Bereichen größere Abweichungen, die sich nur mit Messfehlern erklären lassen.

Eine besonders gute Übereinstimmung zeigt sich im Bereich der Schwennigke, obwohl der Zeitpunkt der Aufnahme hier deutlich nach dem Scheiteldurchgang liegt. Möglicherweise lag der maximale Wasserspiegel also etwas über den Messwerten.

Das Simulationsergebnis der Basisvariante liegt durchgängig wenige Zentimeter über den Messwerten. Die aufgrund der sehr großen Überschwemmungsflächen auffällig geringe Streuung der Simulationsergebnisse weist auf einen geringen Einfluss der hydraulischen Randbedingungen auf die Ausbildung der sich einstellenden Wasserspiegellage hin. Im Bereich der Schnauder zeigt sich ebenso eine gute Übereinstimmung mit sehr geringfügigen Abweichungen von wenigen Zentimetern. Hier liegen die Messwerte jedoch über den berechneten Wasserspiegellagen. Dies kann auf Unsicherheiten bei der Ermittlung der Abflussganglinie Großstolpen oder die bisher noch nicht berücksichtigte Wasserspeisung aus anderen Quellen wie z. B. aus Schneeschmelze hinweisen. Auf vergleichbare Einflüsse scheint auch eine eingestaute Fläche südlich von Schnaudertrebritz hinzuweisen, die sowohl an-

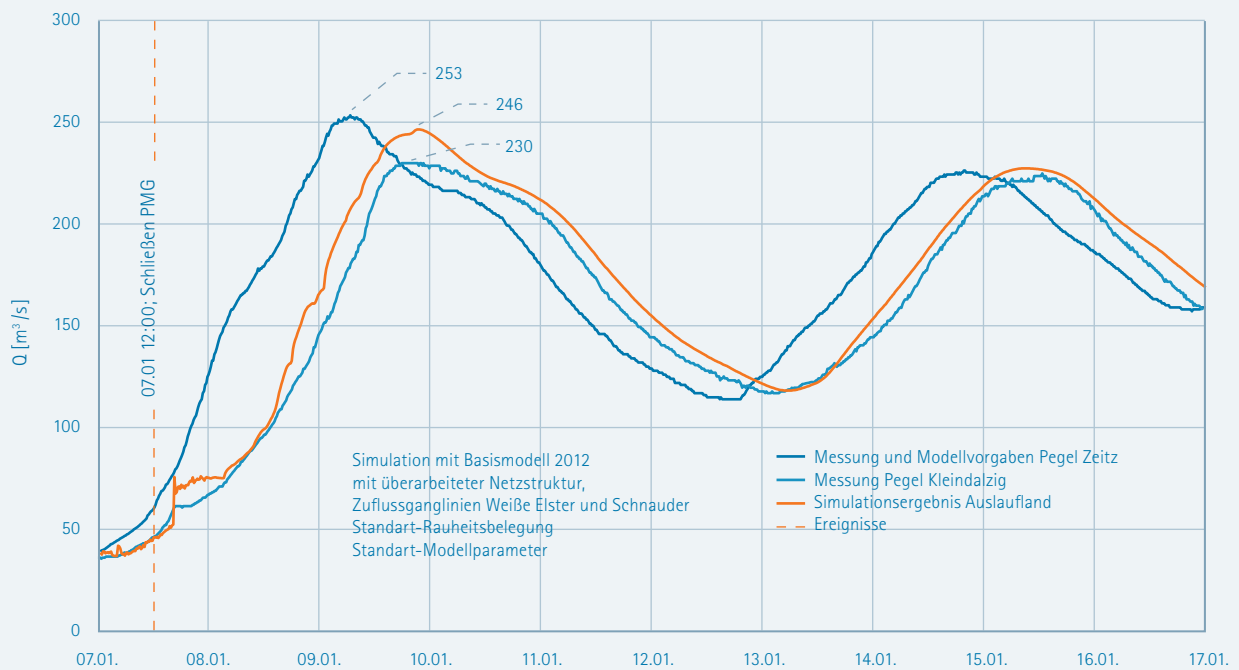


Abbildung 5.6: Vergleich gemessener (Pegel Zeitz und Kleindalzig) und berechneter Abflussganglinien (Auslauftrand am Pegel Kleindalzig) zwischen 07.01. und 17.01.2011 (Quelle: Technische Universität Dresden 2012).

hand der Hochwassermarken als auch in den Luftaufnahmen dokumentiert ist, sich im Strömungsmodell jedoch in dieser Ausprägung nicht reproduzieren lässt.

Die Hochwassermarken der Weißen Elster wurden am 9. Januar aufgezeichnet und liegen somit näher am Zeitpunkt des Scheiteldurchgangs. Hier zeigt der Vergleich ein heterogenes Ergebnis mit deutlicheren Abweichungen zwischen Simulation und Messung. Im Bereich der Goldenen Aue liegt der Wasserspiegel 40 cm unterhalb der Simulation. Der Messwert wird durch die Darstellungen in den Luftaufnahmen gestützt. Unklar bleibt jedoch, worauf diese eingestaute Fläche zurückzuführen ist. Signifikante Ausuferungen der Weißen Elster sind sowohl im Modell als auch in den Luftaufnahmen nicht erkennbar. Möglicherweise speist sich die Fläche aus den Überschwemmungsflächen des Profener Mühlgrabens auf der gegenüberliegenden Seite der B2. Hierbei könnten bisher noch nicht bekannte Durchlässe eine Rolle spielen. Im Bereich der Ortslage Pegau stimmen die Simulationsergebnisse und die Messwerte der Weißen Elster sehr gut überein. Hier weisen die Hochwassermarken gegenüber der Basisvariante eine maximale Differenz von 10 cm auf.

Für den Profener Elstermühlgraben lagen keine aussagefähigen Hochwassermarken vor.

## Vergleich der Ausdehnungsgrenzen des Überschwemmungsgebietes

Die berechneten Überschwemmungsflächen entlang der Weißen Elster zwischen der Landesgrenze zu Sachsen-Anhalt und dem Pegel Kleindalzig stimmen bis auf wenige lokal begrenzte

te Ausnahmen mit den dokumentierten Überschwemmungsflächen überein.

Abweichungen ergaben sich beispielsweise im Abschnitt zwischen Zeitz und der Landesgrenze, wo eingestaute Flächen auch außerhalb des eingedeichten Gebietes erkennbar sind. Es ist zu vermuten, dass diese auf Effekte wie Schneeschmelze und Durchsickerung der Deiche zurückzuführen sind, die nicht im Modell abgebildet werden können. Die auffälligste Abweichung zwischen dokumentierter Überschwemmungsfläche und Simulationsergebnis zeigt sich im Bereich der sogenannten Goldenen Aue. Mögliche Gründe wurden bereits im Zusammenhang mit der betreffenden Hochwassermarke angesprochen. Darüber hinaus zeigten sich in diesem Bereich Defizite der bruchkantenbasierten Geländemodellierung, die im Basismodell zu unplausiblen Ausuferungen der Weißen Elster führten. Im Gebiet zwischen Weißer Elster und B2 auf der Höhe von Pegau und Audigast sind in den Luftbildern überschwemmte Flächen erkennbar, die sich im Modell nicht einstellen. Diese Diskrepanz konnte bisher noch nicht eindeutig erklärt werden. Aufgrund der benannten sowie weiterer kleinerer lokal begrenzter Abweichungen zwischen berechneter und beobachteter Überschwemmungsfläche wurde eine plausibilisierte Überschwemmungsfläche erstellt. Diese beschreibt und skizziert diese Abweichungen.

## Analyse von Fließwegen

Der Mittelwasserabfluss erfolgt im Wesentlichen innerhalb des Flussbettes der Weißen Elster und den teilweise verzweigten Gewässersträngen des Profener Elstermühlgrabens, der Schnauder und der Schwennigke. Der Profener Elstermühl-



Abbildung 5-7: Die B2 im Überschwemmungsbereich der Weißen Elster und des Profener Elstermühlgrabens (Foto: LTV)

graben ist über mehrere Stränge quer, zum Teil gesteuert mit der Weißen Elster verbunden. Im Hochwasserfall mit Überschwemmungen kommt es zur Ausbildung weiterer Fließwege zwischen den oben genannten Gewässern. Je nach Intensität des Ereignisses bilden sich im Verlauf eines Hochwassers sehr große zusammenhängende Überschwemmungsflächen aus, innerhalb derer die Fließgeschwindigkeiten und -richtungen stark variieren.

Die Analyse zeigt in Übereinstimmung mit Beobachtungen vergangener Hochwasserereignisse, dass bei einem Abfluss von ca.  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  am Pegel Zeitz erste Ausuferungen der Weißen Elster zu verzeichnen sind. In der Simulation geschieht dies zuerst im Bereich Zangenberg, später im stark mäandrierenden Abschnitt zwischen Reuden und Profen. Dort bildet sich links der Weißen Elster ein breiter Streifen mit paralleler Strömung aus, der zeitweise stromab wieder in das Gewässer zurückgeführt wird. Rechtsseitige Ausuferungen führen zu einem verzweigten Übertritt in das Tal der Schwennigke. Im Laufe des Ereignisses entsteht eine große zusammenhängende Überschwemmungsfläche, die sich rechtsseitig bis zum Abzweig des Profener Elstermühlgrabens, linksseitig noch darüber hinaus, erstreckt. Stromab des Abzweiges können drei dominierende und nur vereinzelt querverbundene Fließwege beschrieben werden: die Weiße Elster, der Profener Elstermühlgraben und die Schwennigke. Eine abflusswirksame Querverbindung zwischen Profener Elstermühlgraben und Weißer Elster stellt der Schilkebach dar. Über den Schilkebach wird noch vor dem Einsetzen der Trennwirkung der B2 ein Teil des Abflusses des Profener Elstermühlgrabens in die Weiße Elster zurückgeführt. Im weiteren Verlauf des Profener Elstermühlgrabens im Bereich Elstertrebritz zeigen sowohl die

Simulation als auch die Luftbilder ausgedehnte Überschwemmungen. Diese befinden sich überwiegend rechtsseitig und erstrecken sich bis an die Bundesstraße B2 heran. Bis Pegau trennt die Bundesstraße B2 den abflusswirksamen Bereich der Weißen Elster von dem des Profener Elstermühlgrabens ab (Abbildung 5-7). Querverbindungen zwischen beiden Überschwemmungsflächen, z. B. durch offene Durchlässe in der Bundesstraße, können jedoch nicht ausgeschlossen werden und würden erkennbare Überflutungsflächen in der Goldenen Aue erklären. Die in diesem Bereich auftretenden Ausuferungen der Weißen Elster beschränken sich vorwiegend auf die Füllung von Altarmen. Die Schwennigke weist in diesem Abschnitt ein breites überwiegend eigenständiges, in Richtung Schnauderwiesen abfließendes Überflutungsgebiet auf. Etwa 500 m stromauf der Brücke der Bundesstraße B2 vor Pegau bildet sich auf dem rechten Ufer der Weißen Elster eine Überflutungsstelle mit Übertritt in die Schnauderwiesen aus, die sich im Laufe des Hochwasserereignisses zu einem breit überströmten Bereich ausweitet.

Im Bereich Pegau existieren mit den beiden Schnellgräben und dem Weiderodaer Ableiter drei Querverbindungen zwischen Profener Elstermühlgraben und Weißer Elster. Bei Hochwasser kann sich in einem Schnellgraben die Strömungsrichtung aufgrund des hydraulischen Gefälles umkehren. Trotzdem sind die Wehre bei Hochwasser grundsätzlich geöffnet. Der Abfluss im Profener Elstermühlgraben stromab des Weiderodaer Ableiters wird bei Hochwasser so weit gedrosselt, dass mit dem Pumpenbetrieb am Schöpfwerk Kleindalzig ein ausuferungsfreier Abfluss dieses Gewässerabschnittes gewährleistet werden kann. Dieser Betrieb wurde auch während des Hochwassers im Januar 2011 umgesetzt

und entsprechend im Modell berücksichtigt. Während Pegau weitgehend von Ausuferungen der Weißen Elster und des Profener Elstermühlgrabens verschont blieb, zeigen die Simulationsergebnisse in Analogie zu den Luftbildern deutliche Überschwemmungen im Bereich der Probsteisedlung bis zum Weiderodaer Ableiter.

Im Gebiet der Schnauderwiesen stellt sich eine breite Überschwemmungsfläche ein, innerhalb derer der Hochwasserabfluss aus der Schnauder und der Schwennigke abgeführt wird. Der überwiegende Abflussanteil besteht jedoch aus entlang der Weißen Elster am rechten Ufer austretendem Wasser. Die Straßen- und Bahndämme stellen für

die Hochwasserströmung Hindernisse dar und sind deshalb durch geeignete Brückenbauwerke unterbrochen. Das überschwemmt Gebiet führt westlich an Audigast vorbei und mündet zunächst im Bereich der Schnaudermündung, im weiteren Verlauf in einem breiten verzweigten Überschwemmungsband bis südwestlich von Rüssen-Kleinstorkwitz, in die Weiße Elster. Stromab dieses Zusammenflusses reduziert sich das Abflussgeschehen des Untersuchungsgebietes nur noch auf einen Fließweg. Alle Abflussstränge des Überschwemmungsgebietes vereinen sich wieder und fließen gebündelt in einem für den Bemessungsfall überschwemmungssicheren eingedeichten Abflussprofil ab.

---

## 5.5 Spree zwischen Talsperre Bautzen und Spreewiese

### Ausgangslage

Im Laufe des Auguthochwassers 2010 kam es zu einem enorm schnellen Anstieg der Wasserstände der Spree, die mit sehr hohen Spitzenabflüssen einhergingen. Der Talsperre Bautzen liefen mit über 200 m<sup>3</sup>/s sehr große Wassermengen zu. Nach voller Auslastung des zur Verfügung stehenden Hochwasserrückhalteraaumes der Talsperre Bautzen von ca. 5,43 Mio. m<sup>3</sup> erfolgte am 8. August ca. 04:15 Uhr die Wasserabgabe über die Hochwasserentlastungsanlage mit ca. 67 m<sup>3</sup>/s. Dieser Abfluss lag damit weit über dem mittleren Abfluss von ca. 3 m<sup>3</sup>/s. Durch die Nutzung des Hochwasserrückhalteraaumes in der Talsperre konnte der Hochwasserscheitel der Spree effektiv gekappt werden (vgl. Kapitel 4.2.5).

Unterhalb der Talsperre wird die Geländemorphologie im Vergleich zum Spreeabschnitt oberhalb deutlich weitläufiger und flacher. Dadurch kam es bei den hohen Abflüssen im August 2010 zu großflächigen Überschwemmungen entlang der Spree und Malschwitzer Kleinen Spree zwischen Niedergurig und dem Verteilerwehr Spreewiese. Dies wurde durch eine zu geringe Leistungsfähigkeit der Fließgewässer an verschiedenen Engstellen zusätzlich begünstigt. An Brücken und Wehren kam es zu entsprechenden Aufstauerscheinungen. Die Rückstauwirkung beaufschlagte die rückwärtigen Überschwemmungsflächen somit zusätzlich. Die genaue Kenntnis der genannten hydraulischen Effekte bei Hochwasser bildet die Grundlage zur Umsetzung von präventiven Hochwasserschutzmaßnahmen. Aus diesem Grund wurden die abgelaufenen Abflussverhältnisse mittels einer zweidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Strömungsmodellierung nachvollzogen. Damit wurde eine qualitativ fundierte Bewertung der stattgefundenen, komplexen Strömungs-

verhältnisse (Abflussverteilung, Hochwasserrückhalt und Fließgeschwindigkeiten sowie die Fließrichtung), der daraus resultierenden Überschwemmungsflächen und der sich einstellenden Wasserspiegellagen möglich.

Zum Zeitpunkt der Drucklegung des vorliegenden Berichtes war die 2D-HN Berechnung noch nicht vollständig abgeschlossen, so dass nachfolgend die Ergebnisse der Vor-Ort-Aufnahme (Koban & Schuckert Ingenieurpartnerschaft 2012b) der hydraulischen Auswirkungen des Hochwassergeschehens vom 8. August und der folgenden Tage zusammengefasst werden.

### Hydraulische Auswirkungen an der Spree

Durch die zwangsläufig erhöhte Wasserführung während des Auguthochwasser 2010 kam es unmittelbar unterhalb der Talsperre Bautzen bereits zu ersten Ausuferungen im Bereich des Abschlagswehrs Niedergurig. Die Brücke an der Muskauer Straße, welche die Malschwitzer Kleine Spree und die Spree quert, wurde eingestaut und infolge des entstandenen Rückstaus umströmt. Im weiteren Verlauf der Spree traten rechtsseitig an tiefer liegenden Uferbereichen (bei Niedergurig und Briesing) große Wassermassen aus, wodurch große Wiesenflächen zwischen Spree und Malschwitzer Kleiner Spree überschwemmt wurden. Diese Überschwemmungen dehnten sich bis in Höhe der Ortslage Klix aus, wobei das Wasser sowohl aus der Spree als auch aus der Malschwitzer Kleinen Spree stammte. Begünstigt wurden diese weitläufigen Überschwemmungen durch den Einstau der Durchlässe der Klixer Flutbrücke an der S101 und den sich dadurch bildenden Rückstau (vgl. Abbildung 5-8). Im Malschwitzer Flutgraben kehrte sich die Fließrichtung zwischenzeitlich durch die mangelnde Wasserabführung um, sodass das Wasser entgegen



Abbildung 5-8: Ausbreitung der Überflutungsflächen zum Hochwasser im August 2010 südlich der Ortslage Klix (Quelle: Koban & Schuckert Ingenieurlpartnerschaft 2012b)



Abbildung 5-9: Ausbreitung der Überflutungsflächen beim Hochwasser im August 2010 in der Ortslage Malschwitz (Quelle: Koban & Schuckert Ingenieurlpartnerschaft 2012b)

der eigentlichen Fließrichtung geflossen ist. Die Ortslage Klix war vergleichsweise geringfügig von Überschwemmungen betroffen.

Kurz unterstrom der Ortslage Briesing kam es zusätzlich auch zu linksseitigen Ausuferungen. Diese resultierten hauptsächlich aus Zuflüssen der angrenzenden Felddrainagen sowie der lokalen Überströmung des hier angeordneten Spree-deiches. Die Überschwemmungen des linken Vorlandes wurden durch die linksseitigen Teiche (Waurick-, Alt- und Stahlteich) begrenzt. Weiter stromab reichten die linksseitigen Überschwemmungen bis kurz vor die Ortslage Klix.

Direkt südlich der Ortslage Spreewiese reguliert das Verteilerwehr Spreewiese den Abfluss der Kleinen Spree. Die Beaufschlagung der Kleinen Spree konnte so geregelt werden, dass ein bordvoller Abfluss gewährleistet und somit Überschwemmungen in der Ortslage Spreewiese verhindert wurden. Der Hochwasserabfluss erfolgte fast ausschließlich über die Spree.

Nordöstlich des Verteilerwehrs Spreewiese vereinigten sich die Überschwemmungsflächen schließlich zunehmend mit den Ausuferungen des aus Richtung Süden zufließenden Löbauer Wassers.

## Hydraulische Auswirkungen an der Kleinen Malschwitzer Spree

Die Malschwitzer Kleine Spree verläuft nahezu parallel zur eigentlichen Spree. Sie zweigt am Abschlagswehr Niedergurig ab und mündet bei der Ortschaft Klix wieder in die Spree. Beim Hochwasser im August 2010 wurde der Zufluss zur Kleinen Malschwitzer Spree zunächst durch das Schließen des Abschlagswehres in Niedergurig gedrosselt. Im weiteren Verlauf des Hochwassers führten Aufstauerscheinungen am Wehr durch Über- bzw. Umströmen zur Beaufschlagung beider Gewässer, d. h. auch zur Beaufschlagung der Kleinen Malschwitzer Spree.

Durch die erhöhte Beaufschlagung der Kleinen Malschwitzer Spree kam es entlang dieser zu Ausuferungen. In Dobereschütz, Pließkowitz und Malschwitz beschränkte sich dies auf die unmittelbar am Gewässer befindliche Bebauung. An der Mühle in Pließkowitz führten Aufstauungen am Mühlenwehr dazu, dass die Gebäude der Mühle teilweise überschwemmt wurden. Die anfallenden Wassermassen wurden dabei unter Nutzung des zur Verfügung stehenden Rückhalteraumes teilweise in die unmittelbar angrenzenden Teiche abgeschlagen. Nördlich der Ortslage von Pließkowitz, kam es auf dem linken Vorland zu großen Überschwemmungen die sich auf Höhe von Malschwitz mit denen aus der Spree vereinigten. In Malschwitz führten die Überschwemmungen dazu, dass die am westlichen Ufer der Kleinen Malschwitzer Spree befindlichen Ortsteile in Insellage gerieten, d. h. vollständig umströmt wurden (Abbildung 5-9).

Nördlich der Ortslage Malschwitz uferte die Malschwitzer Kleine Spree sehr weiträumig auf dem rechten Ufer aus. Dabei wurde die Verbindungsstraße zwischen Malschwitz und Salga auf mehr als einem Kilometer Länge überströmt. In der Ortslage Salga (vgl. Abbildung 5-8) wurde der gesamte Bebauungsbereich westlich der Malschwitzer Straße überflutet.

Im Bereich der Mündung der Malschwitzer Kleinen Spree in die Spree haben sich die weiträumigen Überschwemmungsflächen beider Gewässer stark überschritten. Für diesen Bereich lassen sich erst nach Abschluss der Berechnungen Aussagen über die Abflussaufteilung und die bestehenden Schwachstellen, die maßgeblich für die Ausuferungen verantwortlich sind, treffen.