

Beurteilung des Abflussgeschehens der Elbe im Bereich Magdeburg unter besonderer Beachtung des Einflusses der Alten Elbe im Hochwasserfall

Torsten Heyer
Hans-B. Horlacher

Motiviert durch die verstärkte Verlandungstendenz und den zunehmenden Bewuchs in der Alten Elbe im Stadtgebiet von Magdeburg beauftragte der Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft, Sachsen-Anhalt, das Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik der TU Dresden damit, die derzeitigen Abflussbedingungen zu untersuchen und die Auswirkungen von Veränderungen in der Alten Elbe sowohl lokal als auch im Bezug auf das gesamte Gewässersystem zu bewerten. Die Untersuchungen erfolgten mit Hilfe von hydrodynamisch-numerischen Berechnungen unter Einbeziehung realer Messergebnisse und Beobachtungen während der extremen Hochwasserereignisse 2002 und 2006.

1 Einführung

Den Abflussverhältnissen der Elbe im Bereich Magdeburg wird von jeher eine besondere Beachtung zuteil. Dies ist zum einen durch die wirtschaftliche Bedeutung der heutigen Landeshauptstadt Sachsen-Anhalts begründet, zum anderen stellt das Magdeburger Fließgewässersystem mit seinen Hauptstrecken Stromelbe, Alte Elbe, Elbe-Umflutkanal, Zollelbe und Taube Elbe aufgrund seiner Komplexität schon immer eine besondere Herausforderung für hydraulische und hydrologische Analysen dar (Abbildung 1).

Mit Hinblick auf die Beurteilung der Abflusscharakteristik bei Hochwasserereignissen besteht bereits seit dem Jahr 2001 eine Zusammenarbeit zwischen dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft, Sachsen-Anhalt (LHW) und dem Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik der TU Dresden (IWD). Im Frühjahr des Jahres 2006 wurde das IWD speziell damit beauftragt, die momentane Abflusskapazität der Alten Elbe einzuschätzen sowie eventuell eintretende Veränderungen in der Alten Elbe bezüglich ihrer Auswirkungen auf das gesamte Gewässersystem zu bewerten. Motiviert wurde das Pro-

jekt primär durch die augenscheinlich verstärkten Anlandungstendenzen in der Alten Elbe einhergehend mit einem drastisch zunehmenden Bewuchs innerhalb des Flussbettes (Abbildung 2).

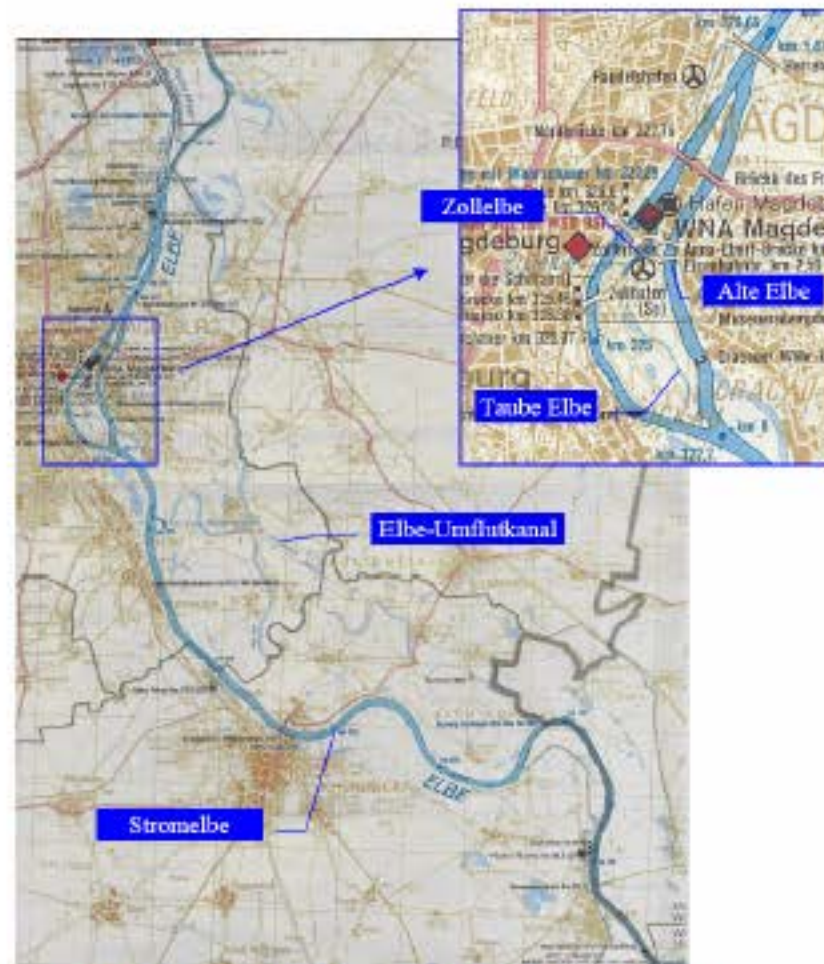


Abbildung 1: Übersichtskarte (Quelle: WSA Magdeburg, bearbeitet)



Abbildung 2: links) Luftbild des Ausmündungsbereichs der Alten Elbe
(Foto: Lack, WSA Magdeburg)

rechts) Anlandungen und Bewuchs in der Alten Elbe (Foto: IWD)

Laut Aussagen des lokalen hydrologischen Dienstes lassen Auswertungen von Messungen am Pegel Magdeburg-Strombrücke die Vermutung zu, dass sich die

Abflusskapazität der Flussprofile im Magdeburger Stadtgebiet innerhalb der letzten einhundert Jahre tendenziell verringert hat, so dass gleiche Wasserstände heute bereits bei geringeren Abflüssen erreicht werden. Des Weiteren deuten historische Aufzeichnungen darauf hin, dass auch das Abführvermögen des Elbe-Umflutkanals in den letzten Jahrzehnten geringer geworden ist.

2 Abflussverhältnisse bei Hochwasser

2.1 Elbe-Umflutkanal

Mit der Öffnung des Pretziener Wehres bei extremen Hochwasserereignissen wird ein Teil des Gesamtabflusses der Stromelbe über den im 19. Jahrhundert errichteten ca. 17 km langen Elbe-Umflutkanal geleitet. Dadurch wird die Flussstrecke entlang der Städte Schönebeck und Magdeburg spürbar entlastet. Im Ergebnis vorangegangener Untersuchungen (*Horlacher, Heyer, Möricke, 2002; Horlacher & Heyer, 2003*) kann im extremen Hochwasserfall davon ausgegangen werden, dass der Umflutkanal bis zu 25 % des Gesamtabflusses ableiten kann, wobei der bordvolle Abfluss bei einer Beaufschlagung mit ca. 1200 m³/s erreicht wird.

2.2 Stromelbe und Alte Elbe

Der in der Elbe verbleibende Anteil wird im Stadtgebiet von Magdeburg aufgeteilt auf die Stromelbe, die Alte Elbe und nach Überflutung des südlich gelegenen Rotehornparks auch über die Zollelbe. Bei normalen Abflussverhältnissen ist die Alte Elbe durch ein festes Wehr mit Niedrigwasserscharte, das als „Cracauer Wasserfall“ bezeichnet wird, gegen die Stromelbe gesperrt, um die Schifffbarkeitsperiode in diesem Elbabschnitt zu verlängern. Erst ab einem Wasserstand von ca. 0,90 m über Pegelnul (Pegel Magdeburg-Strombrücke), der sich bei einem Abfluss von ca. 215 m³/s einstellt, findet eine nennenswerte Aufteilung des Gesamtabflusses über beide Gewässerstrecken statt. Zur Bestimmung der abflussabhängigen prozentualen Verteilung über Stromelbe und Alte Elbe sind seit dem Ende des 19. Jahrhunderts zahlreiche Abflussmessungen durchgeführt worden. Die Abbildung 3 zeigt eine Zusammenstellung der Messergebnisse zwischen 1995 und 2006.

Aus der Abbildung geht hervor, dass die Stromelbe stets höhere Abflüsse aufweist als die Alte Elbe, wobei sich das Verhältnis mit zunehmenden Abflüssen zugunsten der Alten Elbe verschiebt. Während der extremen Hochwasser 2002

und 2006 betrug der Abfluss in der Alten Elbe 82 % bzw. 75 % des Abflusses der Stromelbe.

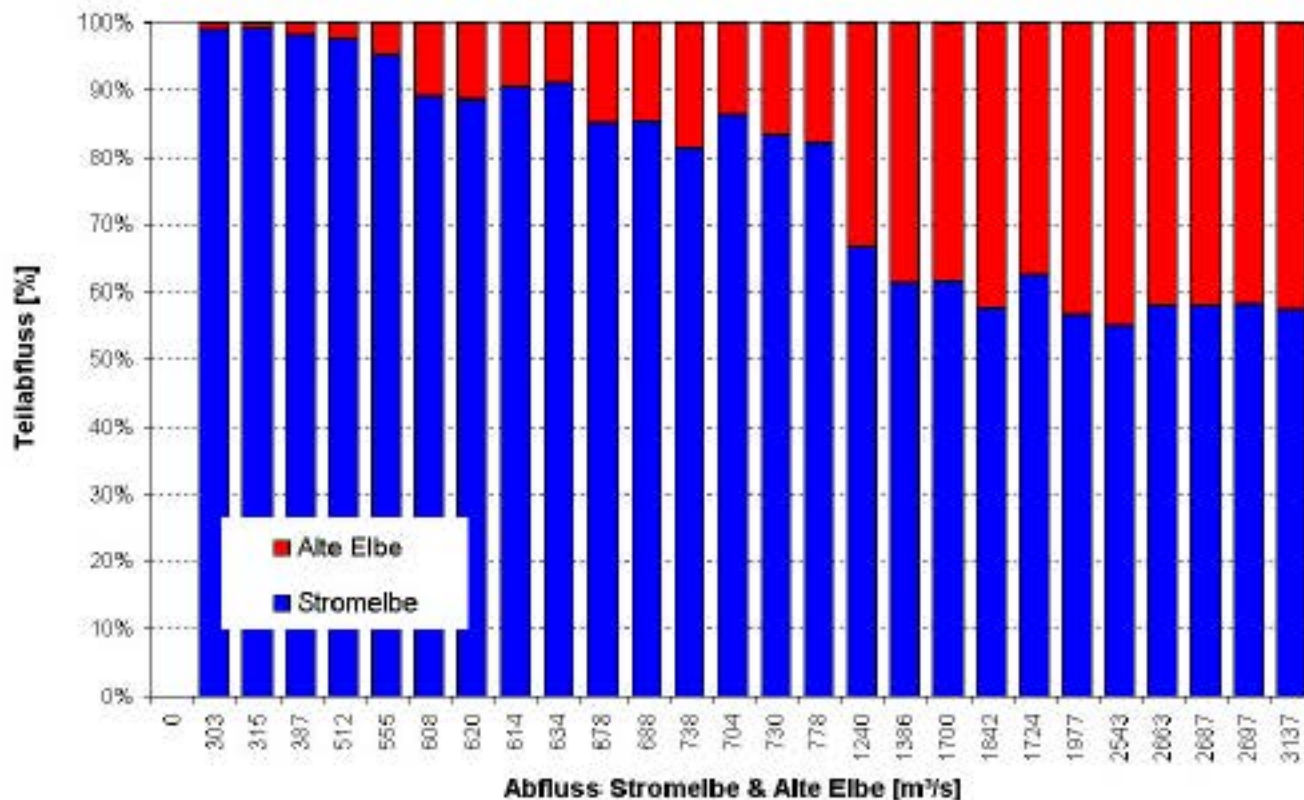


Abbildung 3: Abflussaufteilung Stadtstrecke Magdeburg, prozentual Messungen 1995 - 2006

2.3 Zollelbe

Neben der Stromelbe, der Alten Elbe und dem Elbe-Umflutkanal muss die Zollelbe bei der Bilanzierung von Hochwasserabflüssen berücksichtigt werden, auch wenn sie einen vergleichsweise geringen Beitrag leistet. Während die Zollelbe unter normalen Bedingungen die Verbindung des Zollhafens mit der Stromelbe mit dem Charakter eines Stichkanals herstellt, entwässert sie im Hochwasserfall zusätzlich den überfluteten Rotehornpark im Süden Magdeburgs in die Stromelbe. Die durch den Rotehornpark fließende Taube Elbe kann aufgrund ihrer geringen Größe und ihrer Lage im Überflutungsgebiet in Hochwasseranalysen vernachlässigt werden.

3 Modellvarianten und Szenarien

Aufgrund der geforderten gesamtheitlichen Betrachtung wurde die Untersuchung unter Verwendung eines GIS-basierenden, zweidimensionalen, hydrodynamisch-numerischen Modells (SMS, HYDRO_AS-2D) durchgeführt, dessen Erstellung und Anwendung bereits im Rahmen vorangegangener Projekte er-

folgte (Horlacher, Heyer, Möricke, 2002; Horlacher & Heyer, 2003). Aufgrund des zeitlichen Versatzes der Untersuchung zur Modellerstellung war zunächst eine Aktualisierung des Modells erforderlich. Das Modellgebiet erstreckt sich über eine Elbstrecke von ca. 46 Flusskilometern beginnend am Elbe-km 292,0 nördlich der Saale-Mündung auf Höhe des Pegels Barby bis zum Elbe-km 338,5 im Bereich der Autobahnbrücke der A2 bei Lostau-Hohenwarthe. Durch die Berücksichtigung der potenziellen Überflutungsgebiete im extremen Hochwasserfall sowie durch die Integration des Elbe-Umflutkanals wird eine Fläche von ca. 90 km² durch ca. 98.000 Elemente mit ca. 88.000 Knoten modellhaft abgebildet (Abbildung 4).

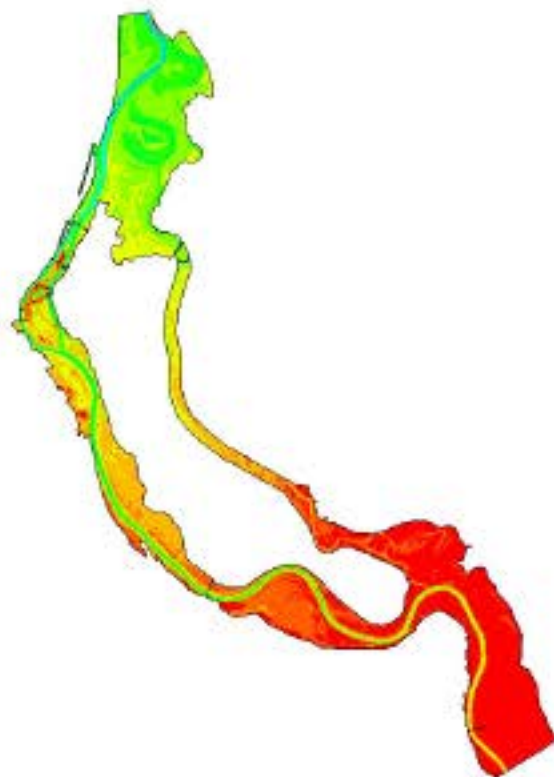


Abbildung 4: HN-Modell, Höhendarstellung

Ausgehend vom kalibrierten und validierten Referenzzustand des Modells (Variante 1) wurden insgesamt sieben weitere Modellvarianten definiert und für die vorgegebenen vier stationären Abflussszenarien (Tabelle 1) berechnet:

- Variante 1: Referenzzustand
- Variante 2: ohne Brücken in Alter Elbe
- Variante 3: reduzierte Bewuchsdichte in Vegetationsbereichen der Alten Elbe
- Variante 4: vollständige Entfernung der Vegetationsbereiche in Alter Elbe
- Variante 5: 30 cm Sohlaufhöhung in Vegetationsbereichen der Alten Elbe
- Variante 6: 50 cm Sohlaufhöhung in Vegetationsbereichen der Alten Elbe
- Variante 7: 100 cm Sohlaufhöhung in Vegetationsbereichen der Alten Elbe
- Variante 8: Maximalvariante

Tabelle 1 Simulationsabflüsse und statistische Einordnung

	HQ5 _{MD}	HQ10 _{MD}	HQ100 _{MD}	HQ100 _{Barby}
Q _{Gesamt} in [m ³ /s]	2350	2780	4010	4500

Während die Simulationen mit der Modellvariante 2 der Quantifizierung der Abflussbeeinflussung durch die Brücken über die Alte Elbe dienten, verfolgten die Varianten 3 und 4 das Ziel, Aussagen zur Wirkung der Bereiche, die einen erhöhten Bestand an Groß- und Mittelbewuchs aufweisen, auf die hydraulischen Verhältnisse zu erhalten. Die dafür relevanten Bewuchsbereiche wurden durch die Auswertung von Orthofotos lokalisiert (Abbildung 5).



Abbildung 5: Bewuchsbereich in der Alten Elbe
links) Abgrenzung im GIS
rechts) Blick von Friedensbrücke stromauf

Um die Auswirkungen zunehmender Anlandungen in der Alten Elbe bewerten zu können, wurden in den Varianten 5-8 die Sohlhöhen der Alten Elbe modifiziert. Ausgehend von der Annahme, dass in den Vegetationsgebieten aufgrund des erhöhten Fließwiderstandes und den daraus resultierenden geringeren Fließgeschwindigkeiten mit verstärkten Anlandungen gerechnet werden muss, wurden die geodätischen Höhen all jener Punkte, die sich innerhalb dieser Zonen befinden, um einen konstanten Betrag (+30 cm – Variante 5; +50 cm - Variante 6; +100 cm - Variante 7) erhöht. In einer achten Modellvariante wurde die Sohltopografie der Alten Elbe derart modifiziert, dass die Gewässerstrecke von sämtlichen Anlandungen und zusätzlich auch von Groß- und Mittelbewuchs befreit worden ist.

4 Ergebnisse

Entsprechend der Zielstellung des Projekts bezog sich die Auswertung der Simulationsergebnisse in erster Linie auf die Auswertung der variantenspezifischen Wasserspiegellagen und der Aufteilung des Gesamtabflusses auf die relevanten Gewässerstrecken. Die Quantifizierung der Fließtiefenänderungen erfolgte durch variantenweise Differenzbildung der Wasserspiegellagen mit Referenz zum kalibrierten Modell (Variante 1). Weiterhin wurde die geänderte Abflussaufteilung mit Bezug auf vorhandene Messwerte und die Ergebnisse des kalibrierten Modells bewertet. In Tabelle 2 sind beispielhaft die variantenbezogenen mittleren Wasserspiegeldifferenzen (negativ - Fließtiefenerhöhung, positiv - Fließtiefenreduzierung) zusammengestellt, wobei eine differenzierte Betrachtung für drei Gewässerabschnitte (Abbildung 6) erfolgte.

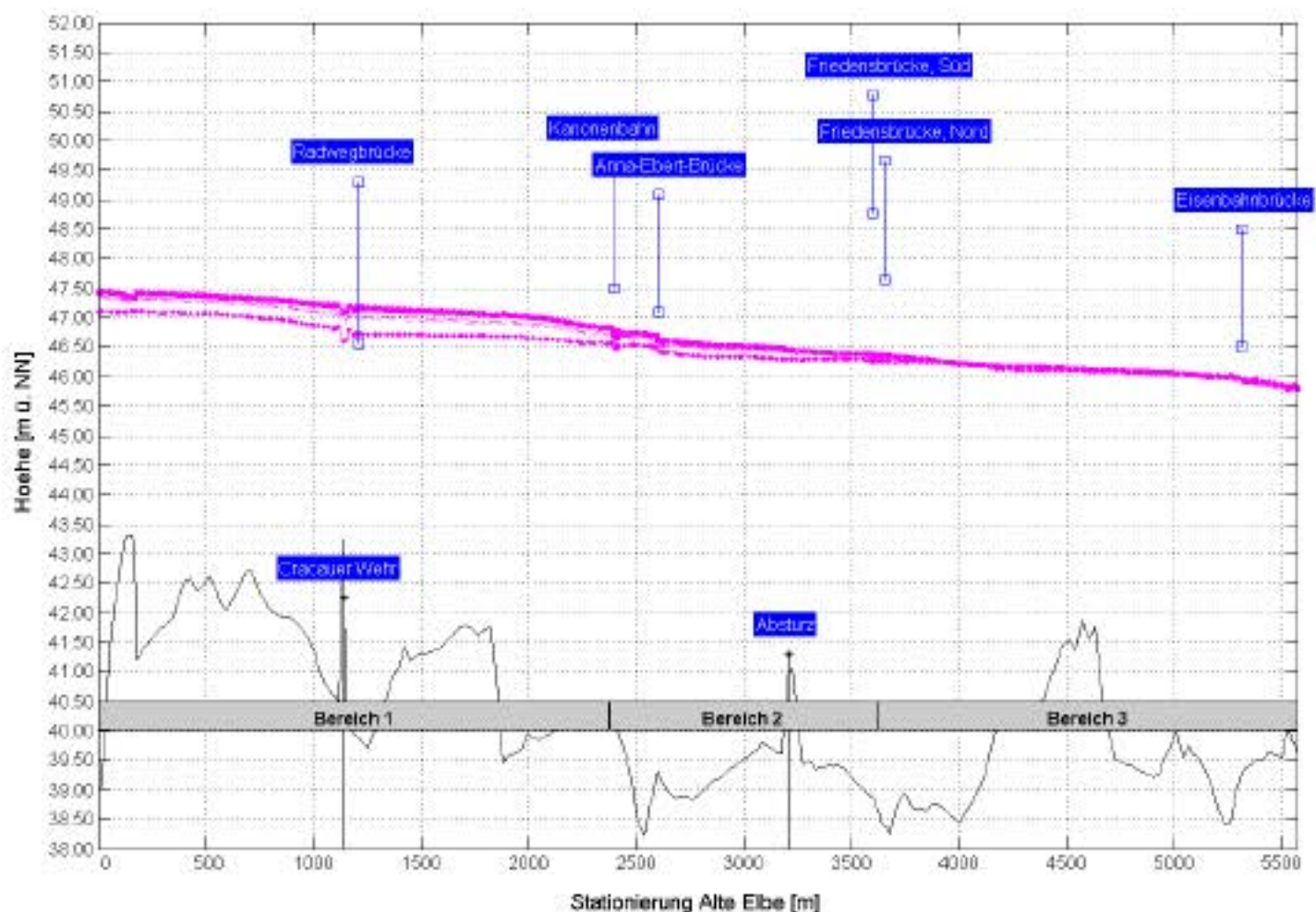


Abbildung 6: WSP-Längsprofile für Varianten 1-8 bei HQ100_{MD}

Tabelle 2 Ergebnisse, Bereich 1

mittlere WSP-Differenzen [cm]		HQ5 _{MD}	HQ10 _{MD}	HQ100 _{MD}	HQ100 _{Barb} y	
Gesamtabfluss [m ³ /s]		2350	2780	4010	4500	
Variante	1	mit Brücken	-	-	-	-
	2	ohne Brücken	-6,2	-6,2	-8,4	-8,8
	3	Teilbewuchs	-5,9	-5,8	-8,1	-8,6
	4	Bewuchs entfernt	-8,6	-8,5	-11,5	-12,2
	5	Anlandung +30cm	+1,2	+1,0	+1,4	+1,3
	6	Anlandung +50cm	+2,0	+1,7	+2,3	+2,3
	7	Anlandung +100cm	+4,1	+3,5	+4,5	+4,6
	8	Maximalvariante	-28,5	-28,9	-31,9	-32,9

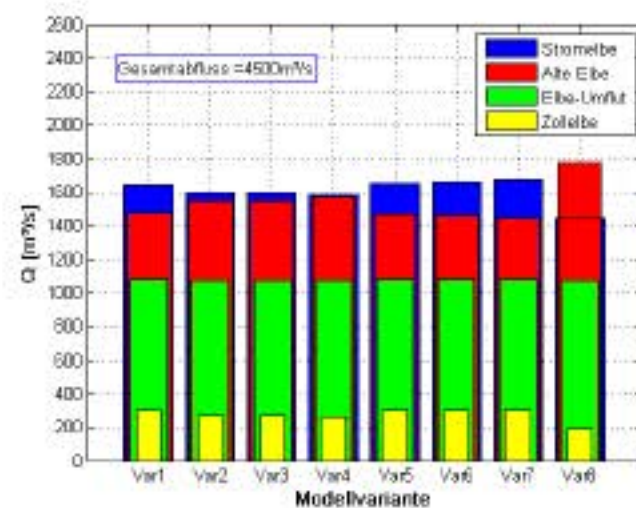
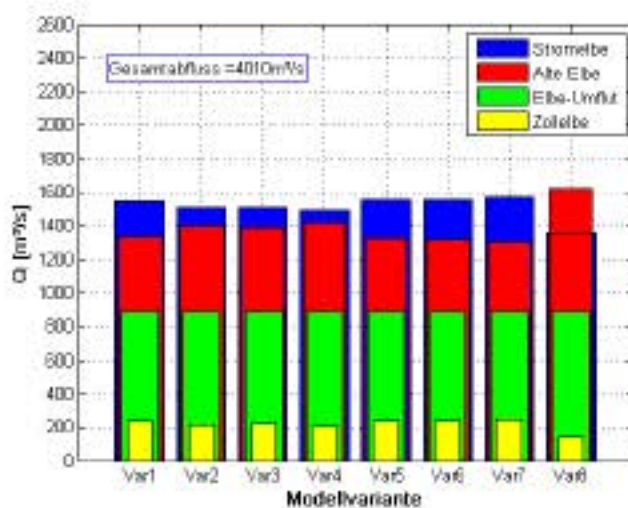
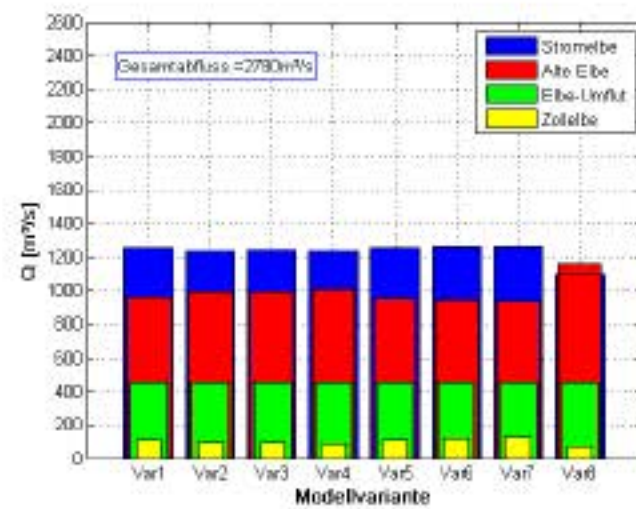
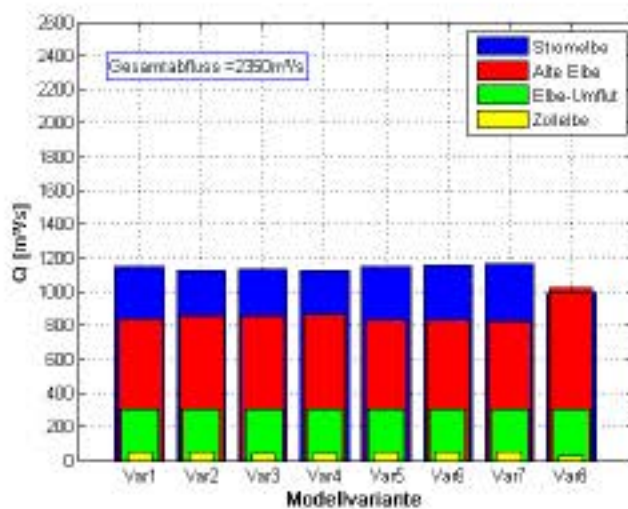


Abbildung 7: Abflussaufteilung für verschieden Varianten und Abflüsse

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass die Varianten 5-7, welche die Zustände einer zunehmenden Verlandung der Alten Elbe darstellen, zu einer, wenn auch geringfügigen, Fließtiefenerhöhung in dieser Gewässerstrecke führen, während sämtliche weitere Zustände eine Verringerung der Fließtiefen bewirken. Den hydraulisch größten Effekt würde man durch die Maximalvariante (Variante 8) erreichen. Sie stellt allerdings ein rein fiktives Szenario dar (Aushub von ca. 330.000 m³ Sediment sowie vollständige Bewuchsentfernung) um die maximal mögliche Wasserstandsreduzierung zu quantifizieren. Im Gegensatz dazu sind die Ergebnisse der Varianten 3 und 4 (Bewuchsreduzierung) durchaus als realitätsnah und durchführbar zu bewerten. Die möglichen Fließtiefenreduzierungen bewegen sich dort im Dezimeterbereich (Bereich 1). Variantenbedingte Fließtiefenänderungen ergaben sich nicht nur für den Bereich der Alten Elbe sondern auch für die Stromelbe. Da die hydraulischen Randbedingungen in dieser Gewässerstrecke ansonsten unverändert blieben, sind die Veränderungen ausschließlich auf eine veränderte Abflussaufteilung zurückzuführen. Abbildung 7 stellt die Beaufschlagung der beteiligten Gewässerstrecken als absolute Teilabflüsse dar. Es ist zu erkennen, dass die in den Varianten 2, 3, 4 und 8 verbesserten hydraulischen Randbedingungen in der Alten Elbe zu einer erhöhten Beaufschlagung dieser Gewässerstrecke führen, wobei die Erhöhung notwendigerweise eine äquivalente Verminderung in den Teilstrecken Stromelbe und Zollelbe bewirkt. Demgegenüber bleiben die Teilabflüsse über den Elbe-Umflutkanal von den Veränderungen in der Alten Elbe unbeeinflusst. Somit wird deutlich, dass eine Verbesserung der Abflussverhältnisse in der Alten Elbe nicht nur lokal wirkt sondern gleichzeitig die Bedingungen in der Stromelbe verbessert. Festzustellen bleibt allerdings auch, dass die Erhöhung der Abflusskapazität im Bereich der Gewässerverzweigung Stromelbe/Alte Elbe zu einer geringfügigen Anhebung des Wasserspiegels (bezogen auf den Referenzzustand) am Zusammenfluss führt, da die Verhältnisse ab diesem Bereich unverändert angenommen wurden.

5 Zusammenfassung

Unter Verwendung eines zweidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modells wurden die durch Brücken-, Bewuchs- und Verlandungseinfluss bedingten Veränderungen im Fließgewässersystem Magdeburg für den Hochwasserfall nachgewiesen. Die Ergebnisse zeigten, dass einerseits Fließtiefenreduzierungen sowohl in der Alten Elbe, als auch in der Stromelbe erreichbar sind, so dass die Abflusskapazität gesteigert werden kann, jedoch nur räumlich begrenzt auf den Bereich der Verzweigung bzw. Bereiche stromaufwärts bis auf Höhe der

Ortslage Schönebeck. Die Veränderungen in der Alten Elbe beeinflussen die Abflussaufteilung am Abzweig des Elbe-Umflutkanals nicht. Es wurde deshalb vom IWD empfohlen, den Groß- und Mittelbewuchs im Bereich der Alten Elbe zu reduzieren, wobei eine Auswahl des zu entfernenden Bewuchses auch aus landschaftspflegerischer Sicht getroffen werden soll. Mit Hinblick auf die zunehmenden Anlandungen in der Alten Elbe wurde angeregt, die Bewuchsentfernung in Form von Rodungen (Entfernung des Bewuchses mit Wurzel) durchzuführen, um somit eine Eigenmobilisierung von Kieshegern und Sandbänken bei zukünftigen Hochwasserereignissen zu begünstigen. Die Empfehlungen wurden bereits durch das LHW und die Stadt Magdeburg aufgegriffen, so dass im Oktober 2006 entsprechende Unterhaltungsarbeiten im Flussbett der Alten Elbe zur Verbesserung des Hochwasserschutzes stattfanden.

6 Literatur

- Brandt, J. (2001): Untersuchungen zu Abflussverhältnissen und Geschiebebewegungen in der Alten Elbe Magdeburg, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH), Diplomarbeit, 2001
- Faist (1967): Die jährlichen Hochwasserabflüsse der Elbe bei Magdeburg im Zeitraum von 1870 bis 1960 / Magdeburg, 1967. – Forschungsbericht
- Horlacher, H.-B.; Heyer, T. (2003): Vertiefende Untersuchung des Bewuchseinflusses auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des Elbe-Umflutkanals nach dem Hochwasser 2002 / Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Technische Universität Dresden, 2003. – Forschungsbericht
- Horlacher, H.-B.; Heyer, T.; Möricke, U. (2002): Untersuchungen zur Sicherung des Hochwasserschutzes im Raum Magdeburg / Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Technische Universität Dresden, 2002. – Forschungsbericht

Autoren:

Dipl.-Ing. T. Heyer

Prof. Dr.-Ing. H.-B. Horlacher

Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik
Technische Universität Dresden
01062 Dresden

Tel.: +49 351 463 33874

Tel.: +49 351 463 34397

Fax: +49 351 463 37120

Fax: +49 351 463 37120

E-Mail: torsten.heyer@tu-dresden.de

E-Mail: hans-b.horlacher@tu-dresden.de