

**Gemeinsames Gutachten der Länder Brandenburg und Sachsen-Anhalt zur Flutung der Havelniederung bei Hochwasserereignissen (größer HQ100)**

**Band 2: Los 2 Analyse der Scheitelkappung**

Auftraggeber: Landesumweltamt Brandenburg  
Seeburger Chaussee 2  
14476 Potsdam / Groß Glienicke

und

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft  
des Landes Sachsen-Anhalt  
Otto-von-Guericke-Straße 5  
39104 Magdeburg

Auftrag vom 9. / 17.7.2004

Auftragnehmer: Arbeitsgemeinschaft der Firmen

WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und  
Systemforschung mbH  
Waltersdorfer Straße 105  
12526 Berlin

laG Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH  
Schlunkendorfer Straße 2e  
14554 Seddin

Berlin, 07.12.2006

.....  
Prof. Dr. S. Kaden  
Geschäftsführer WASY GmbH

**Inhaltsverzeichnis**

<b>0</b>	<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>Datengrundlage</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Beurteilung der den Kappungsmaßnahmen zugrunde liegenden Materialien und Berechnungen</b> .....	<b>9</b>
2.1	Wasserstands- und Abflussvorhersagen für Elbe und Havel .....	9
2.2	Richtlinie für die Berechnung der Entlastung des Elbehochwasserscheitels in die Havel und zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel .....	13
2.3	Modell des LHW zur Kappungsberechnung.....	13
2.4	Messtechnik des WSA .....	14
<b>3</b>	<b>Eingeleitete Maßnahmen zur Scheitelkappung in der Elbe</b> .....	<b>15</b>
3.1	Handlungschronik.....	15
3.2	Bedienung der Wehre der Wehrgruppe Quitzöbel und daraus resultierende Durchflüsse.....	15
3.3	Flutung der Polder (Öffnung / Füllung / Entleerung).....	18
<b>4</b>	<b>Analyse der Effizienz der eingeleiteten Maßnahmen</b> .....	<b>23</b>
4.1	Beurteilung der hydrologischen Wirksamkeit.....	23
4.1.1	Scheitelkappung in der Elbe .....	23
4.1.2	Mengenbilanz für die Havelniederung .....	23
4.2	Probleme und Defizite sowie Verbesserungsvorschläge aus Sicht der Sondereinsatzleitung und des Beraterstabes (und anderer Dienststellen) .....	25
4.2.1	Probleme bei der Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel.....	25
4.2.2	Defizite bei der Polderflutung und -entlastung.....	25
4.2.3	Mängel der Berechnungsprogramme und der technischen Ausrüstung.....	27
4.2.4	Defizite an Einsatzpersonal und bei der Regelung von Kompetenzen .....	27
4.3	Vorschläge für die Überarbeitung der Richtlinie.....	28
<b>5</b>	<b>Effizienzanalyse mit Hilfe des Computermodells zur Optimierung der Flutung</b> .....	<b>30</b>
5.1	Zusammenfassung der Kalibrierung anhand des Hochwassers 2002.....	30
5.2	Optimierung der Polderflutung am Beispiel des HW2002.....	47
5.2.1	Komponente Polderöffnungen .....	48
5.2.1.1	Das zusätzliche Öffnen von Polder 6.....	48
5.2.1.2	Untersuchungen der Öffnung einzelner Polder .....	49
5.2.1.3	Untersuchungen zu unterschiedlichen Breiten der Deichbreschen.....	53
5.2.1.4	Variation der Öffnungszeiten .....	54
5.2.2	Komponente Zufluss Albertsheim .....	57
5.2.2.1	Einfluss der durchgeführten Rückhaltungsmaßnahmen im Oberlauf der Havel und Spree .....	57
5.2.2.2	Optimierung des Wasserrückhaltes im Oberlauf der Havel und Spree.....	60
5.2.3	Komponente Wehr Quitzöbel.....	62
5.2.3.1	Beurteilung der Schließung des Wehres Quitzöbel.....	62
5.2.3.2	Extreme Varianten .....	62
5.2.4	Komponente Wehr Neuwerben.....	65
5.2.4.1	Prinzip der Optimierung von Neuwerben .....	65

5.2.4.2	Ergebnisse der Optimierung von Neuwerben .....	67
5.2.5	Kombinierte Optimierung .....	70
5.2.5.1	Auswirkung der verschiedenen Polderöffnungsvarianten auf die optimierte Komponente Neuwerben .....	71
5.2.5.2	Analyse weiterer Kappungsziele bei der Polderöffnungsvariante Polder 1, 4.1 und 6 .....	73
5.2.5.3	Analyse weiterer Kappungsziele bei der Polderöffnungsvariante Polder 1, 4.1, 5 und 6 .....	75
5.2.5.4	Analyse weiterer Kappungsziele bei der Polderöffnungsvariante Polder 1 bis 6 .....	78
5.2.5.5	Schnelleres Öffnen des Wehres Quitzöbel bei der Entlastung der Havel.....	90
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>96</b>

### Anlagenverzeichnis

Anlage 2-1:	Wasserstandsvorhersagen der Hochwasservorhersagezentrale Elbe für die Elbpegel Barby, Tangermünde und Wittenberge sowie den Havelpegel Havelberg-Stadt
Anlage 2-2:	Handlungschronik zur Scheitelkappung der Elbe 2002

### Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Mittlere Fehler der Wasserstandsvorhersagen vom 13. bis 21. August 2002 .....	10
Tabelle 3-1:	Wehrstellungen und resultierende Durchflüsse für das Wehr Neuwerben während der Flutung der Havelniederung nach SEL (2002) und WSA (2002) .....	16
Tabelle 3-2:	Wehrstellungen Quitzöbel und resultierende Durchflüsse während der Entlastung der Havelniederung nach WSA (2002) .....	17
Tabelle 3-3:	Volumen der Polder im Leerzustand bis zu einem Wasserstand von 26,40 m ü. NN .....	18
Tabelle 3-4:	Chronologie der Polderöffnung .....	19
Tabelle 3-5:	Anteil der Flächenbetroffenheitsklassen (Überstaudauer in Tagen) an den Poldergesamtflächen [%] für das Hochwasserereignis 2002 .....	22
Tabelle 4-1:	Volumenbilanz für die Havelniederung (Havelschlauch + Polder), nach WSA (2002) .....	25
Tabelle 5-1:	Effektive Kappung auf Basis der unterschiedlichen Abflusstafeln Tangermünde und der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten .....	36
Tabelle 5-2:	Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der Varianten .....	82
Tabelle 5-3:	Zusammenfassung der Volumenaufteilung der Varianten zum Zeitpunkt der maximalen Füllung der Havelniederung .....	86
Tabelle 5-4:	Anteil der Flächenbetroffenheitsklassen (Überstaudauer in Tagen) an den Poldergesamtflächen [%] für die optimierte Variante, Kappungsziel 693 cm üPN Wittenberge.....	87
Tabelle 5-5:	Berechnung der Zunahme der Überflutungsdauer bei der optimierten Variante .....	89
Tabelle 5-6:	Berechnung der Überflutungsdauer in den Poldern in Abhängigkeit der Wehrstellung in Quitzöbel .....	95

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Vergleich der vorhergesagten 6-Uhr-Wasserstände für den Pegel Wittenberge mit beobachteten 6-Uhr-Wasserständen .....	11
----------------	--	----

Abbildung 2-2:	Vergleich der am 20. August 2002 für den Pegel Wittenberge vorhergesagten Abflüsse mit der beobachteten Abflussentwicklung und der Abflussentwicklung, die sich nach BfG (2002) ohne Nutzung der Havelniederung als Retentionsraum ergeben hätte .....	12
Abbildung 3-1:	Übersicht zur Lage der einzelnen Havelpolder aus LUA (2002).....	20
Abbildung 3-2:	Wasserstandsganglinien in den Poldern, gemessen an den Polderschöpfwerken (aus BRONSTERT u. a., 2004).....	21
Abbildung 4-1:	Kumulative Mengenbilanz der Havelniederung für den Zeitraum 13.08.2002 bis 05.09.2002 .....	24
Abbildung 5-1:	Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den Elbepegeln .....	31
Abbildung 5-2:	Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den Havelpegeln Gnevsdorf und Quitzöbel .....	31
Abbildung 5-3:	Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den Havelpegeln Havelberg-Stadt und Garz.....	32
Abbildung 5-4:	Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den Havelpegeln Grütz und Albertsheim .....	32
Abbildung 5-5:	Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den SW-Pegeln Kümmernitz BP und Schafhorst BP .....	33
Abbildung 5-6:	Vergleich zwischen den aus der Wehrbedienungs Vorschrift ermittelten und den berechneten Abflüssen über das Wehr Neuwerben .....	33
Abbildung 5-7:	Vergleich zwischen den aus den Fernerkundungsdaten ermittelten und den berechneten Ausbreitungen der Flut am 22. August 2002 .....	34
Abbildung 5-8:	Modellergebnisse Wittenberge .....	35
Abbildung 5-9:	Vergleich zwischen den berechneten und gemessenen Wasserständen in Wittenberge unter Berücksichtigung verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeiten .....	37
Abbildung 5-10:	Vergleich zwischen den berechneten und gemessenen Wasserständen in Gnevsdorf EP unter Berücksichtigung verschiedener Fortpflanzungsgeschwindigkeiten.....	37
Abbildung 5-11:	Vergleich zwischen den berechneten und gemessenen Abflussganglinien am Wehr Quitzöbel.....	38
Abbildung 5-12:	Vergleich der Bilanzen bis zum 05.09.2002 .....	39
Abbildung 5-13:	Einfluss des Beiwertes auf das Abflussvolumen Quitzöbel .....	40
Abbildung 5-14:	Einfluss des Beiwertes auf die Wasserstände in Quitzöbel .....	40
Abbildung 5-15:	Einfluss des Beiwertes auf die Wasserstände in Havelberg-Stadt. ....	41
Abbildung 5-16:	Einfluss des Beiwertes auf die Wasserstände in Grütz UP .....	42
Abbildung 5-17:	Überprüfung des gespeicherten Havelvolumens anhand der Messdaten .....	43
Abbildung 5-18:	In den Poldern gespeichertes Volumen .....	44
Abbildung 5-19:	Im Einzugsgebiet der Havel gespeichertes Volumen.....	44
Abbildung 5-20:	Im Einzugsgebiet der Havel zusätzlich gespeichertes Volumen, nachdem Quitzöbel geschlossen wurde .....	45
Abbildung 5-21:	Zuflussraten zu den einzelnen Poldern .....	46
Abbildung 5-22:	Gesamtabflussrate zu den Flutungspoldern.....	46
Abbildung 5-23:	Systemkomponenten.....	47
Abbildung 5-24:	Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, Variante „plus Polder 6“, maximale Wasserstände Havelberg-Stadt .....	49
Abbildung 5-25:	Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, maximale Wasserstände Havelberg-Stadt .....	50
Abbildung 5-26:	Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, Zuflussmengen des Wehres Neuwerben beim alleinigen Öffnen von Polder 3.2 .....	51

Abbildung 5-27:	Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, Wasserstände in Quitzöbel beim all-einigen Öffnen von Polder 3.2 .....	52
Abbildung 5-28:	Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, Wasserstände in Havelberg-Stadt beim Öffnen der Polder 1, 4.1 und 6 .....	52
Abbildung 5-29:	Auswirkung der Breiten der Deichbresche auf die Wasserstände in Havelberg-Stadt.....	53
Abbildung 5-30:	Auswirkung der Deichbreschenbreite auf die Wasserstände in Polder Twerl .....	54
Abbildung 5-31:	Untersuchte Öffnungszeiten der Polder .....	55
Abbildung 5-32:	Auswirkung der verschiedenen Öffnungszeiten auf den Pegel Garz UP .....	56
Abbildung 5-33:	Auswirkung der verschiedenen Öffnungszeiten auf die Pegel Quitzöbel OP und Havelberg-Stadt und die Durchflussraten an der Deichbresche Schafhorst .....	57
Abbildung 5-34:	Annahme für den nicht gedrosselten Abfluss in Albertsheim .....	58
Abbildung 5-35:	Einfluss des nicht gedrosselten Havelzuflusses auf den Pegel Havelberg-Stadt .....	59
Abbildung 5-36:	Einfluss des nicht gedrosselten Havelzuflusses auf den Pegel Grütz.....	59
Abbildung 5-37:	Mögliche Optimierung der Drosselung.....	60
Abbildung 5-38:	Ergebnisse der Variante mögliche Optimierung der Drosselung, Pegel Havelberg-Stadt.....	61
Abbildung 5-39:	Ergebnisse der Variante mögliche Optimierung der Drosselung, Pegel Garz.....	61
Abbildung 5-40:	Ergebnisse der extremen Varianten am Pegel Havelberg-Stadt.....	64
Abbildung 5-41:	Ergebnisse der extremen Varianten am Pegel Wittenberge (auf Basis der früheren Abflusstafel Tangermünde) .....	64
Abbildung 5-42:	Beispiel einer möglichen optimalen Kappung in Wittenberge .....	65
Abbildung 5-43:	Bestimmung der 1. Schätzung der Ableitungskurve für ein bestimmtes Kappungsziel in Wittenberge .....	66
Abbildung 5-44:	Bestimmung der 2. Schätzung der Ableitungskurve für ein bestimmtes Kappungsziel in Wittenberge .....	67
Abbildung 5-45:	Maximale Optimierung bei Anpassung der Wehrsteuerung Neuwerben .....	68
Abbildung 5-46:	Zuflussmengen und Gesamtvolumen bei der Optimierung von Neuwerben .....	69
Abbildung 5-47:	Wasserstände in Havelberg-Stadt bei der Optimierung von Neuwerben .....	69
Abbildung 5-48:	Auswirkung der verschiedenen Polderöffnungsvarianten auf die optimierte Komponente Neuwerben hinsichtlich Pegel Quitzöbel OP .....	72
Abbildung 5-49:	Auswirkung der verschiedenen Polderöffnungsvarianten auf die optimierte Komponente Neuwerben hinsichtlich Pegel Havelberg-Stadt.....	72
Abbildung 5-50:	Auswirkung der verschiedenen Polderöffnungsvarianten auf die optimierte Komponente Neuwerben hinsichtlich Pegel Garz UP .....	73
Abbildung 5-51:	Abgeleitete Volumen für die Kappungsziele 700, 710 und 720 cm üPN Wittenberge .....	74
Abbildung 5-52:	Wasserspiegel am Pegel Havelberg-Stadt für die Kappungsziele 700, 710 und 720 cm üPN Wittenberge bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1, 4.1 und 6.....	75
Abbildung 5-53:	Wasserspiegel am Pegel Havelberg-Stadt für die Kappungsziele 700, 710 und 720 cm üPN Wittenberge bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1, 4.1, 5 und 6.....	76
Abbildung 5-54:	Wasserspiegel am Pegel Quitzöbel OP für die Kappungsziele 700, 710 und 720 cm üPN Wittenberge bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1, 4.1, 5 und 6.....	76
Abbildung 5-55:	Das nach der Schließung Quitzöbel in den unterschiedlichen Komponenten des Systems gespeicherte Volumen für die Polderöffnungsvarianten 2 und 3 bei einem Kappungsziel von 700 cm üPN.....	77
Abbildung 5-56:	Das insgesamt in den betroffenen Poldern gespeicherte Volumen für die Polderöffnungsvarianten 2 und 3 bei einem Kappungsziel von 700 cm üPN.....	78

Abbildung 5-57:	Abgeleitete Volumen für die Kappungsziele 693, 697, 700, 710, 720 und 745 cm üPN Wittenberge .....	79
Abbildung 5-58:	Wasserspiegel am Pegel Havelberg-Stadt für alle Kappungsziele bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1-6 .....	80
Abbildung 5-59:	Wasserspiegel am Pegel Quitzöbel OP für alle Kappungsziele bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1-6 .....	81
Abbildung 5-60:	Erreichte Kappungswasserstände in Wittenberge bei unterschiedlichen Kappungsmengen .....	81
Abbildung 5-61:	Vergleich der Ergebnisse der optimalen Kappung bei unterschiedlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in Tangermünde, Abflüsse in Neuwerben .....	83
Abbildung 5-62:	Vergleich der Ergebnisse der optimalen Kappung bei unterschiedlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in Tangermünde, Kappung in Wittenberge.....	83
Abbildung 5-63:	Vergleich der Ergebnisse der optimalen Kappung bei unterschiedlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in Tangermünde, Wasserstände der Havel .....	84
Abbildung 5-64:	Das nach der Schließung Quitzöbel in den unterschiedlichen Komponenten des Systems gespeicherte Volumen für die Polderöffnungsvariante 4 bei einem Kappungsziel von 693 cm üPN Wittenberge .....	85
Abbildung 5-65:	In den unterschiedlichen Komponenten des Systems gespeichertes Gesamtvolumen für die Polderöffnungsvariante 4 bei einem Kappungsziel von 693 cm üPN Wittenberge .....	85
Abbildung 5-66:	Vergleich der Überstaudauer zwischen dem Eichungsmodell und der optimierten Variante für den Polder Schafhorst .....	88
Abbildung 5-67:	Vergleich der Wasserstände zwischen dem Eichungsmodell und der optimierten Variante am Schöpfwerk Schafhorst.....	88
Abbildung 5-68:	Verschiedene Wehreinrichtungen am Wehr Quitzöbel für die Optimierung der Entlastung der Havel.....	91
Abbildung 5-69:	Ergebnisse der verschiedenen Wehreinrichtungen, Wasserstände in Quitzöbel.....	92
Abbildung 5-70:	Ergebnisse der verschiedenen Wehreinrichtungen, Wasserstände in Havelberg-Stadt.....	93
Abbildung 5-71:	Ergebnisse der verschiedenen Wehreinrichtungen, Wasserstände in Polder Schafhorst.....	93
Abbildung 5-72:	Ergebnisse der verschiedenen Wehreinrichtungen, Wasserstände in Wittenberge und Abflussraten in Quitzöbel .....	94

## 0 Vorbemerkung

<b>Veranlassung</b>	<p>Veranlassung für das Gutachten ist das Katastrophenhochwasser im August 2002, das in Tschechien und Sachsen als größtes jemals registriertes Hochwasserereignis an der Elbe gilt. In Sachsen-Anhalt, Brandenburg und für die weiteren Unterlieger wurde das Ausmaß des Hochwassers durch die Öffnung des Pretziener Wehrs, die Nutzung der Havelniederung als Retentionsraum sowie mehrere Deichbrüche gemindert.</p>
<b>Kappung eines Extremhochwassers</b>	<p>Die Flutung der Havelniederung während des Hochwassers 2002 hat deren Potential hinsichtlich der Kappung eines Extremhochwassers für den Unterlauf der Elbe deutlich gemacht. Andererseits zeigten sich ökologische und ökonomische Probleme für die gefluteten Polder.</p>
<b>Detaillierte Analyse</b>	<p>Die Arbeitsgemeinschaft der Unternehmen WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH und laG Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH wurde beauftragt, ausgehend von einer detaillierten Analyse des Elbehochwassers 2002 und dessen Management im Bereich der Havelniederung, die Optimierung einer Polderflutung unter besonderer Beachtung der damit verbundenen ökologischen und ökonomischen Aspekte zu untersuchen. Auf dieser Grundlage sollte die „Richtlinie für die Berechnung der Entlastung des Elbehochwasserscheitels in der Havel zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel“ überarbeitet werden.</p>
<b>Optimierung einer Polderflutung</b>	<p>Die Bearbeitung erfolgt in enger Abstimmung mit einem Fachbeirat aus Vertretern der Auftraggeber und des MLUV Brandenburg.</p>
<b>Gesamtaufgabe</b>	<p>Die Gesamtaufgabe ist in 6 Lose gegliedert:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Los 1: Analyse des Hochwasserverlaufes 2002</li><li>Los 2: Analyse der Scheitelkappung durch Flutung der Havelniederung</li><li>Los 3: Optimierung der Flutung</li><li>Los 4: Ökologische Aspekte der Flutung</li><li>Los 5: Prüfung und Überarbeitung der "Richtlinie für die Berechnung der Entlastung des Elbehochwasserscheitels in der Havel zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel"</li><li>Los 6: Computerprogramm zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel (Bearbeiter: Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH, Weimar); wurde gesondert dokumentiert</li></ul> <p>Die Dokumentation des Gutachtens erfolgt in einzelnen Bänden entsprechend den o. g. Losen.</p>
<b>Hochwasserereignis August 2002</b>	<p>Gegenstand des vorliegenden Bandes 2 ist der <b>Bericht zu Los 2: Analyse der Scheitelkappung durch Flutung der Havelniederung.</b></p> <p>Im Zuge der wasserbaulichen Veränderungen an der Havelmündung Anfang bis Mitte des 20. Jahrhunderts wurden die Quitzöbeler Wehre errichtet und 10 Polder eingerichtet, welche für die Elbescheitelkappung vorgesehen waren, um den periodischen Rückstau der Elbe in die Havelniederung beeinflussbar zu machen. Bei dem Hochwasserereignis der Elbe im August 2002 wurde für den Pegel Wittenberge eine Überschreitung des für die Scheitelkappung maßgebenden Wasserstandes von 680 cm vorhergesagt, so dass die für diese Entscheidungsfindung zuständige Sondereinsatzleitung (SEL) und der Beraterstab einberufen wurden. Der maßgebende Wasserstand von 680 cm am Pegel Wittenberge wurde im Rahmen der Verhandlung</p>

<b>Wehrgruppe Quitze</b>	<p>gen der Länder Brandenburg und Sachsen-Anhalt zu einer neuen Ländervereinbarung im Jahr 1998 festgelegt.</p> <p>Seit der Fertigstellung der Wehranlagen war bis 2002 noch kein Hochwasserereignis aufgetreten, das die Benutzung der Wehrgruppe Quitze zur Flutung der Havelniederung und ihrer Polder notwendig gemacht hat (SEL, 2002). Die Scheitelkappung wurde 2002 erstmalig veranlasst. Somit lagen weder Erfahrungen noch harte Daten über Verfahrensweisen und mögliche Probleme vor. Jedoch wurde mit diesem extremen Hochwasserereignis der Elbe diesbezüglich eine gute Grundlage geschaffen: „Die erstmalige Nutzung dieser seit den 50er Jahren bestehende Möglichkeit zur Senkung des Elbehochwasserscheitels im Raum Wittenberge führte zu Erfahrungen und Erkenntnissen, die eine weitere Qualifizierung der Handlungen und Abläufe ermöglichen.“ (SEL, 2002).</p>
<b>Vorgehensweise</b>	<p>Alle vorliegenden bisherigen Berichte und Angaben zu Maßnahmen vor, während und nach der Flutung der Havelniederung sowie zum Prozess der Entscheidungsfindung, der letztlich zur Scheitelkappung im August 2002 führte, werden nachfolgend unter Berücksichtigung administrativer, wasserwirtschaftlicher und hochwasserschutzfachlicher Belange zusammenfassend dargestellt, analysiert und bewertet. Die gezielte Effizienzanalyse der eingeleiteten Maßnahmen wird durch das im Teilprojekt 3 (Los 3) entwickelte Modellsystem unterstützt, das Aussagen zur optimierten Flutung der Havelniederung während künftiger potenzieller Elbehochwässer im Sinne eines nachhaltigen, operativen Hochwasserschutzes gestattet.</p>
<b>Inhalt Band 2</b>	<p>Im <b>Abschnitt 1</b> werden die <b>Datengrundlagen</b> beschrieben. Daran schließt sich in <b>Abschnitt 2</b> eine <b>Beurteilung der den Kappungsmaßnahmen zugrunde liegenden Materialien und Berechnungen</b> an. In <b>Abschnitt 3</b> werden die eingeleiteten <b>Maßnahmen zur Scheitelkappung</b> beschrieben. In Abschnitt 4 ist die <b>Effizienzanalyse der eingeleiteten Maßnahmen</b> in Auswertung der vorliegenden Unterlagen und Berichte beschrieben, einschließlich von daraus resultierenden Vorschläge zur Überarbeitung der Richtlinie zur Flutung der Havelniederung. Abschließend wird in <b>Abschnitt 5</b> die <b>modellgestützte Effizienzanalyse der eingeleiteten Maßnahmen</b> unter Nutzung des im Rahmen des Gutachtens aufgebauten Modellsystems beschrieben. Sich daraus ergebende Schlussfolgerungen für die Überarbeitung der Richtlinie werden direkt im Band 5 verarbeitet.</p>



## 1 Datengrundlage

- Literatur**
- Die für die Analyse der Scheitelkappung vorwiegend verwendeten relevanten Literaturstellen waren:
- der Bericht zum Elbehochwasser des Landesumweltamtes Brandenburg (LUA, 2002),
  - der von Sondereinsatzleitung und Beraterstab gemeinsam verfasste Erfahrungsbericht zum Ereignis der Scheitelkappung (SEL, 2002),
  - der Bericht des Wasser- und Schifffahrtsamtes Brandenburg über die Ereignisse im August/September 2002 (WSA, 2002),
  - der Schlussbericht des BMBF-Projektes über die Minderung des Hochwasserrisikos durch Flutpolder (BRONSTERT u. a., 2004) sowie
  - die Dokumentation des Hochwassers in Sachsen-Anhalt durch den Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW, 2003).
- Als weitere Datengrundlage für die Analyse der Scheitelkappung wurden die Wasserstands- und Abflussvorhersagen der Hochwasservorhersagezentrale Elbe herangezogen (Abschnitt 2.1).

## 2 Beurteilung der den Kappingsmaßnahmen zugrunde liegenden Materialien und Berechnungen

### 2.1 Wasserstands- und Abflussvorhersagen für Elbe und Havel

<b>Vorhersage Modellsystem ELBA</b>	<p>Während des Hochwasserereignisses 2002 wurden täglich Vorhersagen des Wasserstandes für die Elbe und wichtige Elbnebenflüsse von der Hochwasservorhersagezentrale Elbe in Magdeburg erstellt. Zur Vorhersage wurde das Modellsystem ELBA (FRÖHLICH, 1996) eingesetzt, dessen hydrologisches Modell auf dem in den 1980er Jahren entwickelten Zentralmodell Elbe (GÜTHLEIN u. a., 1980; MELCHER u. a., 1984) basiert. Infolge der außergewöhnlich hohen Durchflüsse während des Hochwasserereignisses 2002, die z. T. außerhalb des Gültigkeitsbereiches der im hydrologischen Modell implementierten konzeptionellen Modellansätze lagen, sowie des Ausfalls von Messwertübertragungen waren zuverlässige Vorhersagen zeitweilig nur eingeschränkt möglich. Eine erste Beurteilung der Vorhersagegenauigkeit wurde in BfG (2002) und LHW (2003) vorgenommen. In BfG (2002) wird eingeschätzt, dass trotz der genannten Schwierigkeiten die Vorhersagen termingerecht erstellt werden konnten und den Krisenstäben als eine sehr hilfreiche Planungsgrundlage dienen.</p>
<b>Relevante Vorhersagepegel</b>	<p>Entsprechend dem Gegenstand des vorliegenden Gutachtens konzentriert sich die nachfolgende Bewertung der Vorhersagen auf die für die Flutung der Havelniederung relevanten Vorhersagepegel. Zunächst ist hier der Pegel <u>Wittenberge/Elbe</u> zu nennen, der gemäß der 2002 gültigen Wehrbedienungsvorschrift (STAU, 1997) maßgebend sowohl für die Einberufung von Sondereinsatzleitung und Beraterstab als auch für die Beurteilung der Wirksamkeit von möglichen Kappingsvarianten war und ist. Daneben sind auch die Vorhersagepegel <u>Barby/Elbe</u> und <u>Havelberg-Stadt/Havel</u> von Interesse. Entsprechend bisheriger Erfahrungen ist eine zuverlässige Scheitelvorhersage für den Pegel Wittenberge erst nach Scheiteldurchgang in Barby möglich (SEL, 2002). Die Laufzeit des Hochwasserscheitels von Barby nach Wittenberge beträgt erfahrungsgemäß zwei bis drei Tage. Die Vorhersage für den Pegel Havelberg-Stadt wird benötigt, um den Ausfluss der Havel an der Mündung in die Elbe abzuschätzen. Im Fall der Flutung der Havelniederung kann daraus das durch den Havelabfluss in Anspruch genommene Speichervolumen prognostiziert werden. Neben den beiden Elbepegeln Barby und Wittenberge wird auch der dazwischen liegende Pegel <u>Tangermünde/Elbe</u> in die Bewertung der Vorhersagen einbezogen.</p> <p>Datengrundlage für die folgende zusammengefasste Bewertung der Vorhersagegenauigkeit bilden die täglichen Vorhersagen der Hochwasservorhersagezentrale Elbe vom 13. bis 21. August 2002 (Anlage 2-1).</p>
<b>Vorhersagezeiträume</b>	<p>Von der Hochwasservorhersagezentrale Elbe wurden die Wasserstandsvorhersagen für die Elbepegel Barby, Tangermünde und Wittenberge in der Regel für die nächsten 5, 6 bzw. 7 Tage erstellt, wobei bei Barby und Tangermünde jeweils die letzten zwei Tage und bei Wittenberge die letzten drei Tage des Vorhersagezeitraums als unsicher gekennzeichnet wurden (Anlage 2-1). Am 15. und 16. August wurden die unsicheren Werte nicht in die veröffentlichte Vorhersage aufgenommen, so dass an diesen beiden Tagen für Barby nur eine 3-Tage-Vorhersage und für Tangermünde und Wittenberge nur eine 4-Tage-Vorhersage vorlag. Am 17. August wurde die Vorhersage für die Pegel Tangermünde und Wittenberge jeweils wieder um einen Tag auf 5 Tage erweitert, bevor am 18. August für alle drei Pegel zum gewohnten Vorhersagezeitraum (s. o.) zurückgekehrt wurde. Die Vorhersagen für den Pegel Havelberg-Stadt/Havel wurden in der Regel für die nächsten 6 Tage erstellt, wobei jeweils die letzten 2 Tage des Vorhersagezeitraums als unsicher gekennzeichnet wurden (Anlage 2-1). Auch hier wurde der Vorhersagezeitraum am 15. und 16. August um 2 Tage verkürzt. Ebenfalls verkürzt wurde der Vorhersagezeitraum am 20. und 21. Au-</p>

gust, und zwar um einen bzw. um vier Tage. Begründet wurde die Verkürzung des Vorhersagezeitraums für die Pegel an der Elbe und für den Pegel Havelberg-Stadt mit der extremen Hochwassersituation, aufgrund der „der Einsatz der Hochwasservorhersagemodelle infolge der außergewöhnlichen hydraulischen Verhältnisse und teilweise ausgefallener Kommunikationsmöglichkeiten ... nur begrenzt möglich ist“ (HWVZ, 2002).

**Beraterstab**

Entsprechend der im Rahmen der Verhandlungen der Länder Brandenburg und Sachsen-Anhalt zu einer neuen Ländervereinbarung im Jahr 1998 getroffenen Vereinbarungen ist der Beraterstab einzuberufen, wenn am Pegel Wittenberge für einen der nächsten 5 Tage ein Wasserstand von mehr als 680 cm vorhergesagt wird. Die Sondereinsatzleitung (SEL) hat 24 Stunden später zusammenzukommen.

Wie oben dargestellt und aus Anlage 2-1 deutlich wird, wurde infolge der zeitweilig verkürzten Vorhersagezeiträume nicht nur die Festlegung des richtigen Zeitpunktes für die Einberufung von Beraterstab und Sondereinsatzleitung erschwert (SEL, 2002), sondern auch die grundsätzliche Entscheidung verzögert, ob die Havelniederung zur Scheitelkappung geflutet werden muss oder nicht. Diese Entscheidung war grundsätzlich erst möglich, als für den Pegel Wittenberge eine Scheitelvorhersage vorlag. Der Scheitel am Pegel Wittenberge wurde als unsicherer Wert erstmals am 18. August und als sicherer Wert erstmals am 19. August vorhergesagt (Anlage 2-1). Daraufhin beschloss die Sondereinsatzleitung in ihrer Sitzung vom 19. zum 20. August die Einleitung aller umkehrbaren Maßnahmen zur Kappung des Abflussscheitels in der Elbe.

**Vorhersagefehler**

Trotz der wechselnden Vorhersagezeiträume wurde in Tabelle 2-1 versucht, den Vorhersagefehler für alle betrachteten Pegel nach einheitlichen Kriterien zu quantifizieren. Zu diesem Zweck wurden auf der Grundlage von Anlage 2-1 die mittleren Abweichungen zwischen den vorhergesagten und beobachteten Wasserständen berechnet, und zwar jeweils für die Vorhersagen der letzten vier Tage. Da die Vorhersage für den Pegel Barby vom 15. bis 17. August nur für die nächsten drei Tage erfolgte, konnten für diesen Pegel nur die Vorhersagen der letzten drei Tage ausgewertet werden.

**Tabelle 2-1: Mittlere Fehler der Wasserstandsvorhersagen vom 13. bis 21. August 2002**

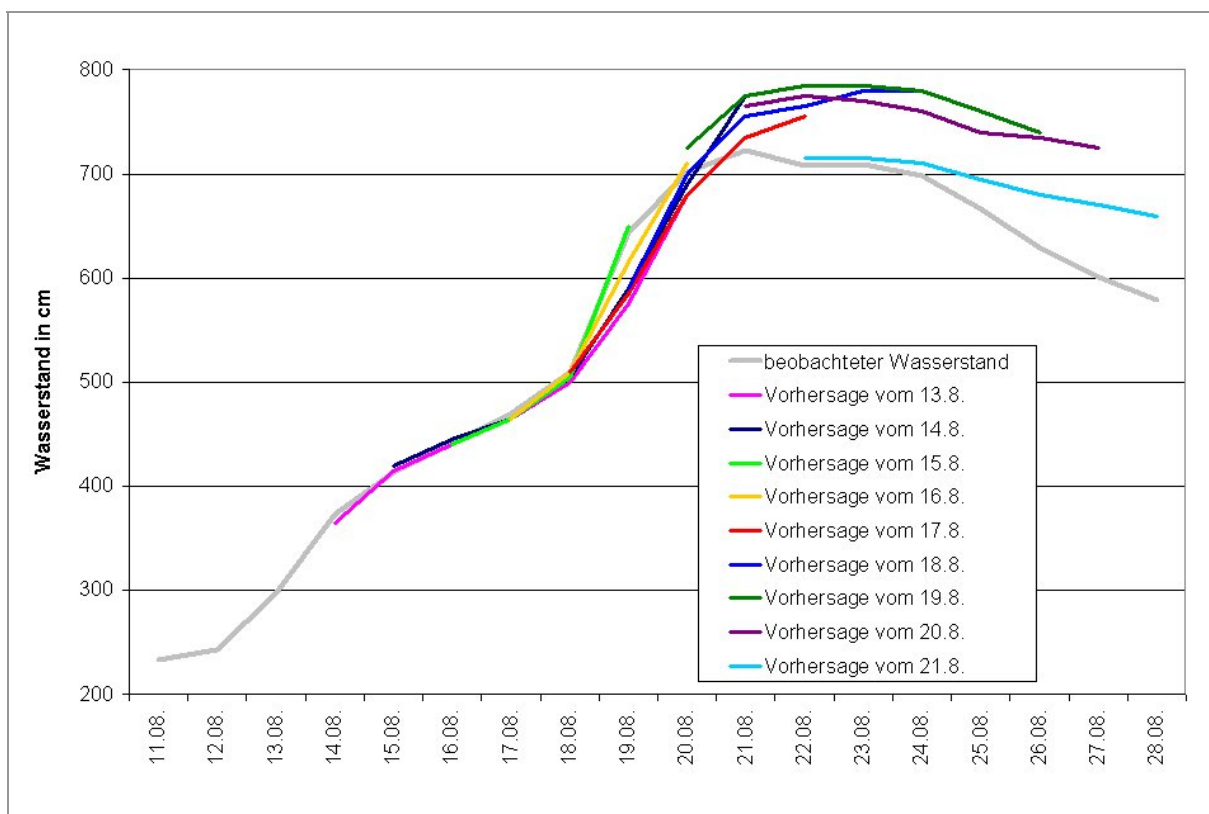
Pegel	Mittlere Fehler der Wasserstandsvorhersage in cm			
	vom Vortag	von vor 2 Tagen	von vor 3 Tagen	von vor 4 Tagen
Barby/Elbe	9	15	24	
Tangermünde/Elbe	8	9	18	24
Wittenberge/Elbe	16	22	27	29
Havelberg-Stadt/Havel	21	27	19	18

\* siehe hierzu Anmerkungen nächste Seite, letzter Absatz

Erwartungsgemäß sind entsprechend Tabelle 2-1 die Vorhersagefehler in der Regel umso höher, je größer der Zeitvorsprung der Vorhersage ist. Für alle drei untersuchten Elbpegel kann eine derartige Abhängigkeit des Vorhersagefehlers vom Zeitvorsprung der Vorhersage festgestellt werden. Lediglich für den Pegel Havelberg-Stadt/Havel ist dieser Zusammenhang nicht nachzuweisen. Die Ursache dafür kann in der schwierigen Vorhersagesituation für die Havel gesehen werden. Zum einen wurde der Abfluss in der Havel vor Flutung der Havelniederung massiv durch die Stauregulierung der Wehre oberhalb von Havelberg beeinflusst (vgl. Band 1, Abschnitt 3.2). Zum anderen trat mit der Flutung der Havelniederung eine völlig veränderte Abflusssituation ein (vgl. Band 1, Abschnitt 3.3), die allerdings erst bei der Vorhersage vom 21. August berücksichtigt wurde. Die Vorhersagen bis einschließlich dem 20. August gingen davon aus, dass die Havelniederung nicht geflutet wird.

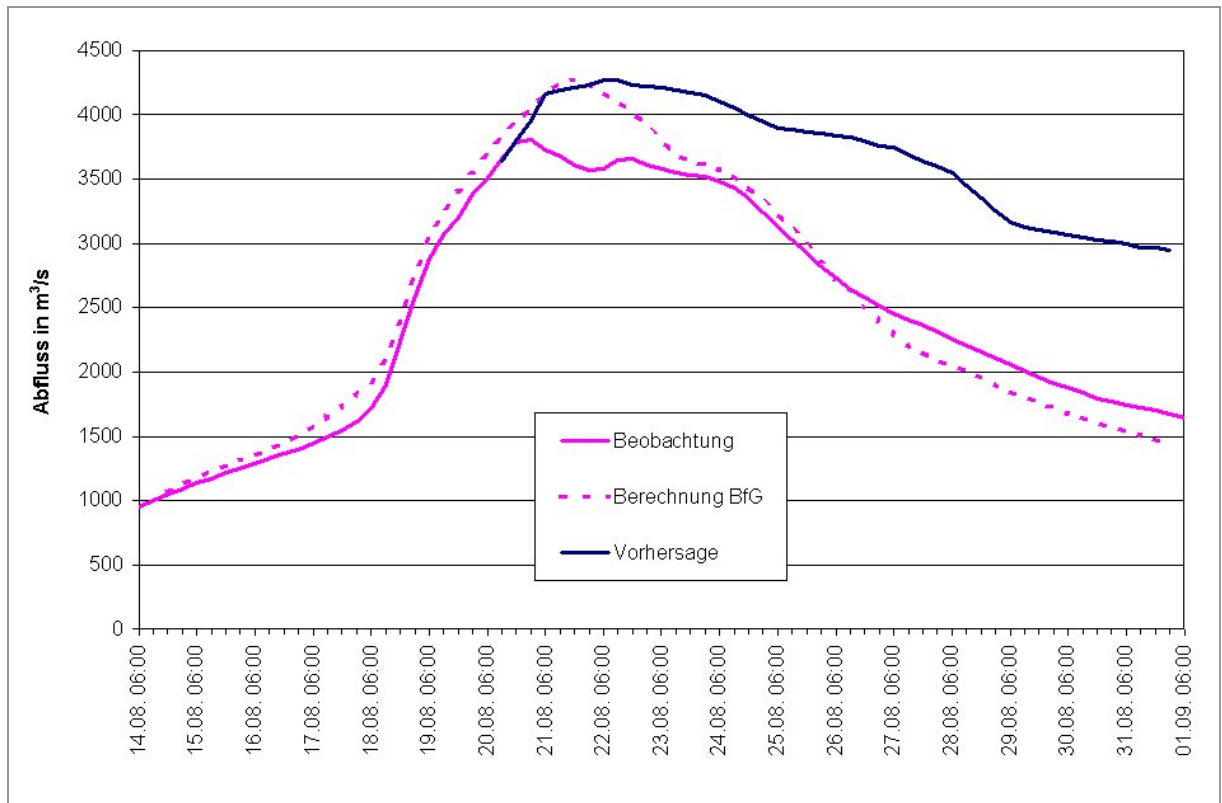
**Flutung Havelniederung**

Die fehlende Berücksichtigung der Flutung der Havelniederung in den Vorhersagen für den Pegel Wittenberge/Elbe bis einschließlich dem 20. August ist auch die Ursache dafür, dass die Vorhersagefehler für den Pegel Wittenberge deutlich höher sind als für die Pegel Barby und Tangermünde (Tabelle 2-1). In Abbildung 2-1, in der die vorhergesagten Wasserstände mit den beobachteten Wasserständen verglichen werden, wird dieser Sachverhalt graphisch veranschaulicht. Darin wird deutlich, dass erst in der Vorhersage vom 21. August die Wasserstandsentwicklung nach erfolgter Flutung korrekt wiedergegeben wird, zumindest bis einschließlich dem 24. August.



**Abbildung 2-1: Vergleich der vorhergesagten 6-Uhr-Wasserstände für den Pegel Wittenberge mit beobachteten 6-Uhr-Wasserständen**

Die oben gemachten Ausführungen legen nahe, dass es sachlich richtiger gewesen wäre, die Vorhersagen für den Pegel Wittenberge bis zum 20. August mit der Wasserstands- und Abflussentwicklung zu vergleichen, die sich ohne Flutung der Havelniederung ergeben hätte und nicht mit der beobachteten, durch die Flutung beeinflussten Entwicklung. In Abbildung 2-2 wird deshalb die Abflussvorhersage vom 20. August, die die Grundlage für die entscheidenden Berechnungen mit dem Kappungsmodell des LHW bildete, sowohl mit der tatsächlichen (beobachteten) als auch mit der theoretischen Abflussentwicklung ohne Kappung verglichen. Datengrundlage für die theoretische Abflussentwicklung bilden die Berechnungen von BfG (2002).



**Abbildung 2-2: Vergleich der am 20. August 2002 für den Pegel Wittenberge vorhergesagten Abflüsse mit der beobachteten Abflussentwicklung und der Abflussentwicklung, die sich nach BfG (2002) ohne Nutzung der Havelniederung als Retentionsraum ergeben hätte**

**Optimierung der Flutung**

Abbildung 2-2 zeigt, dass durch die Vorhersage die von BfG (2002) berechnete theoretische Abflussentwicklung im Scheitelbereich bis etwa zum 22. August gut wiedergegeben wird. Danach sind die vorhergesagten Abflüsse deutlich höher als die Abflüsse, die sich ohne Scheitelkappung ergeben hätten. Beraterstab und Sondereinsatzleitung kommen deshalb in ihrem gemeinsamen Erfahrungsbericht (SEL, 2002) auch zu dem Schluss, dass die Kappung noch weiter hätte optimiert werden können, wenn eine genauere Hochwasservorhersage möglich gewesen wäre. Der Scheitel war wesentlich steiler als vorhergesagt, hatte eine kürzere Dauer und damit letztlich ein deutlich geringeres Volumen. Folge davon war (SEL, 2002):

- Der in der Havelniederung vorhandene Freiraum wurde nicht ausgeschöpft. Er hätte für ein erreichbares Kappungsniveau von ca. 710 cm am Pegel Wittenberge ausgereicht, statt für ca. 735 bis 740 cm nach vorhergesagtem Scheitelvolumen.
- Im Vergleich zur theoretischen Wasserstandsganglinie am Pegel Wittenberge wurde der Kappungszeitpunkt gemäß Vorhersageganglinie um ca. 10 Stunden zu spät festgelegt. Innerhalb dieses Zeitraumes stiegen die Wasserstände am Pegel Wittenberge um ca. 30 cm.

**Qualität der Vorhersagen**

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die von der Hochwasservorhersagezentrale Elbe ermittelten Wasserstandsvorhersagen für die Elbe und ihre Nebenflüsse den Krisenstäben als termingerechte und hilfreiche Planungsgrundlage dienen. Erschwerend für eine korrekte Lageeinschätzung waren die zeitweilig verkürzten Vorhersagezeiträume für die Elbpegel Barby, Tangermünde und Wittenberge sowie für den Havelpegel Havelberg-Stadt. Die Qualität dieser Vorhersagen hat auch zukünftig eine hohe Priorität, denn erst eine resultierende gesicherte Scheitelvorhersage für

Wittenberge/Elbe liefert die Entscheidungsgrundlage für die Einberufung von Beraterstab und Sondereinsatzleitung sowie für die potenzielle Flutung der Havelniederung. Mit der bevorstehenden Ablösung des hydrologischen Vorhersagemodells ELBA durch das hydrodynamische Modell WAVOS wird die Erwartung verbunden, eine verbesserte Vorhersagegenauigkeit erzielen zu können.

Auch die Vorhersagen für die Wasserstände der Havelpegel sind zukünftig verbessert einzubeziehen. Die Option zur Flutung und die Auswirkungen einer vorausgehenden Stauregulierung sollten dabei nicht außer Acht gelassen werden, sondern als zweites Szenario in die Vorhersage mit einfließen, um die Vorhersagefehler für den Pegel Wittenberge/Elbe (siehe Tabelle 2-1) zu verringern und eine Optimierung der Scheitelkappung zu ermöglichen.

## 2.2 Richtlinie für die Berechnung der Entlastung des Elbehochwasserscheitels in die Havel und zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel

Die „Richtlinie für die Berechnung der Entlastung des Elbehochwasserscheitels in die Havel und zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel“, kurz Wehrbedienungs-vorschrift (WbVor), regelt die Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel bei Hochwassern über 680 cm am Pegel Wittenberge sowie bei Normalstau. Für die Maßnahmen zur Scheitelkappung 2002 maßgebend war die Fassung der Richtlinie von 1997 (STAU, 1997).

### Eignung der Richtlinie

Inhaltlich gesehen war und ist die WbVor mit den aufgeführten Berechnungsgrundlagen, Richtwerten und Darstellungen funktionaler Zusammenhänge für die Mitglieder des Beraterstabes ein unabdingbares Hilfsmittel zur Erarbeitung der fachlichen Grundlagen für die Flutung und die anschließende Entleerung der Havelniederung. Jedoch ergeben sich aus den Erfahrungen von 2002 inhaltliche und organisatorische Defizite dieser Richtlinie, die auf deren Bearbeitungsstand von 1997 zurückzuführen sind. Die Vordrucke und Formulare für die Berechnungen mit einem noch älteren Stand vom Juni 1981 erwiesen sich auf Grund der erforderlichen Handeingabe sogar als derart mangelhaft, dass Alternativen in Form von durch das WSA Brandenburg ad hoc entwickelten Excel-Tabellen notwendig wurden. Auch die Datenblätter als Grundlage für die Füllberechnungstabellen zur Steuerung des Neuworbener Wehrs wurden operativ durch aktuelle Durchflussmessdaten der Havel ersetzt (WSA, 2002).

Sondereinsatzleitung und Beraterstab (SEL, 2002) sowie das WSA Brandenburg (WSA, 2002) kommen bezüglich der notwendigen Überarbeitung der WbVor zu gleichen Schlussfolgerungen. Nach SEL (2002) ist die Wehrbedienungs-vorschrift „inhaltlich zu überarbeiten und den derzeitigen Möglichkeiten der Informationstechnik anzupassen“. WSA (2002) fordert, dass die nicht mehr zeitgemäßen Anlagen 1 bis 22 und Vordrucke 1 bis 11 der WbVor zukünftig mit Standardsoftware bearbeitbar sein müssen.

Ausgehend vom bisherigen Bearbeitungsstand werden Vorschläge zur Überarbeitung der Richtlinie in Abschnitt 4.3 gegeben. Die Überarbeitung der Richtlinie selbst ist Gegenstand des Berichtes zu Los 5.

## 2.3 Modell des LHW zur Kappungsberechnung

### Kappungsmodell

Der Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) verfügte 2002 über ein entsprechendes Rechnermodell zur Entscheidungshilfe für die Scheitelkappung eines Elbehochwassers, dessen Algorithmen von Prof. Kranawettreiser (Bauhaus-Universität Weimar, IWSÖ) entwickelt wurden. Mit diesem Kappungsmodell wurden 2002 verschiedene Szenarien mit unterschiedlichen Kappungsbeiträgen berechnet, die eine wesentliche Grundlage für die notwendigen Entscheidungen zur Scheitelkappung bildeten. WSA (2002) kommt zu dem Schluss, dass „das Kap-

**Präzisierung  
Kappungs-  
modell**

pungsmodell des LHW ... sehr wichtig und gut“ war, andererseits aber auch fortgeschrieben werden muss. Probleme bei der Anwendung des Modells haben sich vor allem daraus ergeben, dass im Modell nicht alle tatsächlichen Zustände und Parameter eingestellt werden konnten (SEL, 2002). So ließ sich beispielsweise die Besonderheit des Ereignisses von 2002, dass ein Extremhochwasser der Elbe mit einem geringen Hochwasser der Havel (etwa HQ<sub>2</sub>) zusammenfällt, nicht abbilden. Auch die realisierten Maßnahmen, in der Havel durch gezielte Wehrsteuerung den Speicherraum für Kappungswassermengen der Elbe um bis zu 30 % zu vergrößern, konnten im Programm nicht einfach berücksichtigt werden<sup>1</sup>. Weiterhin wurde übereinstimmend von SEL (2002) und WSA (2002) bemängelt, dass das Modell bedienerunfreundlich ist.

Nach dem Ereignis 2002 wurde das Kappungsmodell fachlich überarbeitet und dokumentiert (IWSÖ, 2005). Der Ausblick auf das Vorhersagemodell WAVOS für die Elbe, welches in Zukunft verbesserte Grundlagendaten zur Kappungsberechnung liefern wird, fehlt noch. Als nachteilig wird auch eingeschätzt, dass das Modell bis 2005 zeitlich vor der WbVor überarbeitet wurde und so notwendige Änderungen der WbVor im Modell noch nicht berücksichtigt werden konnten. Von einer weiteren notwendigen Präzisierung des Modells sollte ausgegangen werden. Vorschläge werden bei der Bearbeitung von Los 5 zum vorliegenden Gutachten vorgelegt.

## 2.4 Messtechnik des WSA

**Messeinrichtungen  
des WSA**

Das 1992 vom WSA Brandenburg installierte digitale Wasserstands- und Abflussmesssystem mit Datenfernübertragung hat sich während des Ereignisses 2002 wie auch in den Jahren zuvor bewährt. Die Messeinrichtungen mit 60 s-Messwerten und 15 min-Speicherwerten standen in der Flutungszeit vom 19.08.2002 bis zum 24.08.2002 bis auf einen 6-stündigen Stromausfall an der Schleuse Havelberg vollständig zur Verfügung. Die in diesem Zeitraum aufgezeichneten Messwerte wurden mittels Abgleich durch Pegelbeobachter bestätigt. Für die Zukunft sind Investitionen in redundante Systeme geplant (WSA, 2002).

---

<sup>1</sup> Nach mündlicher Information seitens Prof. Kranawettreiser wäre dies durch Modifikation des angesetzten Havelzuflusses möglich gewesen.

### 3 Eingeleitete Maßnahmen zur Scheitelkappung in der Elbe

#### 3.1 Handlungschronik

Eine detaillierte Handlungschronik über alle mit der Scheitelkappung in der Elbe im Zusammenhang stehenden Maßnahmen ist Inhalt der Anlage 2-2. Die dafür erforderlichen Angaben wurden folgenden Quellen entnommen: SEL (2002), WSA (2002), LUA (2002) und BRONSTERT u. a. (2004). Nicht immer waren die Ausführungen zu bestimmten Maßnahmen zwischen den einzelnen Quellen widerspruchsfrei. In Anlage 2-2 wurde versucht, diese Widersprüche wertfrei zu dokumentieren.

#### 3.2 Bedienung der Wehre der Wehrgruppe Quitzöbel und daraus resultierende Durchflüsse

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die Bedienung der Wehre der Wehrgruppe Quitzöbel. Ausführungen zur Steuerung der Wehre an der Havel oberhalb Quitzöbel finden sich im Band 1, Abschnitte 3.2 und 3.3.

**18.08.2002  
08:35 Uhr** Am 18.08.2002 08:35 Uhr wurde nach Kenterung der Strömung an der Havelmündung, mit Schließen des Quitzöbeler Durchstichwehres, die Havel gegen die Elbe vollständig abgeschlossen. Bis zum Beginn der Kappung war damit kein Wasseraustausch zwischen Elbe und Havel möglich. Oberhalb von Quitzöbel erhöhten sich die Wasserstände in der Havel durch den Zufluss von Haveleigenwasser moderat (vgl. Band 1, Abbildung 3-2).

**20.08.2002  
20:00 Uhr** Am 20.08.2002 20:00 Uhr erfolgte die Hebung von Nord- und Mittelschütz des Wehres Neuwerben um jeweils 380 cm. Die dadurch erzielte Einlassmenge betrug 660 m<sup>3</sup>/s. Der beobachtete maximale Wasserstandsanstieg am OP Neuwerben betrug bis zum 21.08.2002 13:00 Uhr 124 cm. Zwischenzeitlich wurde die Einlassmenge entgegen den Berechnungen des Kappungsmodells gedrosselt, da die Wasserstände am Pegel Havelberg/Stadt sehr schnell stiegen und ein als kritisch angesehener Wasserstand von 26,00 m ü. NN nicht überschritten werden sollte. Deshalb ergab sich keine optimale (konstant bleibende) Form der Scheitelkappungsganglinie (siehe auch Abbildung 2-2). Zu beachten ist hier, dass der genannte kritische Wasserstand von 26,00 m ü. NN noch beträchtlich unter dem gemäß WbVor maximal zulässigen Wert von 26,40 m ü. NN liegt.

**21.08.2002  
11:00 Uhr** Mit der zusätzlichen Hebung des Südschützes wurde am 21.08.2002 ab 11:00 Uhr zwei Stunden lang ein maximaler Abfluss von 720 m<sup>3</sup>/s erzeugt. Bis zum 23.08.2002 10:25 Uhr wurde kontinuierlich über verschiedene Wehrstellungen Elbewasser übergeleitet. Auf Basis der Berechnungen des Beraterstabes erfolgte der Verschluss von Nord- und Südschütz bis zur vollständigen Schließung des Wehres um 12:53 Uhr (Ende der Kappung) entsprechend der WbVor. Insgesamt wurden über das Neuwerbener Wehr 75,4 Mio. m<sup>3</sup> Elbewasser in 32 Steuerschritten in die Havel und ihre Polder geführt (Tabelle 3-1).



**Tabelle 3-1: Wehrstellungen und resultierende Durchflüsse für das Wehr Neuwerben während der Flutung der Havelniederung nach SEL (2002) und WSA (2002)**

lfd. Nr.	Datum	Uhrzeit	Differenz Elbe/Havel in cm	Öffnungshöhe Nordschütz in cm	Öffnungshöhe Mittelschütz in cm	Öffnungshöhe Südschütz in cm	Abfluss in m³/s
1	20.08.2002	20:00	272	380	380	zu	660
2		21:00	219	350	350	zu	660
3		22:00	198	340	340	zu	600
4	21.08.2002	00:00	148	250	250	zu	390
5		05:00	160	250	250	zu	390
6		08:15	155	325	325	zu	500
7		09:00	155	380	380	zu	600
8		10:00	123	450	450	zu	645
9		11:00	113	400	400	400	720
10		13:00	91	290	290	290	450
11		15:00	102	310	310	310	520
12		17:00	102	310	310	310	520
13		19:15	101	310	310	310	520
14		20:00	100	240	240	240	400
15	22.08.2002	01:00	112	180	180	180	320
16		03:30	127	146	146	146	270
17		05:00	138	90	90	90	180
18		07:30	158	70	70	70	140
19		13:00	174	80	80	80	200
20		15:35	170	140	140	140	300
21		17:45	153	180	180	180	360
22		18:35	145	130	130	130	350
23		20:10	145	120	120	120	240
24		21:30	147	50	50	50	100
25		23:10	161	75	75	75	150
26	23.08.2002	01:00	161	100	100	100	200
27		02:00	158	100	100	100	200
28		03:10	154	75	75	75	150
29		07:45	159	50	50	50	100
30		10:25	163	zu	50	zu	50
31		10:55	166	zu	30	zu	18
32		12:53	171	zu	zu	zu	18

**23.08.2002  
12:53 Uhr**

**Verspätete  
Entlastung der  
Havelniederung**

**Gedrosselte  
Entlastung der  
Havelniederung**

Durch das Schließen des Wehres Neuwerben am 23. August um 12:53 Uhr wurde die Kappung der Hochwasserwelle der Elbe beendet. Gemäß Wehrbedienungs-vorschrift in der Fassung vom November 1997 (STAU, 1997) hätte mit der Entlastung der Havelniederung 3 Stunden nach dem Schließen des Wehres, also am 23. August gegen 16 Uhr, begonnen werden sollen. Mit Rücksicht auf die Verteidigung der Elbdeiche wurde jedoch auf Empfehlung des Beraterstabes das Durchstichwehr Quitzöbel zunächst so gesteuert, dass maximal der Zufluss von Havelniederungswasser in Richtung Elbe abgegeben wurde. Damit wurde einerseits verhindert, dass der Wasserstand am Pegel Havelberg-Stadt wieder ansteigt, und andererseits sichergestellt, dass der Rückgang der Wasserstände in der Elbe durch die Entlastung der Havelniederung nicht gefährdet wird (SEL, 2002). Gemäß SEL (2002) erfolgte die erste Öffnung des Durchstichwehres Quitzöbel am 23. August vermutlich erst, nachdem der 8. Bericht des Beraterstabes mit der o. g. Empfehlung vorlag (16:33 Uhr) und von der Sondereinsatzleitung bestätigt wurde (17:15 Uhr). Mit der eigentlichen Entlastung der Havelniederung durch allmähliche Erhöhung der Abgabe am Durchstichwehr Quitzöbel wurde in den Morgenstunden des 24. August begonnen (SEL, 2002; WSA, 2002).

Einer schnellstmöglichen Entlastung der Havelniederung stand neben der Rücksichtnahme auf die Elbdeiche auch die Wehrbaustelle Gnevsdorf entgegen. Der sich unterhalb dieser Baustelle befindliche Kolk drohte sich zu vergrößern, da sich mit der Zunahme des Fließgefälles zwischen Havel und Elbe die schadhafte Wirkung einer dadurch zunehmenden Fließgeschwindigkeit ausgeweitet hätte. Eine Erhöhung des Abflusses hätte nach Ansicht des LUA Brandenburg möglicherweise zu Beschädigungen der Wehrbaustelle geführt (SEL, 2002). Die systematische Durchflusssteuerung am Wehr Quitzöbel mit der letztendlich einhergehenden maximal möglichen Abgabemenge ist anhand der Tabelle 3-2 nachvollziehbar. Die Entlastung wurde

Schritt für Schritt bis teilweise über 200 m<sup>3</sup>/s gefahren. Der Forderung des WSA Brandenburg, die Entlastungsmenge auf 250 m<sup>3</sup>/s zu erhöhen, wurde vom LUA Brandenburg am 27.08.2002 nur kurzzeitig stattgegeben. Nach 45 Minuten wurde die Zustimmung durch das LUA Brandenburg aufgehoben. Zugestimmt wurde nur noch einer Abflussleistung bis 180 m<sup>3</sup>/s und bei weiterem Wasserandrückgang der Elbe von 130 m<sup>3</sup>/s (WSA, 2002).

**Tabelle 3-2: Wehrstellungen Quitzöbel und resultierende Durchflüsse während der Entlastung der Havelniederung nach WSA (2002)**

	Datum	Linke Wehrklappe [m]	Rechte Wehrklappe [m]	OP Quitzöbel [cm]	UP Quitzöbel [cm]	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]
geöffnet ab	24.08.2002 05:45	0,10	0,10	631	592	8,6
geöffnet bis	24.08.2002 06:15	0,10	0,10	631	592	8,6
geöffnet ab	24.08.2002 06:30	0,16	0,16	631	592	14,2
geöffnet bis	24.08.2002 06:45	0,16	0,16	631	592	14,2
geöffnet ab	24.08.2002 07:00	0,30	0,30	631	592	26,6
geöffnet bis	24.08.2002 08:15	0,30	0,30	630	591	26,6
geöffnet ab	24.08.2002 08:30	0,40	0,40	630	591	36,8
geöffnet bis	24.08.2002 11:45	0,40	0,40	630	589	36,8
geöffnet ab	24.08.2002 12:00	0,15	0,15	630	589	12,6
geöffnet bis	25.08.2002 10:15	0,15	0,15	632	560	17,6
geöffnet ab	25.08.2002 10:30	0,40	0,40	632	561	48,2
geöffnet bis	26.08.2002 10:45	0,40	0,40	627	539	53,8
geöffnet ab	26.08.2002 11:00	0,80	0,80	627	540	127,4
geöffnet bis	26.08.2002 18:45	0,80	0,80	626	535	132,5
geöffnet ab	26.08.2002 19:00	1,10	1,10	626	535	175,8
geöffnet bis	27.08.2002 06:45	1,10	1,10	617	535	160,8
geöffnet ab	27.08.2002 07:00	1,50	1,50	617	534	224,2
geöffnet bis	27.08.2002 15:15	1,50	1,50	608	540	197,4
geöffnet ab	27.08.2002 15:30	2,00	2,00	607	539	264,4
geöffnet bis	27.08.2002 17:45	2,00	2,00	600	548	231,0
geöffnet ab	27.08.2002 18:00	1,70	1,70	600	547	173,0
geöffnet bis	27.08.2002 19:15	1,70	1,70	602	542	179,6
geöffnet ab	27.08.2002 19:30	1,50	1,50	602	542	163,0
geöffnet bis	28.08.2002 13:15	1,50	1,65	595	529	194,6
geöffnet ab	28.08.2002 13:30	1,58	1,58	595	529	194,6
geöffnet bis	29.08.2002 10:00	1,58	1,58	584	517	199,0
geöffnet ab	29.08.2002 10:15	1,50	1,50	584	517	189,0
geöffnet bis	29.08.2002 11:15	1,50	1,50	585	516	194,0
geöffnet ab	29.08.2002 11:30	1,40	1,40	585	516	181,2
geöffnet bis	30.08.2002 22:45	1,40	1,40	572	493	174,8
geöffnet ab	30.08.2002 23:00	1,80	1,80	572	493	215,0
geöffnet bis	31.08.2002 07:45	1,80	1,80	558	501	201,2
geöffnet ab	31.08.2002 08:00	2,20	2,20	558	501	203,8
geöffnet bis	31.08.2002 21:00	2,20	2,20	541	502	201,0
geöffnet ab	31.08.2002 21:15	2,35	2,35	540	502	214,6
geöffnet bis	02.09.2002 10:45	2,35	2,35	504	481	204,6
geöffnet ab	02.09.2002 11:00	2,50	2,50	504	481	217,6
geöffnet bis	02.09.2002 11:30	2,50	2,50	503	482	217,4
geöffnet ab	02.09.2002 11:45	2,70	2,70	503	482	228,8
geöffnet bis	04.09.2002 16:00	2,70	2,70	455	440	228,6
geöffnet ab	04.09.2002 16:15	1,50	1,50	455	440	122,8
geöffnet bis	04.09.2002 20:45	1,50	1,50	465	422	128,2
geöffnet ab	04.09.2002 21:00	1,30	1,30	464	422	122,8
geöffnet bis	04.09.2002 23:00	1,30	1,30	467	415	123,0
geöffnet ab	04.09.2002 23:30	1,20	1,20	467	414	110,0
geöffnet bis	05.09.2002 06:00	1,20	1,20	466	407	115,4
geöffnet ab	05.09.2002 06:15	1,10	1,10	466	407	102,6

Insgesamt wurden bis zum 05.09.2002 über die Quitzöbeler Wehre 174,7 Mio. m<sup>3</sup> Wasser aus der Havel in die Elbe abgegeben. Der Prozess der vollständigen Entleerung der Polder dehnte sich jedoch bis Ende September aus (siehe Abschnitt 3.3).

### 3.3 Flutung der Polder (Öffnung / Füllung / Entleerung)

**Öffnung der Polder 1 bis 5**

Die Öffnung des Wehres Neuwerben (20.08.2002 20:00 Uhr) sollte entsprechend den Maßgaben der SEL nicht die sofortige Flutung von Poldern nach sich ziehen. In Vorbereitung auf die aufzunehmenden Mengen Kappungswasser wurde aber bereits zur selben Zeit damit begonnen, die Polder zu öffnen, um deren Wirksamkeit schon vor dem Eintreffen der Welle zu gewährleisten. Geöffnet wurden die Polder 1 bis 5. Zwischen den Ministerpräsidenten der Länder Brandenburg und Sachsen-Anhalt wurde einvernehmlich entschieden, den Polder 6, der vollständig in Brandenburg liegt, nicht zu fluten (SEL, 2002). Gründe für diese Entscheidung sind der Sondereinsatzleitung nicht mitgeteilt worden.

**Retentionsvolumen**

Eine Übersicht über die Polder und ihr jeweiliges potenzielles Retentionsvolumen enthält Tabelle 3-3. Diese Angaben variieren, da der Ermittlung der Speichervolumen jeweils verschiedene Daten zu Grunde gelegt wurden. So erfolgten die Berechnungen durch das WSA auf der Basis von topographischen Karten. Die im Rahmen von BRONSTERT u. a. (2004) ermittelten Werte beruhen auf aktuelleren Geländedaten als Ergebnis einer Befliegung. Die Angaben in der Spalte „aktuell“ sind das Ergebnis einer Neuberechnung auf der Grundlage des im Rahmen dieses Gutachtens erstellten digitalen Geländemodells (DGM), das im Höhensystem DHHN 92 vorliegt. Die Differenz zwischen diesem Höhensystem und Normalnull (NN) beträgt +5 cm. Die Bezugshöhe in Tabelle 3-3 von 26,40 m ü. NN entspricht also einer Höhe im DHHN 92 von 26,45 m.

**Tabelle 3-3: Volumen der Polder im Leerzustand bis zu einem Wasserstand von 26,40 m ü. NN**

Polder	Speichervolumen in hm <sup>3</sup>		
	nach WSA (2002)	nach BRONSTERT u. a. (2004)	aktuell
1 - Trübengraben	20,6	17,8	20,7
2 - Kümmernitz	2,8	2,8	3,8
3 - Flöthgraben/Vehlgast	24,5	23,9	25,6
4 - Schafhorst/Twerl	30,5	32,4	34,3
5 - Warnau	6,4	9,1	12,5
6 - Große Grabenniederung	25,0	25,8	27,2
	109,8	111,8	124,2

**Grenzwert für Polderflutung**

Gemäß WbVor sind die Polderdeiche nur bis zu einem Wasserstand in Havelberg von 25,84 m ü. NN standsicher. Ohne Polderflutung ist mit höheren Wasserständen somit ein Standsicherheitsrisiko verbunden. Andererseits wird in der WbVor aber auch darauf hingewiesen, dass aufgrund des großen Gefällebedarfes beim Transport des Elbwassers havelaufwärts eine Polderflutung nur bei Wasserständen in Havelberg über 26,00 m ü. NN sinnvoll ist. Eine Überschreitung dieses Wasserstandes wurde für den 21.08.2002 12:00 Uhr vorhergesagt und damit auch die Polderöffnung für 12:00 Uhr veranlasst. Die weiter dokumentierten Zeiten der Polderöffnungen bezeugen, dass eigentlich nicht zulässige „Abweichungen [von der WbVor] ... beim abgelaufenen Ereignis durchgesetzt wurden“ (SEL, 2002). Die Wasserstände lagen zum Zeitpunkt der Poldersprengungen zumeist unter 26,00 m ü. NN (BRONSTERT u. a., 2004). Dieser Sachverhalt sollte in der WbVor zu einer neuen Festschreibung des maximal zulässigen Entscheidungsspielraumes führen (siehe Band 5).

**Ablauf der Flutung der Polder**

So wurde das Flutungsbauwerk des Polders 1 „Trübengraben“ auf sachsen-anhaltinischer Seite bereits um 20 Uhr des 20.08.02 geöffnet. Um 22:10 Uhr bzw. 22:25 Uhr wurden die Polder 3/1 „Vehlgast“ und 2 „Kümmernitz“ durch Sprengung geöffnet.

Die Maßnahmen am Polder 5 „Warnau“ umfassten u. a. das Graben einer Verbindung von der Havel.

Die veranlassten Sprengungen des Polders 4/2 „Twerl“ schlugen aufgrund technischer Probleme mehrfach fehl, so dass dort erst am 21.08.02 15:55 Uhr eine effektive Wirksamkeit verzeichnet werden konnte. So verhielt es sich auch beim Teil „Schafhorst“ dieses Polders 4 (4/1). Die Mitteilung über die Wirksamkeit der Polder 1, 3/1 und 5 konnte bereits 12:40 Uhr aufgrund ungehinderten Einströmens von Wasser erfolgen. Da die Notwendigkeit der Flutung des Polders 3/2 „Flöthgraben“ vom LUA Brandenburg mehrfach hinterfragt wurde sowie aufgrund von technischen Problemen verzögerte sich dessen Flutung. Die Wirksamkeit der Flutung konnte erst am 22.08.2002 19:00 Uhr bestätigt werden.

Zusammenfassend können die wichtigsten Handlungen zur Polderflutung und -entleerung auch aus Tabelle 3-4 entnommen werden. Abbildung 3-1 gibt eine Übersicht zur Lage der einzelnen Havelpolder. Auffällig sind die teilweise erheblichen Zeitunterschiede zwischen Öffnung und Bestätigung der Wirksamkeit. Ursache dafür ist, dass der Sondereinsatzleitung z. T. widersprüchliche Vollzugsmeldungen übermittelt wurden. In diesen Fällen versuchten Mitglieder der Sondereinsatzleitung sich durch Nutzung persönlicher Kontakte gesicherte Informationen vom Geschehen vor Ort zu verschaffen. „Eine solche Vorgehensweise kann nicht die Regel sein.“ (SEL, 2002).

**Tabelle 3-4: Chronologie der Polderöffnung**

Polderbezeichnung	Datum	Uhrzeit	Ereignis
1 "Trübengraben" auch "Havelberg"	20.08.2002	20:00 Uhr	Öffnung Flutungsbauwerk
	21.08.2002	12:40 Uhr	bestätigte Wirksamkeit
2 "Kümmernitz"	20.08.2002	22:25 Uhr	Öffnung durch Sprengung
	21.08.2002	15:45 Uhr	bestätigte Wirksamkeit
3/1 "Vehlgast"	20.08.2002	22:10 Uhr	Öffnung durch Sprengung
	21.08.2002	12:40 Uhr	bestätigte Wirksamkeit
3/2 "Flöthgraben"	22.08.2002	15:05 Uhr	Öffnung Siel am Schöpfwerk
	22.08.2002	17:45 Uhr	Öffnung durch Sprengung
	22.08.2002	19:00 Uhr	bestätigte Wirksamkeit
4/1 "Schafhorst"	21.08.2002	03:25 Uhr	unwirksame Öffnung durch Sprengung
	21.08.2002	19:53 Uhr	Öffnung durch Sprengung
	21.08.2002	20:30 Uhr	bestätigte Wirksamkeit
4/2 "Twerl"	21.08.2002	03:25 Uhr	fehlgeschlagene Öffnung durch Sprengung
	21.08.2002	12:15 Uhr	fehlgeschlagene Öffnung durch Sprengung
	21.08.2002	14:45 Uhr	3. Sprengung
	21.08.2002	15:55 Uhr	bestätigte Wirksamkeit, durch Freispülen
5 "Warnau"	20.08.2002	22:30 Uhr	Graben einer Verbindung von der Havel, manuelle Schlitzung
	21.08.2002	12:40 Uhr	bestätigte Wirksamkeit
6 "Grosser Graben"			bleibt verschlossen

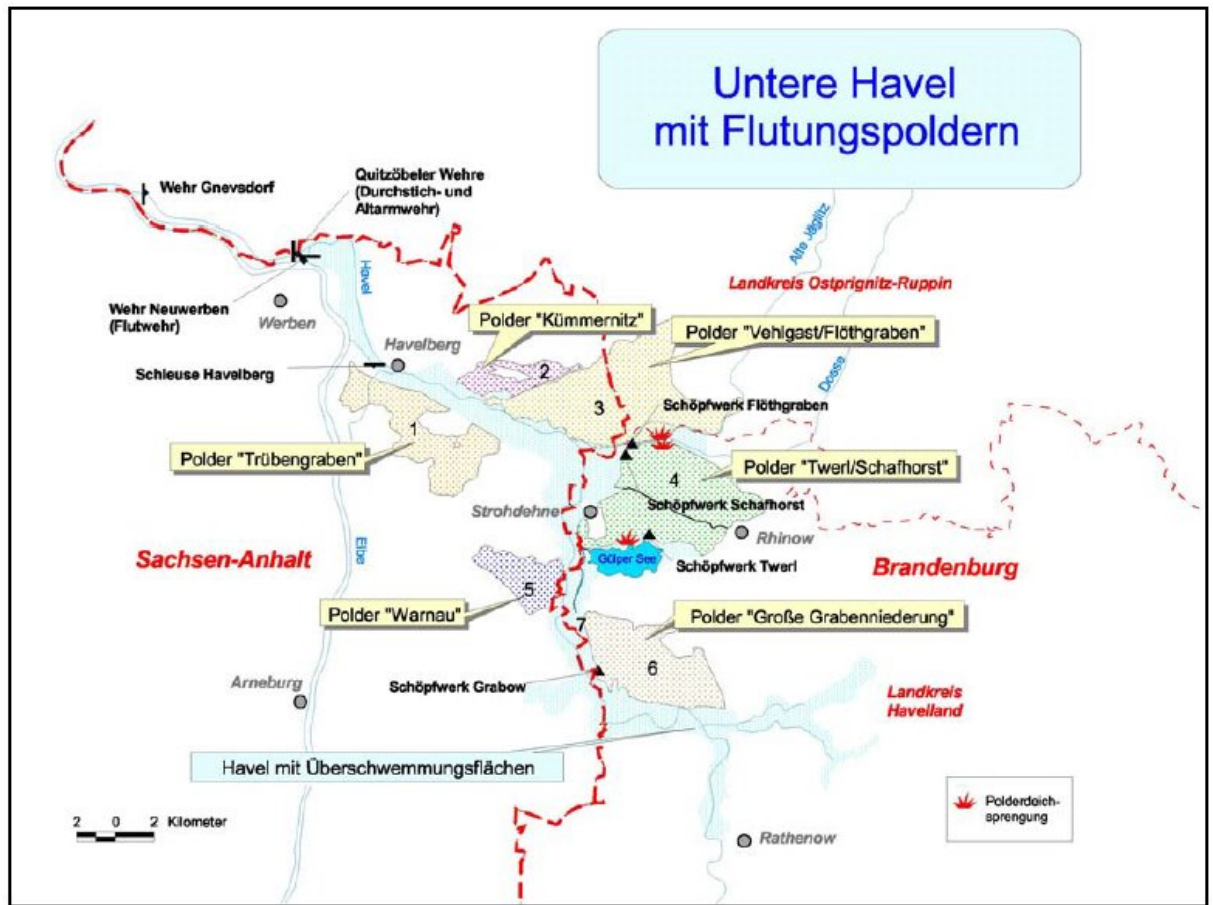


Abbildung 3-1: Übersicht zur Lage der einzelnen Havelpolder aus LUA (2002)

**Wasserstandsdaten**

Wasserstandsdaten wurden vom LUA Brandenburg für die Pegel an den Schöpfwerken der Polder Flöthgraben, Schafhorst und Twerl sowie durch Hilfspegel in diesen Poldern für die Zeiträume 20.08.2002 bis 11.09.2002 bzw. 27.08.2002 bis 04.09.2002 erhoben. Vom LHW Sachsen-Anhalt wurden die Pegel an den Schöpfwerken der Polder Warnau, Havelberg, Vehlgast und Kümmernitz bedient.

Die Wasserstandentwicklung in den Poldern ist Abbildung 3-2 zu entnehmen. Es ist ein rascher Wasserstandsanstieg nach dem jeweiligen Öffnen der Polder ersichtlich, der Maximalwasserstand ist auf den 26./27.08.2002 zu datieren.

Es ist zudem zu erkennen, wie zögerlich sich die Entleerung der Polder vollzog und bei Erreichen der Sohlhöhen der Deichöffnungen noch langsamer ablief (BRONSTERT u. a., 2004). Hervorzuheben ist der erheblich verzögerte Entleerungsprozess des Polders 3/1 „Vehlgast“, der den zusätzlichen Einsatz mobiler Pumpen verlangte. Hindernis war dort, auch schon bei der Flutung, ein den Polder teilender Straßendamm.

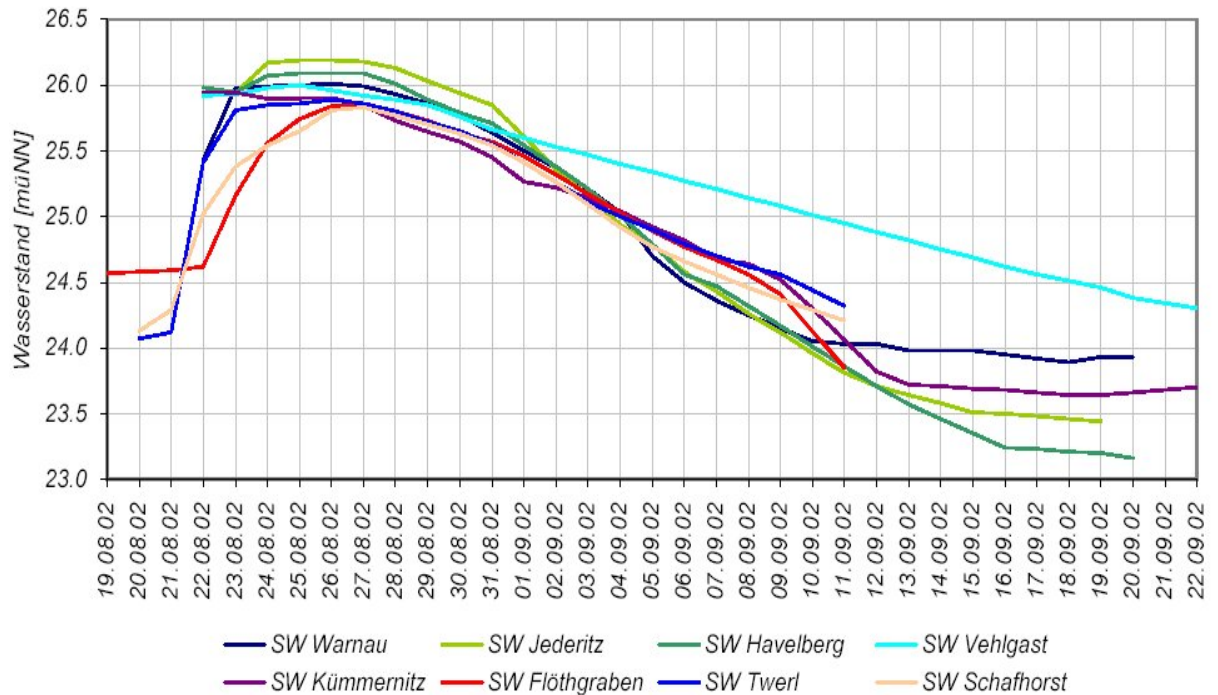


Abbildung 3-2: Wasserstandsganglinien in den Poldern, gemessen an den Polder-schöpfwerken (aus BRONSTERT u. a., 2004)

Entleerung der Polder

Wie bereits in Abschnitt 3.2 dokumentiert, war es aufgrund der Risiken am Wehr Gnevsdorf nicht möglich, die Abgabeleistung in die Elbe so zu erhöhen, dass eine zügige Entlastung der Havelniederung – und damit der Polder - erzielt werden konnte. Eine rasche Entleerung der Polder wurde auch durch die Kapazität der Schöpfwerke begrenzt. Insbesondere am Polder 3/1 „Vehlgest“ gab es Probleme, die zu einem im Vergleich zu den anderen Poldern verzögerten Rückgang der Wasserstände und überschwemmten Flächen führten (vgl. Abbildung 3-2 und Tabelle 3-5). Letztlich wurde die Entleerung dieses Polders nur durch die Installation zusätzlicher Pumpenleistung erreicht (LHW, 2003).

Frischwasser

Das ab dem 02.09.2002 in der Havel unterhalb Grütz zu beobachtende Fischsterben veranlasste die SEL am 06.09.2002 eine Handlungsanweisung zur weiteren Entlastung der Polder anzuordnen, die im Kern darauf abzielte, durch Verschnitt des in die Havel gelangenden sauerstoffarmen Polderwassers mit sauerstoffreichem Frischwasser den Sauerstoffgehalt im betroffenen Havelabschnitt zu erhöhen. Zu diesem Zweck wurde unter Beachtung der Randbedingungen an der Wehrbaustelle Gnevsdorf der Abfluss aus der Havel in die Elbe maximiert. Dadurch wurde eine Erhöhung der Frischwasserzufuhr am Pegel Albertsheim von ca. 55 m<sup>3</sup>/s am 05.09.02 auf ca. 80 m<sup>3</sup>/s erreicht. Um eine Verbesserung für den Flussauenkomplex in seiner Gesamtheit mit einer zügigen Wiederbelebung aller Komponenten und Arten zu ermöglichen, wurde gleichzeitig aber auch die schnellstmögliche Entleerung der Polder weiter verfolgt (SEL, 2002). Mitte September 2002 waren die meisten Polder wieder entleert, d. h. nur noch in einigen Senken befand sich Restwasser. Am 27.09.2002 war auch der Polder 3/1 „Vehlgest“, dessen Entleerung am längsten dauerte, wieder weitestgehend leer.

**Überstaudauer**

Der mit dem hydrodynamischen Modell (Los 3) berechnete Flutungsverlauf während des Hochwasserereignisses 2002 bildete die Grundlage für eine Neuberechnung der Flächenbetroffenheitsklassen, die Auskunft über die Zeitdauer des Überstaus auf den Polderflächen geben (Tabelle 3-5). Die Bildung der Flächenbetroffenheitsklassen erfolgte in äquidistanten 5-Tages-Schritten. Die Ermittlung von Wasser-Land-Grenzlinien anhand der vom LUA zur Auswertung übergebenen Befliegungsdaten war nicht möglich, da diese nur für wenige Termine während der Polderflutung vorlagen.

**Tabelle 3-5: Anteil der Flächenbetroffenheitsklassen (Überstaudauer in Tagen) an den Poldergesamtflächen [%] für das Hochwasserereignis 2002**

Polder	Überstaudauer in Tagen							
	kein Tag	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30	31 - 35
1- Trübengraben	11,35	4,51	26,06	42,85	8,58	4,72	0,96	0,97
2 - Kümmernitz	47,64	3,67	16,78	15,35	11,38	2,84	0,70	1,63
3/1 - Vehlgast	13,19	2,88	9,20	14,70	6,61	11,30	10,08	32,06
3/2 - Flöthgraben	27,83	8,09	13,80	22,64	19,89	6,95	0,49	0,30
4/1 - Schafhorst	17,07	7,18	16,37	27,64	19,58	6,93	4,78	0,45
4/2 - Twerl	13,99	4,67	21,81	31,51	10,29	10,78	3,49	3,46
5 - Warnau	8,90	0,46	11,77	22,26	15,01	18,61	7,69	15,29
6 - Große Grabenniederung	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

1 - Polder Große Grabenniederung wurde 2002 nicht beansprucht

Die in Tabelle 3-5 angegebenen Überstaudauern stimmen in der Regel gut mit den Angaben in BRONSTERT u. a. (2004) überein. Teilweise gibt es jedoch auch größere Abweichungen, z. B. für die Polder Vehlgast und Warnau. Als Unterschiede dafür kommen in Frage:

- unterschiedliche Poldergrenzen,
- Unterschiede in der Genauigkeit der verwendeten DGM, die zu Abweichungen in der Geländehöhe von bis zu 0,5 m führen,
- eine unterschiedliche Herangehensweise. BRONSTERT u. a. (2004) ermittelten die Überflutungsflächen nicht anhand von zeitlich hoch aufgelösten Berechnungsergebnissen, sondern anhand von zeitlich grob aufgelösten Wasserstandsbeobachtungen,
- die Berücksichtigung von Vernässungen durch aufsteigendes Grundwasser im hydrodynamischen Modell. Dieses Phänomen wurde von BRONSTERT u. a. (2004) nicht berücksichtigt.

## 4 Analyse der Effizienz der eingeleiteten Maßnahmen

Trotz der in Abschnitt 4.2 ausgeführten Probleme während der Scheitelkappung kann der Aussage der SEL gefolgt werden: „Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Elbescheitelkappung erfolgreich durchgeführt werden konnte. Die erstmalige Nutzung dieser seit den 50er Jahren bestehenden Möglichkeit zur Senkung des Elbehochwasserscheitels im Raum Wittenberge führte zu Erfahrungen und Erkenntnissen, die eine weitere Qualifizierung der Handlungen und Abläufe ermöglichen.“ (SEL, 2002).

### 4.1 Beurteilung der hydrologischen Wirksamkeit

#### 4.1.1 Scheitelkappung in der Elbe

Bereits vor Beginn der Scheitelkappung minderten die Maßnahmen des Rückhaltes von Wasser in den Stauhaltungen des Havel-Spree-Gebietes den Wasserstand am Pegel Wittenberge/Elbe um ca. 10 cm (BfG, 2002). Durch die eingeleiteten Kappungsmaßnahmen wurde der Wasserstandsanstieg am Pegel Wittenberge gestoppt. Die effektive Scheitelminderung wird in IKSE (2004) mit 41 cm (von 775 auf 734 cm) bzw. 440 m<sup>3</sup>/s (von 4270 auf 3830 m<sup>3</sup>/s) angegeben.

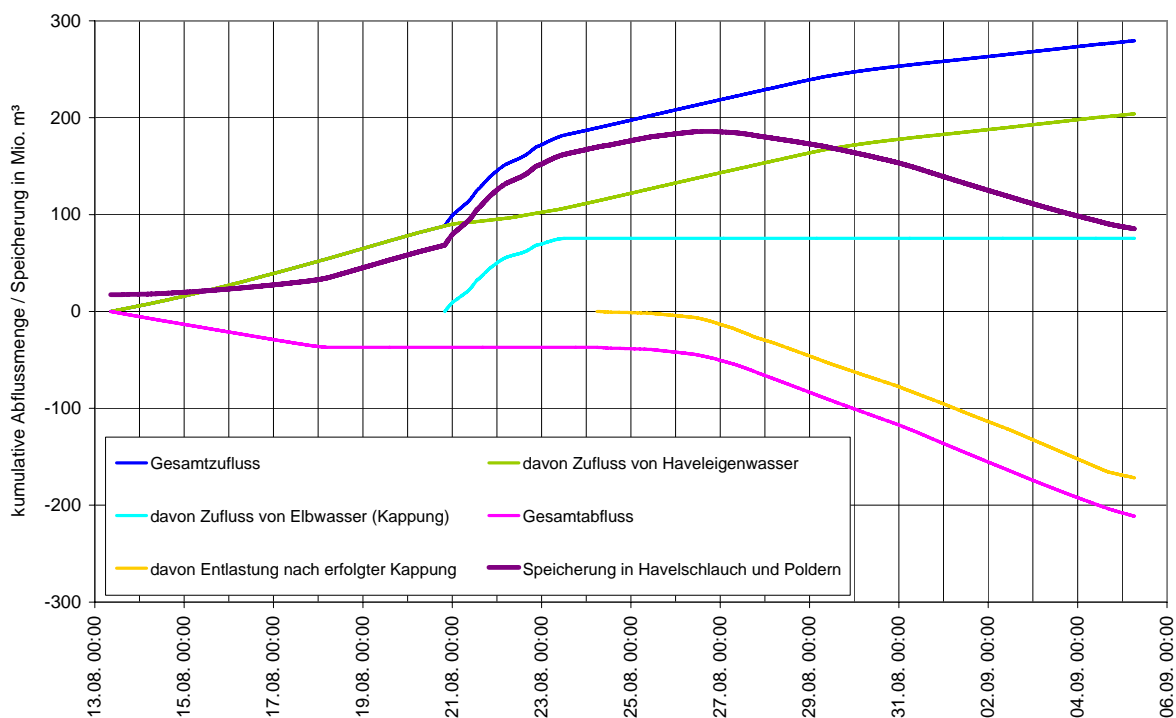
Die Scheitelkappung hätte durch eine genauere Vorhersage des Hochwasserscheitels (siehe Abschnitt 2.1) weiter optimiert werden können. Durch die erwähnten Unsicherheiten kam es zu einem um 10 Stunden verspäteten Kappungszeitpunkt und einem nicht voll ausgeschöpften Retentionsraum Havelniederung (siehe nächster Abschnitt, 4.1.2). Dazu kommt, dass in der Anfangsphase der Flutung versucht wurde, einen von der Stadt Havelberg geforderten Maximalwasserstand am Pegel Havelberg-Stadt von 26,00 m ü. NN nicht zu überschreiten. Letztlich wurde dadurch aber die Nutzung des verfügbaren Speicherraums erschwert und eingeschränkt (vgl. Abschnitt 4.2.2).

Detaillierte Angaben zur hydrologischen Wirksamkeit der Scheitelkappung 2002 in der Elbe können Band 1, Abschnitt 2.2.4 entnommen werden.

#### 4.1.2 Mengenbilanz für die Havelniederung

In nachfolgender Graphik (Abbildung 4-1) sind die Parameter Gesamtzu- und -abfluss zur bzw. aus der Havelniederung, der Zufluss von Haveleigenwasser und Elbekappungswasser und die daraus resultierende gespeicherte Menge kumulativ über den Zeitraum 13.08.2002 bis 05.09.2002 bilanziert. Diese Bilanzierung erfolgte auf der Basis der Ergebnisse in WSA (2002).





**Abbildung 4-1: Kumulative Mengenbilanz der Havelniederung für den Zeitraum 13.08.2002 bis 05.09.2002**

**Vorfüllung Havelschlauch**

Die Vorfüllung im Havelschlauch am 13.08.2002 wurde mit 17,3 Mio. m<sup>3</sup> angegeben (WSA, 2002). Diese Menge entspricht dem üblichen Sommerstau. Ab dem 18.08.02 lagen die Wasserstände bereits über dem Sommer- und sogar deutlich über dem Winterstauziel. Zu diesem Zeitpunkt fand der Totalabschluss der Havel gegen die Elbe statt. Bis dahin wurden noch etwa zwei Drittel des zufließenden Havelwassers (= 37,1 Mio. m<sup>3</sup>) in die Elbe abgegeben.

**Zeitpunkt des Vollabschlusses**

Ab dem Zeitpunkt des Vollabschlusses bis zum Zeitpunkt des Kappungsbeginns (Öffnung Neuerbener Wehr: 20.08.02, 20:00 Uhr) erhöhte sich die in der Niederung gespeicherte Menge nur durch den Zufluss von Haveleigenwasser.

**Kappungsbeginn**

Ab dem Kappungsbeginn erhöhte sich die einzuspeichernde Menge um die zufließende Menge Elbwasser bis zum 23.08.2002 12:53 Uhr (Ende der Kappung). Entsprechend Abschnitt 3.2 wurden der Havelniederung insgesamt 75,4 Mio. m<sup>3</sup> Elbwasser zugeführt. Bis zum Entlastungsbeginn erhöhte sich die zu speichernde Menge weiter um das zufließende Haveleigenwasser.

**Entlastungsbeginn**

Mit dem Entlastungsbeginn (24.08.02, 5:45 Uhr) erhöhte sich der Abfluss aus dem Gebiet. Da aber der Zufluss in das Gebiet zunächst noch größer als der Abfluss war, erhöhte sich die im Havelschlauch und in den Poldern gespeicherte Wassermenge noch weiter, und zwar bis zum 26.08.02 um 19:30 Uhr. Die maximale Einspeicherung betrug 185,8 Mio. m<sup>3</sup>, das sind etwa 75 % des Gesamtspeicherraums im Havelschlauch und in den Poldern (ca. 249 Mio. m<sup>3</sup>). Die maximale Einspeicherung lag damit um 168,5 Mio. m<sup>3</sup> über der Vorfüllung (s. o.). BRONSTERT u. a. (2004) geben für diese Differenz einen Wert von 170 Mio. m<sup>3</sup> an.

In Ergänzung zu Abbildung 4-1 enthält Tabelle 4-1 wichtige Eckdaten der Volumenbilanz für die Havelniederung.

**Tabelle 4-1: Volumenbilanz für die Havelniederung (Havelschlauch + Polder), nach WSA (2002)**

[Mio. m <sup>3</sup> ]	vor Totalabschluss der Havel (13.8. 8:30 – 18.8. 8:30)	von Totalabschluss bis Kappungsende (18.8. 8:30 – 23.8. 13:00)	nach erfolgter Kappung (23.8. 13:00 – 5.9. 6:30)	Summe
Zufluss von Havel-eigenwasser	56,4	50,5	97,2	204,0
Kappungswasser aus der Elbe	0	75,4	0	75,4
Gesamtzufluss zur Havelniederung	56,4	125,9	97,2	279,5
Gesamtabfluss aus der Havel in die Elbe	37,1	0	174,3	211,4
Anfangsspeicherung	17,3	36,6	162,5	17,3
Endspeicherung	36,6	162,5	85,4	85,4

## 4.2 Probleme und Defizite sowie Verbesserungsvorschläge aus Sicht der Sondereinsatzleitung und des Beraterstabes (und anderer Dienststellen)

### 4.2.1 Probleme bei der Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel

Probleme bei der Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel entstanden vor allem durch die nicht mehr zeitgemäße Aufbereitung der WbVor. Auf notwendige Verbesserungen der WbVor wird in Band 5 eingegangen.

### 4.2.2 Defizite bei der Polderflutung und -entlastung

Die Probleme bei der Wehrsteuerung zogen zum Teil auch Probleme bei der Flutung und Entlastung der Havelpolder nach sich. Die in Abschnitt 2.2 zusammengetragenen Mängel der WbVor erschwerten 2002 ein optimales Handeln.

#### Flutung

Als potentielle Flutungshemmnisse sind zu nennen:

- der Verzicht auf die Flutung des Polders 6,
- Probleme bei der Öffnung der Polder,
- die Forderung der Stadt Havelberg, einen Maximalwasserstand am Pegel Havelberg-Stadt von 26,00 m ü. NN nicht zu überschreiten.

#### Verkrautung

Obwohl 2002 nicht relevant, da die Flutungswurzel die Wehranlage Grütz nicht erreichte, wurden in WSA (2002) eine den Querschnitt einschränkende Verkrautung der an sich leistungsfähigen Umfluter nördlich von Grütz und eine ungenügende Grabenberäumung als potenzielle Flutungshemmnisse genannt.

#### Polder 6

Der vom Land Brandenburg durchgesetzte Verzicht auf Polder 6 gefährdete nach Aussagen der SEL und des Beraterstabes die Standsicherheit der anderen Haveldeiche (SEL, 2002).

#### Vollzugsmeldungen

Bei der Öffnung der Polder verhinderten zum Teil widersprüchliche Vollzugsmeldungen die termingerechten Maßnahmen. Zum Teil unautorisierte Quellen vermittelten unterschiedliche Informationen über Zeitpunkte, Erfolg von Sprengmaßnahmen

<b>Deichschlit- zung (durch Sprengung)</b>	<p>men und Wirksamkeiten. Hier sollten durch den Einsatz geeigneter mobiler Monitoringsysteme Verbesserungen erzielbar sein.</p>
<b>Flutungsbau- werke Sachsen- Anhalt</b>	<p>„In der abgelaufenen Hochwassersituation sind erhebliche Mängel bei der Deichschlit- zung (durch Sprengung) aufgetreten, ... die zu Effizienzverlusten bei der Scheitelkappung führen können.“ (SEL, 2002). So sind die Sprengungen zum Teil miss- glückt, weil die Bohrtechnik zum Einbringen des Sprengmaterials defekt war (Polder 3/2) oder zunächst keine ausreichende Öffnung bewirkt werden konnte (Polder 4/2). Darüber hinaus hatten die Sprengungen Schäden zur Folge, die vom LHW mit ca. 1,5 Mio. € beziffert wurden (LHW, 2003). Daher bezeichnet der LHW die Öff- nung durch Sprengung sowohl wirtschaftlich als auch fachlich für bedenklich (SEL, 2002). Gemäß LHW sollten daher Bauwerke errichtet werden, die für eine optimale Flutung und auch für eine schnelle Entleerung konzipiert sind. Darüber hinaus er- möglichen solche Flutungsbauwerke eine gezielte Steuerung zwischen Havel und Polder in Abhängigkeit der Parameter Flutungsvolumen und Wasserstand. Dass die Havel 2002 eine für die Flutung günstigen niedrigen Wasserstand aufwies, kann auf künftige Ereignisse nicht übertragen werden. Konkret schlägt der LHW die Errich- tung von Flutungsbauwerken für Polder 2 „Kümmernitz“, Polder 3/1 „Vehlgast“ und Polder 5 „Warnau“ vor. Außerdem soll das Schöpfwerk Velgast Ost erneuert wer- den. Schöpfwerksleistung und Freischleuse sind für eine schnelle Entleerung zu di- mensionieren. Um künftig die Möglichkeit zu haben, Polder 3/1 „Vehlgast“ von der Flutung freizuhalten, wurde durch das Land Sachsen-Anhalt 2003/2004 der Trenn- deich zum Polder 3/2 „Flöthgraben“ aktiviert und saniert.</p>
<b>Maximalwert am Pegel Havelberg- Stadt</b>	<p>Von Seiten des Landes Brandenburg liegen keine Angaben über Schäden durch Deichsprengungen vor. Außerdem gibt es von Brandenburg noch keine konkreten Vorschläge für bauliche Maßnahmen an den Poldern. Eine Entscheidungsgrundlage dafür sollen die Ergebnisse des vorliegenden Gutachtens sein.</p> <p>Wie bereits in Abschnitt 4.1.2 dargelegt, wurde der in Havelschlauch und Poldern zur Verfügung stehende potenzielle Retentionsraum zu etwa 75 % in Anspruch ge- nommen. Es muss davon ausgegangen werden, dass eine höhere Ausnutzung mög- lich gewesen wäre, wenn nicht zu Beginn der Flutung versucht worden wäre, den von der Stadt vorgegebenen Maximalwert am Pegel Havelberg-Stadt von 26,00 m ü. NN nicht zu überschreiten. Dadurch wurde sowohl nutzbarer Speicherraum ver- schenkt als auch verhindert, dass durch den Aufbau eines ausreichenden Wasser- spiegelgefälles das einströmende Elbwasser schnellstmöglich havelaufwärts und da- mit an die Polder herangeführt wurde. Laut WbVor beträgt der Maximalwasserstand am Pegel Havelberg-Stadt 26,40 m ü. NN.</p>
<b>Schöpfwerke</b>	<p><b>Entleerung</b></p> <p>Oftmals begrenzte die Leistungsfähigkeit der Schöpfwerke, deren letztendlicher Aus- fall und der notwendige Einsatz mobiler Pumpen die Entleerung der Polder, was durch die SEL als weitere erhebliche Belastung bezeichnet wurde. Stark verzögert er- folgte die Entleerung des Polders „Vehlgast“, wo der Straßendamm den Prozess zu- sätzlich behinderte. Eine die Flutung und Entleerung dieses Polders nicht mehr be- hindernde Konzeption ist unerlässlich. Seitens des LHW wurde sogar ausgesagt, dass die Option besteht, den Teilpolder „Vehlgast“ 3/1 von der Flutung freizuhalten, oh- ne den Kappungserfolg dadurch einzuschränken.</p> <p>Untersuchungen für eine verbesserte Entleerung der Polder sind Gegenstand von Abschnitt 0.</p>
<b>Flutungsdauer</b>	<p>Wie oben aufgeführt, sind Flutungsbauwerke für die Polder 2, 3.1 und 5 vorgese- hen, die auch für die Entleerung nützlich sind. Diesbezügliche Untersuchungen sind gleichfalls Gegenstand von Los 3. Die SEL fordert überdies eine Überarbeitung aller erforderlichen Rechtsvorschriften, sowohl für den Fall der Flutung als auch für den der Polderfreihaltung (SEL, 2002).</p>

Letztendlich war die Flutungsdauer viel zu hoch, so dass ökologische und materielle Schäden (Straßen, Keller, Flurschäden, Inventarschäden, Schäden an wasserwirtschaftlichen Anlagen) in hohem Ausmaß entstanden sind (BRONSTERT u. a., 2004). Da die Havelregion eine lange Tradition im Naturschutz besitzt und daher Gebiete mit nationalem und europäischem Schutzstatus aufweist, ist die vertiefende ökologische Bewertung von Flutung und Entlastung unabdingbar und erfolgt daher separat in Los 4. Die entsprechende sozioökonomische Betrachtung fließt dort mit ein.

#### 4.2.3 Mängel der Berechnungsprogramme und der technischen Ausrüstung

<b>Fortschreibung des Kappungsmodells</b>	Hinsichtlich des in Abschnitt 2.3 beurteilten Berechnungsmodells für die Scheitelkappung forderten SEL und Beraterstab in ihrem gemeinsamen Bericht, dass die „Fortschreibung des Kappungsmodells dringend erforderlich“ ist (SEL, 2002). Man strebt eine Veränderung der Algorithmen und eine Erweiterung des Modells um einige Module an, da die Durchführung manueller Berechnungen, wie sie 2002 teilweise notwendig waren, schon aus Zeitgründen und im Sinne eines modernen Modelleinsatzes nicht mehr akzeptabel sind. Darüber hinaus wurde vorgeschlagen, das Modell auch den Brandenburger Mitgliedern des Beraterstabes zur Verfügung zu stellen. Diese Arbeiten wurden weitgehend mit dem Los 6 (IWSÖ) realisiert.
<b>Hochwasservorhersagemodell für die Elbe</b>	„Das Hochwasservorhersagemodell für die Elbe ist zu verbessern“ (SEL, 2002) ist eine weitere Forderung, der inzwischen schon in Form des sich in Bearbeitung befindenden WAVOS Elbe Rechnung getragen wurde. Wie in Abschnitt 2.4 beschrieben, waren auf der Seite der Messtechnik keine nennenswerten Mängel zu verzeichnen. In Hinblick auf den Datenzugriff wird es aber als notwendig erachtet, zusätzliche Daten der Elbpegel von Barby bis Wittenberge, des Pegels Sandau/Elbe sowie der Eckpegel der sechs Flutungspolder verfügbar zu machen, um den Elbescheitel besser lokalisieren bzw. um mit sicheren Füllstandwerten arbeiten zu können. Es wird „eine Vernetzung mit den vorhandenen Mess- und Steuerelementen der WSA Magdeburg, Brandenburg und des LHW“ gefordert (SEL, 2002).
<b>Kommunikationstechnik</b>	Darüber hinaus traten aufgrund von Mängeln in der Kommunikationstechnik Zeitverluste auf. „So blockierten sich eingehende und ausgehende Faxe [mit dem LHW] erheblich.“ (WSA, 2002). Solche, den kontinuierlichen Informationsfluss zwischen Entscheidungsträgern und Fachpersonal behindernde Faktoren sollten für die Zukunft auszuschließen sein, Faxgeräte sind in erforderlicher Anzahl bereitzustellen (SEL, 2002).

#### 4.2.4 Defizite an Einsatzpersonal und bei der Regelung von Kompetenzen

<b>Beraterstab</b>	Die Trennung der Hochwasservorhersagezentrale Magdeburg und des Beraterstabes ist nachteilig (WSA, 2002). Es wird darüber hinaus als erschwerend angesehen, dass der Beraterstab neben der fachlichen Unterstützung der SEL zu viele „bürokratische Aufgaben“ wahrzunehmen hat, zu denen Nachfrage und Einholen von Zwischeninformationen, Begründung von Entscheidungen und die Beantwortung von Fragen gezählt werden. Auch aus diesem Grund ist „über die Ergänzung des Beraterstabes um einen Verbindungsmitarbeiter“ nachzudenken (SEL, 2002).
<b>Arbeitsfähigkeit</b>	Des Weiteren fordert die SEL seitens des Beraterstabes die Bewahrung „unwiederbringlichen Fachwissens“ und seitens der Landkreise, Katastrophenschutzstäbe und Wasserwirtschaftsverwaltungen „kompetente Ansprechpartner“ (SEL, 2002). Wegen der häufigen Personenwechsel wurden dafür regelmäßige vorbereitende Beratungen und Übungen vorgeschlagen. Eine unvollständige Besetzung der SEL aufgrund von gleichzeitigen Zugehörigkeiten von Mitgliedern zu den Katastrophenschutzstäben ist in Zukunft anders zu organisieren. Die unbeeinträchtigte Arbeitsfähigkeit muss

<b>Entschlussfassung</b>	<p>erhalten werden, in Zeiten der Hauptbelastung sollten die Stabsmitglieder Vertreter haben, um zeitweilig abgelöst werden zu können.</p> <p>„Für die Entschlussfassungen in der Sondereinsatzleitung war von Nachteil, dass Vertreter verschiedener Institutionen nicht mit den gewünschten Entscheidungskompetenzen ausgestattet waren. Der ständige telefonische Kontakt zu Vorgesetzten und anderen Behörden hat die Abwägung und Entscheidung verzögert und erschwert.“ (SEL, 2002).</p> <p>„Die unkoordinierte und falsche Informationspolitik hat zu einer enormen Verunsicherung der KatS-Stäbe der betroffenen Landkreise geführt. Es ist zu prüfen, die SEL um einen „Pressesprecher“ zu erweitern.“ Darüber hinaus wurde kritisiert, „dass durch Nach- und Hinterfragen der Vorschläge [des Beraterstabes] durch die Mitglieder der SEL, aber auch durch andere Institutionen, der Arbeitsablauf permanent gestört wurde“ bzw. dass es für „die Entschlussfassung in der Sondereinsatzleitung von Nachteil [war], dass Vertreter verschiedener Institutionen nicht mit den gewünschten Entscheidungskompetenzen ausgestattet waren.“ (SEL, 2002).</p> <p>Prinzipiell wurde bemängelt: „Beide Stäbe waren personell unterbesetzt.“</p>
<b>Separate Verwaltungsvorschrift</b>	<p>„Durch die z. Zt. geltende Ländervereinbarung von 1993 ist der Status der Zuständigkeiten, Weisungs- und Unterstellungsverhältnisse der SEL nicht ausreichend klar beschrieben.“ (SEL, 2002). Sie ist zu überarbeiten. Eine separate Verwaltungsvorschrift könnte somit anstelle der WbVor Personaleinsatz und Kompetenzen regeln. So besteht also seitens der SEL und des Beraterstabes die Aufforderung, die derzeit gültige „Ländervereinbarung zwischen den Ländern Brandenburg und Sachsen-Anhalt über die Bedienung der Wehrgruppe zur Abwehr von Hochwassergefahren“ zu überarbeiten oder spezifische „Festlegungen zum Status der Sondereinsatzleitung (Befugnisse, Berichtspflichten der SEL und an die SEL), zur Entscheidungsbefugnis über die Flutung (Entscheidung auf der Ebene Staatskanzlei oder direkt durch SEL) sowie zur Dauer der Einberufung der SEL (bis zur Leerung der Polder oder bis zu einem früheren Zeitpunkt)“ in Form einer solchen Verwaltungsvorschrift abzustimmen. Darin sollte zunächst festgesetzt werden, dass die SEL ausschließlich „für die Entscheidungsfindung zur Scheitelkappung zuständig“ sein sollte, für die Durchführung aller zur Flutung notwendigen Maßnahmen jedoch die „örtlichen zuständigen Katastrophenschutz- und Wasserwirtschaftsbehörden“ verantwortlich sind (SEL, 2002). Daneben erscheint es sinnvoll, wenn die SEL die Kontrolle der Maßnahmen durchführung übernimmt und dazu mit den notwendigen Weisungsbefugnissen ausgestattet wird.</p>

### 4.3 Vorschläge für die Überarbeitung der Richtlinie

<b>Vorschläge für die Überarbeitung der WbVor</b>	<p>Basierend auf den Vorschlägen einzelner Mitglieder von Sondereinsatzleitung und Beraterstab werden vom Gutachter zunächst folgende Punkte als prioritär bei der anstehenden Überarbeitung der WbVor angesehen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Festlegung eines zu speichernden Mindestvolumens in der Havelniederung, dessen voraussichtliche Unterschreitung die Polderflutung u. U. ausschließen würde (Kosten-Nutzen-Analyse)<sup>2</sup></li><li>• Klärung und Festlegung des maximal zulässigen Wasserstandes für den Pegel Havelberg-Stadt (derzeit 26,40 m ü. NN). Ein Maximalwasserstand von 26,00 m ü. NN, wie während des Hochwassers 2002 von der Stadt Havelberg gefordert, ist im Falle der Flutung der Havelniederung nicht akzeptabel. Ange-</li></ul>
---	---

---

<sup>2</sup> Vorschlag wurde bei Präzisierung der Richtlinie nicht weiter verfolgt.

strebt werden sollte vielmehr, im Territorium die Akzeptanz von Wasserständen am Pegel Havelberg-Stadt >26,00 m ü. NN zu erzielen.

- Erarbeitung von Handlungsanweisungen für verschiedene Szenarien der Abflusssituationen an Elbe und Havel und daraus resultierender Kappungsstrategien.
- Angaben zur Steuerung eventueller Flutungsbauwerke bzw. Richtlinien zur optimierten Deichsprengung.
- Überarbeitung aller erforderlichen Rechtsvorschriften sowohl für den Fall der Flutung als auch für den der Polderfreihaltung (siehe auch Abschnitt 4.2.4).
- Ergänzung der WbVor um Regelungen zu Zuständigkeiten, zum Umfang des Einsatzpersonals ggf. auch in Form einer Verwaltungsvorschrift (siehe auch Abschnitt 4.2.4)

Formal gesehen lässt die WbVor ein kombiniertes Inhalts-, Anlagen- und Vordruckverzeichnis zu Beginn vermissen, welches deren Handhabung übersichtlicher gestalten würde. Zudem sind einige Berechnungsgrundlagen im Wortlaut ohne einen ergänzenden Formel Ausdruck verfasst (zum Beispiel in Abschnitt 3.3, 3.4.1 der WbVor). In WSA (2002) wurden Schemata der Wehrgruppe zur Visualisierung aufgeführt, die eine gute Ergänzung der WbVor darstellen würden. Es wird empfohlen, in die Karten der Anlagen 1 und 2 aktualisierte Geländedaten im Sinne einer modernen Aufarbeitung mit einem GIS einzubeziehen. Der tabellarische „Plan der Handlungen zur Einberufung, Tätigkeit und Auflösung der Arbeitseinheiten (Gremien)“ sollte zudem um die Zeiten und Fristen entsprechend den im Text verfassten Angaben ergänzt werden.

Diese Vorschläge werden um die Ergebnisse der Bearbeitung der Effizienzanalyse im folgenden Abschnitt sowie in Band 3 (Los 3) und Band 4 (Los 4) erweitert sowie im Rahmen von Los 5 berücksichtigt. In Band 5 (Los 5) wird die präziserte Richtlinie gegeben.

## 5 Effizienzanalyse mit Hilfe des Computermodells zur Optimierung der Flutung

Der Aufbau des Computermodells wird detailliert im Bericht Los 3 beschrieben. In dem Bericht wird auch die Kalibrierung anhand des Hochwassers 2002 dargestellt. In diesem Band wird neben der Effizienzanalyse der damaligen Flutung lediglich eine Zusammenfassung der Kalibrierung gegeben.

### 5.1 Zusammenfassung der Kalibrierung anhand des Hochwassers 2002

<b>Abflusstafel Tangermünde</b>	<p>In Band 3 (Los 3) wird über die Problematik bezüglich der Abflusstafel Tangermünde berichtet. An Stelle des Elbepegels Tangermünde befindet sich das obere Ende des OW-Modells. Hier wird eine vorgegebene Abflusskurve angesetzt. Die Abflusskurve wird abgeleitet anhand der gemessenen Wasserstände am Pegel Tangermünde und der aktuellen Abflusstafel. Die Abflusstafel, die am Anfang des Projektes übergeben wurde, wurde im Laufe des Jahres 2006 aktualisiert. Die beiden Abflusstafeln unterscheiden sich erheblich, was logischerweise auch Konsequenzen für die Kalibrierung hatte. Bei der dadurch erforderlichen Anpassung der Rauigkeitswerte der Elbe hat sich herausgestellt, dass eine weitaus bessere Kalibrierung der Elbwasserstände mit der neuen Abflusstafel erreicht werden kann. Allerdings nur dann, wenn gleichzeitig die Hysterese am Pegel Tangermünde berücksichtigt wird. Es war außerordentlich schwierig, die für die Berechnung der Hysterese erforderliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit am Pegel Tangermünde zu bestimmen. Die hier dargestellten Ergebnisse der Kalibrierung sind alle mit einer Geschwindigkeit von 0,35 m/s berechnet worden. In Band 3 (Los 3) wird jedoch dargestellt, dass mit einer Geschwindigkeit von 0,6 bis 0,9 m/s die tatsächliche Kappung besser abgebildet werden könnte. Es wurde jedoch nur eine zusätzliche Variante mit 1 m/s gerechnet. Dort, wo die Unterschiede dieser beiden Geschwindigkeiten eine bedeutende Rolle spielen, werden die Ergebnisse der zweiten Variante diskutiert und Schlussfolgerungen für die optimale Variante gezogen.</p>
<b>Hysterese</b>	<p>In Abbildung 5-1 sind die berechneten Ergebnisse der Elbe-Wasserstände für die Periode 5. August bis 14. September dargestellt. Die verfügbaren Pegel werden alleamt gut durch das Modell abgebildet. Lediglich der Pegel Wittenberge, der am unteren Ende des Modells gelegen ist und im Modell durch eine WQ-Beziehung abgebildet wird, zeigt größere Abweichungen. In Band 3 (Los 3) wird auf die hiermit verbundene Problematik näher eingegangen. Dabei wurde festgelegt, dass die Ergebnisse in der Spitze am Pegel Wittenberge generell um 24 cm zu erhöhen sind, um den realen Wasserspiegel gemäß gültiger WQ-Beziehung mit dem Modell abbilden zu können.</p>
<b>Verifikation anhand der Pegelstände</b>	<p>In Abbildung 5-2 bis Abbildung 5-4 sind die Ergebnisse für die Havelpegel dargestellt. Auch hier zeigt sich eine recht gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen. Insbesondere das Gefälle, das sich über das Wehr Quitzöbel beim Entlasten der Havelniederung bildet, wird sehr gut abgebildet. In Abbildung 5-5 ist am Beispiel der Polder Twerl und Schafhorst dargestellt, dass neben der Havel auch die Polder gut durch das Modell abgebildet werden. Das zeigt sich auch in Abbildung 5-7, wo für den 22. August die berechnete flächenhafte Ausbreitung der Flut mit der aus den Fernerkundungsdaten ermittelten Ausbreitung verglichen wird.</p>
<b>Verifikation anhand der Abflüsse</b>	<p>In Abbildung 5-6 sind zusätzlich der am Wehr Neuwerben berechnete sowie der anhand von Anlage 12 der Wehrbedienungsvorschrift ermittelte Durchfluss dargestellt. Das Gesamtvolumen, das über das Wehr in die Havel geleitet wurde, stimmt nahezu perfekt mit dem berechneten überein. Insgesamt fließen also auch im Modell um die 75 Mio. m<sup>3</sup> über das Wehr Neuwerben in die Havel ein.</p>

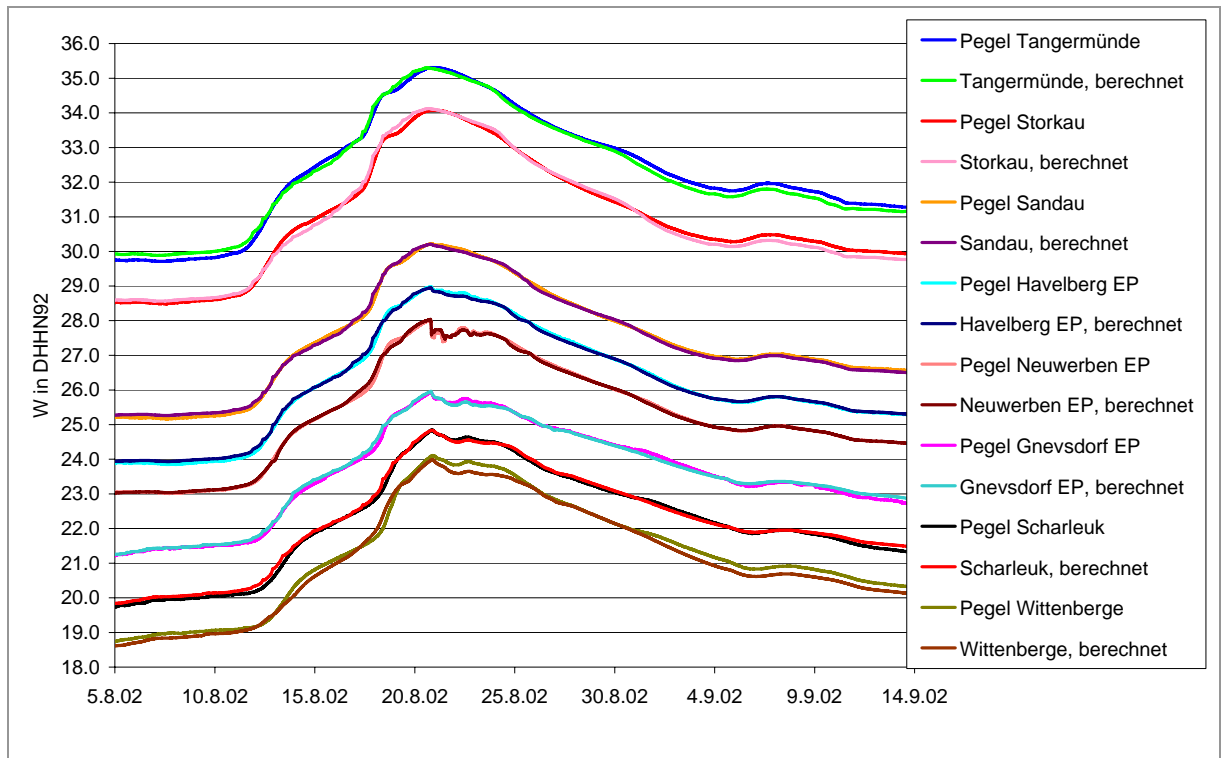


Abbildung 5-1: Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den Elbepegeln

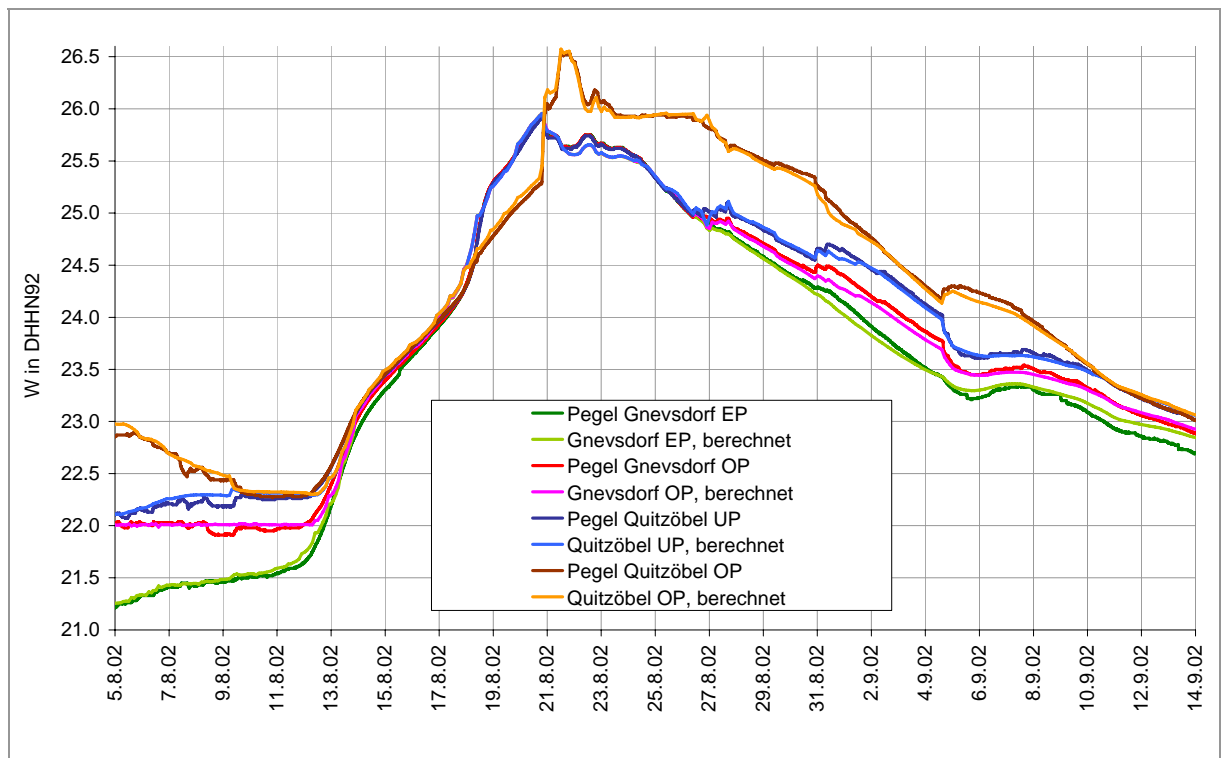


Abbildung 5-2: Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den Havelpegeln Gnevsdorf und Quitzöbel



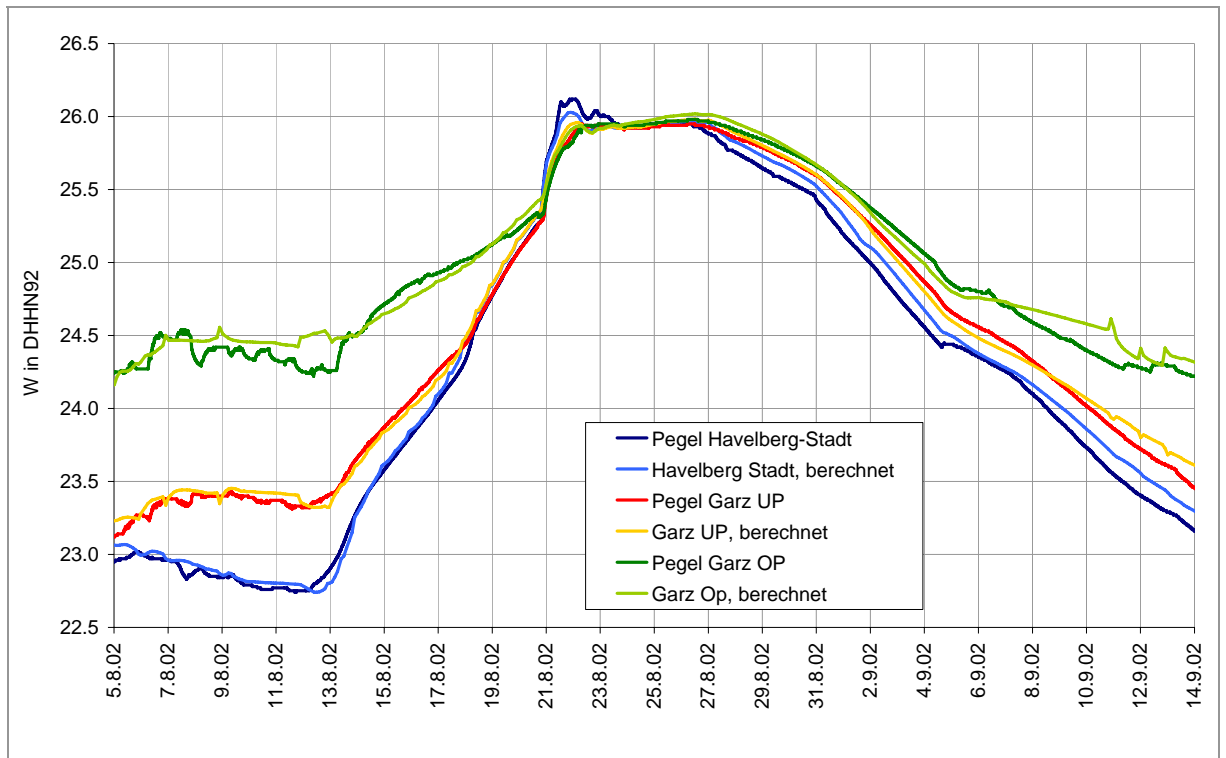


Abbildung 5-3: Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den Havelpegeln Havelberg-Stadt und Garz

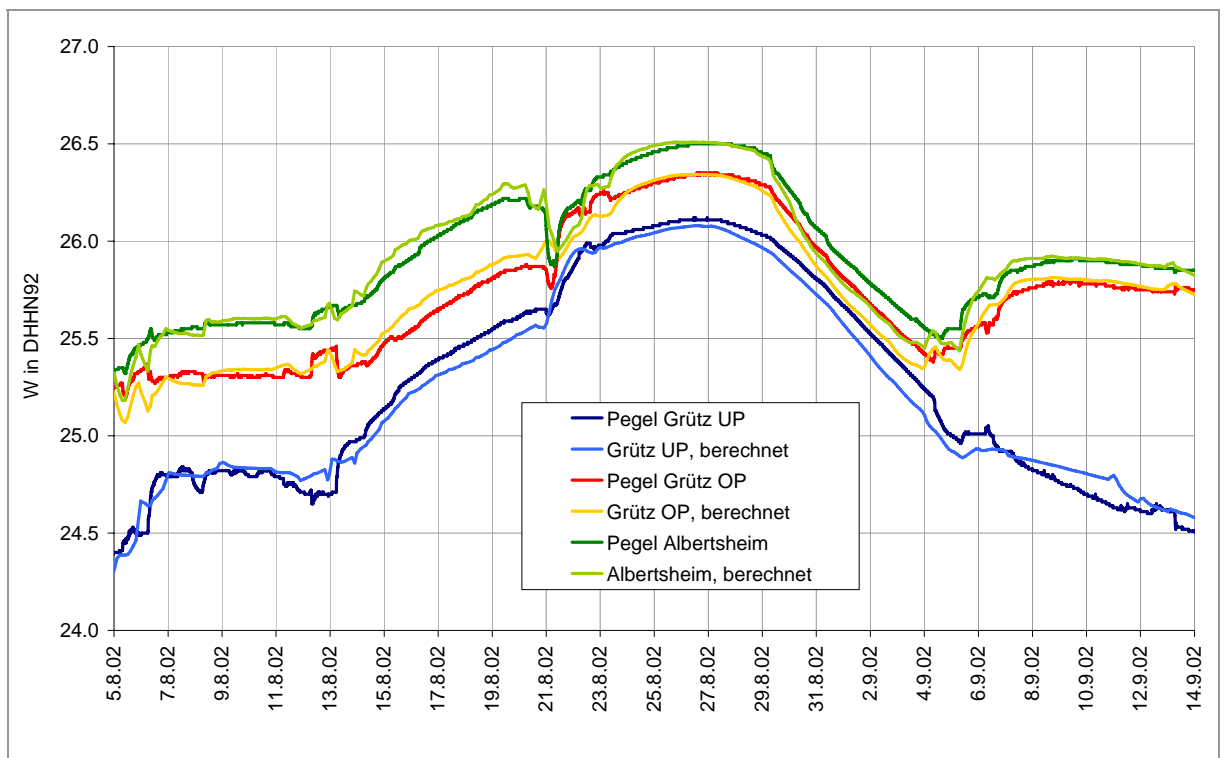


Abbildung 5-4: Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den Havelpegeln Grütz und Albertsheim

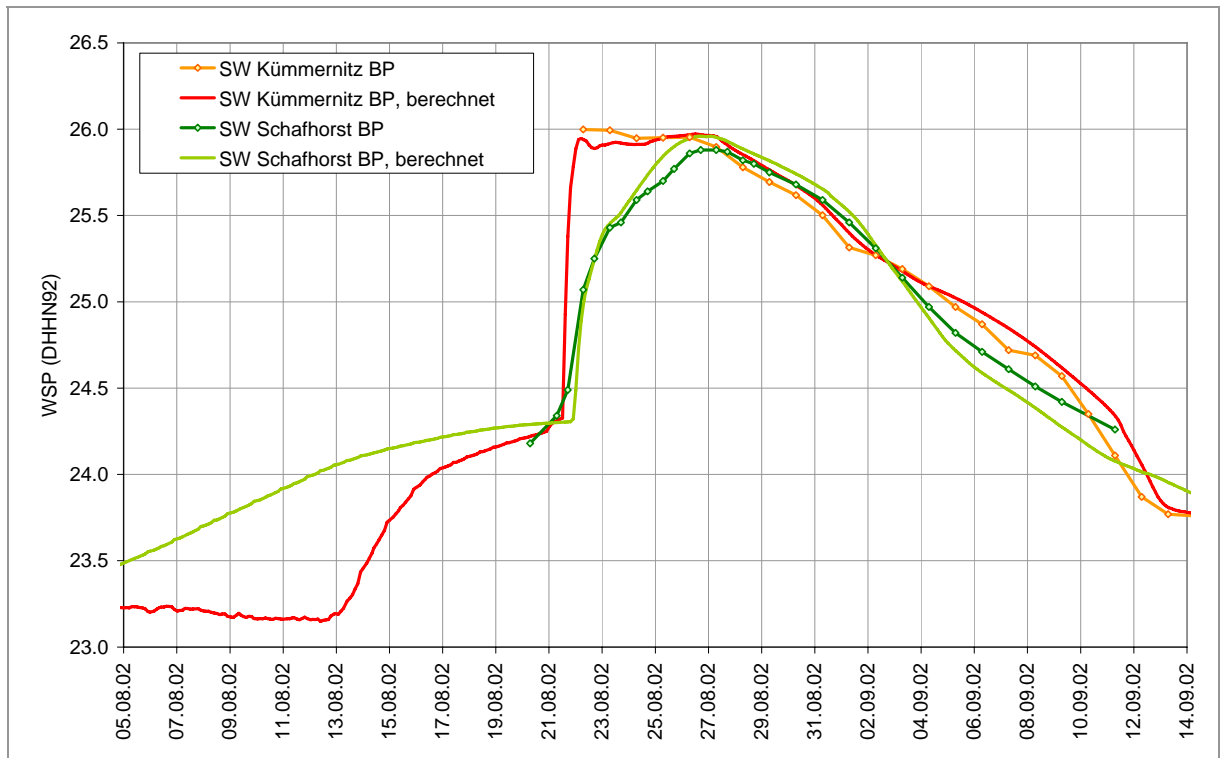


Abbildung 5-5: Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Wasserständen an den SW-Pegeln Kümmernitz BP und Schafhorst BP

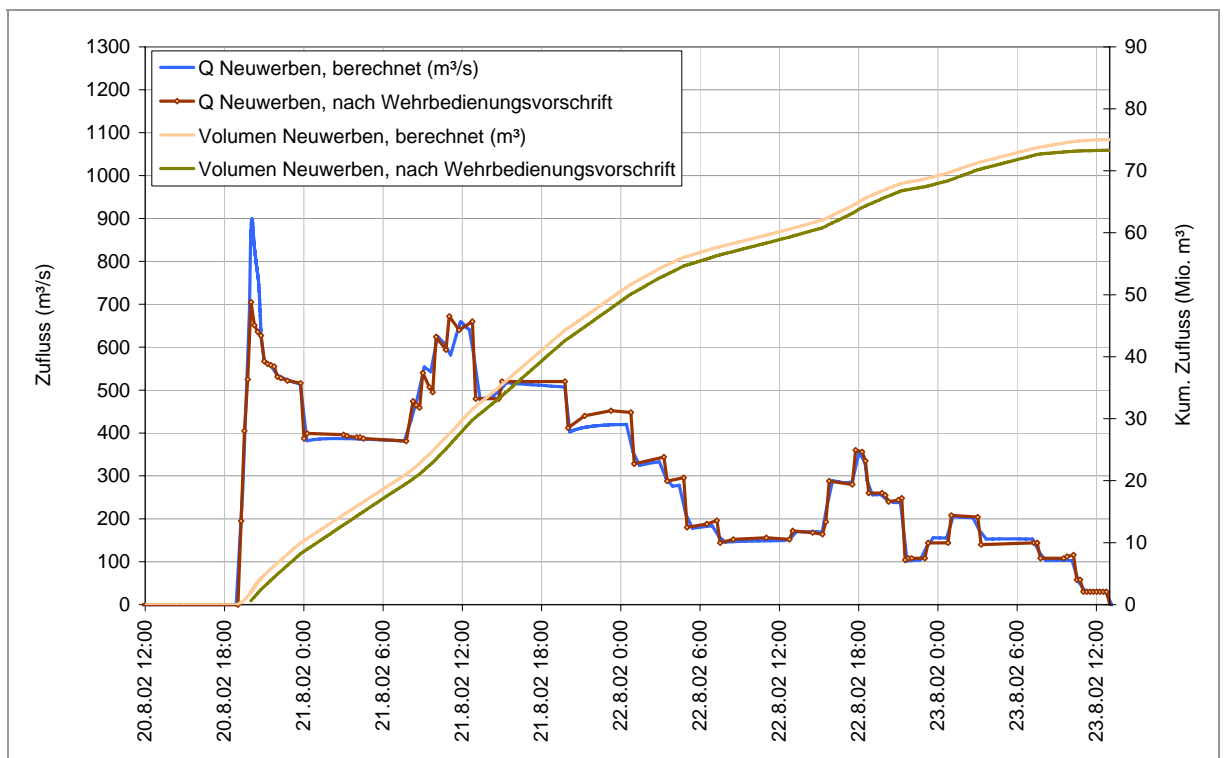
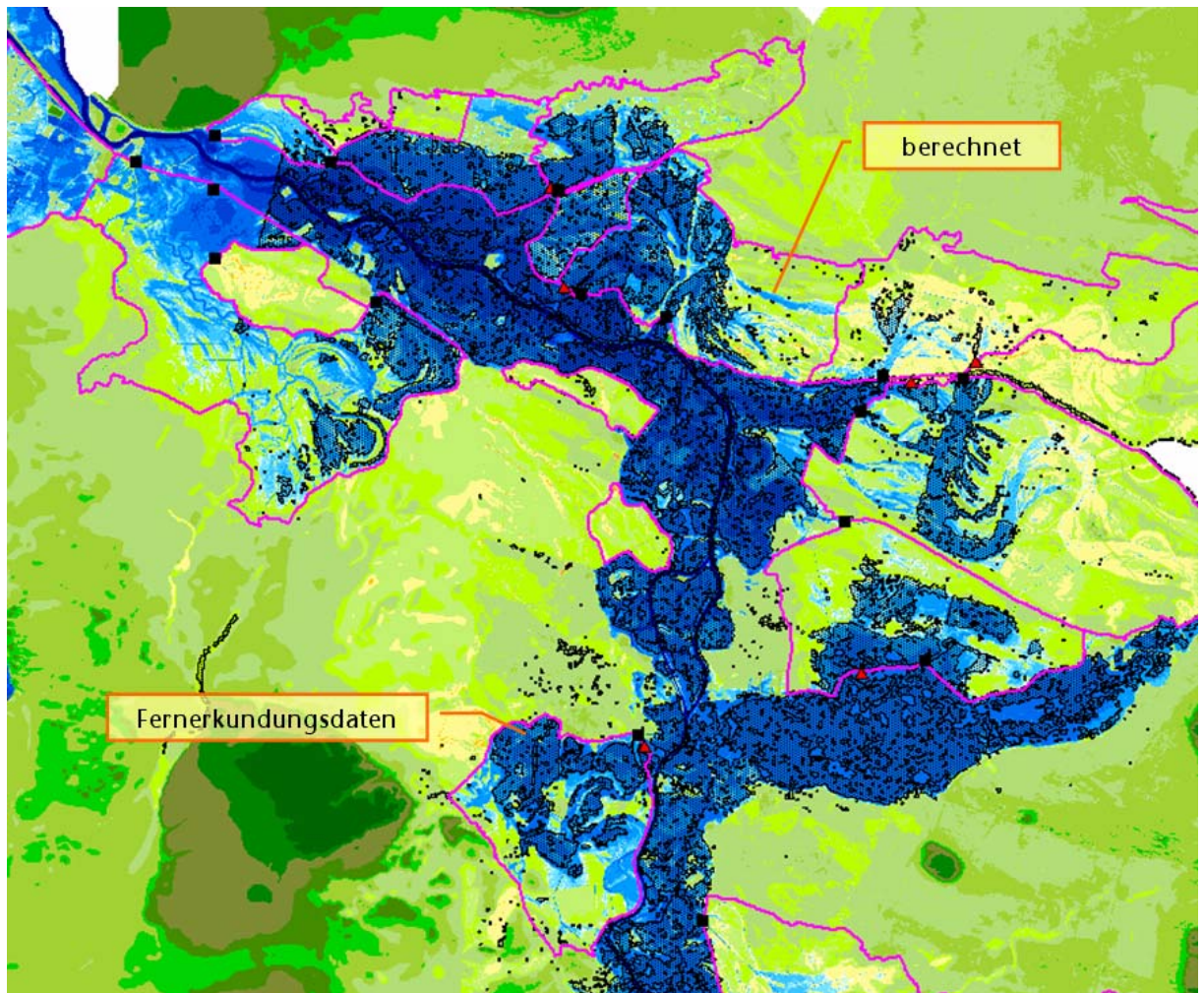


Abbildung 5-6: Vergleich zwischen den aus der Wehrbedienungs-vorschrift ermittelten und den berechneten Abflüssen über das Wehr Neuwerben



**Abbildung 5-7: Vergleich zwischen den aus den Fernerkundungsdaten ermittelten und den berechneten Ausbreitungen der Flut am 22. August 2022**

In Abbildung 5-8 sind die Ergebnisse des Pegels Wittenberge detailliert dargestellt. Die Abbildung zeigt die Ergebnisse des Modells für alle bereits angesprochenen Varianten der Abflusskurve Tangermünde sowohl für die gekappte als auch die ungekappte Version, jeweils in gleicher Farbe. Bei den ungekappten Ergebnissen ist anzumerken, dass hier die Abflusskurve Albertsheim sowie auch das Schließregime der Wehre Quitzöbel unverändert angesetzt wurden. Dies bedeutet, dass diese Ergebnisse die maximal zu erwartenden Wasserstände in Wittenberge abbilden, falls die Maßnahmen des Rückhaltes von Wasser in den Stauhaltungen des Havel-Spree-Gebietes während der gesamten Welle sowie auch die zusätzliche Rückhaltung des gesamten Havel-Abflusses während des Scheitels trotzdem stattgefunden hätten. Bei den Simulationen wird also lediglich auf das Öffnen des Wehres Quitzöbel verzichtet.

**Pegel  
Wittenberge**

Die roten Kurven zeigen die Ergebnisse für die Abflusstafel, wie sie am Anfang des Projektes vorlag. Hier wurde noch keine Hysterese in Tangermünde angesetzt. Das Modellergebnis zeigt, dass in diesem Fall durch das Öffnen des Wehres der maximale Wasserspiegel um 31 cm von 24,20 auf 23,89 gesunken wäre. Hierbei ist anzumerken, dass der Zeitpunkt des maximalen Wasserstandes für die gekappte Version immer genau am Anfang der Kappung auftritt (ca. 20. August 2002 21:30 in Wittenberge). Von einem gekappten Wasserstand ist daher nicht wirklich die Rede. Eher würde es Sinn machen, von einem „um A cm nicht weiter angestiegenen Wasser-

stand“ zu sprechen. Die eigentliche maximale Kappung ergibt sich für diese Variante aus der Differenz der beiden roten Kurven und beträgt um 2:00 am 22. August 2002 ca. 46 cm. Da für die Kappungseffizienz nur der maximale Wasserstand in Wittenberge von Interesse ist, wird bei den nachfolgenden Analysen nur die Differenz der beiden maximalen Wasserstände betrachtet (bei der Variante mit der früheren Abflusstafel 31 cm).

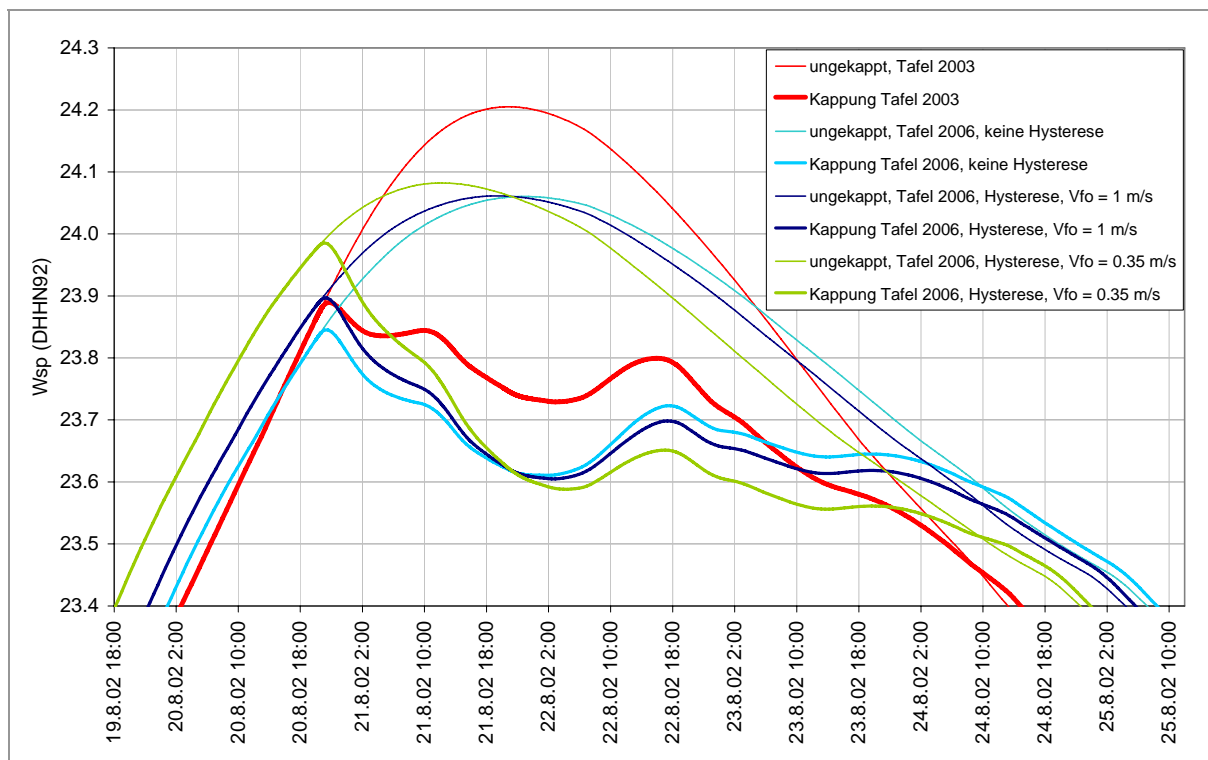


Abbildung 5-8: Modellergebnisse Wittenberge

Die hellblauen Kurven zeigen die Auswirkung der geänderte Abflusstafel Tangermünde auf die Wasserstände in Wittenberge. Bei dieser Variante wurde noch keine Hysterese in Tangermünde angesetzt. Erstaunlich ist, dass der ungekappte maximale Wasserstand im Vergleich zu der roten Kurve bereits 14 cm niedriger liegt (24,06 m DHHN92). Der maximale gekappte Wasserspiegel liegt jedoch um nur 4 cm niedriger (23,85 m DHHN92). Dies ist damit zu erklären, dass die aktuelle Abflusstafel Tangermünde im Bereich des Scheitels im Vergleich zu der früheren Abflusstafel einen um 170 m<sup>3</sup>/s reduzierten Abfluss aufzeichnet, zum Zeitpunkt des Kappungsbeginns ist diese Differenz jedoch viel geringer. Daraus ergibt sich automatisch eine erheblich geringere effektive Kappung von 21 cm (statt 31 cm).

**Überprüfung der Hysterese**

Die Ergebnisse mit der neu anzusetzenden Abflusstafel haben jedoch gezeigt, dass die Elbe-Wasserstände nur dann gut abgebildet werden, wenn zusätzlich die Hysterese in Tangermünde berücksichtigt wird (s. Band 3 (Los 3)). Ein bestimmender Parameter der Hysterese ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ( $v_{10}$ ). Bei abnehmender Geschwindigkeit verschiebt sich der Zeitpunkt des Scheitels nach vorne und außerdem wird der Scheitel höher. Da der Zeitpunkt des Kappungsbeginns in 2002 vorgegeben ist und dadurch bei abnehmender Geschwindigkeit der Kappungsbeginn näher an den Scheitel rückt, bedeutet dies letztendlich, dass in der Realität noch weniger gekappt wurde als bereits anhand der aktuellen Abflusstafel Tangermünde ohne Hysterese festgestellt werden konnte. Die dunkelblauen und grünen Kurven verdeutlichen dies für die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten 1,0 und 0,35 m/s. Die

blauen Kurven sagen eine effektive Kappung von 16 cm, die grünen Kurven nur noch eine Kappung von 9 cm voraus. Die dargestellten Ergebnisse sind in Tabelle 5-1 aufgelistet.

**Tabelle 5-1: Effektive Kappung auf Basis der unterschiedlichen Abflusstafeln Tangermünde und der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten**

Abflusskurve Tangermünde	Maximaler Wasserstand Wittenberge Modell (DHHN92)		Effektive Kappung Wittenberge (cm)
	Ohne Kappung	Mit Kappung	
Frühere Abflusstafel	24,20	23,89	31
Aktuelle Abflusstafel, keine Hysterese	24,06	23,85	21
Aktuelle Abflusstafel, Hysterese, Fortpflanzungsgeschwindigkeit 1.0 m/s	24,06	23,90	16
Aktuelle Abflusstafel, Hysterese, Fortpflanzungsgeschwindigkeit 0.35 m/s	24,08	23,99	9

Aus den beiden nächsten beiden Abbildungen wird deutlich, dass bei einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 1,0 m/s die Spitzen sowohl in Wittenberge als auch in Gnevsdorf EP am besten abgebildet werden. Aus Abbildung 5-10 wird jedoch auch ersichtlich, dass bei einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 0,35 m/s die ansteigenden und abfallenden Äste der Welle besser wiedergegeben werden. Dieses Phänomen tritt auch bei den anderen Elbpegeln auf. Es ist daher anzunehmen, dass bei einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 0,6 bis 0,9 m/s die Elbpegel am besten abgebildet werden. Es ist davon auszugehen, dass das Modell bei dieser Fortpflanzungsgeschwindigkeit eine effektive Kappung von 12 bis 15 cm vorhersagt.

**Abschätzung der Kappung**

Es muss aber gleichzeitig beachtet werden, dass das Modell in Wittenberge mit einer WQ-Kurve als untere Randbedingung belegt ist. Dadurch kann das Modell eine Hysterese in Wittenberge nicht abbilden. Die (ankommenden) Durchflussmengen sind zwar von dem Hysterese-Ansatz in Tangermünde beeinflusst, die resultierenden Wasserstände werden aber direkt aus der WQ-Beziehung abgeleitet. Eine ausreichende Verlängerung des Elbmodells über den Pegel Wittenberge hinaus wäre wünschenswert, dies konnte im Rahmen des vorliegenden Gutachtens aber nicht geleistet werden. Die Wasserstände in Wittenberge werden damit im ansteigenden Ast der Welle vom Modell überschätzt. In einem erweiterten Modell würden die Wasserstände zum Zeitpunkt des Kappungsbeginns daher noch ein wenig sinken und wahrscheinlich mit den tatsächlich gemessenen Wasserspiegeln (minus 24 cm, s. oben) besser übereinstimmen, der ungekappte Scheitel würde sich jedoch kaum ändern. Der Modell-Scheitel kann daher auf 24,07 (s. Tabelle 5-1) eingeschätzt werden. In der Realität entspricht dies einem Wasserspiegel von 24,31 m DHHN92 (plus 24 cm). Dies wiederum entspricht 754 cm über den Pegel Nullpunkt (üPN) Wittenberge und damit 9 cm über BHW. Der gemessene Wasserspiegel zum Zeitpunkt der Kappung beträgt 24,11 m DHHN92. Nach unserer Einschätzung betrug die effektive Kappung beim Hochwasser August 2002 daher ca. **20 cm**.

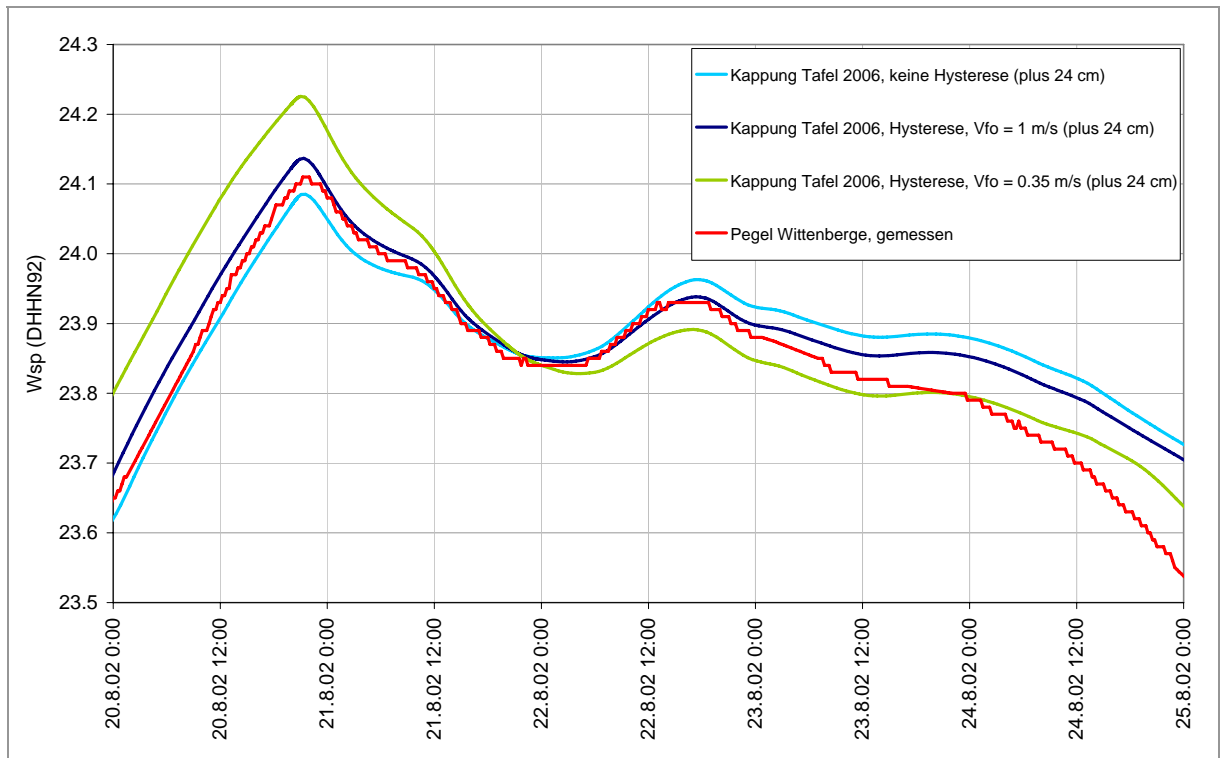


Abbildung 5-9: Vergleich zwischen den berechneten und gemessenen Wasserständen in Wittenberge unter Berücksichtigung verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeiten

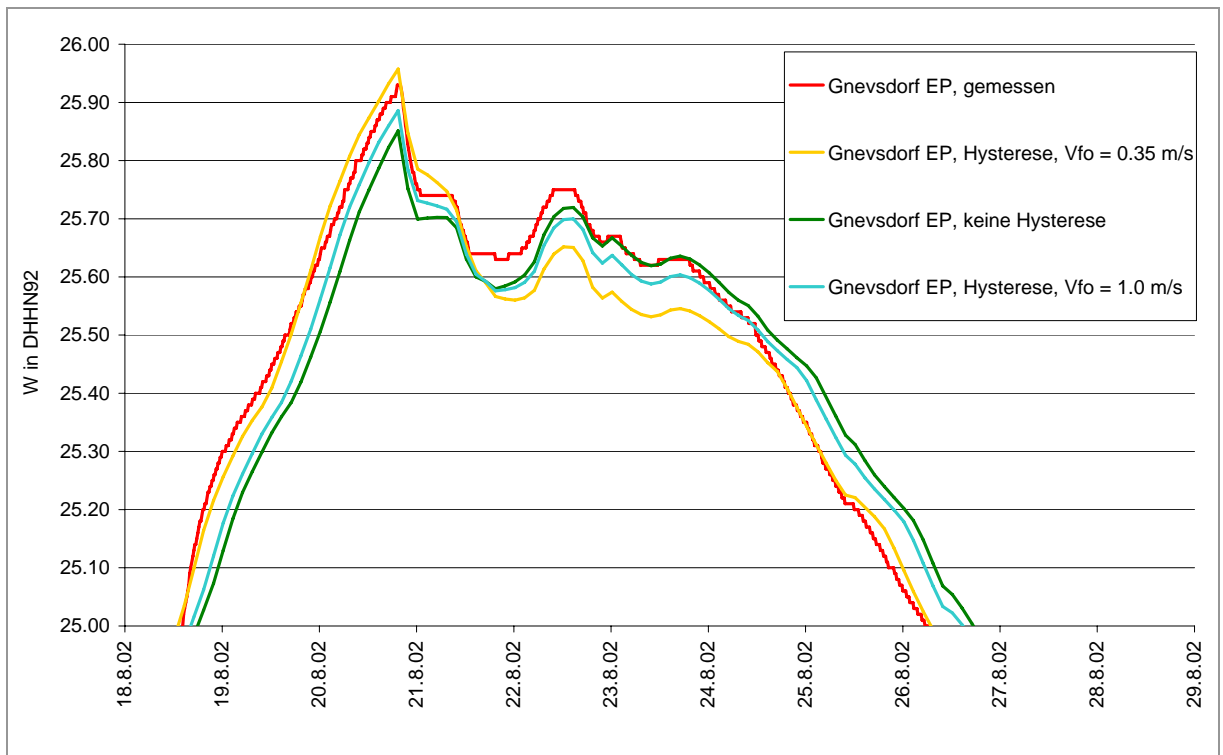


Abbildung 5-10: Vergleich zwischen den berechneten und gemessenen Wasserständen in Gnevsdorf EP unter Berücksichtigung verschiedener Fortpflanzungsgeschwindigkeiten

In Abbildung 5-11 ist die Abflusskurve über das Wehr Quitzöbel dargestellt. Das Modell unterstellt, dass das Wehr eine erheblich größere Kapazität hat als bis jetzt angenommen wurde. Die WbVor sagt aus, dass über den Beiwert des Wehres nichts bekannt ist und daher angenommen wird, dass das Wehr die gleichen Eigenschaften wie das Wehr Neuwerben hat.

Mit dem Modell wurde jedoch berechnet, dass insgesamt ca. 220 Mio. m<sup>3</sup> über das Wehr Quitzöbel zur Entlastung der Havel geflossen sind. Im Vergleich zu dem in Abbildung 4-1 genannten Wert von 174 Mio. m<sup>3</sup> ist dies um ca. 26 % mehr. Das würde konkret bedeuten, dass, falls der Ausfluss am Wehr Quitzöbel im Modell tatsächlich um 26 % überschätzt wird, am 5. September eigentlich um 46 Mio. m<sup>3</sup> mehr in der Havelniederung gespeichert sein sollten als mit dem Modell berechnet wurde. Um einen Eindruck zu bekommen, wie viel Wasser das ist, sollte man sich die gesamte potentielle Flutungsfläche der Havelniederung vor Augen führen. Sie beträgt in etwa 187 Mio. m<sup>2</sup>. Ein Volumen von 46 Mio. m<sup>3</sup> würde dementsprechend bedeuten, dass alle Wasserstände im Durchschnitt um ca. 25 cm ansteigen müssten. Und da bei weitem nicht die gesamte Flutungsfläche tatsächlich geflutet ist, kann man davon ausgehen, dass dieser Wert noch erheblich unterschätzt ist.

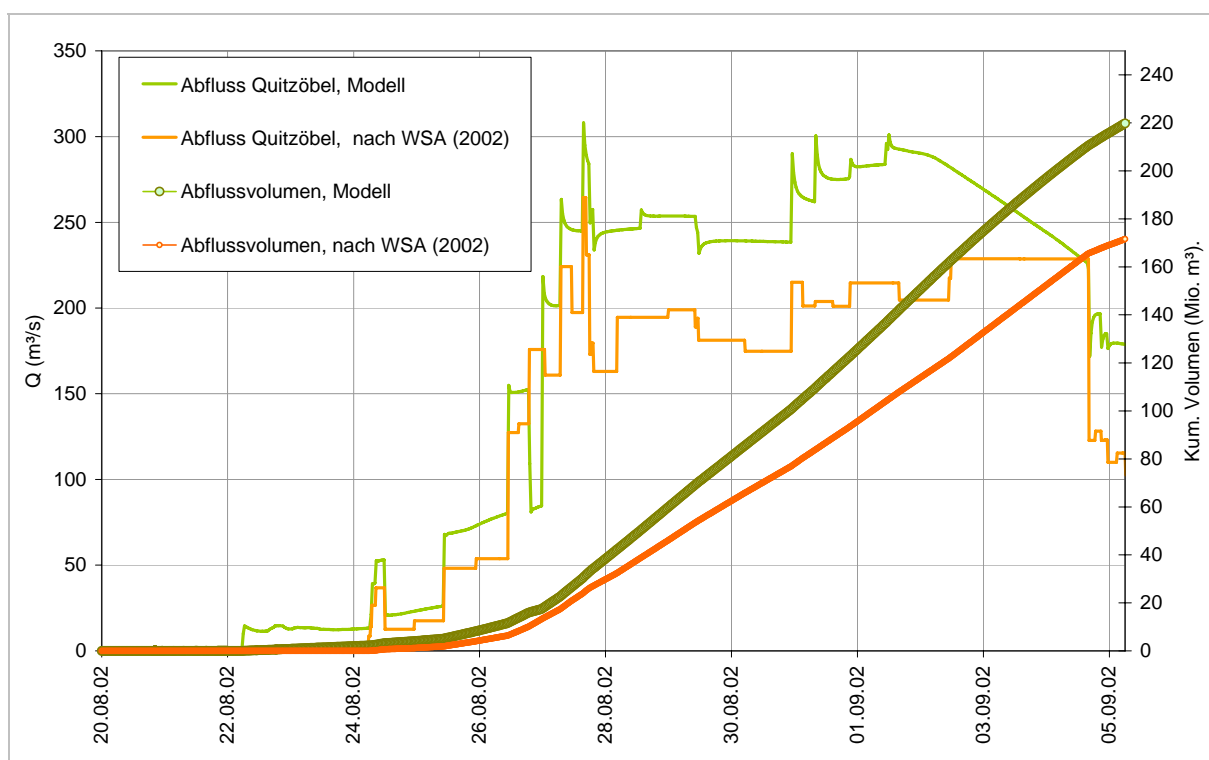


Abbildung 5-11: Vergleich zwischen den berechneten und gemessenen Abflussganglinien am Wehr Quitzöbel

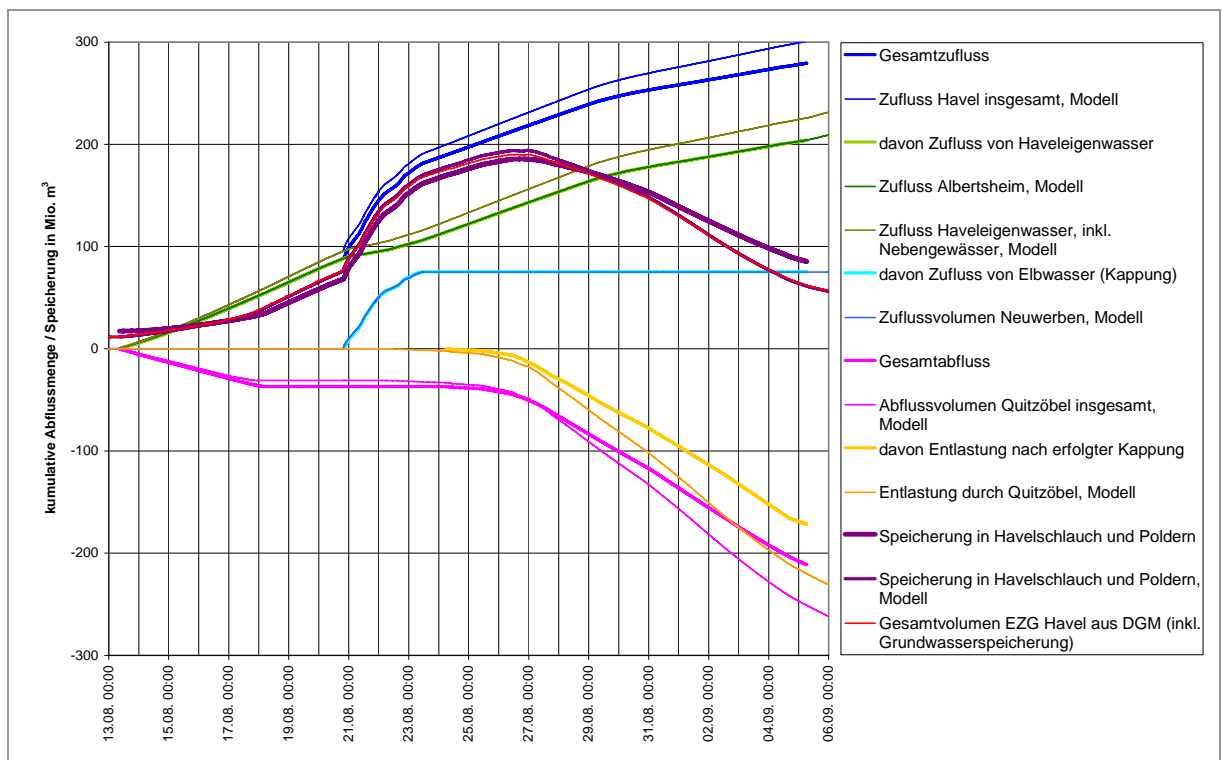
**Abfluss  
Quitzöbel**

In Abbildung 5-12 ist die Bilanz des Modells im Vergleich zu der in Abschnitt 4.1.2 aufgestellten Bilanz dargestellt. Zuerst wird deutlich, dass der gesamte Zufluss in der Modell-Bilanz am 5. September um ca. 20 Mio. m<sup>3</sup> höher ausfällt (die beiden oberen blauen Kurven in der Abbildung). Dies liegt daran, dass in dem Modell auch die Nebenflüsse Rhin, Dosse, die alte und neue Jäglitz und der Trübengraben integriert sind. Der doch recht geringe Unterschied zwischen der Gesamtbilanz des Modells und der Speicherung der Havelniederung in der Bilanz aus Abschnitt 4.1.2 am 5. September würde bei Berücksichtigung der Nebenflüsse in der letztgenannten Bilanz daher eigentlich höher ausfallen (die beiden lila Kurven in der Abbildung). Die

maximale Speicherung der Havelniederung in den beiden Bilanzen am 26. August stimmen dagegen gut überein (ca. 195 Mio. m<sup>3</sup>). Über die Nebenflüsse ist wenig bekannt. Es könnte sein, dass deren Abflüsse zum Zeitpunkt der Flutung durch Rückhaltemaßnahmen reduziert worden sind (wie das in der Havel der Fall war). Allerdings ist aus den Ganglinien der Pegel entlang der Nebenflüsse abzuleiten, dass sich innerhalb der Nebenflüsse auch während der Flutung sehr wohl ein starkes Gefälle gebildet hat (Pegel Neuroddahn, Klausiusshof und Friedrichsbruch UP, s. Band 3, Abschnitt 5.1.2). Im Modell sind lediglich 10,95 m<sup>3</sup>/s angesetzt und zwar als konstanter Wert, verteilt über die verschiedenen Nebenflüsse. Im Mittel macht dies nur etwa 12 % des (gedrosselten) Havelzuflusses aus. Da im Allgemeinen etwa 20 % angenommen werden (WbVor), ist anzunehmen, dass dieser Wert sogar zu niedrig angesetzt wurde.

**Gesamtbilanz**

Um das Speichervolumen der Havelniederung zu überprüfen, wurden die Modellergebnisse für jedes Zehntel des Tages der Simulation in ein flächendeckendes Wasserstandsgrid konvertiert. Dieses Grid wurde anschließend mit dem DGM verschnitten, um so das gespeicherte Volumen abschätzen zu können. In der Abbildung sind diese Werte inklusive den im Grundwasser gespeicherten Mengen als rote Kurve dargestellt. Die Werte passen recht gut mit der dünneren lila Kurve der mittels Zu- und Abflüssen aufgestellten Bilanz überein. Daher ist davon auszugehen, dass die maximale Füllung der Havelniederung von 190 - 195 Mio. m<sup>3</sup> die 2002 eingetretene Realität recht gut wiedergibt.



**Abbildung 5-12: Vergleich der Bilanzen bis zum 05.09.2002**

Der größte Unterschied zwischen den beiden Bilanzen ist eindeutig im Abfluss aus der Havelniederung (Quitzöbel) zu erkennen. Es wurde daher versucht, anhand einer Anpassung des Beiwertes des Wehres Quitzöbel festzustellen, wie die Wasserstände in der Havel auf einen reduzierten Abfluss reagieren. In Abbildung 5-13 wird der Durchfluss am Wehr sowohl für die Eichungsvariante als auch für zwei angepas-



te Varianten gezeigt. In Abbildung 5-14 und Abbildung 5-15 sind die daraus resultierenden Wasserstände in Quitzöbel und Havelberg abgebildet.

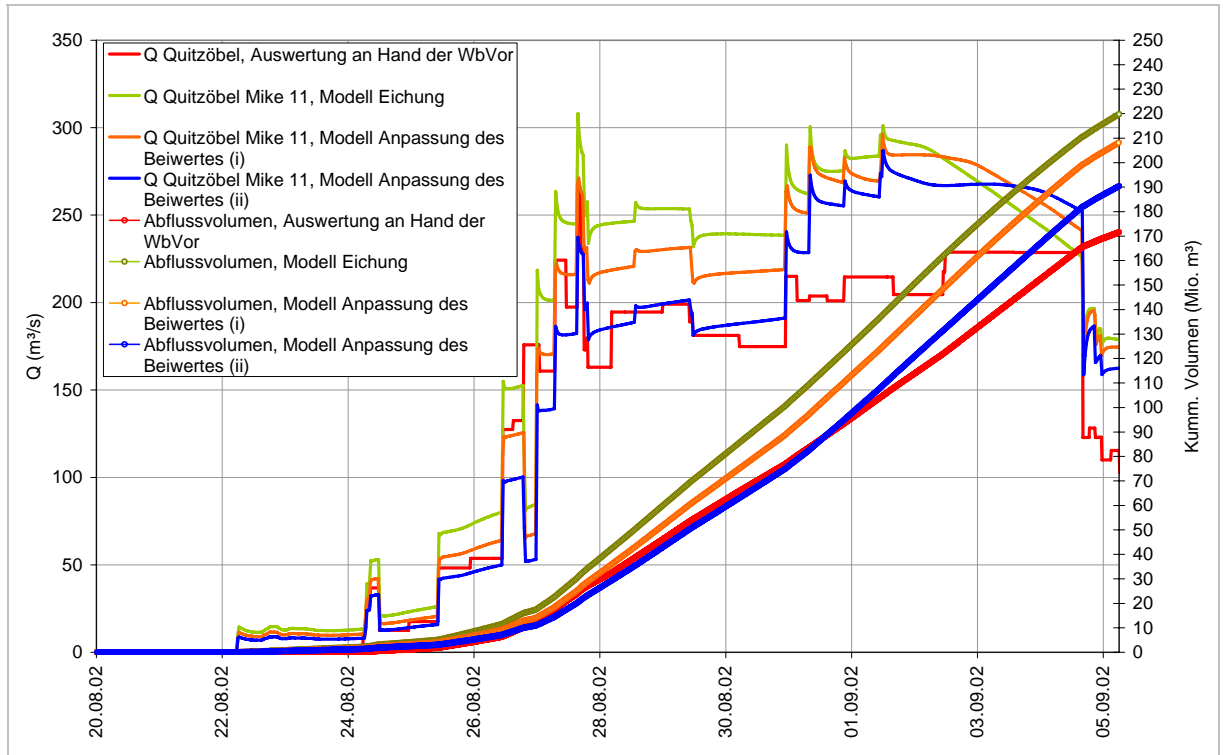


Abbildung 5-13: Einfluss des Beiwertes auf das Abflussvolumen Quitzöbel

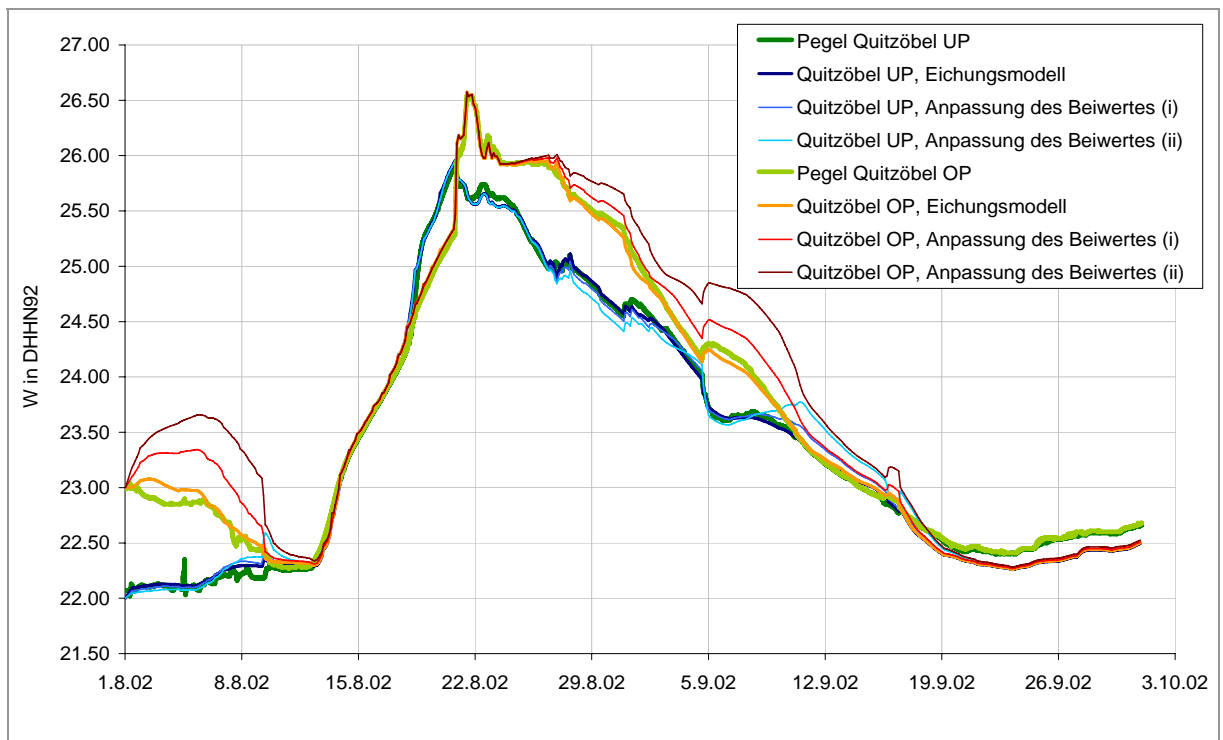


Abbildung 5-14: Einfluss des Beiwertes auf die Wasserstände in Quitzöbel

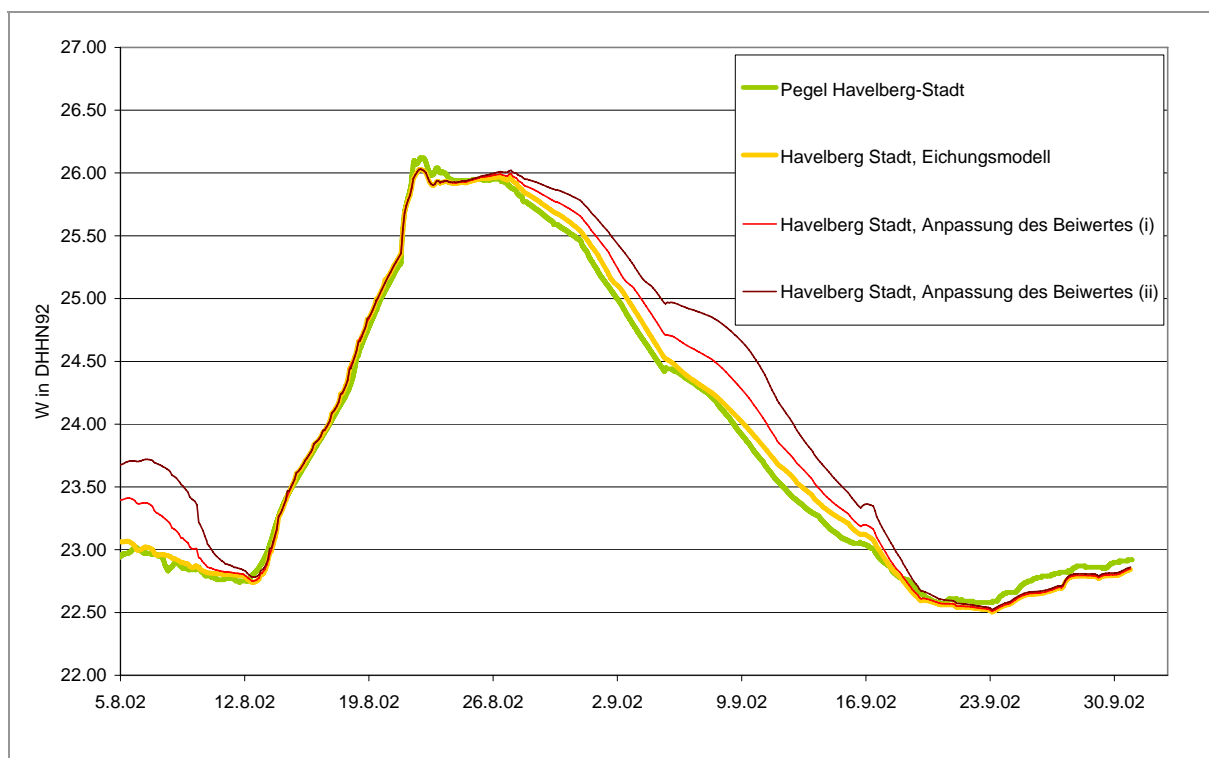


Abbildung 5-15: Einfluss des Beiwertes auf die Wasserstände in Havelberg-Stadt.

**Verifikation des Beiwertes in Quitzöbel**

Die Abbildungen zeigen, dass auch bei einem Beiwert, der so radikal reduziert wurde, dass die Wasserstände in Havelberg-Stadt am 5. September um etwa 50 cm über den gemessenen liegen, das gewünschte Abflussvolumen von 174 Mio. m<sup>3</sup> um etwa 16 Mio. m<sup>3</sup> übertroffen wird. Die Abflüsse über das Wehr sinken am Anfang der Öffnung schon auf die gewünschten Werte, dies hat aber zu Folge, dass die Wasserstände in der Havel nicht absinken können. Dadurch hat sich das Gefälle über das Wehr Quitzöbel bis zum 31. August so weit erhöht, dass die Abflüsse fast die Werte vom Eichungsmodell erreichen. Bei einer geringeren Reduzierung des Beiwertes (Variante (i)) wird dementsprechend mehr über das Wehr abfließen, insgesamt bis zum 5. September ca. 208 Mio. m<sup>3</sup>. Das Gefälle über das Wehr ist dabei jedoch zu hoch und die Wasserstände in Havelberg-Stadt liegen auch deutlich über den gemessenen Werten. Das Gleiche tritt vor der Flutung bis zum 14. August auf. Das Gefälle über das Wehr wie auch die Wasserstände in Havelberg werden (mit Abstand) am besten vom Eichungsmodell abgebildet.

Abbildung 5-16 zeigt allerdings, dass im Bereich Grütz die Wasserstände der Havel mit einer geringen Korrektur des Beiwertes (Variante (i)) besser abgebildet werden. Daraus könnte man schlussfolgern, dass der Beiwert in Quitzöbel doch zu hoch angesetzt ist. Die Abweichungen des Eichungsmodells in Grütz sind jedoch nur gering. Zieht man außerdem in Betracht, dass die Wasserstände in Havelberg-Stadt generell (auch vom Eichungsmodell) ein wenig überschätzt und damit auch die gespeicherten Volumen in dem Bereich überschätzt werden, ist es kaum vorstellbar, dass am 5. September in der Havelniederung ein Volumen von etwa 46 Mio. m<sup>3</sup> zusätzlich gespeichert werden könnte. Über die Erhöhung der Rauigkeitsbeiwerte könnten die bei einem angepassten Beiwert des Wehres Quitzöbel viel zu hohen Wasserstände in Havelberg-Stadt (s. Abbildung 5-15) reduziert werden. Diese Anpassung würde allerdings keinen positiven Effekt auf das Gefälle über das Wehr haben. Höhere Rauigkeitsbeiwerte (und damit ein glatteres Gerinne) würden dazu führen, dass die zu entlastenden Wassermengen früher am Wehr Quitzöbel ankommen und zu einem noch größeren Gefälle führen würden. Alles deutet also darauf hin, dass das Wehr

Quitzebel tatsächlich eine viel größere Kapazität hat als das in der WbVor angenommen wird.

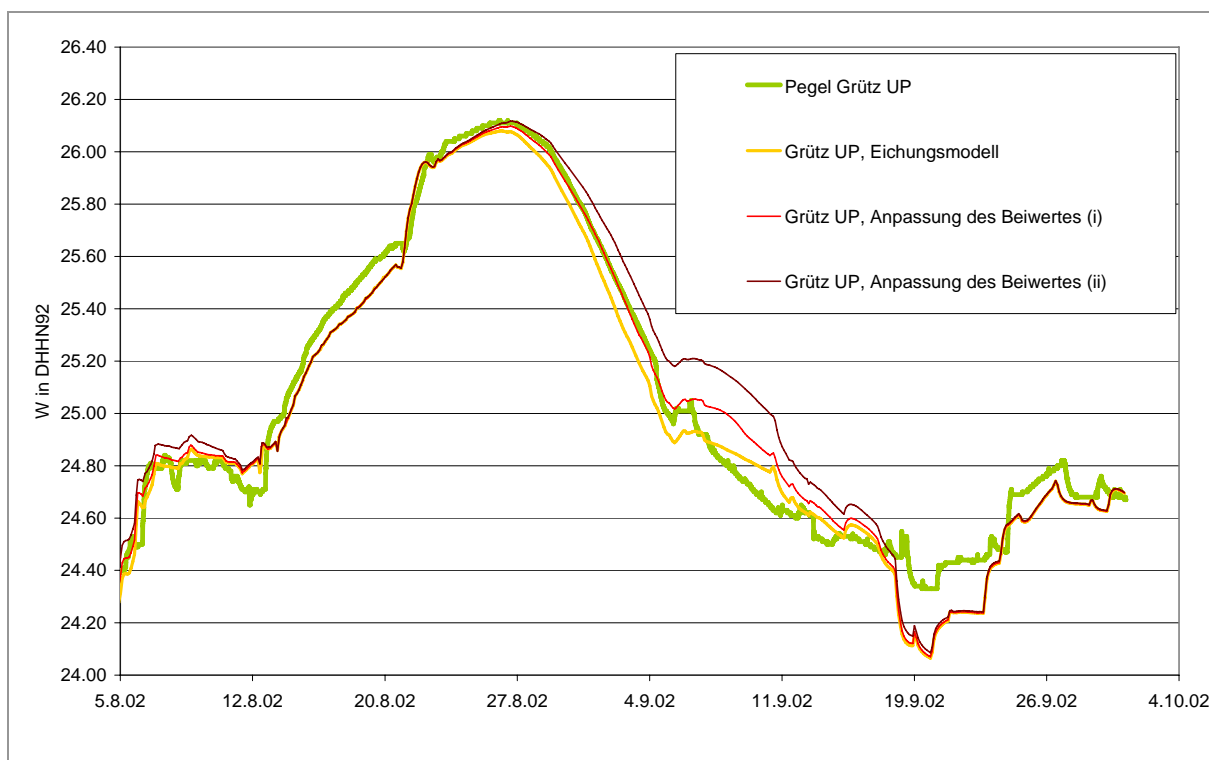


Abbildung 5-16: Einfluss des Beiwertes auf die Wasserstände in Grütz UP

**Überprüfung  
der Bilanz an-  
hand des DGM**

Um dies zu bestätigen, wurden für drei unterschiedliche Tage zusätzliche Analysen durchgeführt. Die Ergebnisse des Modells am 28. August und am 1. und 5. September wurden an die Messungen angeglichen, um so für diese Tage repräsentative flächendeckende Wasserstände zu bekommen. Für diese drei Tage wurden dann drei Wasserstandsgrids erstellt, die anschließend mit dem DGM verschnitten wurden. Das Ergebnis zeigt damit im Vergleich zu den reinen Modellvolumen eine bessere Einschätzung der in der Havel vorhandenen Volumen an den drei Tagen. In Abbildung 5-17 ist dargestellt, dass das Modell an diesen Tagen zwar nicht exakt das gespeicherte Volumen abbildet, die Abweichungen jedoch so gering sind, dass geschlussfolgert werden muss, dass bis zum 5. September tatsächlich mehr Wasser aus der Havel abgeflossen ist, als bisher angenommen wurde. Es wird daher empfohlen, die Abflusskurven des Wehres anhand von Abflussmessungen zu überarbeiten.

Außerdem wird darauf hingewiesen, dass die Beiwerte des Wehres Quitzebel hauptsächlich das Modell während der Entlastung beeinflussen. Da das Wehr am Anfang der Entlastung aufgrund der Gefahr, dass die Elbe-Wasserstände wieder ansteigen, zuerst nur teilweise geöffnet wird, hätte eine eventuelle spätere Anpassung des Beiwertes lediglich zur Folge, dass bei der in Abschnitt 5.2.5.5 dargestellten Optimierung die Wehreinrichtungen (Hubhöhen) angepasst werden müssten. Für die vorausgesagten optimierten Wasserstände der Havel und Polder sowie die Kappung der Elbe hat dies kaum eine Auswirkung.

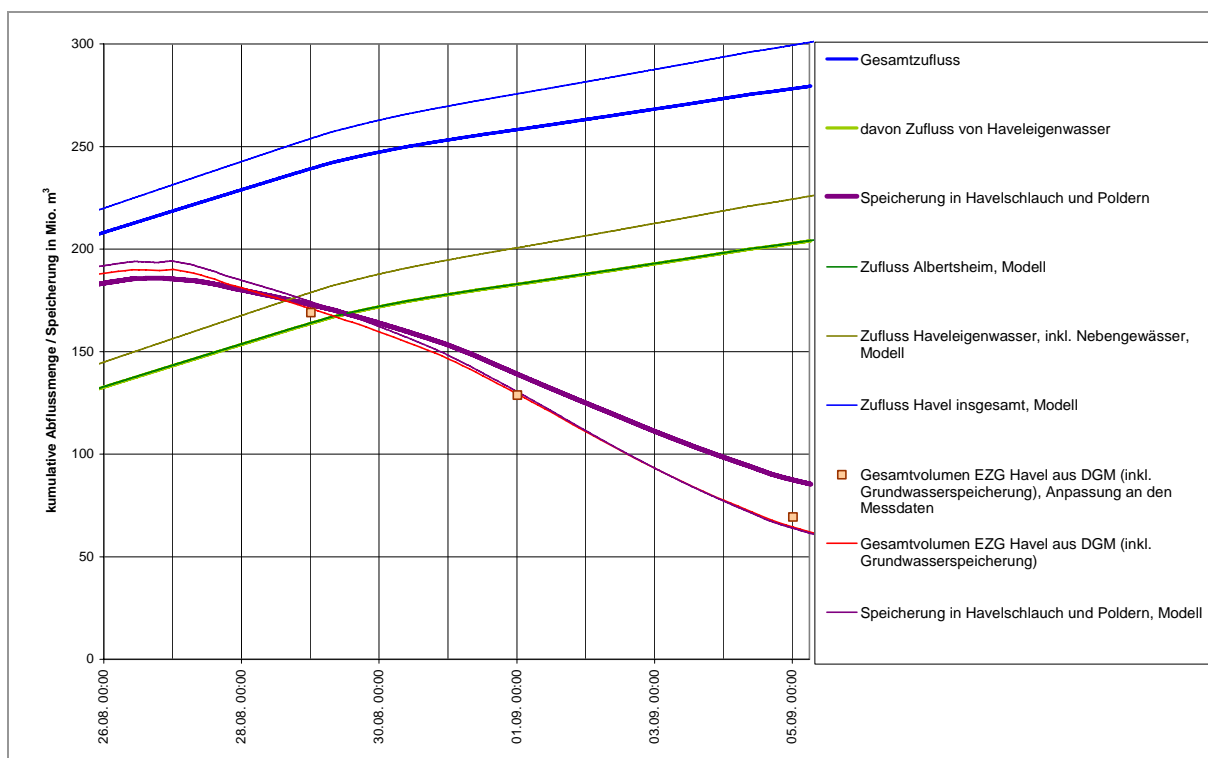


Abbildung 5-17: Überprüfung des gespeicherten Havelvolumens anhand der Messdaten

**Auswertung der Speicher-komponenten**

In Abbildung 5-18 und Abbildung 5-19 ist das mit dem Modell berechnete gespeicherte Havelvolumen in Komponenten aufgeteilt. Die oberirdischen Speichervolumen sind alle mit Hilfe des DGMs bestimmt. In Abbildung 5-18 werden zuerst die in den Poldern gespeicherten Volumen gezeigt. Deutlich wird, dass innerhalb der Polder Havelberg und Schaffhorst am meisten gespeichert wird (jeweils etwa 14 Mio. m³). In den Poldern Twerl, Kümmernitz und Flöthgraben wird am wenigsten gespeichert, jeweils etwa 7 Mio. m³. Dabei ist bei Polder Kümmernitz sogar der vorge-lagerte Sommerpolder (Polder 2.1) komplett geflutet. Um 22:00 am 26. August hat das vom Modell abgebildete Einzugsgebiet der Havel die maximale Speicherung erreicht. Zu diesem Zeitpunkt beträgt sie 190 Mio. m³. Davon sind etwa 69,5 Mio. m³ in den Flutungspoldern, 110,5 Mio. m³ in der Havel, in den Sommerpoldern und Nebengewässern und 10 Mio. m³ im Grundwasser gespeichert. Die Nebengewässer umfassen den Gülper See, den Warnauer Vorfluter und die Ausläufer der Neuen Jäglitz, Neuen Dosse und des Rhins. Die Sommerpolder umfassen den Bereich zwischen Polder Havelberg und Elbe und den dem Polder Vehlgast vorgelagerten Sommerpolder. In der Havel und Gülper Havel sind am 26. August um 22:00 etwa 76 Mio. m³ gespeichert.

**Grundwasser-speicher**

In Abbildung 5-20 sind die gespeicherten Volumen nach Schließen des Wehres Quitzöbel dargestellt. In dieser Abbildung wird deutlich, dass die Polder nahezu die gleiche Bedeutung für die Flutung haben wie die Gewässer, insbesondere die Havel. Das während der Flutung in der Havel, in den Sommerpoldern und Nebenflüssen gespeicherte Volumen beträgt 74 Mio. m³, in den Flutungspoldern wurden 68 Mio. m³ gespeichert. Zusammen mit dem im Grundwasser gespeicherten Volumen von 10 Mio. m³ sind während der Flutung maximal 152 Mio. m³ in der Niederung zusätzlich zur Anfangsspeicherung am 18. August gespeichert gewesen. Die Grundwasserspeicherung beträgt damit 6,6 % des gesamten Flutungsvolumens.

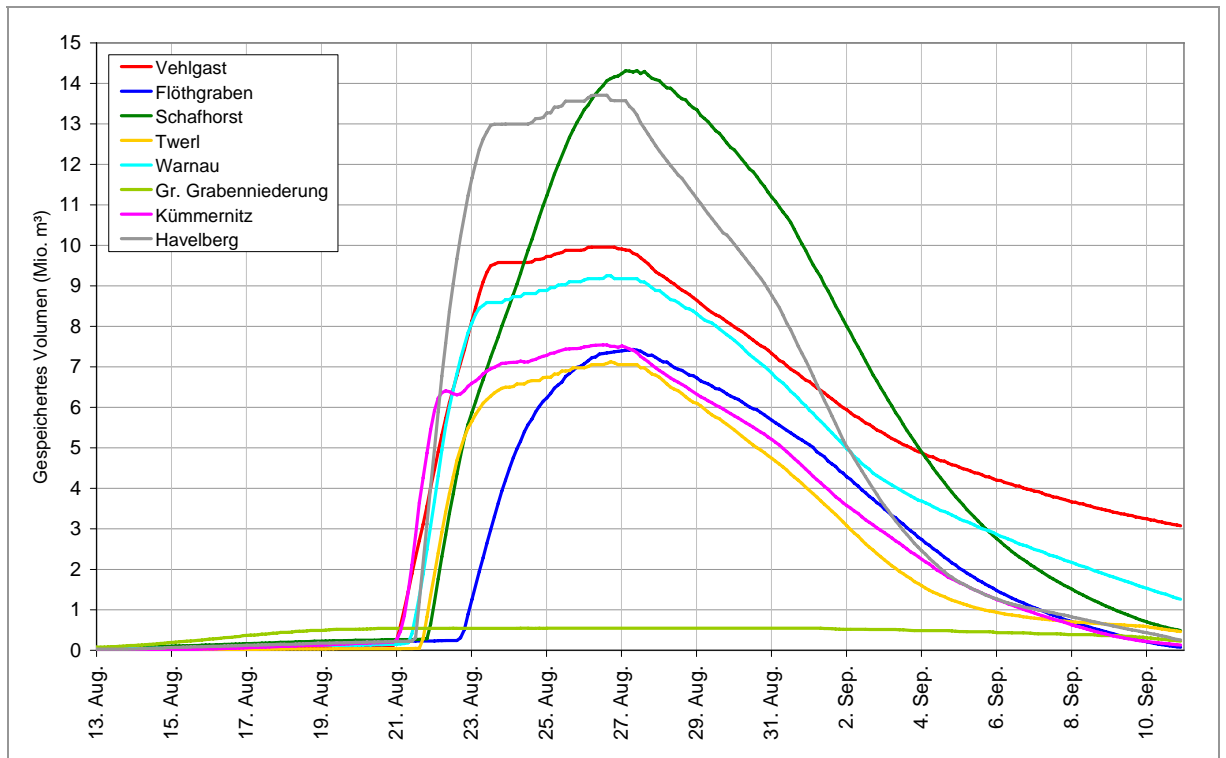


Abbildung 5-18: In den Poldern gespeichertes Volumen

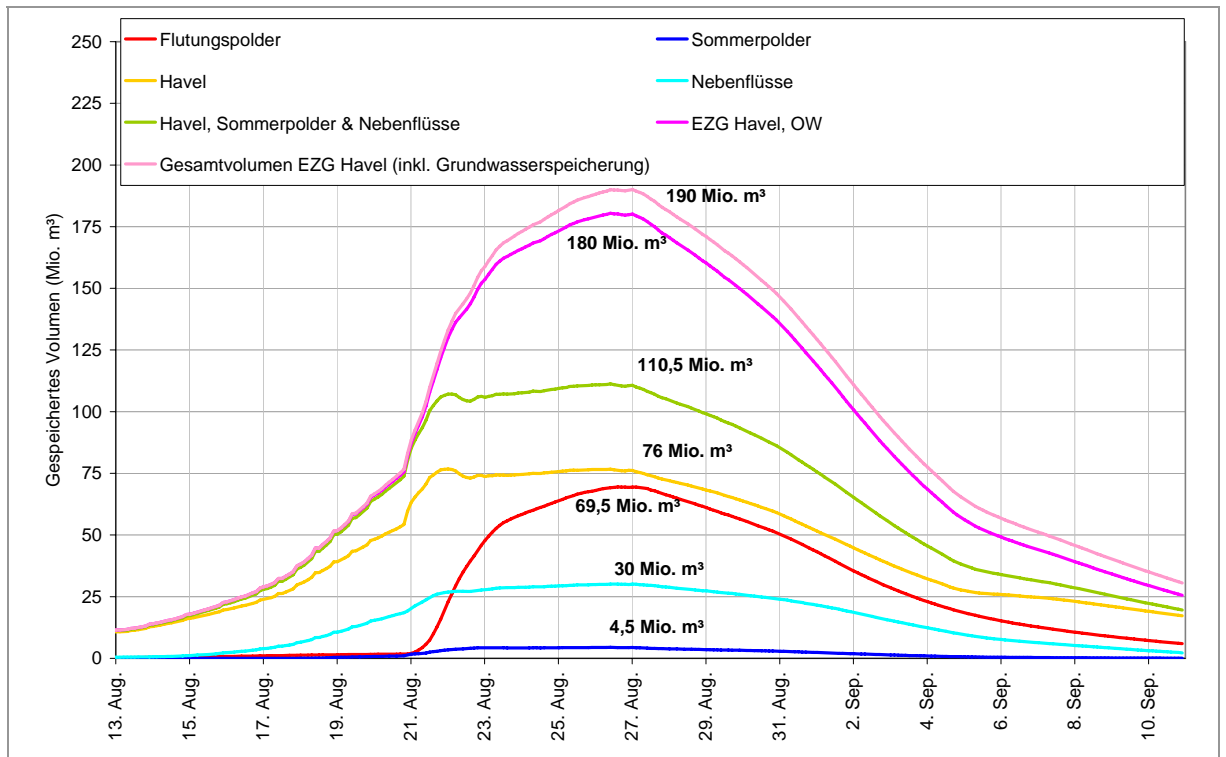
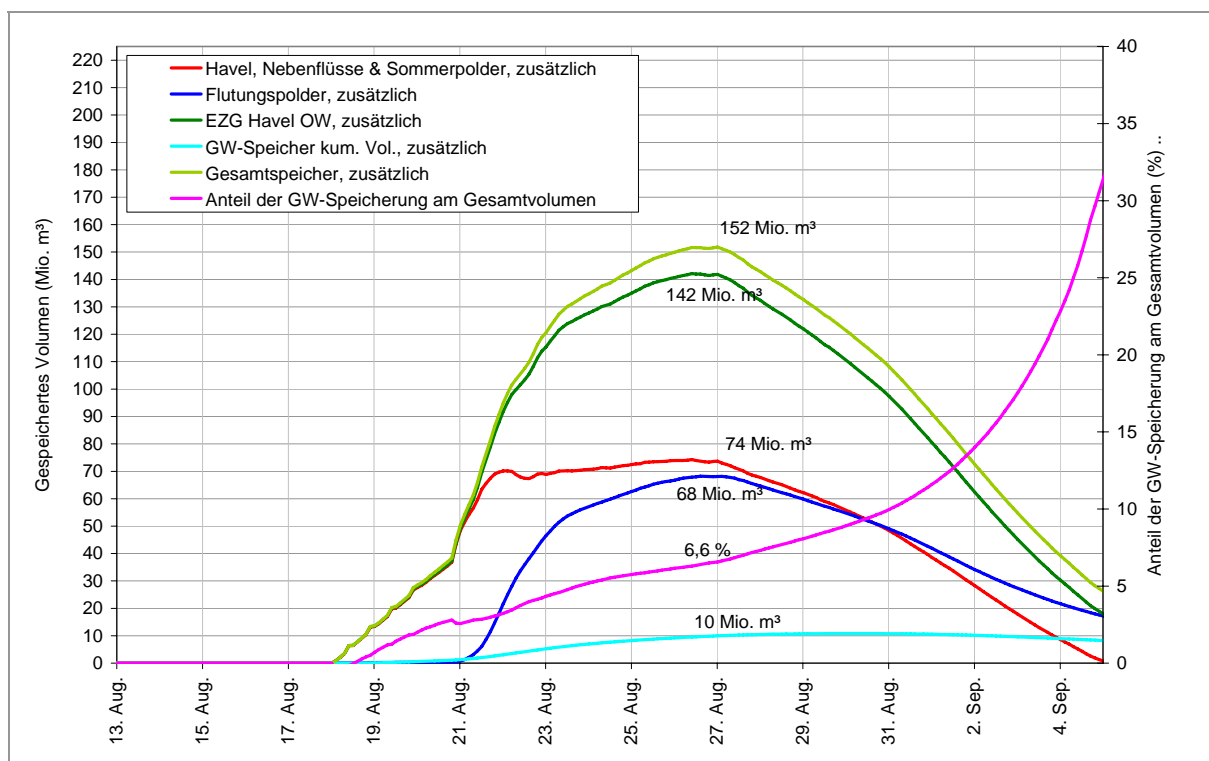


Abbildung 5-19: Im Einzugsgebiet der Havel gespeichertes Volumen



**Abbildung 5-20: Im Einzugsgebiet der Havel zusätzlich gespeichertes Volumen, nachdem Quitzöbel geschlossen wurde**

**Zuflussraten in den Poldern**

In der nächsten Abbildung sind abschließend die Zuflussraten zu den einzelnen Poldern dargestellt. Für jeden Polder wurde die Gesamtsumme der Zuflüsse ermittelt. So sind für den Polder Flöthgraben die Zuflüsse durch die Deichbresche zu den Zuflüssen durch das Siel Flöthgraben addiert worden. Wo dies nicht eintritt, ist dies explizit in der Abbildung dargestellt (z. B. Polder Vehlgest). Die Durchflüsse am Polder Havelberg sind mit maximal 110 m<sup>3</sup>/s am höchsten. Auch der Gesamtzufluss zu den Erweiterungen von Polder Kümmernitz, insbesondere zu dem Sommerpolder 2.1, erreicht am Anfang der Flutung einen Spitzenwert von etwa 100 m<sup>3</sup>/s. Die Weiterleitung in den eigentlichen Flutungspolder Kümmernitz erfolgt jedoch mit nur maximal 50 m<sup>3</sup>/s. Der Polder Kümmernitz ist auch der Polder, der am schnellsten voll ist. Bereits am 22. August sind die Zuflussraten sehr niedrig, teilweise fließt auch Wasser zurück in die Havel. Für die Polder Schaffhorst und Flöthgraben dauert es am längsten, bis sie die maximale Füllung erreichen. Erst am 27. August nehmen die Zuflussraten stark ab und dreht sich die Fließrichtung an den Deichbreschen und Bauwerken. Die Wechselwirkungen zwischen den Poldern sind in der Abbildung gut zu erkennen. Der Zufluss zu dem Polder Schaffhorst z.B. nimmt zum Zeitpunkt der Öffnung von Polder Flöthgraben stark ab. Insgesamt sind am 21. August um 21:00 maximal etwa 440 m<sup>3</sup>/s in den Flutungspoldern hineingeströmt (s. Abbildung 5-22).

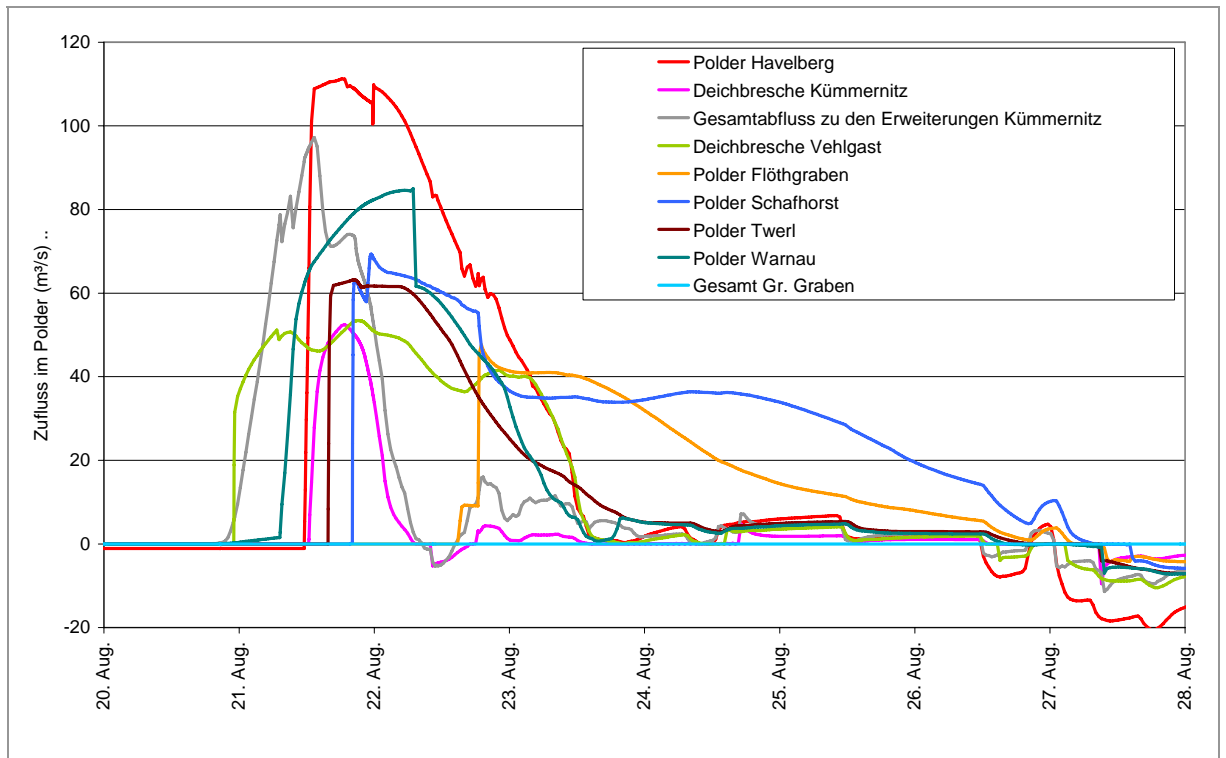


Abbildung 5-21: Zuflussraten zu den einzelnen Poldern

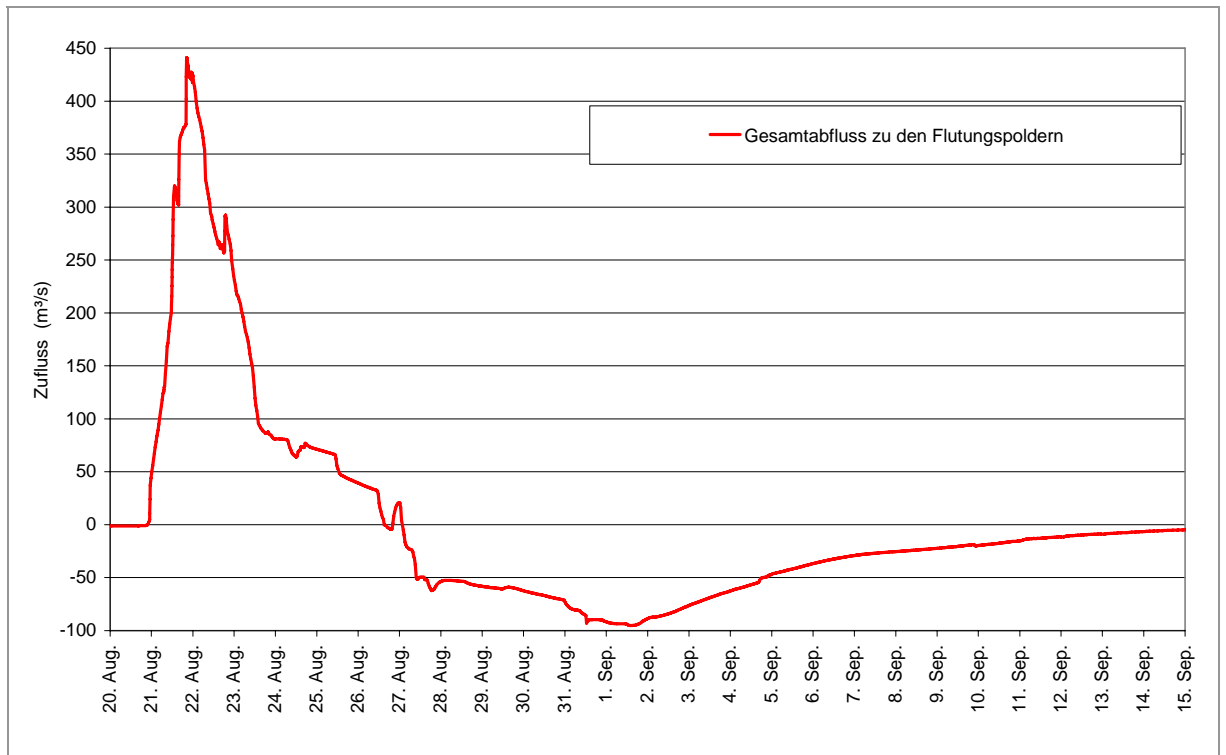


Abbildung 5-22: Gesamtabflussrate zu den Flutungspoldern

## 5.2 Optimierung der Polderflutung am Beispiel des HW2002

### System- komponenten

In Abschnitt 4 wurde die Kappung HW2002 als erfolgreich beurteilt. Hier wurde noch von einer Kappung von 41 cm in Wittenberge ausgegangen. In Abschnitt 5.1 wurde jedoch erläutert, dass die Kappung durch das Öffnen des Wehres Neuwerben bezogen auf den maximalen Wasserstand auf lediglich 20 cm einzuschätzen ist. Auch dann sollte die Kappung jedoch noch als erfolgreich eingestuft werden. Ohne die Kappung wäre der Wasserspiegel in Wittenberge immerhin 9 cm über BHW gestiegen.

In Abschnitt 2.1 wurde bereits dargestellt, dass die Kappung jedoch nicht optimal verlaufen ist. Die Angaben in Abschnitt 5.1 machen noch deutlicher, dass die Kappung effektiver durchgeführt hätte werden können.

In diesem Abschnitt wird anhand der verschiedenen Komponenten des Flutungssystems am Beispiel am HW2002 analysiert, was hätte verbessert werden können, um eine bessere Kappung zu ermöglichen. In Abbildung 5-23 ist das System schematisch dargestellt. Die Komponenten einer Kappung sind hier nummeriert und werden in den nachfolgenden Abschnitten einzeln besprochen.

Es wird hier darauf hingewiesen, dass die Komponenten 1, 2 und 3 nur mit der früheren Abflusstafel Tangermünde (siehe auch Abschnitt 5.1) untersucht wurden. Dies ist aber unproblematisch, da sich gezeigt hat, dass die aktuelle Abflusstafel auf die Wasserstände der Havel kaum Einfluss hat. Die Kappungsmenge bleibt bei diesen Komponenten nahezu gleich.

Einige Untersuchungen wurden erst am Ende der Optimierung durchgeführt. Es wurde z. B. nicht untersucht, wie das Öffnen der Polder 7 bis 10 sich auf die durchgeführte Kappung von 2002, sondern nur, wie sich dieses Öffnen auf die optimierte Kappung von 2002 ausgewirkt hätte. Diese Ergebnisse werden daher erst am Ende in Band 3 (Los 3) besprochen. Dies gilt auch für die Poldererweiterungen in Havelberg und Kümmernitz, für das errichtete Bauwerk am SW Vehlgest Ost und für die geplanten Bauwerke in Warnau.

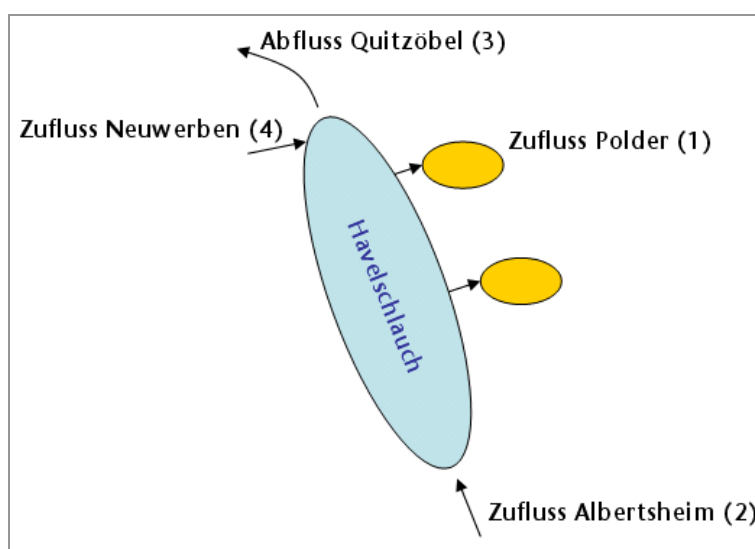


Abbildung 5-23: Systemkomponenten

Die Schlussfolgerungen aus der Optimierung HW2002 werden in Band 3 (Los 3) zusammen mit den Ergebnissen der Systemerweiterungen und der Szenarioanalysen dargestellt.



### 5.2.1 Komponente Polderöffnungen

**Standort der Polderöffnung**

Bei dieser Komponente geht es darum, welche Polder wann geöffnet werden müssen. Auch wurde untersucht, wie weit sie geöffnet werden müssen. Es wurde nicht im Detail untersucht, an welcher Stelle die Polder geöffnet werden müssen. Generell ist jedoch bei der Analyse der berechneten Varianten deutlich geworden, dass es für eine effiziente Flutung, und dazu gehört auch eine schnelle Entleerung der Polder, von Bedeutung ist, die Deichbreschen an der tiefsten Stelle des Polders zu positionieren. Die 2002 gewählten Standorte erfüllen diese Bedingung recht gut.

2002 wurden alle Polder außer Polder 6 (Große Grabenniederung) geöffnet. Eine weitere Reduzierung der Wasserstände kann logischerweise durch das Öffnen weiterer Polder erreicht werden. Bzgl. Polder 6 ist dies im nachfolgenden Abschnitt 5.2.1.1 dargestellt. Die mögliche Wirkung weiterer Polder (Polder 7 bis 10) wird in Band 3 beschrieben.

#### 5.2.1.1 Das zusätzliche Öffnen von Polder 6

**Absenkung um 10 cm**

Zuerst wurde also analysiert, welchen Effekt das zusätzliche Öffnen von Polder 6 auf die Wasserstände der Havel und Elbe gehabt hätte. Die Wehreinstellungen der Wehre Quitzöbel und Neuwerben sowie auch die Zuflussraten der Havel in Albertsheim wurden bei dieser Berechnung im Vergleich zum berechneten Ist-Zustand (Eichungsmodell) nicht geändert. Die Angaben der Deichbresche sowie auch der Zeitpunkt der Öffnung (ca. 21. August 8:00) wurden von der Schlitzung in Warnau übernommen. Die Deichbresche wurde in unmittelbarer Nähe des Schöpfwerkes Grabow angenommen. In Abbildung 5-24 sind die Ergebnisse der Havelpegelstände Havelberg-Stadt, Garz UP und Grütz OP dargestellt.

Ab dem 25. August wurden bei dieser Variante im Vergleich zum Ist-Zustand durchschnittlich etwa 10 cm niedrigere Wasserstände berechnet. Für die Pegel Garz, Grütz und Albertsheim sinken die maximalen Wasserstände damit auch um durchschnittlich 10 cm. Wie aus der Abbildung ersichtlich wird, gilt dies jedoch nicht für den Pegel Havelberg-Stadt. Hier tritt der maximale Wasserstand viel früher ein und zwar am 21. August um 22:00. Zu diesem Zeitpunkt ist die Deichbresche im Polder 6 zwar aktiv und sind Teile des Polders bereits geflutet, deren Einfluss auf die Wasserstände der Havel ist jedoch noch gering. Dadurch kann in Havelberg-Stadt der Wasserspiegel mit der Flutung von Polder 6 im Vergleich zum Ist-Zustand nur um ca. 1 cm abgesenkt werden. In Quitzöbel ist die Absenkung sogar vernachlässigbar. Dementsprechend hätte das Öffnen des Polders 6 auch keinen Einfluss auf den Elbepegel gehabt (s. mehr hierzu im nächsten Abschnitt).

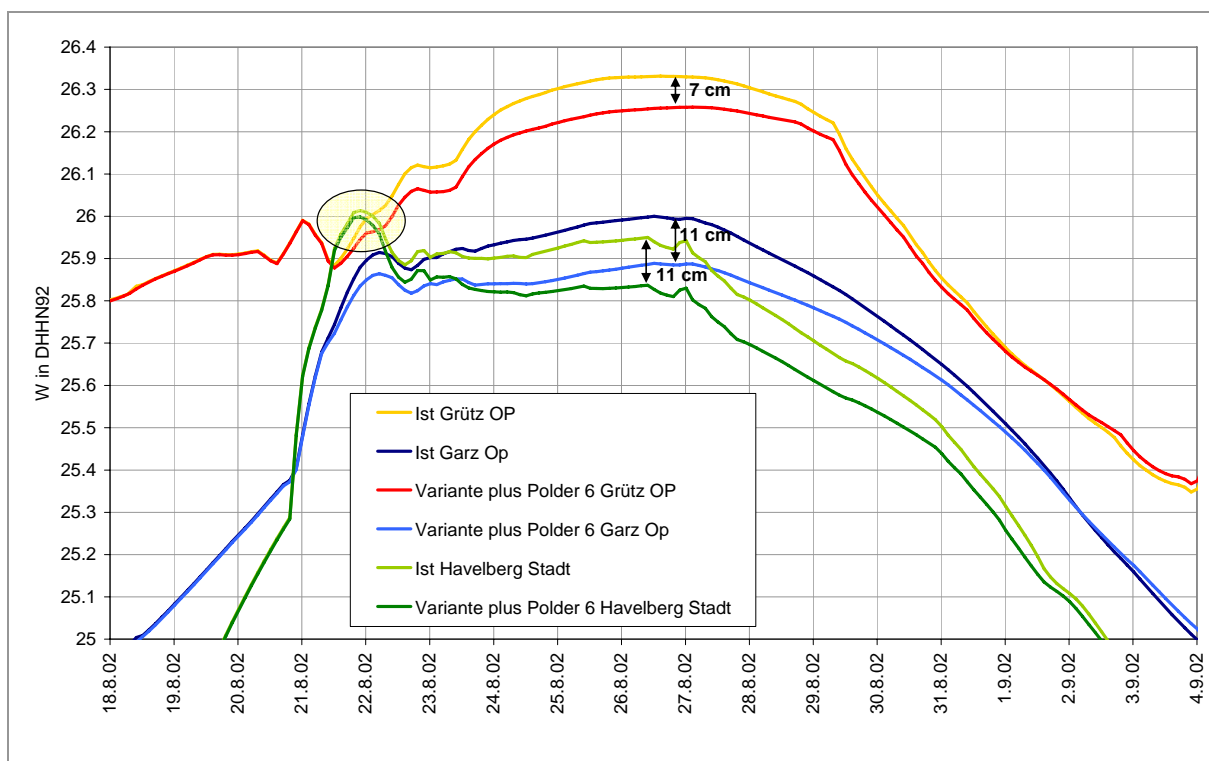


Abbildung 5-24: Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, Variante „plus Polder 6“, maximale Wasserstände Havelberg-Stadt

### 5.2.1.2 Untersuchungen der Öffnung einzelner Polder

Weiter wurde untersucht, welchen (negativen) Effekt es gehabt hätte, falls kein Polder oder nicht alle geöffnet worden wären. Dazu wurden mehrere Simulationen durchgeführt, wobei jeweils nur ein Polder am 21. August um 12:00 oder überhaupt kein Polder geöffnet wurde. Die resultierenden maximalen Wasserstände in Havelberg-Stadt sind in Abbildung 5-25 dargestellt.

#### Polder 2

Der Polder Kümmernitz (Polder 2) ist der ineffektivste Polder der Niederung. Dies liegt hauptsächlich daran, dass der vorgelagerte Sommerpolder (Polder 2.1) bei jeder Variante geflutet wird. Ohne die Flutung des Sommerpolders wäre eine Flutung des Polders Kümmernitz anstelle der durchgeführten Deichsprengung nicht sinnvoll. Die letzte Variante der Abbildung 5-25 zeigt den Einfluss dieses Sommerpolders auf die Wasserstände in Havelberg. Würden die Sommerdeiche auf 27 m DHHN92 erhöht und sonst keine Polder geflutet werden, würde bei einem Hochwasser wie im August 2002 der Wasserstand in Havelberg um weitere 9 cm auf 26,75 m DHHN92 steigen.

#### Polder 1, 4.1 und 6

Die effektivsten Polder sind logischerweise auch die von der Fläche her größten Polder; dies sind die Polder 1, 4.1 und 6. Die Ergebnisse zeigen, dass die Lage des Polders keinen wesentlichen Einfluss auf die Wasserstände in Havelberg-Stadt hat. Polder 6 ist am weitesten von Havelberg entfernt, das Öffnen des Polders führt jedoch zu den geringsten Wasserständen aller dargestellten Varianten in Havelberg.

Im Vergleich zum Ist-Zustand des Modells, wobei die Polder 1 bis 5 geöffnet wurden, sind die Wasserstände in Havelberg durch das Öffnen einzelner Polder erwartungsgemäß viel höher. Bemerkenswert ist es aber schon, dass 2002 durch das alleinige Öffnen von entweder Polder 1, Polder 4.1 oder Polder 6 der Pegel Havelberg-

Stadt nicht über den in der WbVor angegebenen Grenzwert von 26,45 m DHHN92 gestiegen wäre.

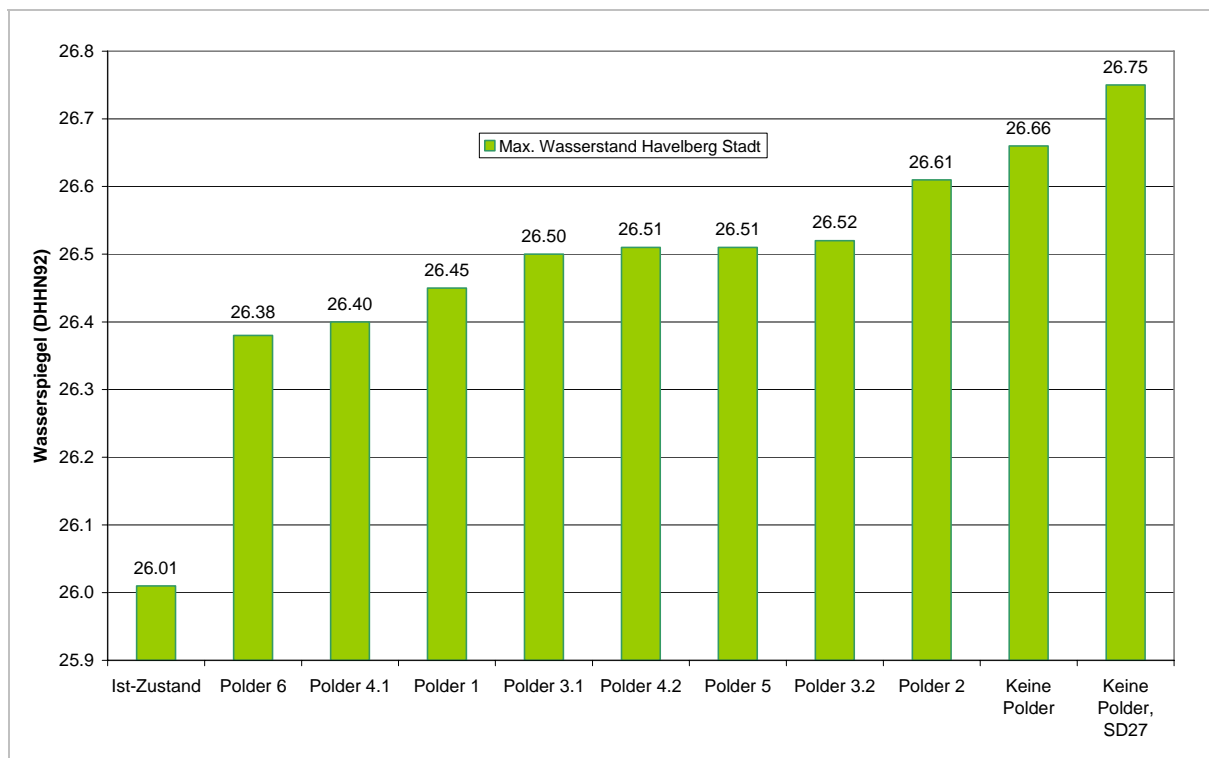
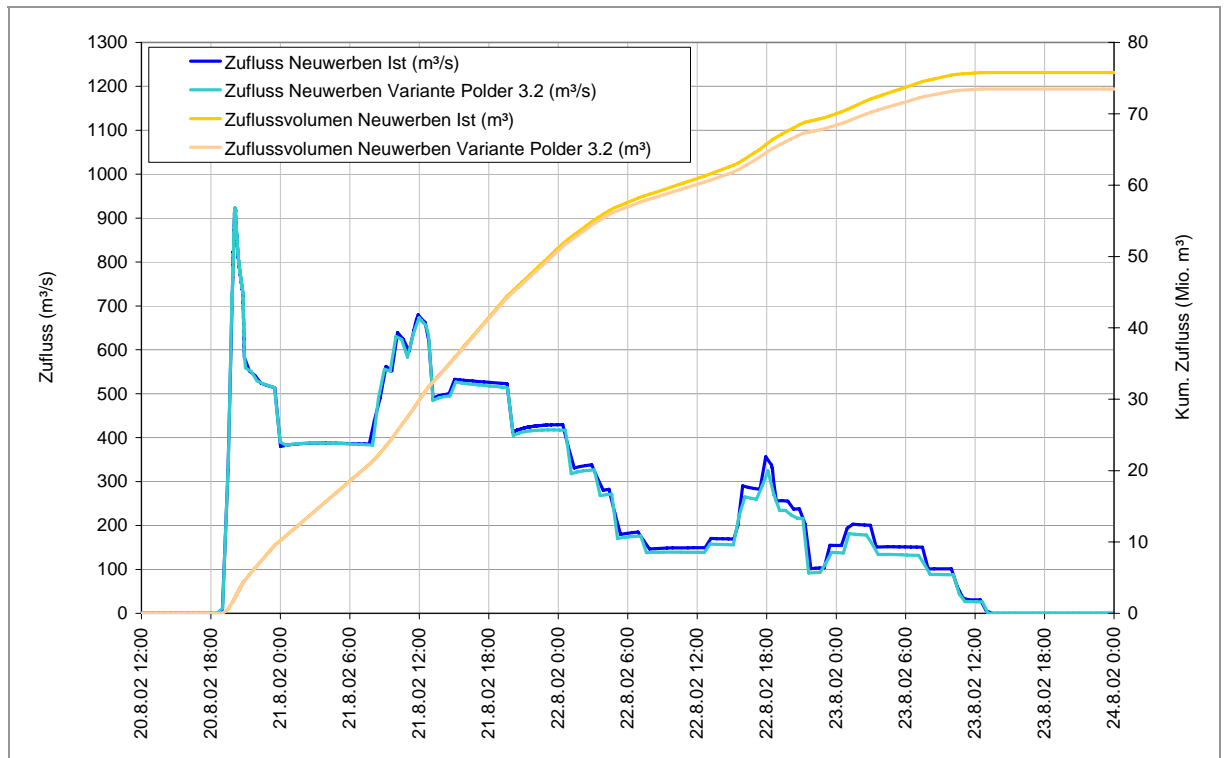


Abbildung 5-25: Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, maximale Wasserstände Havelberg-Stadt

**Kein Einfluss in Neuwerben**

Das Öffnen der einzelnen Polder (oder auch das im Vergleich zum Ist-Zustand zusätzliche Öffnen von Polder 6, s. oben) hat einen nur sehr geringen Einfluss auf die Durchflussmengen des Wehres Neuwerben und damit auf den Kappungswasserstand in Wittenberge. Beispielsweise ist in der nächsten Abbildung die Abflusskurve über das Wehr Neuwerben im Eichungsmodell sowie beim Öffnen nur von Polder Flöthgraben dargestellt. Das gesamte Abflussvolumen reduziert sich um nur 2,4 auf 73,4 Mio. m<sup>3</sup>, das sind lediglich 3 %. Auf den Wasserspiegel in Wittenberge hat dies eine maximale Auswirkung von 1 cm. Auch bei den Varianten ohne Polderöffnung zeigen sich im Vergleich zum Ist-Zustand nur sehr kleine Unterschiede in der Elbe!

Die Wasserstände in Quitzöbel unterscheiden sich bei den Varianten erst ab dem 22.8 um 12:00 deutlich von den Wasserständen im Ist-Zustand (siehe Abbildung 5-27 für den Polder 3.2, Flöthgraben). Dann sind bereits um die 50 Mio. m<sup>3</sup> über das Wehr in die Havel geströmt. Ab diesem Zeitpunkt begrenzen die höheren Wasserstände auf der Havelseite zwar die Durchflüsse des Wehres Neuwerben, sie nehmen im Vergleich zum Ist-Zustand jedoch nur geringfügig ab. Außerdem dauern diese ‚begrenzten‘ Abflussverhältnisse insgesamt nur 24 Stunden an, da das Wehr Neuwerben am 23. August um 12:00 bereits wieder geschlossen wurde.



**Abbildung 5-26: Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, Zuflussmengen des Wehres Neuwerben beim alleinigen Öffnen von Polder 3.2**

Dieses Ergebnis zeigt, dass für die Kappung in Wittenberge in 2002 das Öffnen der Polder nicht notwendig gewesen ist. Es ist natürlich deutlich, dass in der Havel die Wasserstände zu hoch angestiegen wären, wenn überhaupt keine Polder geöffnet worden wären.

**Kein Einfluss auf die Kappung**

Aus wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten ist es überlegenswert, nur einzelne Polder zu öffnen, z. B. die Polder 1 (Havelberg), 4.1 (Schafhorst) und 6 (Große Grabenniederung) und damit die übrigen Polder vor der Flut zu schützen. Das Ergebnis ist in Abbildung 5-28 dargestellt. Die Wasserstände in Havelberg-Stadt würden nicht über 26,10 m DHHN92 ansteigen. Im Vergleich zum Ist-Zustand wäre das eine Erhöhung um nur 9 cm, und statt 7 Polder (Polder 3.1, 3.2, 4.1 und 4.2 werden hierbei getrennt betrachtet) würden nur 3 Polder geflutet sein. Damit würde der Wasserspiegel weit unterhalb der kritischen Grenze von 26,45 m DHHN92 liegen, jedoch oberhalb des in der WbVor angegebenen Wasserstands von 25,89 m DHHN92, ab welchem die Flutung aller Polder aufgrund der Gefahr eines Deichbruches (infolge von fehlendem Gegendruck auf der Polderseite) als erforderlich angegeben wird. Aufgrund fehlender Deichuntersuchungen konnten die bereits angefangenen Standsicherheitsberechnungen der Polderdeiche nicht abgeschlossen werden. Auf eine Aussage, inwiefern die Polderdeiche einem Wasserstand über diese vorgegebene Grenze standhalten würden, musste daher leider verzichtet werden (s. auch Band 3).

**Standsicherheit der Deiche**

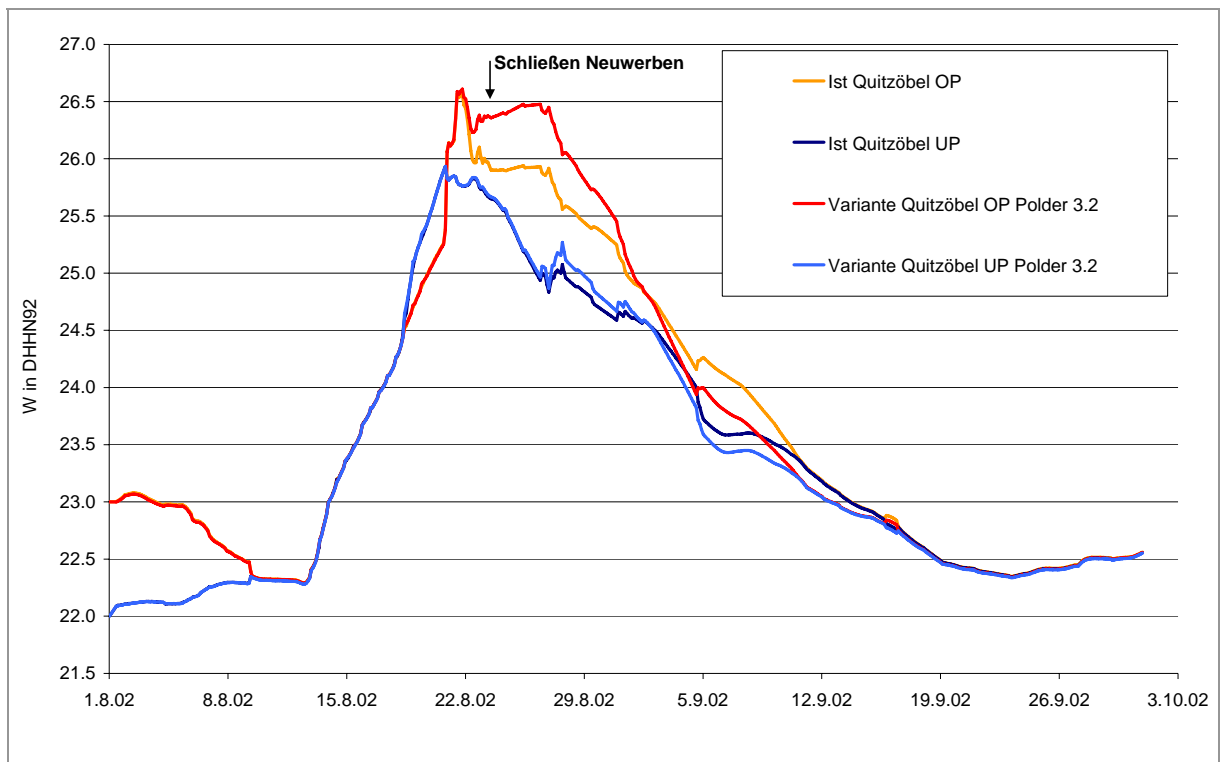


Abbildung 5-27: Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, Wasserstände in Quitzöbel beim alleinigen Öffnen von Polder 3.2

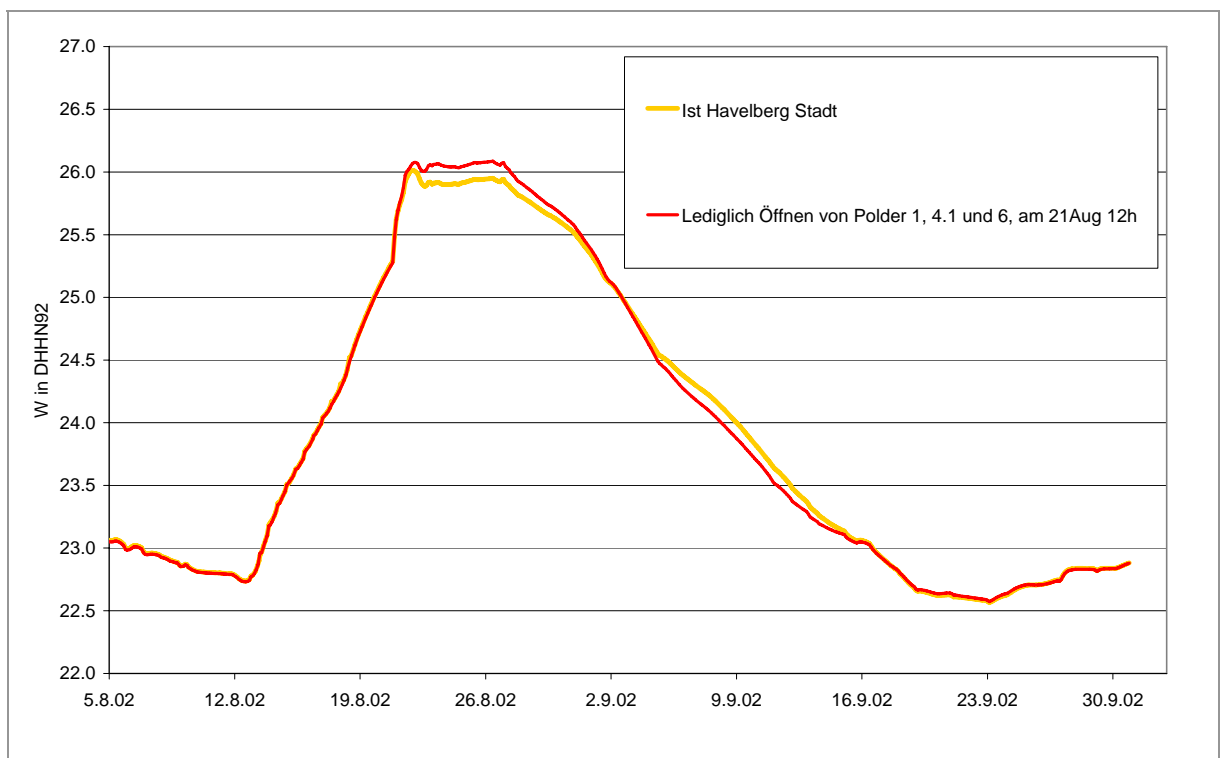


Abbildung 5-28: Ergebnisse der Analyse der Komponente Polderöffnung, Wasserstände in Havelberg-Stadt beim Öffnen der Polder 1, 4.1 und 6

### 5.2.1.3 Untersuchungen zu unterschiedlichen Breiten der Deichbreschen

Neben den Untersuchungen, welche Polder am günstigsten geöffnet werden sollten, wurden auch Varianten analysiert, die eine angepasste Breite der Deichbreschen beinhalten. Es wurde untersucht, ob generell auf die Deichbreschen verzichtet hätte werden können, ob die Deichbreschen nur  $\frac{1}{4}$  so breit hätten zu sein brauchen und was es gebracht hätte, falls die Deichlücken doppelt so breit gewesen wären. Die Ergebnisse für Havelberg-Stadt sind in Abbildung 5-29 dargestellt. Ohne Deichbreschen wäre der Wasserspiegel in Havelberg-Stadt um 31 cm bis auf 26,32 m DHHN92 angestiegen. Auch das ist eindeutig niedriger, als der in der WbVor angegebene maximale Wasserstand von 26,45 m DHHN92. Dementsprechend hätte prinzipiell auf das Sprengen und Schlitzen der Deiche verzichtet werden können – die Standsicherheit der Deiche vorausgesetzt. Durch das Nicht-Öffnen der Deiche würden die Polder Kümmernitz, Vehlgest und Twerl nicht (keine nennenswerte Bauwerke) und Polder Warnau nur teilweise (durch die begrenzte Kapazität des Freiauslasses am Schöpfwerk Warnau) geflutet werden. Deren Deiche wären dann stärker belastet worden. Für die über die vorhandenen Bauwerke gefluteten Polder Havelberg, Schafhorst und Flöthgraben hätte das Verzichten auf Deichlücken keinen beziehungsweise einen geringeren Einfluss gehabt.

Das Ändern der Deichbreschenbreiten hätte geringere Auswirkungen gehabt. Wären alle Deichlücken nur  $\frac{1}{4}$  so breit gewesen, wären die maximalen Wasserstände in Havelberg zwar angestiegen, der Anstieg wäre jedoch auf nur 8 cm begrenzt gewesen. Bei einer doppelten Breite der Deichbreschen wäre im Vergleich zum Ist-Zustand eine Reduzierung der Wasserstände in Havelberg kaum wahrnehmbar gewesen (ca. 1 cm). Breitere Deichbreschen sind demnach für die Reduzierung des Havelanstiegs nicht sinnvoll. Das Vorgehen in 2002 war offensichtlich richtig.

**Breite der Deichbreschen war richtig**

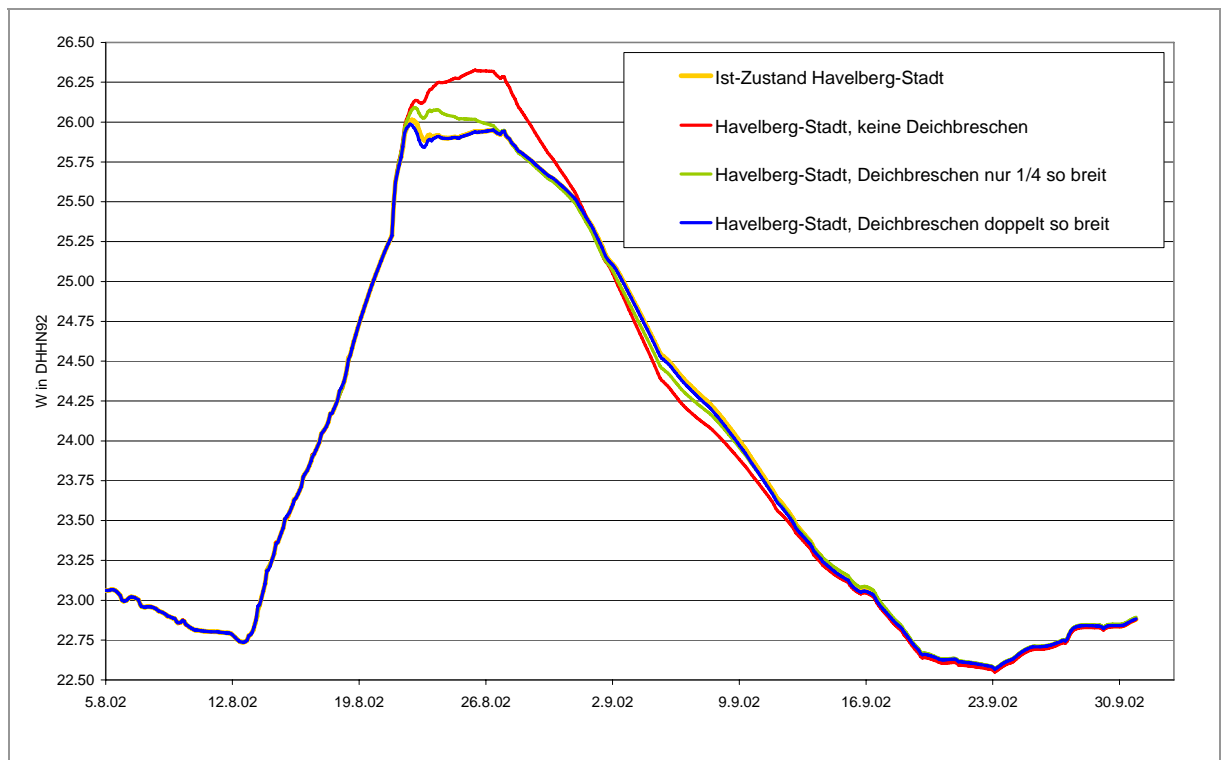


Abbildung 5-29: Auswirkung der Breiten der Deichbresche auf die Wasserstände in Havelberg-Stadt

In Abbildung 5-30 sind die Wasserstände im Polder Twerl für die drei genannten Varianten dargestellt. Die rote Kurve zeigt, dass der Polder ohne Deichlücken nur mit Grundwasser und deshalb nur geringfügig gefüllt wird. Ab dem 10. September wurde angenommen, dass das Siel Twerldeich wie auch der Freiauslass am Schöpfwerk Twerl geöffnet werden, um den Polder zu entleeren. Auch hier ist der geringe Unterschied zwischen Ist-Zustand und der Variante mit doppelter Breite der Deichbresche deutlich zu erkennen. Bei einer nur ¼ so breiten Deichlücke ist aber schon ein deutlicher Unterschied zu beobachten. Der Polder füllt und entleert sich eindeutig langsamer. Auch für diese Varianten gilt, dass sie für die Elbbepegel im Vergleich zum Ist-Zustand keinen messbaren Unterschied bedeuten.

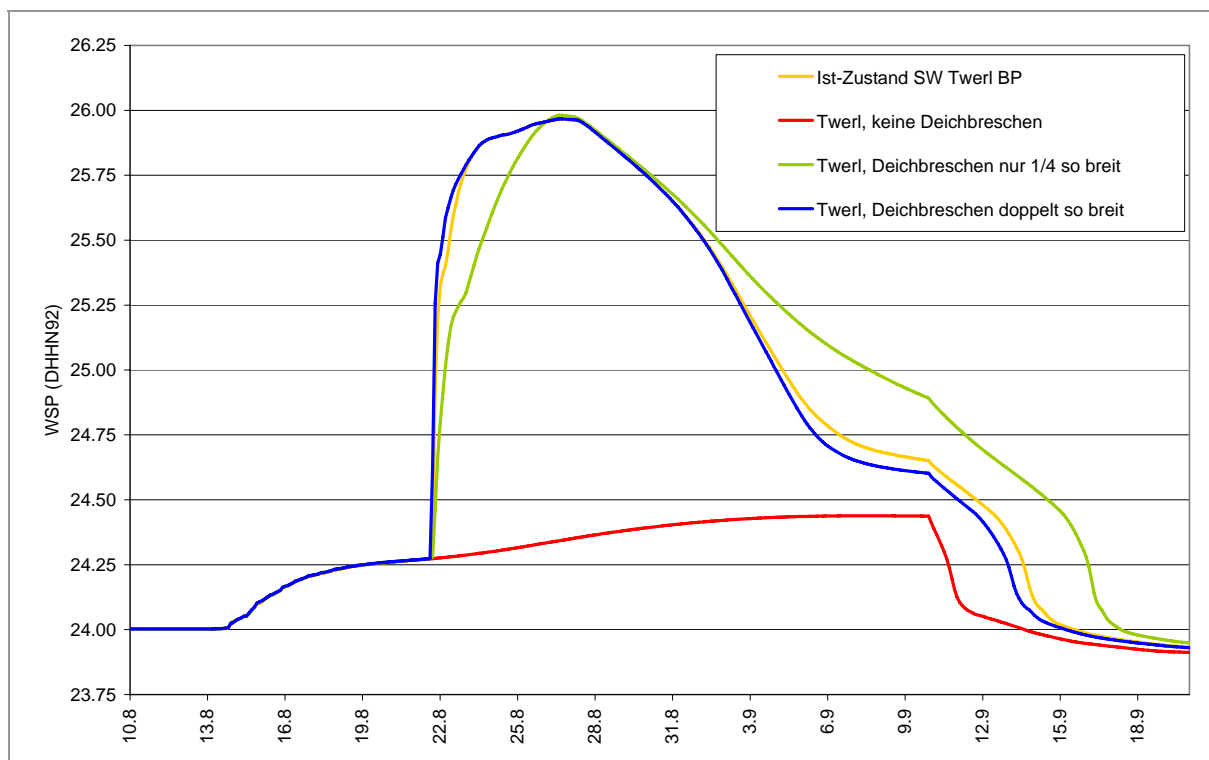


Abbildung 5-30: Auswirkung der Deichbreschenbreite auf die Wasserstände in Polder Twerl

### 5.2.1.4 Variation der Öffnungszeiten

Hier wurde untersucht, inwieweit das Ändern der Öffnungszeiten der Polder Einfluss auf die Wasserstände, beziehungsweise die Kappung gehabt hätte.

Nicht dargestellt ist eine Variante, wobei alle Polder am 21. August um 12:00 geöffnet wurden. Diese Öffnungszeit war seitens des Beraterstabes während des Hochwassers vorgeschlagen worden. Dass die tatsächlichen Öffnungszeiten im Jahr 2002 hiermit nicht übereinstimmten, hatte verschiedene Gründe, die bereits in Abschnitt 3.3 diskutiert wurden, meistens jedoch mit Organisationsproblemen zusammenhängen. Es hat sich aber bei dieser Variante gezeigt, dass die Havelwasserstände so gut wie gar nicht von der im Vergleich zum Vorschlag des Beraterstabes verspäteten Öffnung beeinflusst wurden. Die Variante „21. August 12:00“ ist demnach identisch mit dem Ist-Zustand.

**Die Verzögerung der Polderöffnung war nicht relevant**

Weiter wurde untersucht, ob eine optimale Verteilung über die unterschiedlichen Polder gefunden werden könnte. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Polder,

die nah am oberen (Neuwerben) und unteren Rand des Modells (Albertsheim) gelegen sind, zuerst geöffnet werden müssten. Die weiteren Polder wurden dann jeweils um eine bestimmte Zeitspanne verschoben in Richtung Zentrum des Modells geöffnet. Es wurden zwei Simulationen durchgeführt. Deren Öffnungszeiten sind in der nächsten Abbildung dargestellt.

**Geringe Unterschiede durch zeitliche Verschiebung**

Das Ergebnis wird beispielhaft für den Pegel Garz UP in Abbildung 5-32 gezeigt. Die Unterschiede zwischen den beiden Varianten und auch der Unterschied zwischen jeder einzelnen Variante und dem Ist-Zustand sind recht gering. Beim Versuch 1, wobei das Öffnen über einen langen Zeitraum verteilt wurde, sind die Wasserstände zwischen Havelberg und Garz bei der Variante sogar höher als im Ist-Zustand. Der Versuch 1 hat wegen der langen Zeitspanne von 4 Tagen zwischen dem Öffnen von Polder Schafhorst und Flöthgraben außerdem dazu geführt, dass beim Öffnen von Flöthgraben große Wassermengen aus dem Polder Schafhorst in die Neue Dosse geflossen sind, um dann in den Polder Flöthgraben geleitet zu werden. Es sollte demnach versucht werden, die beiden Polder möglichst zeitnah zu öffnen. Dies wurde beim Versuch 2 berücksichtigt.

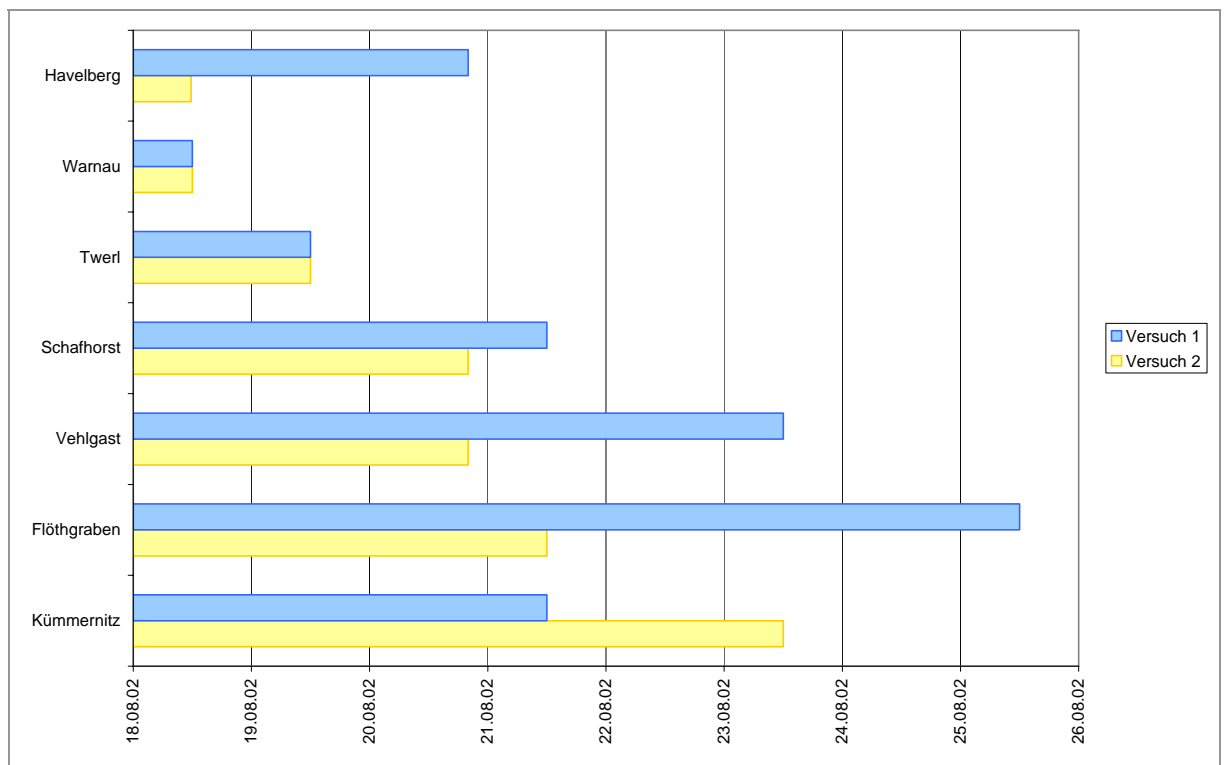


Abbildung 5-31: Untersuchte Öffnungszeiten der Polder



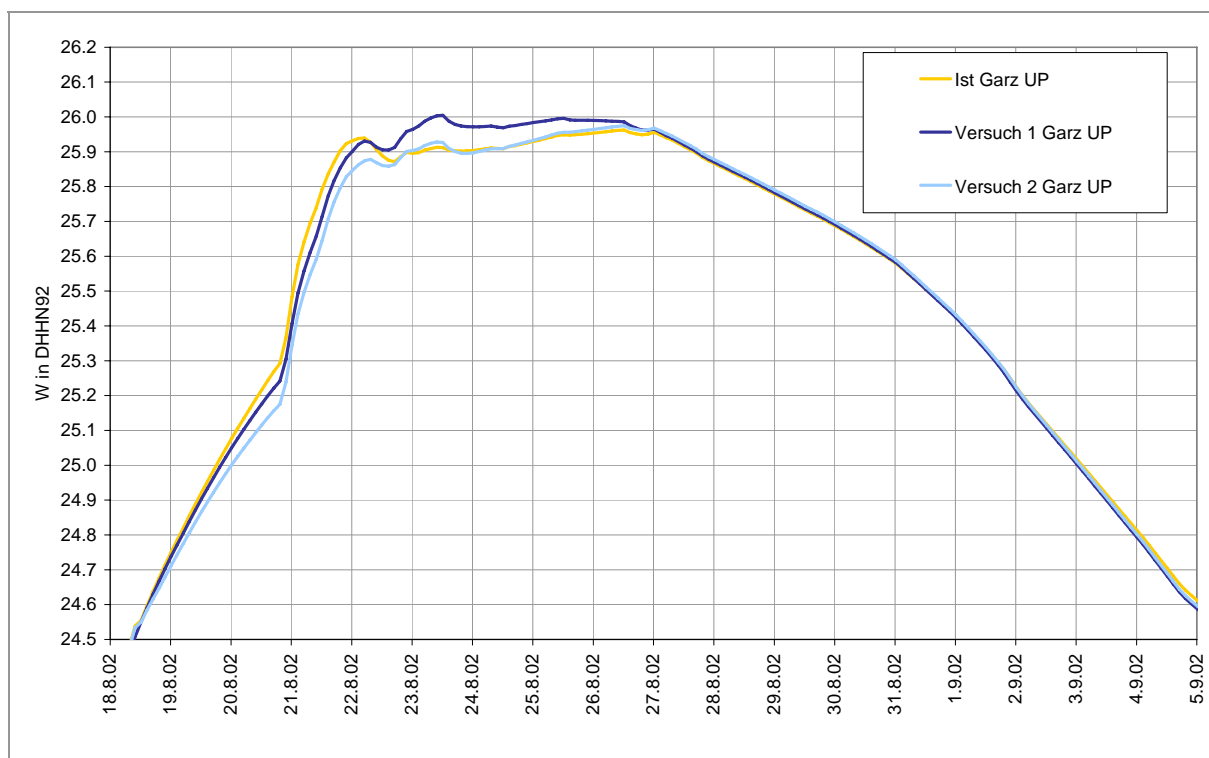


Abbildung 5-32: Auswirkung der verschiedenen Öffnungszeiten auf den Pegel Garz UP

In Abbildung 5-32 ist außerdem ersichtlich, dass durch das frühe Öffnen von Polder Havelberg (bereits am 18. August) die Wasserstände um den 22. August im Vergleich zum Ist-Zustand deutlich abgesunken sind. Am Pegel Havelberg führt dies am 21. August um 22:00 und am Pegel Quitzöbel am 21. August um 12:00 zu einer Absenkung von 6 cm. Infolgedessen kam es bei dieser Variante zu einer, jedoch recht geringen, Zunahme der Abflussmenge über das Wehr Neuwerben. Statt 75 Mio. m<sup>3</sup> wurden bei dieser Variante insgesamt 77 Mio. m<sup>3</sup> über das Wehr geleitet.

Insbesondere die Reduzierung der früh eintretenden Spitze (21. August um 22:00) in Havelberg-Stadt, die bei gleichbleibender Kappung noch weiter reduziert werden würde, führte zu der Überlegung, ob es nicht sinnvoll wäre, alle Polder bereits beim Schließen vom Wehr Quitzöbel zu öffnen. Dies führt automatisch zu niedrigeren Wasserständen im unteren Havelbereich gleich zu Beginn der Kappung, wodurch die Kappungsmengen schneller weitergeleitet werden können und sich zwischen Quitzöbel und Havelberg-Stadt nicht eine so ausgeprägte Spitze entwickelt. Bei der nächsten Variante werden also alle Polder gleichzeitig am 18. August um 12:00 geöffnet. Die Ergebnisse sind zusammen mit den bereits erwähnten Ergebnissen der Variante „Versuch 2“ in der nächsten Abbildung 5-33 für Quitzöbel OP Havelberg-Stadt dargestellt. In der gleichen Abbildung sind auch die Durchflüsse an der Deichbresche Schafhorst wiedergegeben.

Die Ergebnisse an der Deichbresche Schafhorst zeigen, dass die Durchflussraten erst dann richtig ansteigen, wenn das Wehr Neuwerben geöffnet wird (20. August 20:00). Zu diesem Zeitpunkt war auch die Mehrzahl der Polder bei der Variante „Versuch 2“ bereits oder gerade erst geöffnet (s. Abbildung 5-31).

Obwohl die Unterschiede zwischen der Variante „Versuch 2“ und der Variante „18. August 12:00“ nur gering sind, zeigt sich auch bei der letzte Variante, dass das frühere Öffnen der Polder vorteilhaft für die Entwicklung der Wasserstände in Havelberg und Quitzöbel gewesen wäre.

**Frühes Öffnen der Polder ist vorteilhaft**

Es wird daher auf jeden Fall empfohlen, die Polder spätestens dann zu öffnen, wenn das Wehr Neuwerben geöffnet wird. Für die maximalen Wasserstände in Havelberg-Stadt wäre ein früheres Öffnen der Polder wünschenswert. Außerdem werden die Polder bei einer früheren Öffnung gleichmäßiger belastet und es treten dementsprechend geringere Erosionsschäden in unmittelbarer Nähe der Deichlücke auf. Da zum Zeitpunkt des Kenterns der Strömung in Quitzöbel und damit der Schließung des Wehres i.d.R. noch keine Entscheidung zur Scheitelkappung und Polderflutung getroffen wird, sind dem aber Grenzen gesetzt. Die beim Hochwasser 2002 eingetretene Verspätung der Polderöffnung über den Zeitpunkt der Öffnung des Wehres Neuwerben hinaus sollte zukünftig aber in jedem Fall vermieden werden.

Den nachfolgend dargestellten Untersuchungen (allen Varianten) wurden dennoch die Optimalvariante zugrunde gelegt – Flutung der Polder mit Schließung des Wehres Quitzöbel.

Nicht untersucht wurde die Frage, ob eine bestimmte Wasserstands-differenz zum Freispülen der Deichbreschen (bei Sprengung) erforderlich ist. Hierfür fehlten die notwendige Baugrunduntersuchungen, sowie auch genauere Daten bezüglich des Ablaufs der Sprengungen.

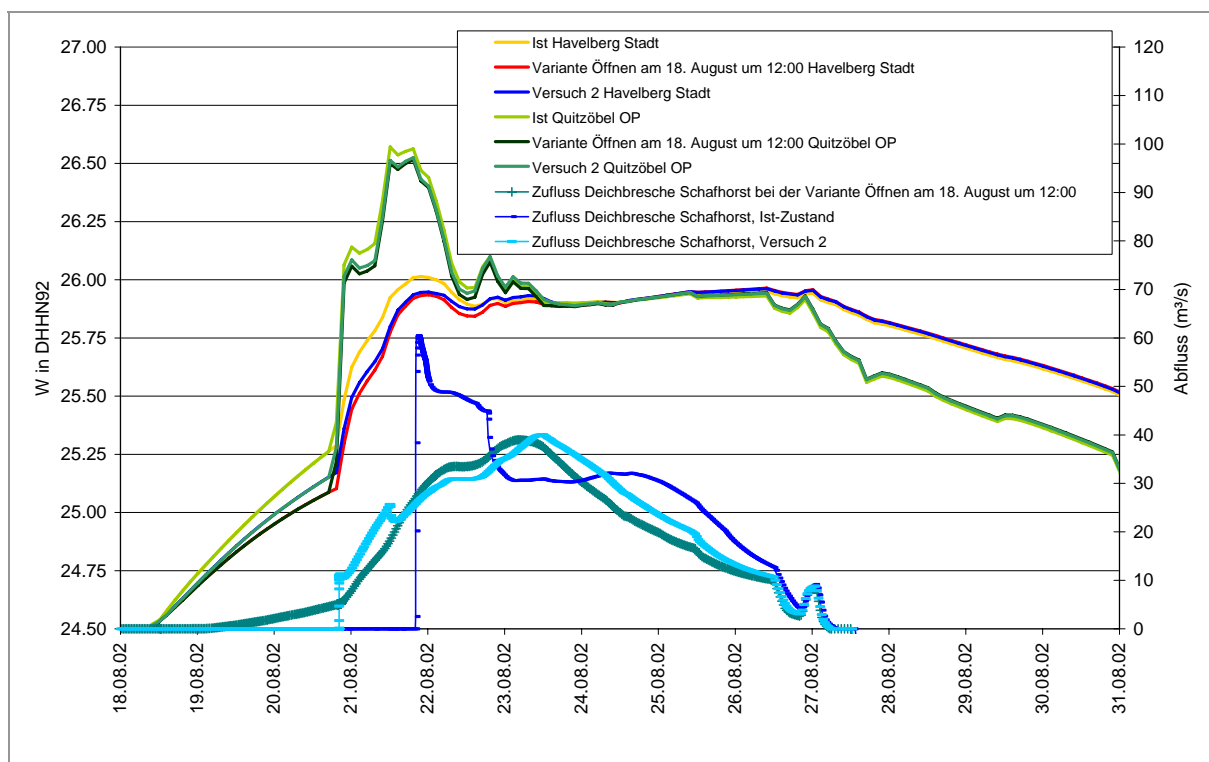


Abbildung 5-33: Auswirkung der verschiedenen Öffnungszeiten auf die Pegel Quitzöbel OP und Havelberg-Stadt und die Durchflussraten an der Deichbresche Schafhorst

## 5.2.2 Komponente Zufluss Albertsheim

### 5.2.2.1 Einfluss der durchgeführten Rückhaltungsmaßnahmen im Oberlauf der Havel und Spree

Wie in Abschnitt 4.1.1 bereits diskutiert wurde, wurden während des Hochwassers 2002 Maßnahmen zum Rückhalt von Wasser in den Stauhaltungen des Havel-Spree-Gebietes durchgeführt. In Abbildung 5-34 ist zu erkennen, dass dadurch der Zufluss in Albertsheim bis auf ca. 28 m<sup>3</sup>/s reduziert werden konnte. Es war zu untersuchen,

inwieweit dieser Rückhalt zur Reduzierung der Havelwasserstände beigetragen hat. Genaue Angaben über den wahrscheinlich aufgetretenen Abfluss ohne Maßnahmen lagen nicht vor. Daher wurde zwischen dem 20. und 25. August ein linearer Rückgang des Durchflusses angenommen (s. Abbildung 5-34).

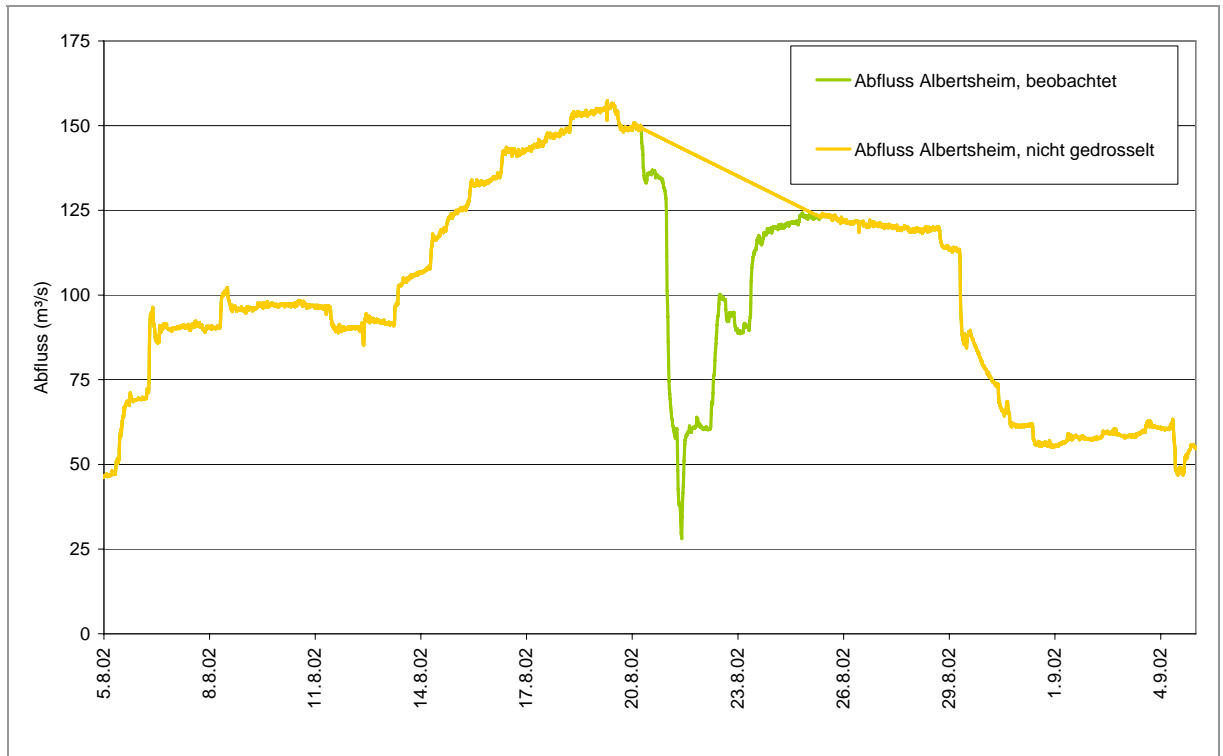


Abbildung 5-34: Annahme für den nicht gedrosselten Abfluss in Albertsheim

**Drosselung  
hatte geringen  
Einfluss**

In den nächsten Abbildungen sind die Ergebnisse für die Pegel Havelberg und Grütz dargestellt. Obwohl der Zufluss der Havel während der Flutung im Vergleich zum Ist-Zustand eindeutig zugenommen hat, steigen die Wasserstände in Havelberg-Stadt nur um 5 cm in der Spitze an. Flussaufwärts nimmt der Unterschied jedoch zu. In Grütz UP sind dies maximal etwa 15 cm, in Grütz OP sogar bereits 25 cm. Später sinken die Wasserstände in Grütz OP jedoch unter den des Ist-Zustandes. Dies liegt daran, dass bei dieser Variante versucht wurde, den für Pegel Havelberg-Stadt ungünstigsten Einfluss des ungedrosselten Abflusses zu ermitteln. Um zu verhindern, dass der größte Anteil des zusätzlichen Zuflusses oberhalb des Wehres Grütz gespeichert wird, wurde das Wehr Grütz bis zum 29. August offen gehalten. Ohne das Öffnen von Wehr Grütz hätten die Auswirkungen auf Havelberg statt 5 nur noch 4 cm ausgemacht.

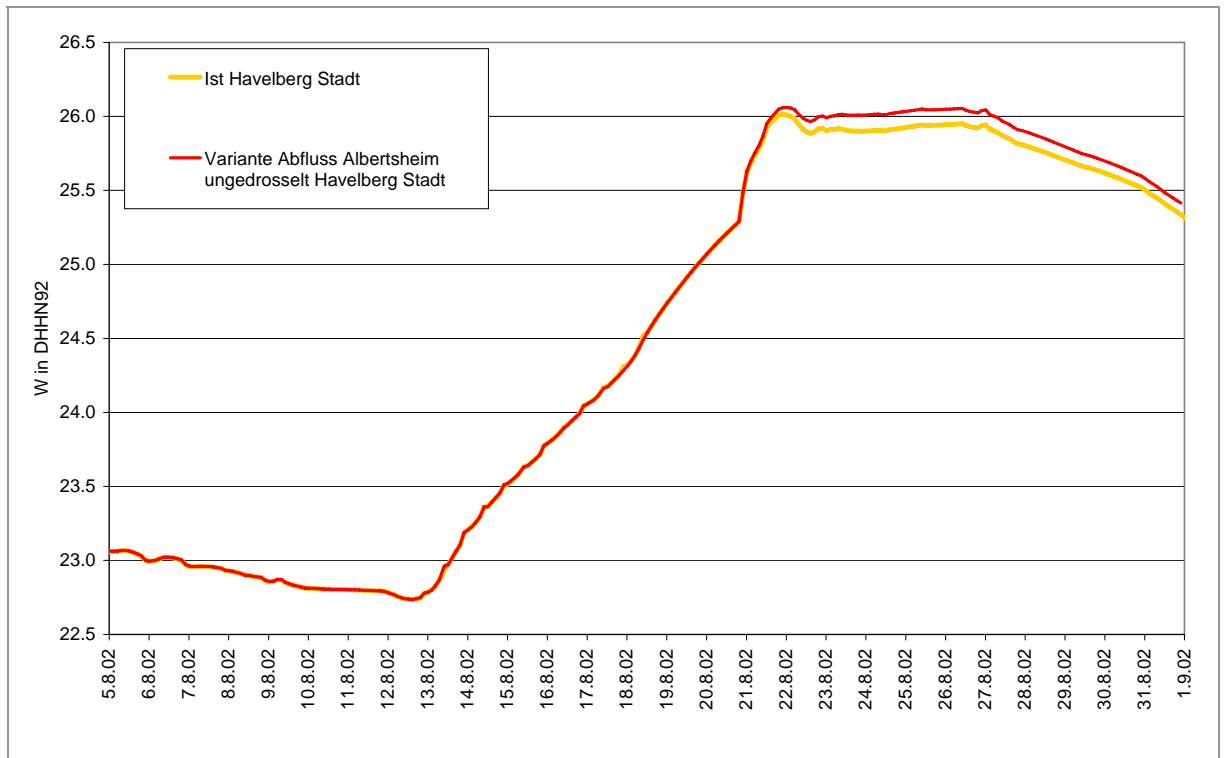


Abbildung 5-35: Einfluss des nicht gedrosselten Havelzuflusses auf den Pegel Havelberg-Stadt

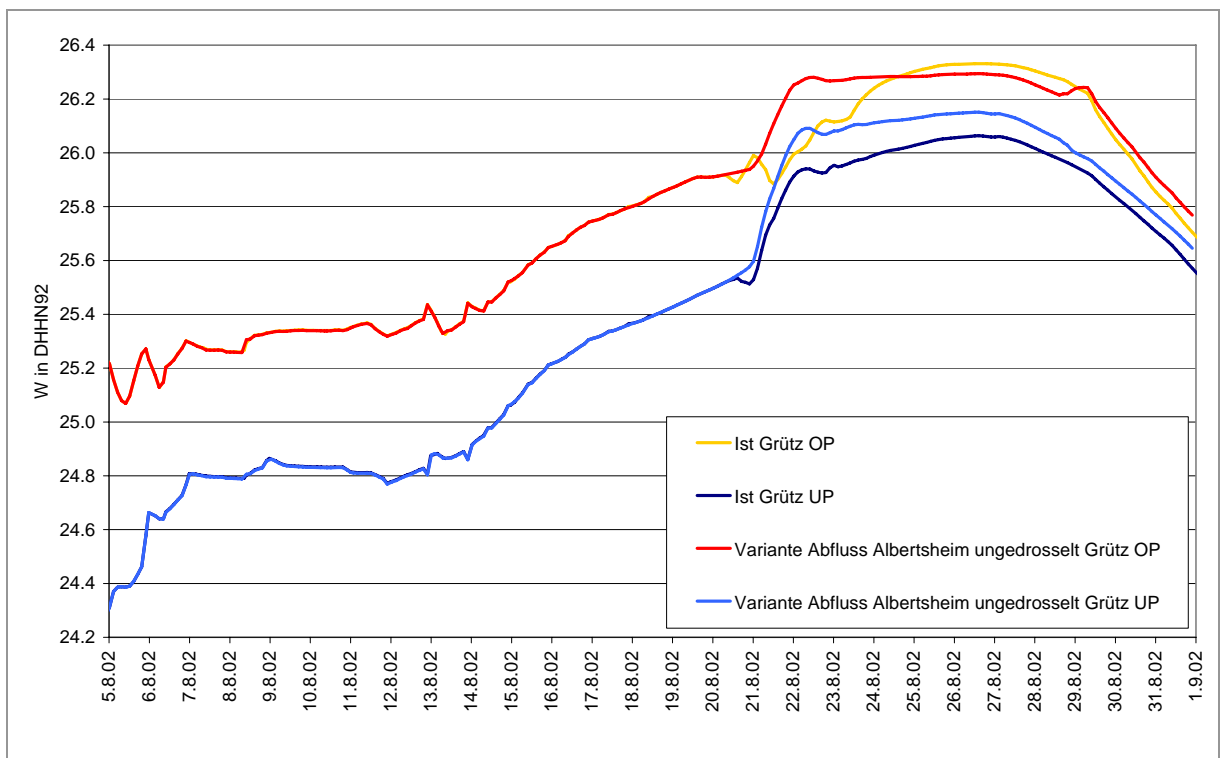


Abbildung 5-36: Einfluss des nicht gedrosselten Havelzuflusses auf den Pegel Grütz

### 5.2.2.2 Optimierung des Wasserrückhaltes im Oberlauf der Havel und Spree

Eine weitere Optimierung der Drosselung hätte darin bestehen können, mit den Rückhaltemaßnahmen bereits am 17. August zu beginnen, die Drosselung bis zum 27. August zu verlängern und zusätzlich mehr Wasser zurückzuhalten (s. Abbildung 5-37).

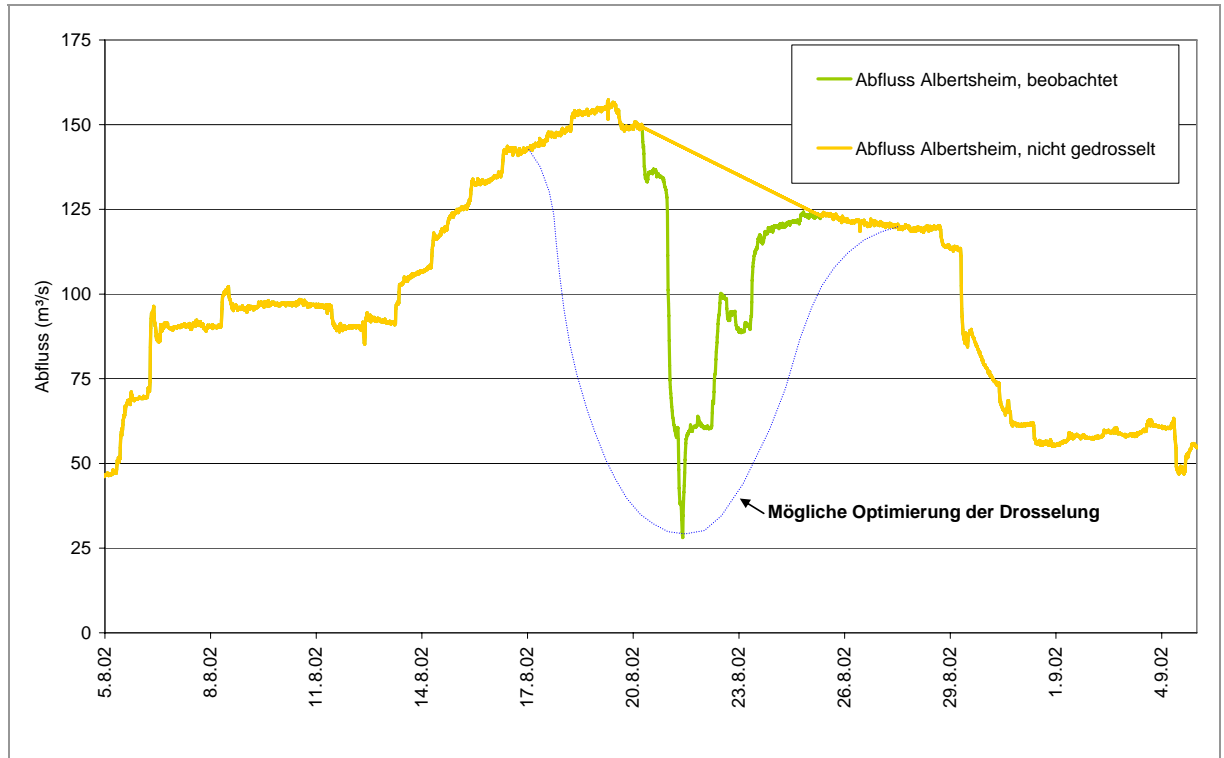


Abbildung 5-37: Mögliche Optimierung der Drosselung

**Extremer Rückhalt wäre vorteilhaft gewesen**

Die Ergebnisse dieser möglichen Drosselung sind in Abbildung 5-38 für den Pegel Havelberg-Stadt und in Abbildung 5-39 für den Pegeln Garz dargestellt. In Havelberg-Stadt würde der maximale Wasserspiegel im Vergleich zum Ist-Zustand um 18 cm auf 25,83 m DHHN92 sinken. Aus Abbildung 5-39 wird ersichtlich, dass die erhöhte Drosselung oberhalb von Garz sogar ab dem 18. August zu einem sinkenden Wasserspiegel geführt hätte. An den Pegeln Grütz (bis 90 cm Absenkung) und Albertsheim (bis 105 cm Absenkung), die jedoch nicht dargestellt sind, ist dies noch deutlicher. Damit würde für die Flutung 2002 erheblich mehr Speichervolumen zur Verfügung gestanden haben, als dies tatsächlich der Fall gewesen ist.

**Maximal möglicher Rückhalt ist unbekannt**

Es ist jedoch unklar, inwieweit die bei dieser Variante doch recht hoch angesetzte Drosselung im Oberlauf der Havel-Spree tatsächlich möglich gewesen wäre. In Abbildung 2-1 ist erkennbar, dass bereits am 13. August recht gute Durchflüsse für Wittenberge vorhergesagt waren. Dementsprechend hätte mit der Drosselung früher angefangen werden können. Da die beobachteten Abflüsse jedoch bereits ab dem 22. August wieder stark steigen, ist anzunehmen, dass das Maximum des Rückhaltevolumens in 2002 bereits ausgeschöpft wurde. Deswegen wird bei der kombinierten Optimierung in Abschnitt 0 auf die Berücksichtigung der optimierten Drosselung verzichtet und immer von dem beobachteten Zufluss ausgegangen.

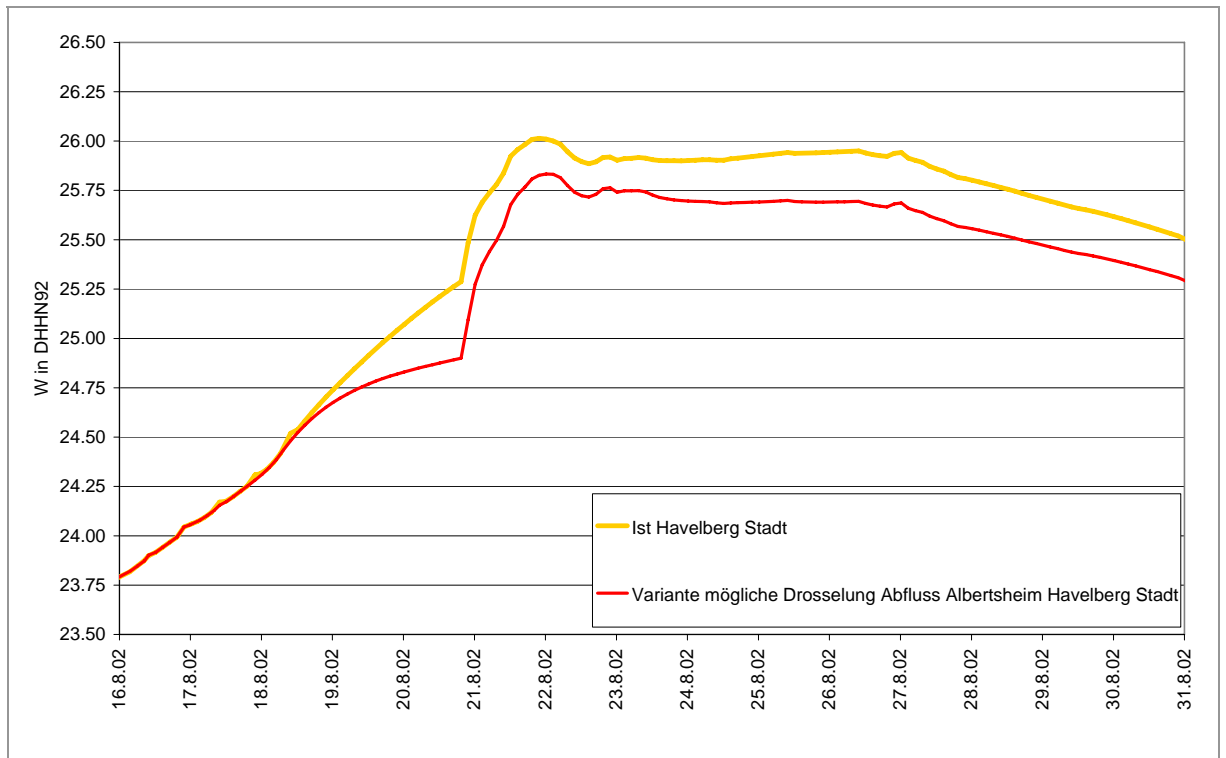


Abbildung 5-38: Ergebnisse der Variante mögliche Optimierung der Drosselung, Pegel Havelberg-Stadt

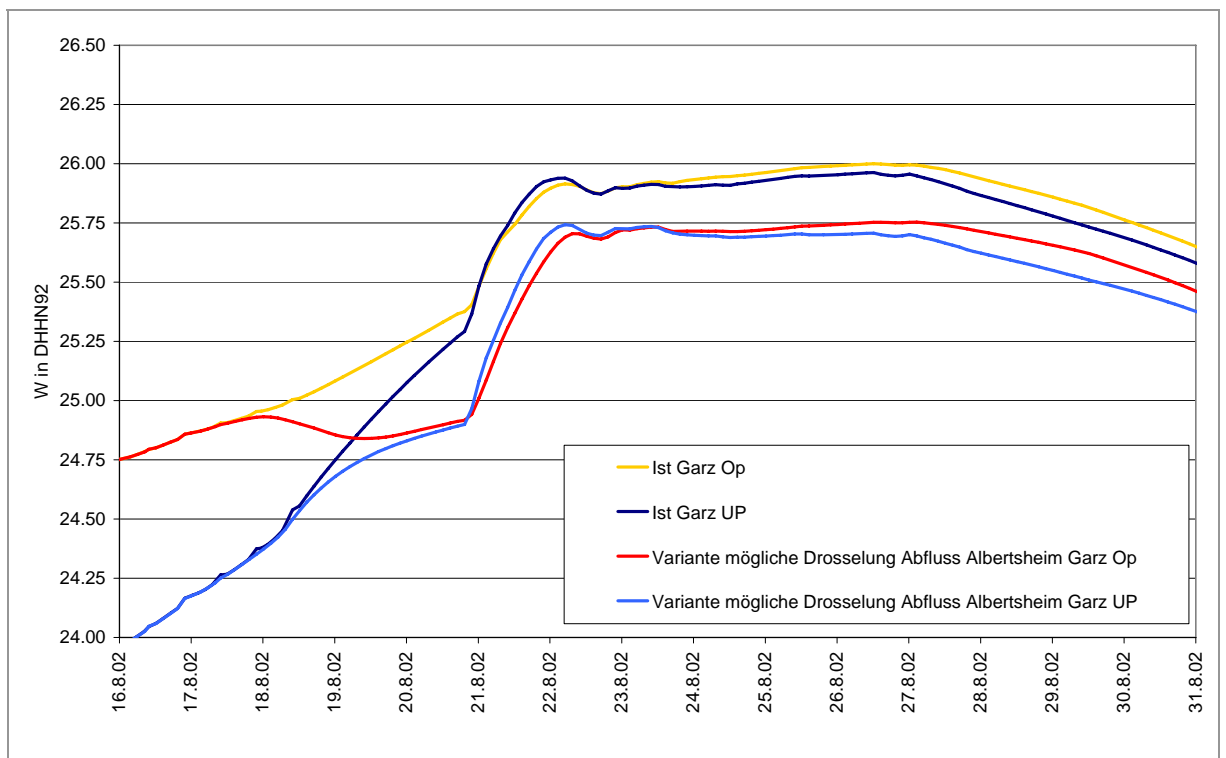


Abbildung 5-39: Ergebnisse der Variante mögliche Optimierung der Drosselung, Pegel Garz

### 5.2.3 Komponente Wehr Quitzöbel

Öffnung von  
Quitzöbel wird  
später behan-  
delt

In diesem Abschnitt wird nicht untersucht, wie das zur Entlastung der Havel erforderliche Öffnen des Wehres am Ende der Flutung optimiert werden kann. Der WbVor ist zu entnehmen, dass das Öffnen des Wehres erst 3 Stunden, nachdem das Wehr Neuwerben geschlossen wurde, erfolgen darf. Alle Berechnungen der in Band 3 (Los 3) dargestellten Szenarioberechnungen bestätigen dies. Wegen der Gefahr, dass an der Baustelle am Wehr Gnevsdorf Schäden entstehen könnten, wurde der Durchfluss des Wehres Quitzöbel beim HW2002 gedrosselt. Es war nicht Bestandteil dieses Projektes zu untersuchen, welche Schäden bei einer eventuell geringeren Drosselung entstanden wären.

Die Drosselung hat jedoch offensichtlich dazu beigetragen, dass einerseits die Wasserstände der Havel nicht schnell genug sinken konnten, wodurch die Polder zu lange geflutet waren, infolgedessen erhebliche ökologische Schäden entstanden sind, andererseits die Elbepegel schneller gesunken sind als unbedingt notwendig war.

Die Optimierung der Entleerung wurde erst nach der eigentlichen Optimierung untersucht. Daher wird sie erst am Ende des Abschnitts 0, das der kombinierten Optimierung gewidmet ist, im Detail besprochen. Zusätzlich sind bei den Analysen der Szenarien in Los 3 (s. Band 3) Untersuchungen zur optimalen Drosselung durchgeführt worden.

#### 5.2.3.1 Beurteilung der Schließung des Wehres Quitzöbel

Zeitpunkt der  
Schließung  
Quitzöbel war  
perfekt

Nach der WbVor soll das Wehr Quitzöbel geschlossen werden, wenn sich die Strömungsrichtung am Wehr Gnevsdorf infolge der ansteigenden Elbewasserstände umkehrt und Wasser in den Gnevsdorfer Vorfluter hineinströmt. Es wurde untersucht, inwieweit das frühere oder spätere Schließen eine Auswirkung auf die Havelwasserstände gehabt hätte. Es hat sich hierbei gezeigt, dass die Vorgabe des WbVor völlig richtig ist. Sowohl das frühere als auch das spätere Schließen des Wehres würde zu höheren Wasserständen in der Havel geführt haben. Auf die grafische Darstellung der Ergebnisse wird hier verzichtet.

Am Rande dieser Untersuchungen wurde untersucht, inwieweit es vorteilhaft wäre, den Gnevsdorfer Vorfluter als Speicher für die Flutung mit zu nutzen. Hintergrund sind die hohen Wasserstände der Havel zwischen Quitzöbel und Havelberg zu Beginn der Flutung. Die Kappungsmengen stauen sich in diesem Bereich zuerst auf, um sich dann langsam im weiteren Verlauf der Havel zu verteilen. Wenn in unmittelbarer Nähe des Wehres Neuwerben ein zusätzliches Speichervolumen zur Verfügung stehen würde, könnten die Wasserstände in diesem Bereich zu Beginn der Flut erheblich sinken. Es ist klar, dass dies eine rein fiktive Variante ist, da in diesem Fall das Wehr Gnevsdorf komplett umgebaut werden müsste, um die hohen Wasserstände kehren zu können. Es hat sich aber aufgrund des doch relativ geringen Speichervolumens des Vorfluters gezeigt, dass die Wasserstände in Quitzöbel (2 cm) und Havelberg (1 cm) durch diese Maßnahme nur wenig gesenkt werden können.

#### 5.2.3.2 Extreme Varianten

Seitens des Auftraggebers wurde außerdem angeregt zu untersuchen, welche Effekte extreme Varianten gehabt hätten, bei denen die Anbindung der Havel an die Elbe nicht unterbrochen wird und unkontrolliert verläuft. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten:

- Das Wehr Quitzöbel bleibt durchgehend geöffnet, das Wehr Neuwerben durchgehend geschlossen (Variante z2),

- Das Wehr Neuwerben bleibt durchgehend geöffnet, das Wehr Quitzöbel durchgehend geschlossen (Variante z3).

In der nächsten Abbildung sind die Ergebnisse der beiden Varianten z2 und z3 für das HW2002 im Vergleich zum Ist-Zustand am Pegel Havelberg-Stadt dargestellt.

**Permanentes Öffnen Quitzöbel wäre möglich gewesen**

Wenn lediglich das Wehr Quitzöbel geöffnet worden wäre (und zwar ab 10. August komplett), würde der Wasserspiegel in Havelberg sogar unterhalb dem des Ist-Zustandes bleiben (ca. 25,83 m DHHN92) und die Polder wären viel schneller wieder entleert worden. Statt des im Ist-Zustand am 26. August um 22:00 aufgetretenen Maximums des Havelspeichervolumens von 190 Mio. m<sup>3</sup> würden bei dieser Variante nur maximal etwa 150 Mio. m<sup>3</sup> gespeichert werden. Dieses Maximum würde bereits für den 24. August um 10:00 erreicht werden. Dadurch hätten die Polder um durchschnittlich 3 bis 4 Tage früher geleert sein können. Allerdings wird aus Abbildung 5-41 deutlich, dass dabei die Wasserstände in Wittenberge nur auf etwa die Hälfte gekappt werden.

Diese Berechnungen wurden noch auf Basis der alten Abflusstafel Tangermünde (s. Abschnitt 5.1) durchgeführt. Die in Abbildung 5-41 dargestellte Kappung im Ist-Zustand beträgt daher noch ca. 31 cm. In Abschnitt 5.1 wurde erläutert, dass die tatsächliche Kappung auf Basis der neuen Abflusstafel auf 20 cm abzuschätzen ist. Die extremen Varianten wurden nicht mit der neuen Abflusstafel gerechnet. Die Quantifizierung der tatsächlich zu erwartenden Kappung bei diesen Varianten kann daher nur grob abgeschätzt werden. Bei einer im Vergleich zum Ist-Zustand um 50 % reduzierten Kappung würde die zu erwartende ökologische Kappung der Variante z2 ca. 10 cm betragen. Ausgehend von einem nicht gekappten maximalen Wasserstand in Wittenberge von 9 cm über BHW (s. Abschnitt 5.1) würde dies bedeuten, dass der bei durchgehender Öffnung des Wehres Quitzöbel gekappte maximale Wasserstand des HW2002 in Wittenberge gerade noch unterhalb BHW geblieben wäre. Bei Ereignissen, die höhere Abflüsse in der Elbe aufweisen, würde der Wasserstand in Wittenberge schnell über BHW steigen. Für die Szenarienberechnungen in Band 3 (Los 3) ist die permanente Flutung über das Wehr Quitzöbel daher keine realistische Option und wird nicht weiter betrachtet.

**Permanentes Öffnen Neuwerben nicht sinnvoll**

Wenn lediglich das Wehr Neuwerben komplett geöffnet wird, steigen die Wasserstände in Havelberg deutlich über 27 m DHHN92 an. Sogar, wenn nur eines der drei Tore geöffnet ist, steigen die Werte noch über 27 m DHHN92. Das Wehr Neuwerben ist von der Kapazität her zwar nicht größer als Quitzöbel, die Außenwasserstände sind am erstgenannten Wehr jedoch um etwa 2 m höher. Das führt zu viel höheren Zuflussraten. Auch wenn das eine Tor durchgehend nur halb geöffnet wird, steigen die Wasserstände mit 26,79 deutlich über den kritischen Wert von 26,45 m DHHN92. Durch den hohen Außenwasserspiegel sinken die Wasserstände der Havel auch viel langsamer. Falls das eine Tor halb geöffnet wird, lägen die Wasserstände am 30. September immer noch über 25 m DHHN92. Damit wären die Polder noch viel länger geflutet als sie bereits im Ist-Zustand geflutet wurden. Dass die Wasserstände der Havel im Anlauf der Welle schneller ansteigen als sie später wieder absinken, ist mit den zusätzlichen Haveleigenwasserzuflüssen zu erklären. Im Anlauf der Welle verstärken sie den Havelanstieg und beim Entleeren führen die gleichen Zuflüsse zu einer Verzögerung der Entlastung. Durch die höheren Außenwasserstände und damit geringeren Ausflussraten ist dies bei der Variante z3 viel ausgeprägter als bei der Variante z2. Falls das eine Tor nur wenig geöffnet wird, steigt der Wasserstand in Havelberg zwar erst nur auf 26,40 m DHHN92 an (erste Spitze), die Haveleigenwasserzuflüsse sind aber beim Leerlaufen im Vergleich zu den Ausflussraten des Wehres so hoch, dass der Wasserstand bis zum 15. September noch weiter bis auf 26,60 m ansteigt, um dann später kaum noch abzusinken.

In Abbildung 5-41 ist zu erkennen, dass, wenn nur ein Tor halb geöffnet wird, die erzielte Kappung in der Spitze gut mit der Variante z2 zu vergleichen ist. Die Wasserstände in der Havel sind jedoch viel zu hoch. Die Ergebnisse zeigen also, dass



eine permanente Flutung über das Wehr Neuwerben aufgrund der hohen Außenwasserstände nicht sinnvoll ist.

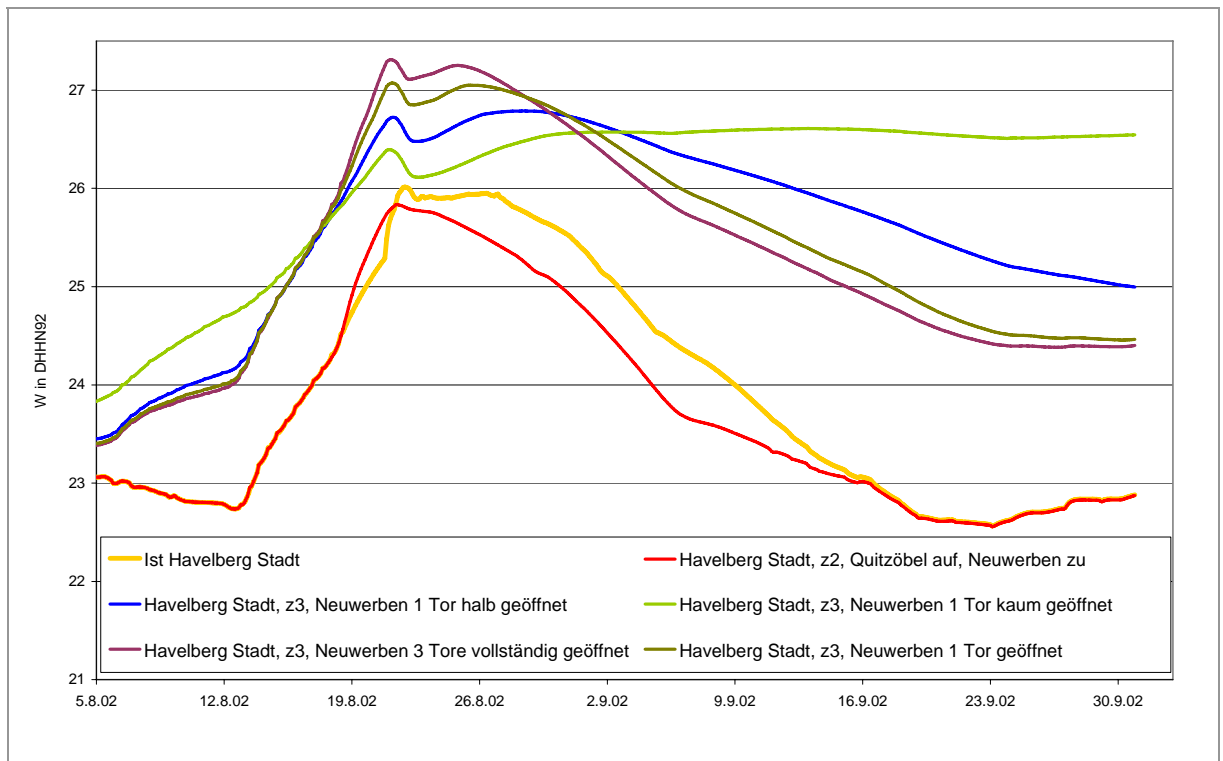


Abbildung 5-40: Ergebnisse der extremen Varianten am Pegel Havelberg-Stadt

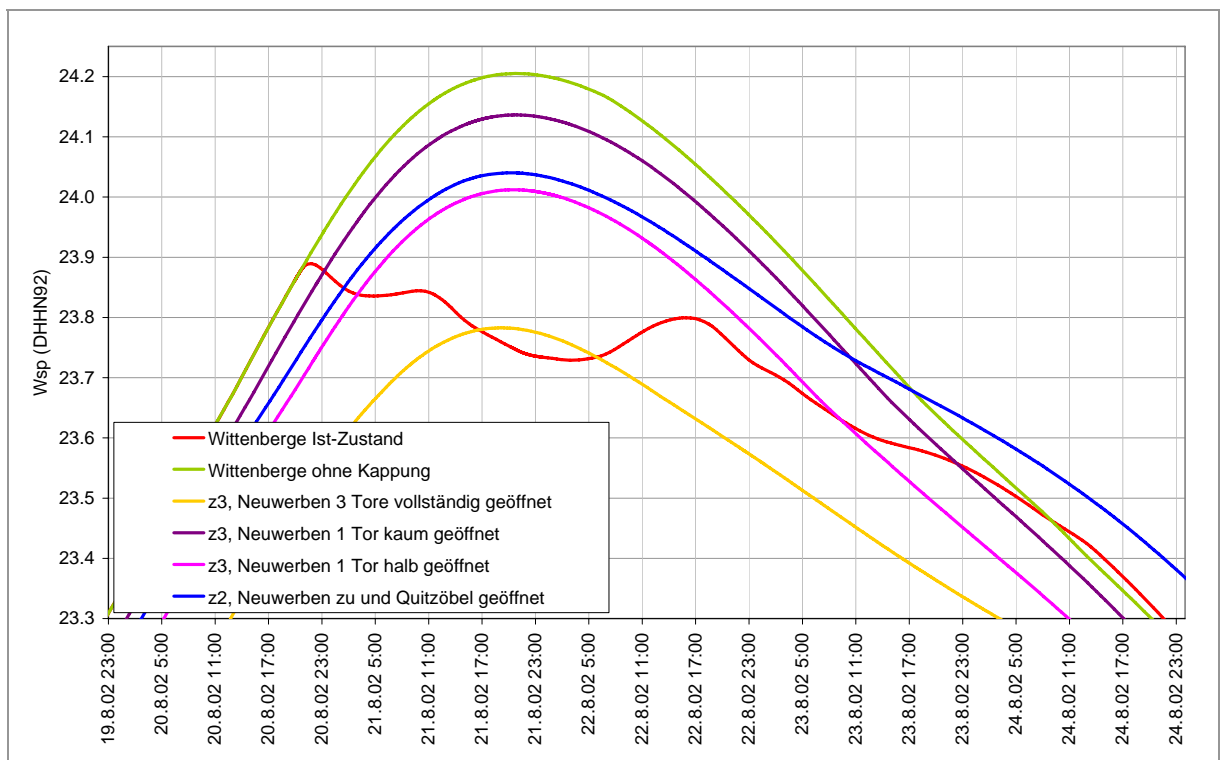


Abbildung 5-41: Ergebnisse der extremen Varianten am Pegel Wittenberge (auf Basis der früheren Abflusstafel Tangermünde)

## 5.2.4 Komponente Wehr Neuwerben

### 5.2.4.1 Prinzip der Optimierung von Neuwerben

#### Kappung in 2002 zu spät

Die in diesem Abschnitt dargestellten Ergebnisse sind prinzipiell mit der neuen Abflusstafel Tangermünde berechnet worden. An manchen Stellen werden zum Vergleich jedoch zusätzlich die Ergebnisse der alten Abflusstafel angeführt.

In Abschnitt 2.1 wurde bereits angedeutet, dass die 2002 durchgeführte Kappung zu spät eingesetzt hat. In Abbildung 5-8 ist dies auch deutlich zu erkennen. Der höchste Wasserstand in Wittenberge wurde am 20. August um 22:00 gemessen. Genau zu diesem Zeitpunkt zeigt die Kappung, die in Neuwerben 2 Stunden vorher begonnen hat, in Wittenberge die erste Wirkung. Danach nimmt der Wasserstand in Wittenberge stetig ab. In diesem Abschnitt wird versucht, die Steuerung des Wehres Neuwerben so vorzunehmen, dass sich in Wittenberge ein über eine lange Periode konstanter maximaler Wasserspiegel einstellt. Erst wenn der zu erwartende ungekappte Wasserstand diesen Zielwasserstand unterschreitet, wird es erlaubt sein, dass der gekappte Wasserstand absinkt. Dies ist in Abbildung 5-42 dargestellt.

Um vor der Simulation zu bestimmen, wie viel gekappt werden sollte, um den Zielwasserstand in Wittenberge zu erreichen, ist es also erforderlich, zuerst eine ungekappte Simulation durchzuführen, wie es in Abschnitt 5.1 dargestellt wurde.

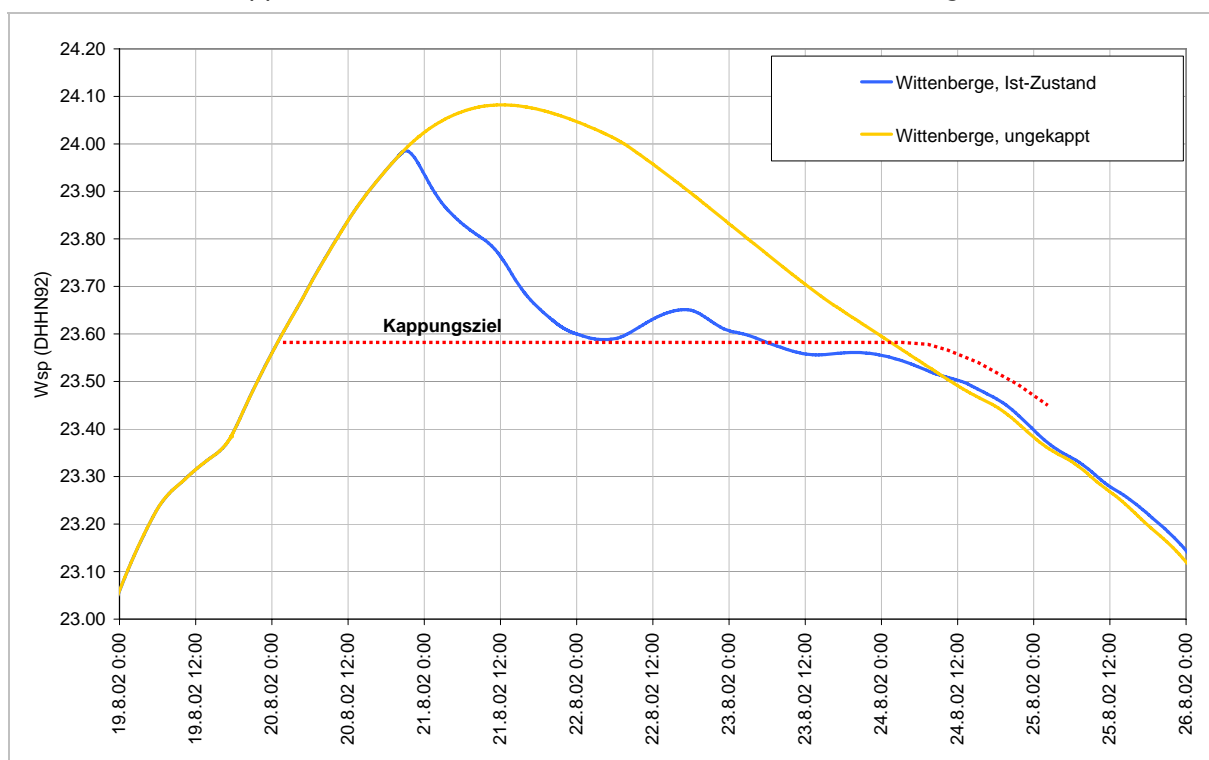


Abbildung 5-42: Beispiel einer möglichen optimalen Kappung in Wittenberge

#### Konstanter Kappungswasserstand

In Abbildung 5-43 und Abbildung 5-44 ist dargestellt, wie aus der ungekappten Simulation die Kappungsmenge zu bestimmen ist. Dazu werden die ungekappten Abflusskurven an den Pegeln Wittenberge und Neuwerben EP und die ungekappte Wasserstandskurve am Pegel Wittenberge ausgewertet. In diesem Beispiel wurde festgelegt, dass das Kappungsziel 23,58 m DHHN92 betragen soll. Dieser Wasserstand wurde bei der ungekappten Simulation zum 24. August um 01:40 vorausgesagt. Zu diesem Zeitpunkt betrug der vorausgesagte Abfluss am Pegel Wittenberge

3300 m<sup>3</sup>/s. Dieser Wert wurde von der Abflusskurve Neuwerben abgezogen, um so den ersten Schätzwert für die Kappungskurve zu erhalten (der Unterschied zur Abflusskurve Wittenberge minus 12 Stunden ist recht gering, man hätte auch Wittenberge für die Schätzung nehmen können).

Es hat sich herausgestellt, dass diese Schätzkurve nicht übereinstimmt mit der tatsächlich erforderlichen Ableitungskurve. Dies hat einerseits damit zu tun, dass die Strecke zwischen Neuwerben und Wittenberge als Speicher fungiert, wodurch im Anlauf der Welle weniger und im Ablauf der Welle mehr in Wittenberge ankommen würde. Andererseits wird durch das Kappen und die damit verbundenen geringeren Wasserstände unterhalb von Neuwerben das Abflussregime direkt oberhalb von Neuwerben beeinflusst. Die Abflussmengen werden dadurch in Neuwerben beim Anlauf der Welle höher und beim Ablauf niedriger ausfallen. Im Laufe der Projektarbeit wurde eine Methode entwickelt, die ausgehend von der ersten Schätzung eine nahezu ideale Kappungskurve bestimmt. Zwar musste nach der erste Simulation trotzdem manchmal eine zweite Schätzung erfolgen, im Allgemeinen hat sie jedoch verhindert, dass für ein Kappungsziel eine Vielzahl von Iterationen notwendig war, um die erforderliche Ableitungsmenge zu bestimmen. Abbildung 5-44 zeigt die Anpassung für dieses Beispiel.

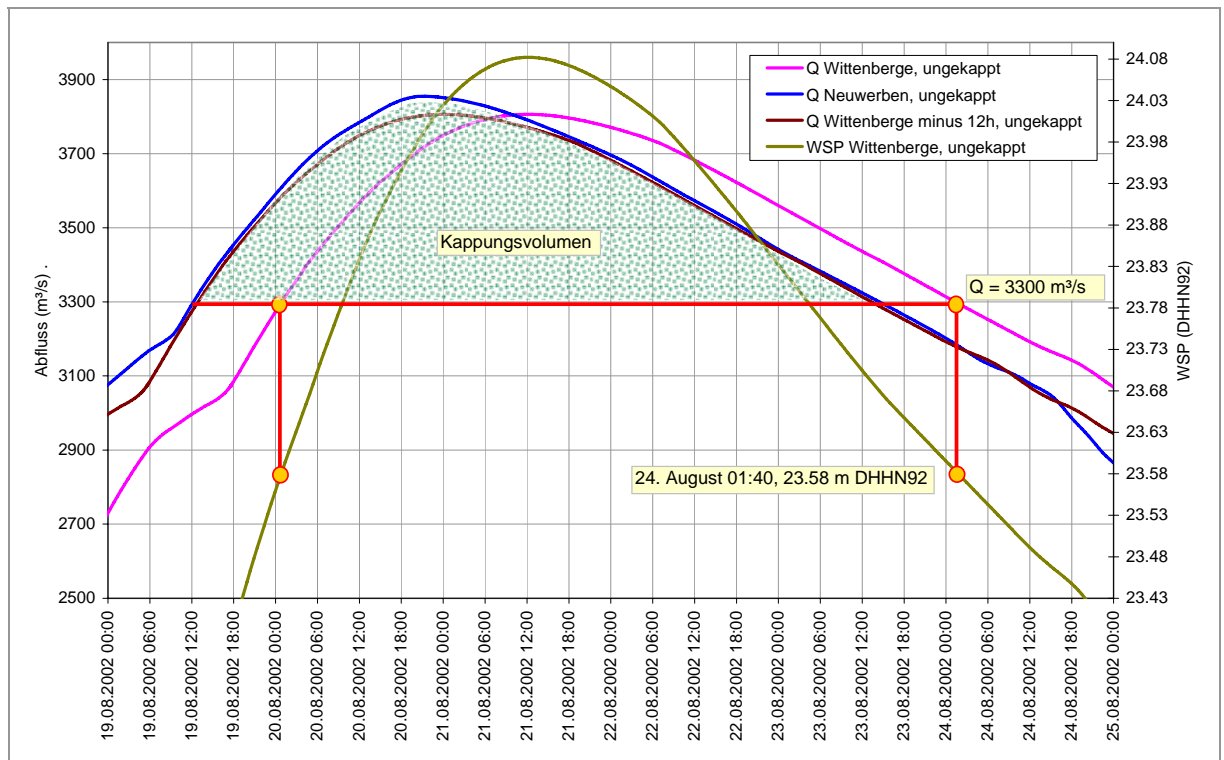
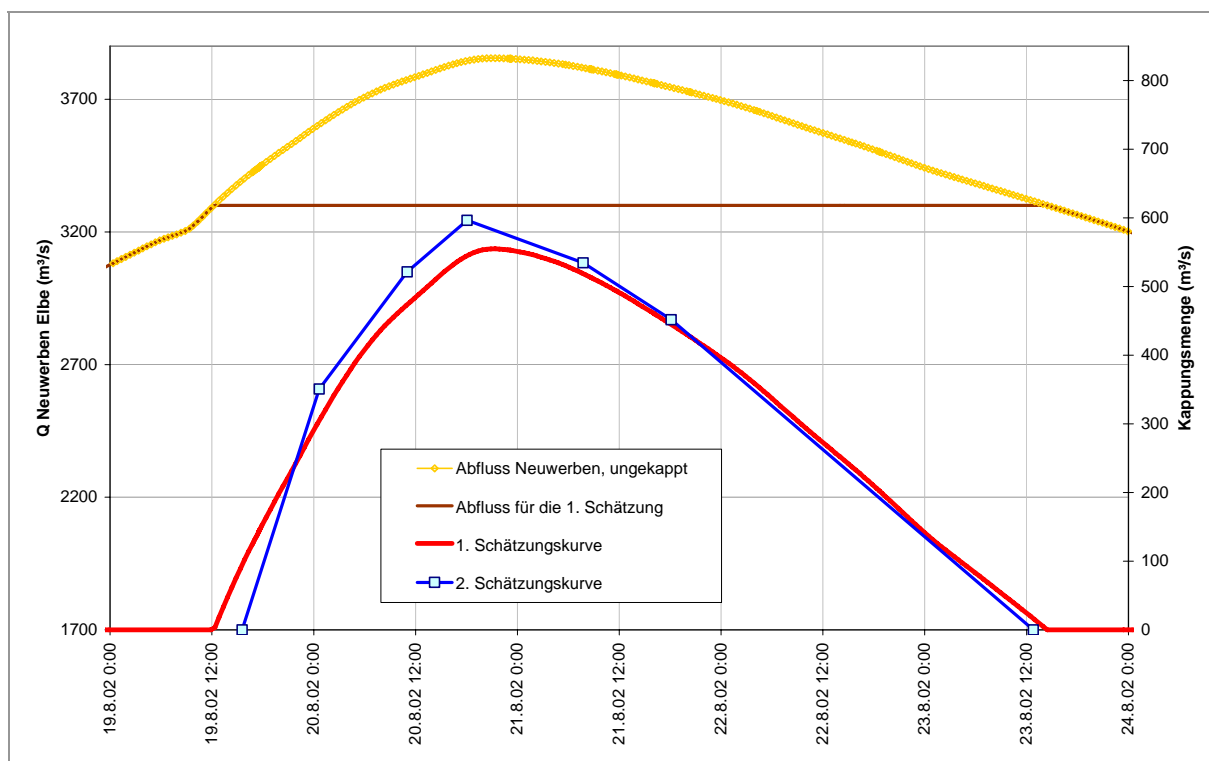


Abbildung 5-43: Bestimmung der 1. Schätzung der Ableitungskurve für ein bestimmtes Kappungsziel in Wittenberge



**Abbildung 5-44: Bestimmung der 2. Schätzung der Ableitungskurve für ein bestimmtes Kappungsziel in Wittenberge**

Ziel der hier dargestellten Untersuchungen war es, durch die Steuerung des Wehres Neuwerben eine möglichst große Kappung in Wittenberge zu erreichen, wobei der Wasserspiegel in Havelberg-Stadt nicht über 26,45 m DHHN92 ansteigt. Der Zufluss in Albertsheim, die Öffnungszeiten der Polder, die Anzahl der Flutungspolder und die Steuerung des Wehres Quitzöbel wurden genauso wie im Eichungsmodell (Ist-Zustand) angesetzt.

### 5.2.4.2 Ergebnisse der Optimierung von Neuwerben

**Abschätzung des Anstiegs in Havelberg**

**Kappung von 55 cm**

Es hat sich als schwierig herausgestellt, anhand der festgelegten Kappungsmenge abzuschätzen, wie sich der Wasserspiegel in Havelberg-Stadt entwickeln wird. Es waren daher mehrere Simulationen notwendig, um zu einem Optimum zu gelangen. Das Ergebnis ist in Abbildung 5-45 für Wittenberge dargestellt. Mit dicken Linien sind die Ergebnisse auf Basis der neuen Abflusstafel und im Hintergrund mit dünnen Linien die Ergebnisse auf Basis der alten Abflusstafel Tangermünde dargestellt. Mit der neuen Abflusstafel (bis umgerechnet 693 cm üPN) konnte zwar bis auf ein um 7 cm niedrigeres Niveau als mit der alten Abflusstafel (bis umgerechnet 700 cm üPN) gekappt werden, da aber der maximale ungekappte Wasserstand bei der alten Version jedoch um 12 cm höher liegt, fällt die neue absolute Kappung jedoch um 5 cm niedriger aus (55 statt 60 cm).

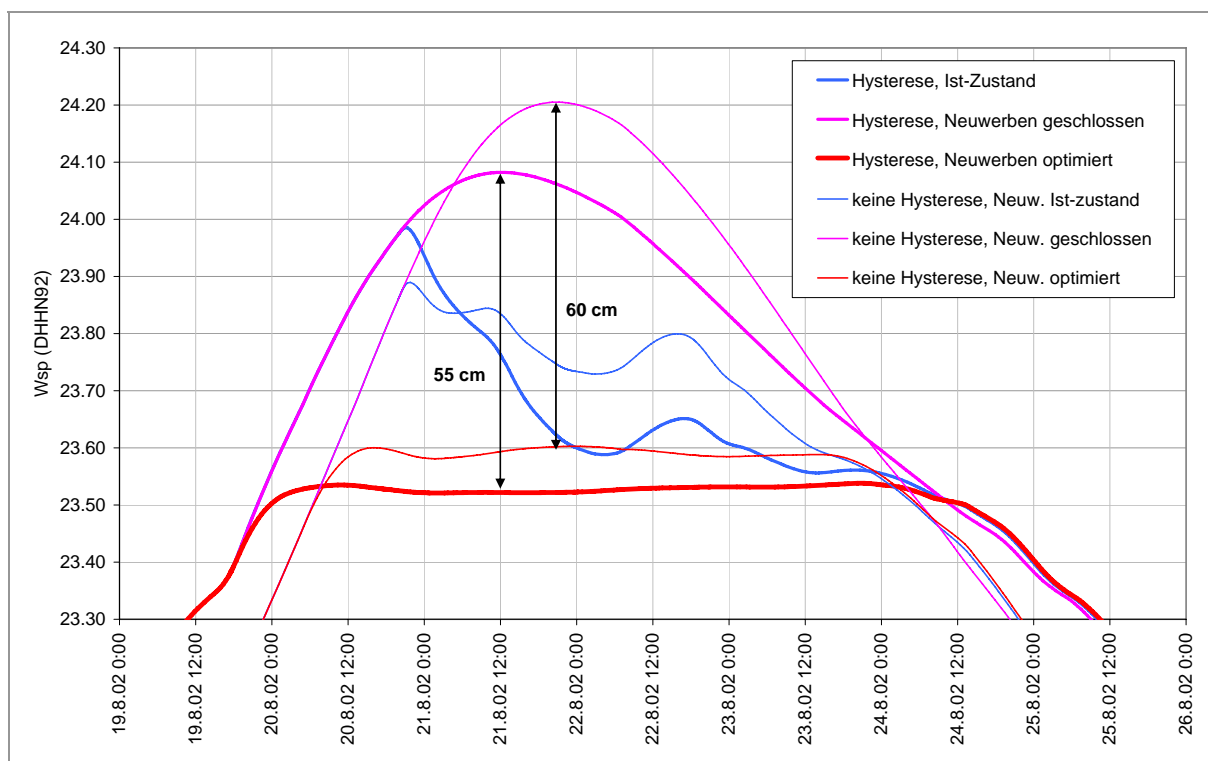


Abbildung 5-45: Maximale Optimierung bei Anpassung der Wehrsteuerung Neuwerben

**Kappungs-  
volumen von  
136 Mio. m<sup>3</sup>**

In Abbildung 5-46 ist zu erkennen, dass das insgesamt gekappte Volumen bei der neue Abflusstafel jedoch höher ausfällt. Statt wie mit der alten Abflusstafel 125 Mio. m<sup>3</sup> konnten mit der neuen Abflusstafel 136 Mio. m<sup>3</sup> gekappt werden. Dies kann mit der längeren Kappungsdauer erklärt werden. Im Vergleich zum Ist-Zustand ergibt sich für das Kappungsvolumen auf Basis der neuen Abflusstafel eine Zunahme um 81 % (136 statt 75 Mio. m<sup>3</sup>). Dafür sind dann auch höhere Wasserstände in der Havel akzeptiert worden, als sie 2002 beobachtet wurden (26,46 m statt 26,01 m DHHN92). Dies ist in Abbildung 5-47 dargestellt. Hier ist auch dargestellt, dass bei der alten Abflusskurve der Speicher bis zu einem Wasserstand von 26,45 m DHHN92 noch nicht vollständig genutzt wurde (nur bis 26,34 m DHHN92). Da während der Optimierung von Neuwerben vom Auftraggeber die neue Abflusstafel geliefert wurde, wurde die maximale Optimierung anhand der alten Abflusstafel nicht vollständig durchgeführt. Es ist aber anzunehmen, dass die maximale Kappung auf Basis der alten Abflusstafel bei einem Volumen von 136 Mio. m<sup>3</sup> 62-65 cm beträgt. Er wird hier noch mal ausdrücklich erwähnt, dass die Ergebnisse auf Basis der alten Abflusstafel nur zur Information und zum Vergleich dienen. Mit den Auftraggebern wurde abgestimmt, dass die Ergebnisse auf Basis der neuen Abflusstafel maßgeblich sind.

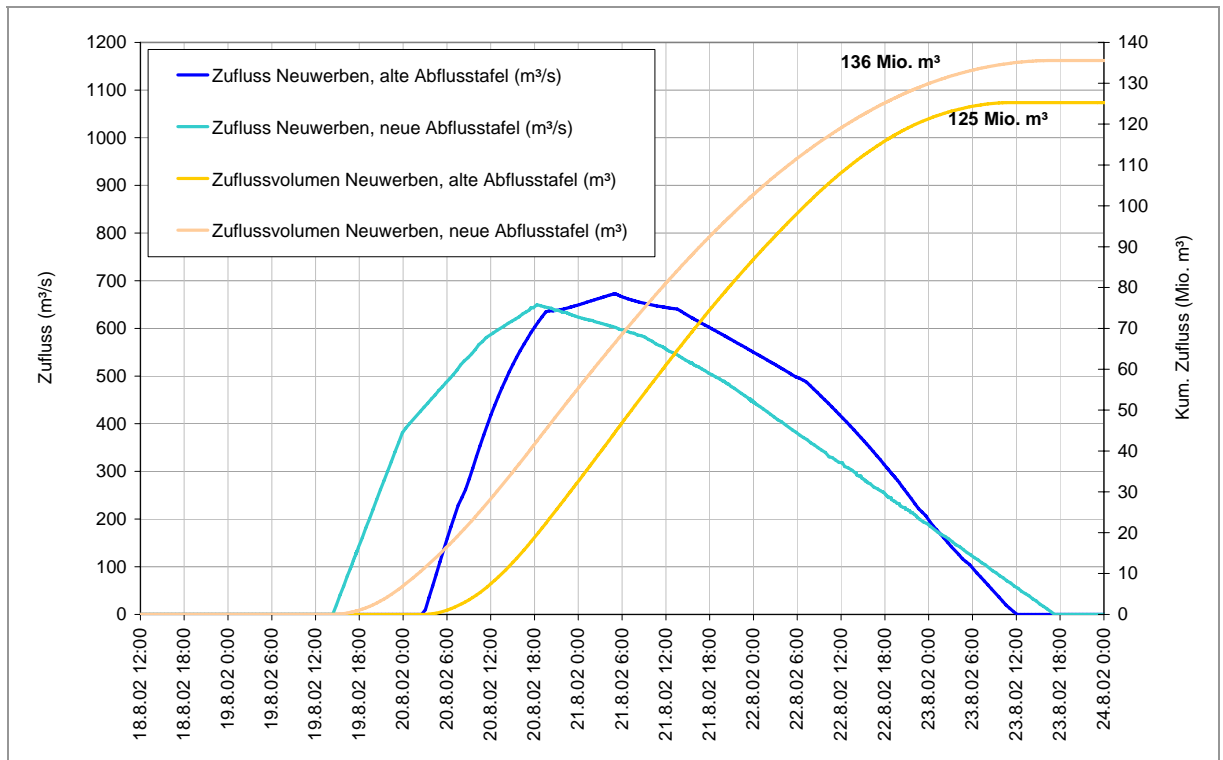


Abbildung 5-46: Zuflussmengen und Gesamtvolumen bei der Optimierung von Neuwerben

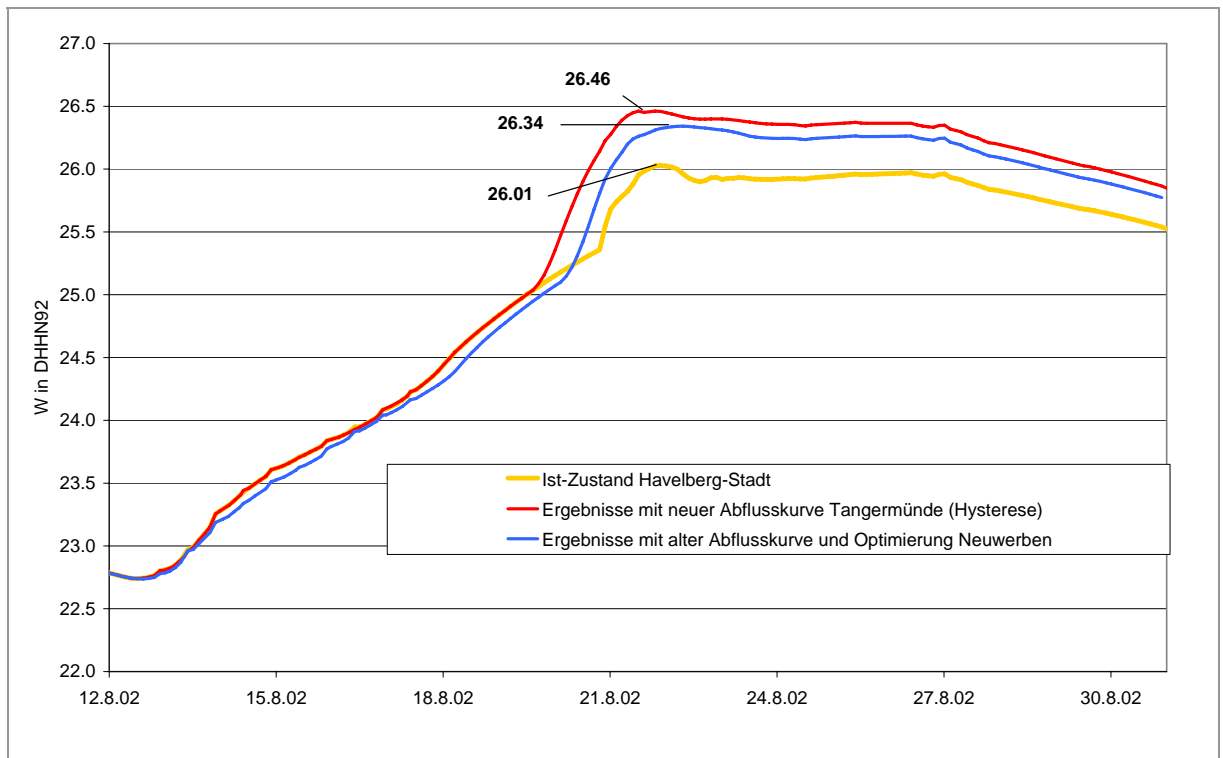


Abbildung 5-47: Wasserstände in Havelberg-Stadt bei der Optimierung von Neuwerben

### 5.2.5 Kombinierte Optimierung

#### Kombination der Polderöffnungen und Neuerben

In den vorherigen Abschnitten wurden die unterschiedlichen Komponenten des Systems analysiert und soweit möglich optimiert. Es wurde festgestellt, dass das Schließen des Wehres Quitzöbel im Vergleich zum Ist-Zustand nicht optimiert werden kann. Weiterhin wurde festgehalten, dass die Zuflussraten in Albertsheim aufgrund der unbekannt maximal möglichen Drosselung im Oberlauf der Havel und Spree im Vergleich zum Ist-Zustand nicht entscheidend verringert werden können.

In diesem Abschnitt werden daher zuerst die Komponenten Polderöffnungen und Öffnung Neuerben zusammen optimiert. Anschließend wird außerdem untersucht, inwieweit das schnellere Öffnen des Wehres Quitzöbel vorteilhaft wirken kann.

Für die Polderöffnungen wurde der theoretisch optimale Zeitpunkt angesetzt (s. Abschnitt 5.2.1.4) - die Polder werden zum Zeitpunkt der Schließung des Wehres Quitzöbel geöffnet.

Aus Sicht der Verringerung der Havelwasserstände wäre es optimal gewesen, alle Polder inklusive Polder 6 zu öffnen. Als weitere Variante wurde die Öffnung der Polder 1, 4.1 und 6 betrachtet. Als zusätzliche Variante wurde auch noch untersucht, in wie weit das im Vergleich zur letztgenannte Variante zusätzliche Öffnen von Polder 5 vorteilhaft wäre.

In Abschnitt 5.2.1 wurde bereits dargelegt, dass die Komponente Polderöffnungen einen nur geringen Einfluss auf die Elbewasserstände und damit auf die Kappung hat. Die beiden zusammenzufügenden Komponenten sind damit relativ unabhängig. Es wurde daher folgendermaßen vorgegangen;

- Die in Abschnitt 5.2.4 bestimmte maximale Kappungsmenge (insgesamt 136 Mio. m<sup>3</sup>), wurde bei 4 Varianten der Polderöffnungen angesetzt:
  - 1) die Polder 1 bis 5 werden geöffnet (die gleichen Polder wie in 2002),
  - 2) nur die Polder 1, 4.1 und 6 werden geöffnet,
  - 3) nur die Polder 1, 4.1, 5 und 6 werden geöffnet,
  - 4) die Polder 1 bis 6 werden geöffnet.
- Die Ergebnisse wurden ausgewertet und für die 3 letztgenannten Polderöffnungsvarianten wurden weitere Kappungsziele in Wittenberge ausgewählt, die allesamt berechnet wurden.
- Anhand dieser Vielzahl von Varianten wurde bestimmt (oder teilweise auch abgeschätzt), wie groß die maximal mögliche Kappung bei jeder Polderöffnungsvariante gewesen wäre. Als Kriterium galt hier immer, einen Wasserspiegel von 26,45 m DHHN92 in Havelberg nicht zu überschreiten. Zusätzlich wurden Varianten analysiert, wobei ausgehend von einer geringeren Kappungsmenge die Einhaltung eines niedrigeren Wasserstands in Havelberg-Stadt beurteilt werden kann.
- Für die maximale Kappungsvariante wurde auf Basis der 4. Polderöffnungsvariante untersucht, inwieweit das schnellere Öffnen des Wehres Quitzöbel bei der Entlastung der Havel vorteilhaft wirken kann.

### 5.2.5.1 Auswirkung der verschiedenen Polderöffnungsvarianten auf die optimierte Komponente Neuwerben

In den nächsten drei Abbildungen sind die Ergebnisse der verschiedenen Polderöffnungsvarianten für das in Abschnitt 5.2.4 ermittelte Kappungsziel von 700 cm üPN Wittenberge für die Pegel Quitzöbel OP, Havelberg-Stadt und Garz OP dargestellt. Zusätzlich sind in jeder Abbildung der berechnete Ist-Zustand und der Wasserstand der maximal möglichen Kappung der Komponente Neuwerben (Abschnitt 5.2.4) dargestellt.

**Die Kombination der Komponenten ist vorteilhaft**

Die kombinierte Kappung der Polderöffnungsvariante Polder 1 - 5 (jeweils die rote Kurve) zeigt deutlich, dass im Vergleich zu der Komponente Neuwerben, wobei nur die Öffnung des Wehres Neuwerben optimiert wurde (jeweils die gestrichelte rote Kurve), das frühere Öffnen der Polder bei gleichbleibender Kappung eine Reduzierung der maximalen Wasserstände in der Havel bedeuten würde. In Quitzöbel beträgt der Differenz der beiden Maxima der roten Kurven etwa 20 cm, in Havelberg-Stadt 10 cm und in Garz OP 2 cm.

**Früheres Öffnen der Polder senkt die Wasserstände um 10 cm**

Zwischen den unterschiedlichen Polderöffnungsvarianten gibt es auch erhebliche Unterschiede. Die maximalen Wasserstände in Quitzöbel sind davon kaum betroffen, in Havelberg und Garz macht sich die Anzahl der geöffneten Polder jedoch stark bemerkbar. Das Öffnen nur der Polder 1, 4.1 und 6 hätte bei der angesetzten Optimierung von Neuwerben zu einem Wasserstand von 26,54 m geführt. Das zusätzliche Öffnen von Polder 5 hätte dafür gesorgt, dass der kritische Wasserstand von 26,45 m DHHN92 in Havelberg (gerade) nicht überschritten werden würde. Falls die gleichen Polder wie 2002 geöffnet worden wären, hätte der Wasserspiegel in Havelberg auf 26,35 m (10 cm unter der Optimierung Neuwerben) und wenn zusätzlich Polder 6 geöffnet wäre, sogar auf nur 26,22 m DHHN92 begrenzt werden können. Bei allen Varianten sind ca. 136 Mio. m<sup>3</sup> über das Wehr Neuwerben in die Havel eingeleitet worden. Die unterschiedlichen Varianten haben somit keinen Einfluss auf den Kappungswasserstand in Wittenberge. Die Ergebnisse machen deutlich, dass insbesondere bei der Variante, wo alle Polder inklusive Polder 6 geöffnet sind, das Speichervolumen der Havelniederung noch nicht komplett ausgeschöpft ist. Eine größere Kappung wäre demnach möglich.

**Öffnen des Polders 6 senkt die Wasserstände um weitere 13 cm**

2002 wurde in Havelberg-Stadt nicht bis zum angegebenen Maximum von 26,45 m geflutet (s. auch Abschnitt 4.2.2). Angegebene Begründungen sind einerseits die bedrohte Einsetzbarkeit des Havelberger Abwasserwerks bei Wasserständen über 26,05 m DHHN92, andererseits die Befürchtung, dass die Bundesstraße B107 nicht mehr befahrbar gewesen sein würde. Die vorliegende Datengrundlage reichte nicht aus, um diese Problematik detailliert zu untersuchen. Anhand geringerer Kappungsmengen wurde dennoch versucht herauszufinden, wie hoch die maximale Kappung ausgefallen wäre, falls wesentlich geringere Wasserstände als 26,45 m DHHN92 in Havelberg-Stadt erlaubt sind.

**Kritischer Wasserstand Havelberg - Stadt**

**Flutung des Polders 6 wird vorausgesetzt**

Die Analysen dieser unterschiedlichen Kappungsmengen wurden nur für die Polderöffnungsvarianten 2 - 4 durchgeführt. Obwohl der Polder 6 2002 nicht geflutet wurde, gehört er laut WbVor eindeutig zum Flutungssystem dazu. Da der Grund für das Nicht-Fluten des Polders 6 nie offiziell bekannt gegeben wurde und die Ergebnisse in diesem Abschnitt eindeutig zeigen, dass das Öffnen des Polders 6 bei einer gleichzeitigen Optimierung von Neuwerben vorteilhaft gewesen wäre, wird im weiteren Verlauf des Berichtes davon ausgegangen, dass der Polder 6 zur Verfügung steht.



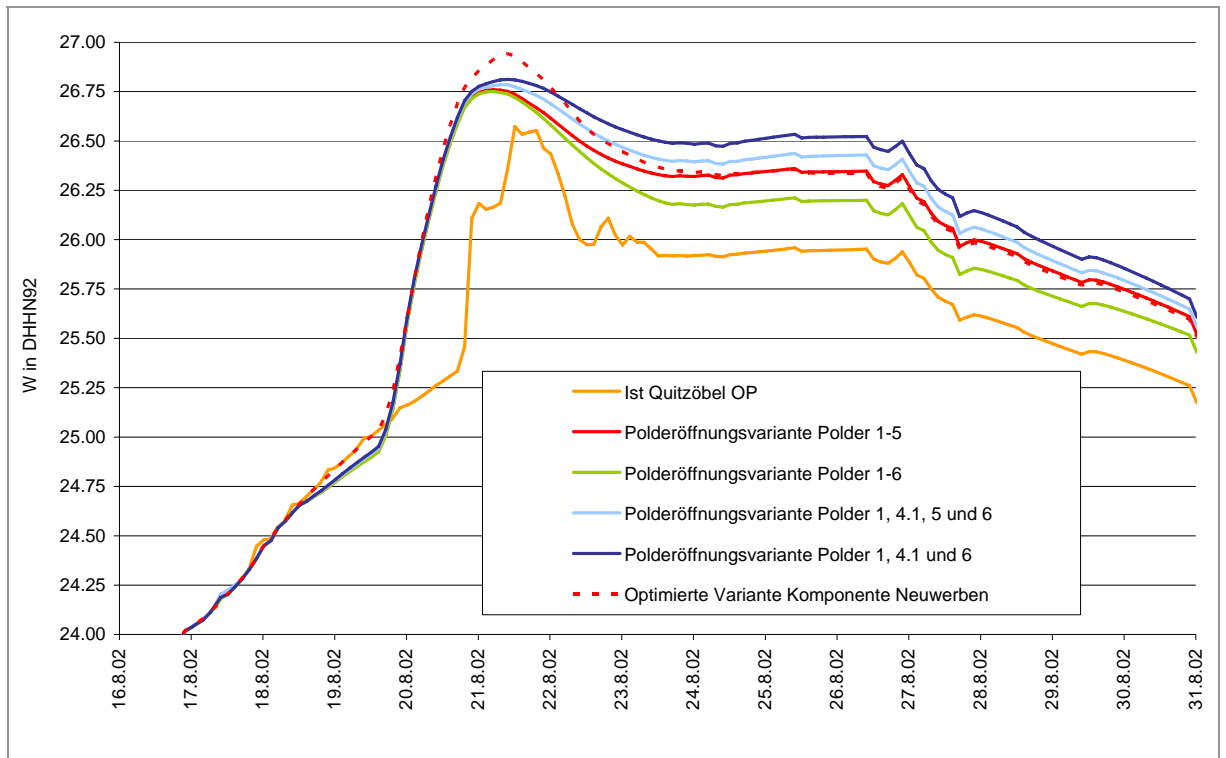


Abbildung 5-48: Auswirkung der verschiedenen Polderöffnungsvarianten auf die optimierte Komponente Neuerben hinsichtlich Pegel Quitzöbel OP

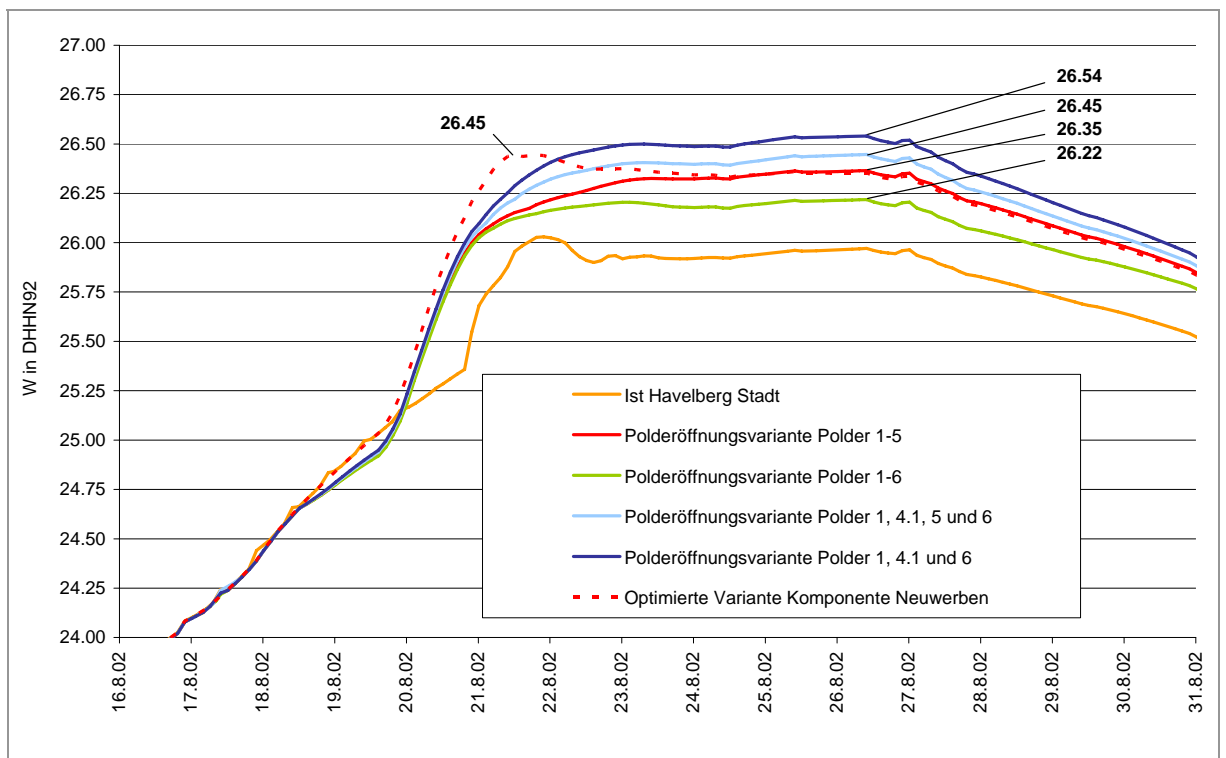


Abbildung 5-49: Auswirkung der verschiedenen Polderöffnungsvarianten auf die optimierte Komponente Neuerben hinsichtlich Pegel Havelberg-Stadt

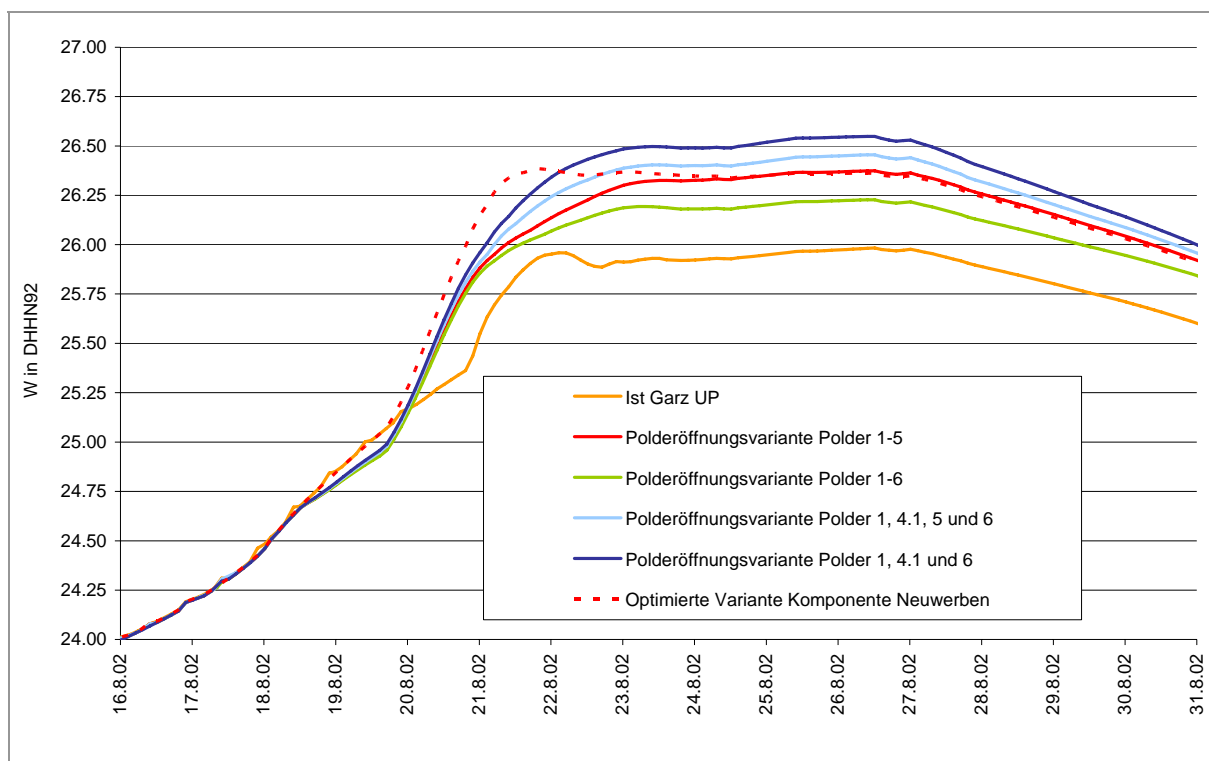


Abbildung 5-50: Auswirkung der verschiedenen Polderöffnungsvarianten auf die optimierte Komponente Neuwerden hinsichtlich Pegel Garz UP

### 5.2.5.2 Analyse weiterer Kappungsziele bei der Polderöffnungsvariante Polder 1, 4.1 und 6

Es wurden neben der bereits dargestellten Variante (Kappungsziel 700 cm üPN) zwei zusätzliche Varianten gerechnet, wobei das Kappungsziel in Wittenberge auf 710 cm und auf 720 cm üPN gelegt wurde. Das abgeleitete Volumen beträgt dabei 97 Mio. m<sup>3</sup> bzw. 64 Mio. m<sup>3</sup> (s. Abbildung 5-51). KRANAWETTREISER (2002) gibt als Ausbauwasserstand der Elbdeiche und Kappungsziel 720 cm üPN Wittenberge an. Die Variante mit dem Kappungsziel von 720 repräsentiert somit den von ihm eingeschätzten Ausbauwasserstand. Das eigentliche BHW Wittenberge liegt mit 745 cm um 25 cm höher.

In Abbildung 5-52 ist jedoch ersichtlich, dass bei einem Kappungsziel von 720 cm die Wasserstände in Havelberg-Stadt mit maximal 25,99 m DHHN92 bereits unter die mit dem Eichungsmodell berechneten Wasserstände fallen.

**Eine gute Kappung mit nur drei Poldern**

Damit wäre mit einer Flutung von lediglich drei Poldern eine im Vergleich zum Ist-Zustand wesentlich bessere Kappung in Wittenberge unter vergleichbaren Bedingungen in Havelberg-Stadt möglich gewesen. Der Wasserstand in Havelberg-Stadt liegt bei dieser Variante jedoch noch 10 cm über dem in der WbVor angegebenen Wasserstand, ab welchem die Flutung aller Polder aufgrund der Deichsicherheit zwingend notwendig ist. Die Standsicherheit der Deiche wäre demnach möglicherweise nicht gesichert gewesen. Bei einer weiteren Reduzierung der Kappung wären die Wasserstände in Havelberg mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht über 25,89 m DHHN92 gestiegen und die Kappung wäre trotzdem noch besser gewesen als 2002. Dies wurde jedoch nicht mehr untersucht.

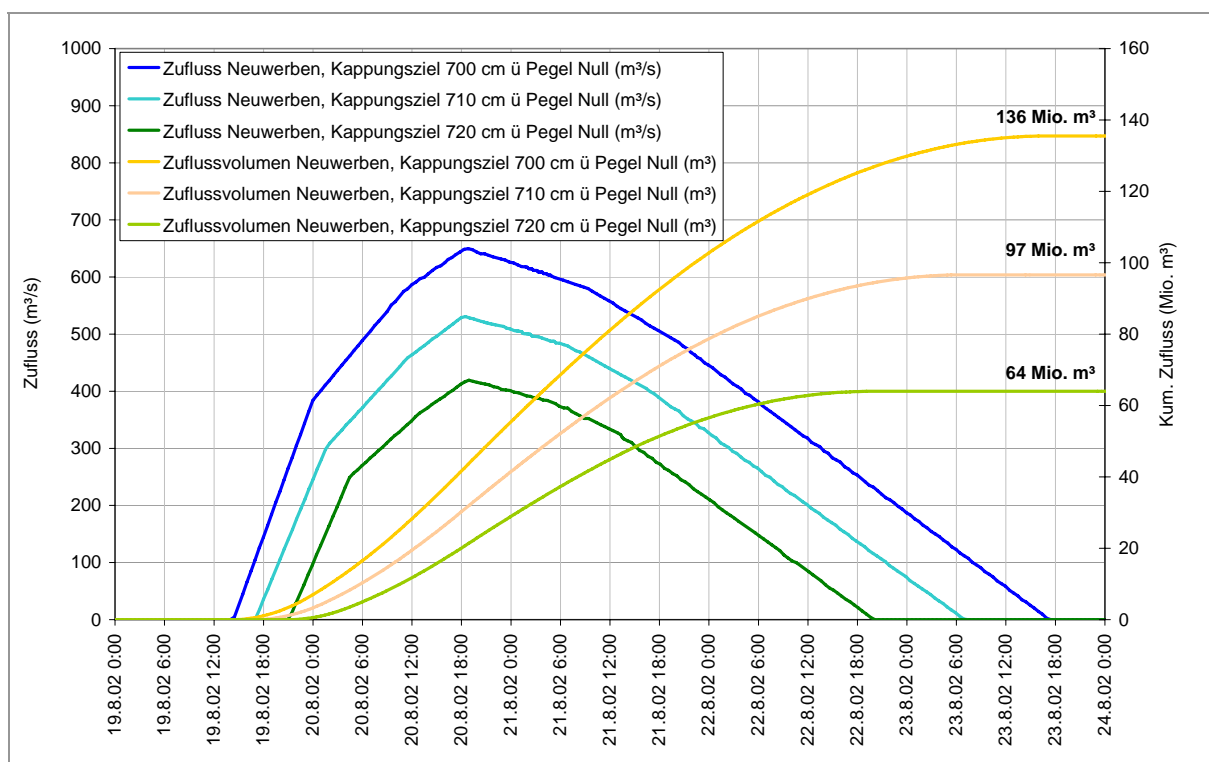
Im Gegensatz zu der Variante, bei der auf 700 cm gekappt wird, steigen die Wasserstände in Havelberg bei einer angestrebten Kappung von 710 cm nicht über 26,45 m DHHN92 an, sie erreichen maximal 26,25 m DHHN92. Abgeschätzt werden

**Probleme bei der Stand-Sicherheit der Deiche**

kann, dass beim Öffnen der Polder 1, 4.1 und 6 maximal auf 703 cm üPN gekappt hätte werden können, ohne dass die Wasserstände in Havelberg-Stadt über 26,45 m DHHN92 angestiegen wären. Dann hätten die Deiche entlang der nicht gefluteten Polder allerdings dem Außendruck mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht standhalten können.

Da die erzielten Kappungen in Wittenberge zwischen den unterschiedlichen Polderöffnungsvarianten gleich sind, werden sie nicht in diesem Abschnitt, sondern in Abschnitt 5.2.5.4 dargestellt (Abbildung 5-60).

In Abbildung 5-52 ist erkennbar, dass die Entlastung der Havel bei geringerer Kappung zeitlich nach vorn verschoben wird. Da das Wehr Neuwerben bei einer geringeren Kappung früher geschlossen wird, kann das Wehr Quitzöbel auch früher geöffnet werden. Bei den unterschiedlichen Varianten der Kappungsziele wurde die gesamte Zeitreihe der Wehrröffnungen Quitzöbel um die zeitliche Differenz der Schließung Neuwerben nach vorn oder hinten verschoben. Ob die Entlastung durch das schnellere Öffnen des Wehres weiter beschleunigt werden kann, wurde hier nicht untersucht, s. hierzu Abschnitt 5.2.5.5.



**Abbildung 5-51: Abgeleitete Volumen für die Kappungsziele 700, 710 und 720 cm üPN Wittenberge**

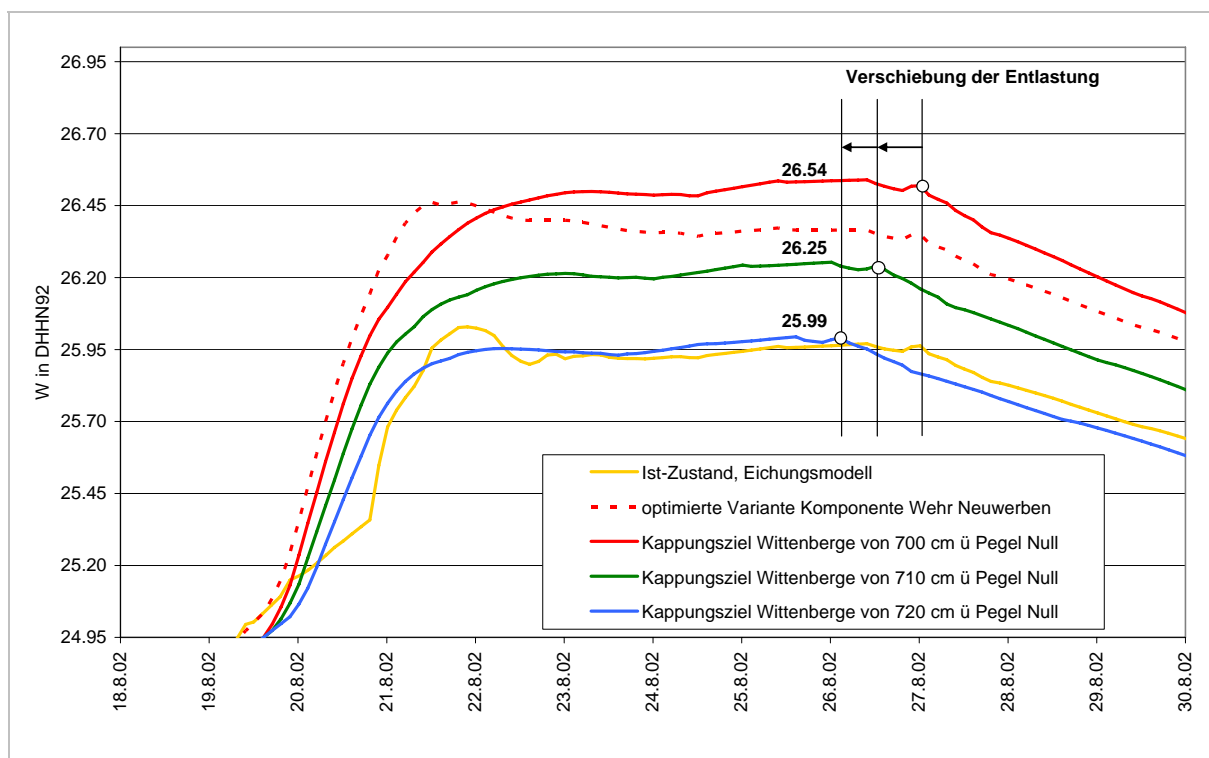


Abbildung 5-52: Wasserspiegel am Pegel Havelberg-Stadt für die Kappungsziele 700, 710 und 720 cm üPN Wittenberge bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1, 4.1 und 6

### 5.2.5.3 Analyse weiterer Kappungsziele bei der Polderöffnungsvariante Polder 1, 4.1, 5 und 6

**Deichsicherheit bei Kappung auf 720 cm nahezu gewährleistet**

Bei dieser Variante wurden die gleichen Kappungsziele wie bei der Variante ohne Polder 5 angesetzt. Logischerweise sinken durch das zusätzliche Öffnen des Polders 5 die Wasserspiegel in Havelberg und Quitzöbel (s. Abbildung 5-53 und Abbildung 5-54). Bei einem höheren Kappungswasserstand und dementsprechend geringerer Kappung werden die Unterschiede zur Variante ohne Polder 5 jedoch geringer. Bei einer Kappung auf 700 cm beträgt der Unterschied 9 cm, bei einer um 10 cm geringeren Kappung 8 cm und bei einer Kappung auf 720 cm üPN nur noch 7 cm. Bei der Kappung auf 720 cm beträgt der maximale Wasserstand in Havelberg also 25,92 m. Zwar liegt dieser Wasserstand noch 3 cm über dem in der WbVor angegebenen Wasserstand, ab welchem die Flutung aller Polder aufgrund der Deichsicherheit zwingend notwendig ist. Es kann jedoch aufgrund der in Band 3 (Los 3) angeführten Argumente angenommen werden, dass die Deiche dieser Belastung standgehalten hätten. Die Standsicherheit der Deiche wäre dementsprechend bei einer Kappung auf den von Kranawetterreiser angesetzten Ausbauwasserstand in Wittenberge bei einer Flutung von lediglich vier Poldern relativ sicher gewesen.

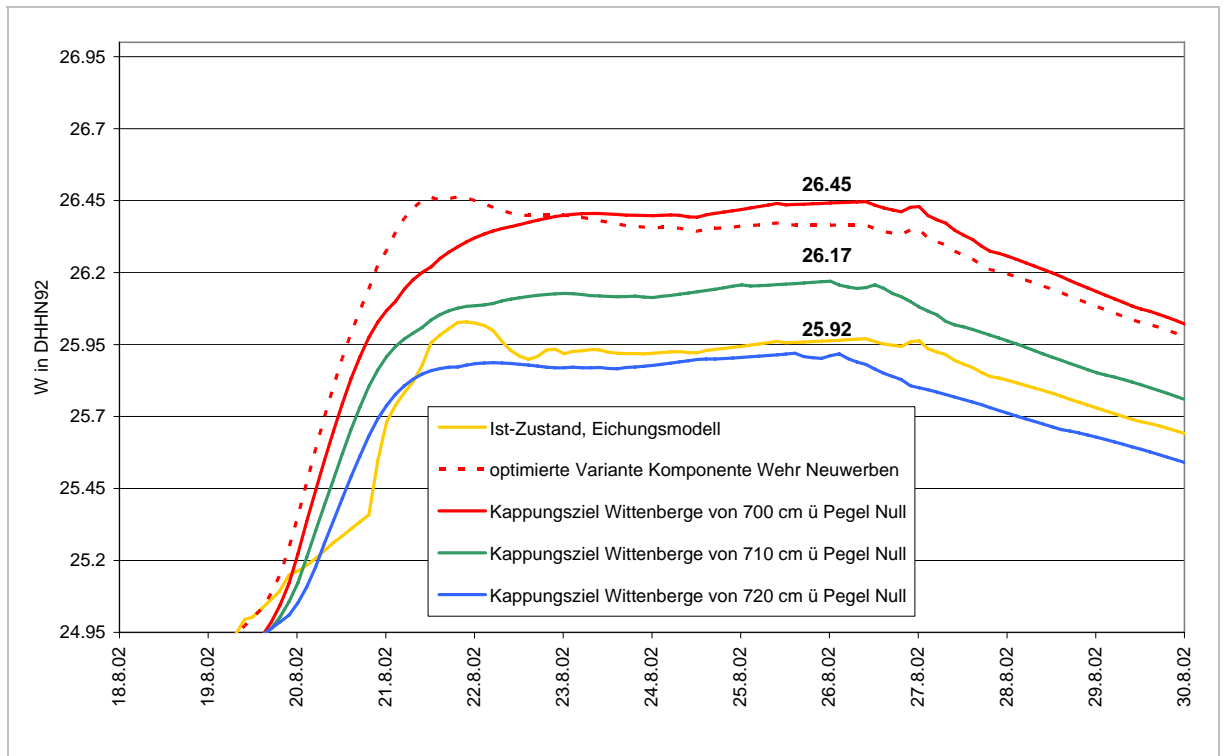


Abbildung 5-53: Wasserspiegel am Pegel Havelberg-Stadt für die Kappungsziele 700, 710 und 720 cm üPN Wittenberge bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1, 4.1, 5 und 6

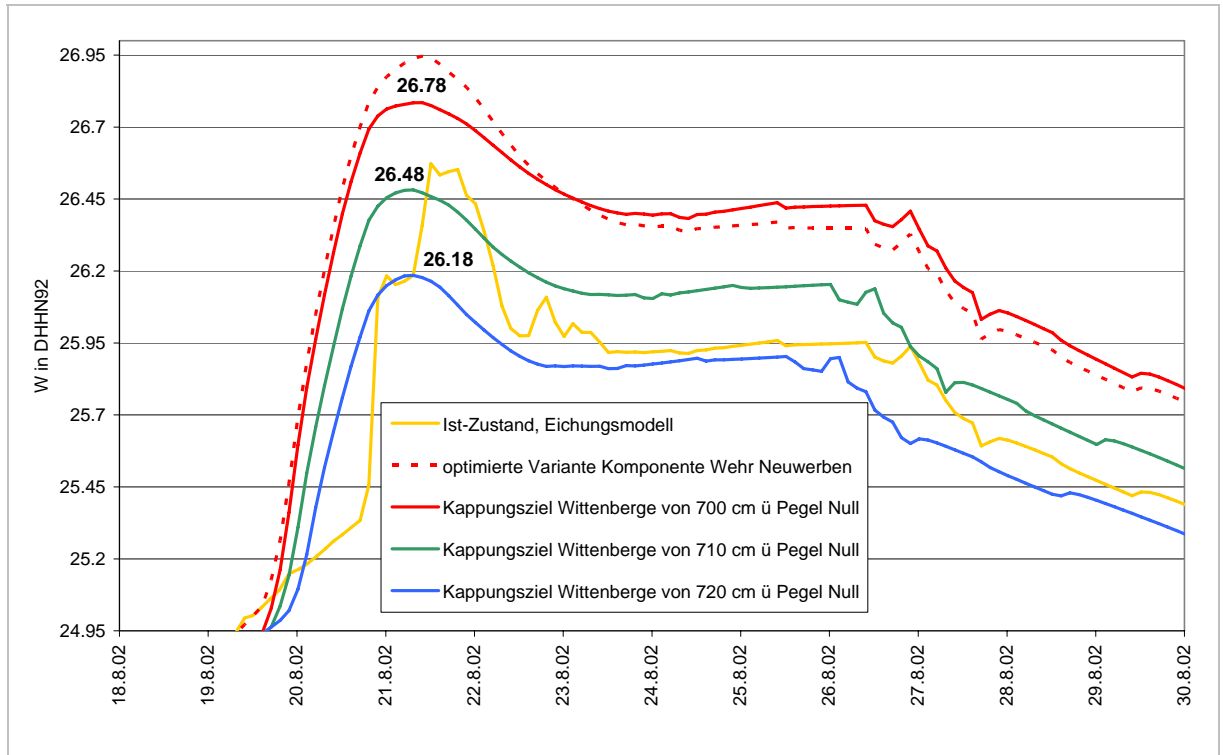
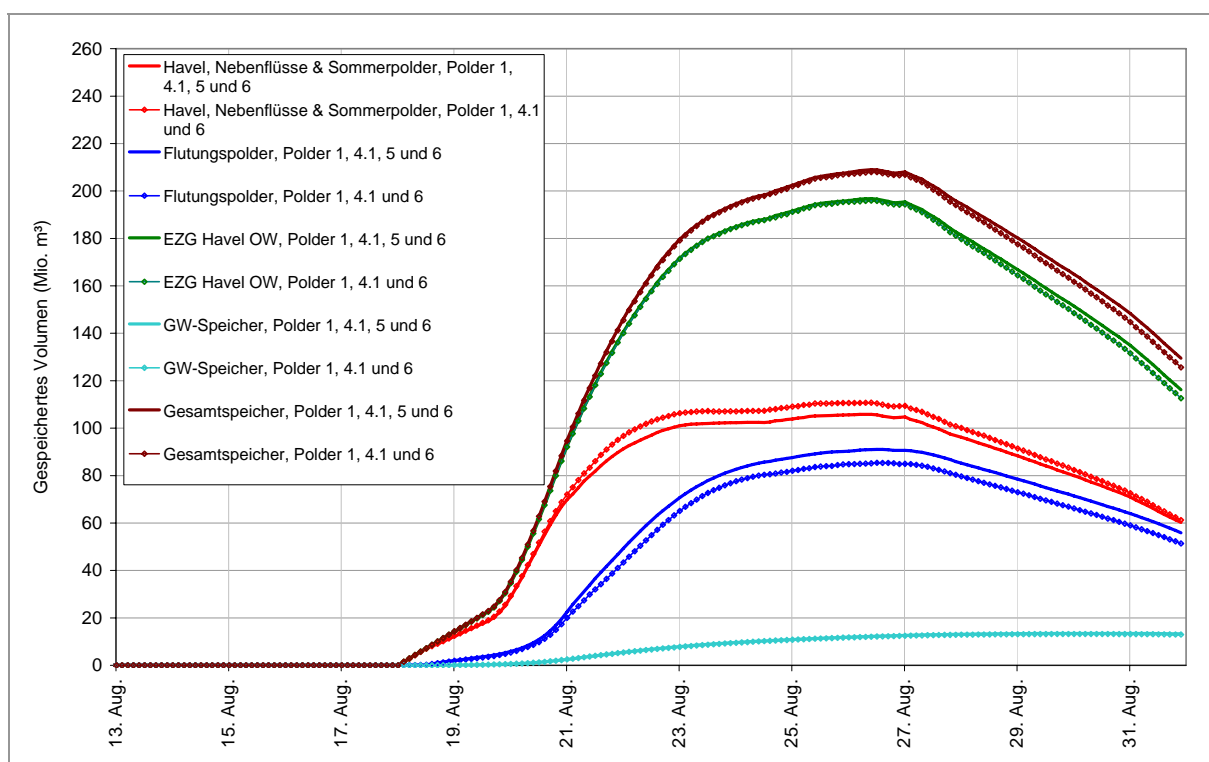


Abbildung 5-54: Wasserspiegel am Pegel Quitzöbel OP für die Kappungsziele 700, 710 und 720 cm üPN Wittenberge bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1, 4.1, 5 und 6

**Speicher-  
Volumen in  
den System-  
komponenten**

In der nächsten Abbildung ist dargestellt, wie viel Volumen bei der Variante Kappung auf 700 cm (maximale Kappung der dargestellten Polderöffnungsvariante Polder 1, 4.1, 5 und 6) nach der Schließung von Quitzöbel in der Havelniederung gespeichert werden würden. Insgesamt wären dann am 26. August um 12:00 etwa 208 Mio. m<sup>3</sup> zusätzlich gespeichert worden (insgesamt wurden 247 Mio. m<sup>3</sup> gespeichert). Bei der vergleichbaren, gleichfalls dargestellten Variante ohne Polder 5 wären dies auch 208 Mio. m<sup>3</sup> gewesen, allerdings wären die Volumen anders verteilt gewesen. Mit Polder 5 wären in den Flutungspoldern 90 Mio. m<sup>3</sup> und im regulären Flusssystem 106 Mio. m<sup>3</sup> und ohne Polder 5 in den Flutungspoldern 85 Mio. m<sup>3</sup> und im regulären Flusssystem 111 Mio. m<sup>3</sup> gespeichert gewesen. Im Grundwasser wären bei beiden Varianten zu diesem Zeitpunkt 12 Mio. m<sup>3</sup> gespeichert worden. Das bei der Variante ohne Polder 5 um ca. 5 Mio. m<sup>3</sup> höhere Havelvolumen führt also zu einem um 9 cm höheren Anstieg in Havelberg-Stadt (26,54 anstatt 26,45 m DHHN92).



**Abbildung 5-55: Das nach der Schließung Quitzöbel in den unterschiedlichen Komponenten des Systems gespeicherte Volumen für die Polderöffnungsvarianten 2 und 3 bei einem Kappungsziel von 700 cm üPN**

In Abbildung 5-56 ist abschließend dargestellt, wie sich das Poldervolumen über die unterschiedlich betroffenen Polder verteilt. Dabei fällt auf, dass aufgrund der höheren Wasserstände in Havelberg die Polder 1, 4.1 und 6 ohne das Öffnen von Polder 5 mehr Wasser speichern als mit Polder 5. Die Summe des in den Flutpoldern gespeicherten Volumens ist jedoch bei der Variante mit Polder 5 höher. Auffällig ist auch, dass der Polder Kümmernitz mit einem Speichervolumen zwischen 7 bis 10 Mio. m<sup>3</sup> auch recht gut gefüllt ist. Dieses Wasser gelangt über die Sommerdeiche in den Sommerpolder und über den hinteren Winterdeich teilweise auch in den Flutpolder (bei Wasserständen über 26,20 m DHHN92). Im Polder 6 wird mit 27 bis 30 Mio. m<sup>3</sup> am meisten Wasser gespeichert. Im Polder Schaffhorst werden 23 bis 25 und im Polder Havelberg werden 20 bis 22 Mio. m<sup>3</sup> gespeichert. In dem Eichungsmodell lagen die maximalen Speichervolumen für die beiden zuletzt genannten

Polder aufgrund der niedrigeren Wasserstände bei etwa 14 bis 15 Mio. m<sup>3</sup>. Im Polder Warnau wird mit ca. 13 Mio. m<sup>3</sup> deutlich weniger gespeichert als in den drei bereits genannten Poldern. Bei dem Eichungsmodell waren dies ca. 9 Mio. m<sup>3</sup>.

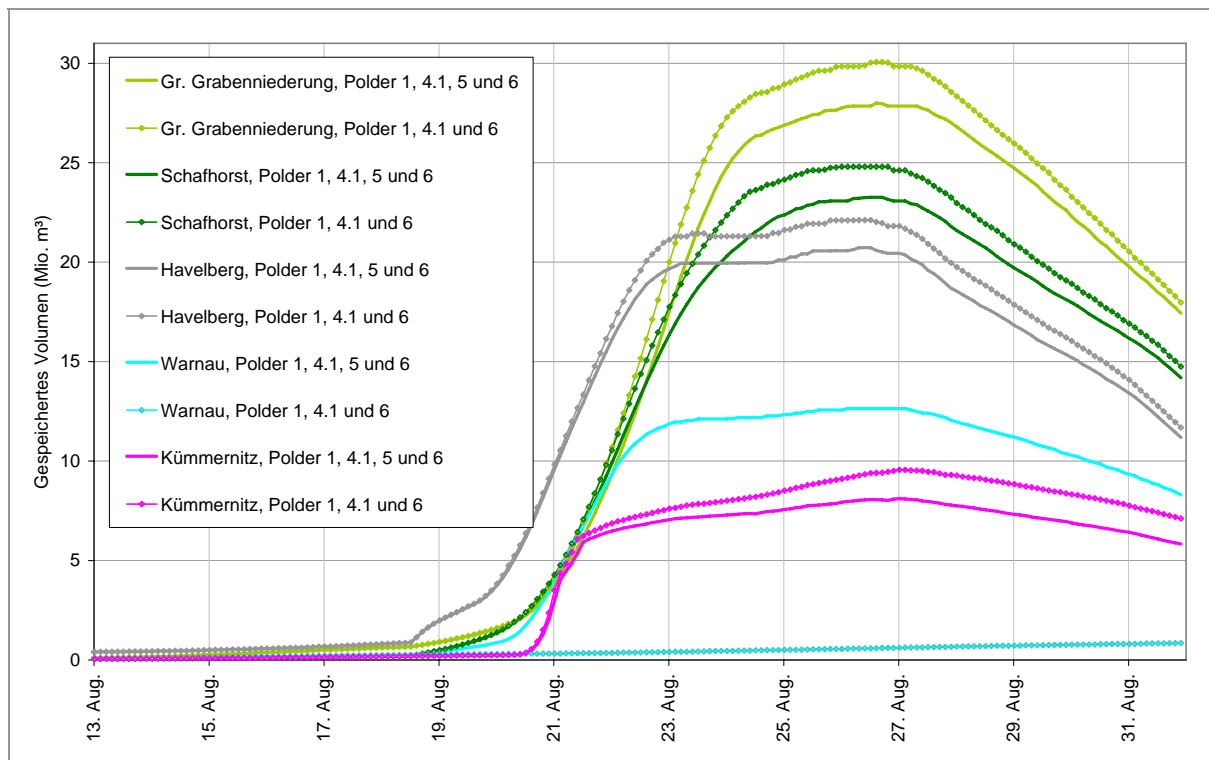


Abbildung 5-56: Das insgesamt in den betroffenen Poldern gespeicherte Volumen für die Polderöffnungsvarianten 2 und 3 bei einem Kappungsziel von 700 cm üPN

#### 5.2.5.4 Analyse weiterer Kappungsziele bei der Polderöffnungsvariante Polder 1 bis 6

Weitere  
Kappung  
möglich

##### Festlegung der zu untersuchenden Kappungswasserstände

Neben den in den vorherigen Abschnitten dargestellten Kappungsziele 710 und 720 cm üPN wurde bei der vorliegenden Variante zusätzlich das Kappungsziel 745 cm üPN Wittenberge (BHW) untersucht.

Bei dieser Variante wurden jedoch nicht nur neue Kappungsziele, die geringere Kappungsmengen erfordern, untersucht. Da sich bei der Analyse der Kombination von Optimierung Neuwerben und Polderöffnungsvariante Polder 1 bis 6 herausgestellt hat, dass die Wasserstände in Havelberg-Stadt nur bis 26,22 m ansteigen (s. Abbildung 5-49), wurde außerdem untersucht, wie hoch die tatsächlich maximal mögliche Kappung gewesen wäre.

Die ermittelte maximal mögliche Kappung, bei der die Wasserstände in Havelberg-Stadt nicht über 26,45 m DHHN92 ansteigen, beträgt mit einem Kappungswasserstand von 693 cm üPN insgesamt 62 cm und ist somit 7 cm höher als die Kappung, die nur durch die Optimierung von Neuwerben ermittelt wurde. Für die Berechnung des Optimums waren drei Berechnungen erforderlich. In den nächsten Abbildungen sind daher auch die Ergebnisse für den Kappungswasserstand von 697 cm üPN dargestellt. Nicht dargestellt sind die Ergebnisse des Kappungswasserstand 690 cm üPN Wittenberge. Diese Berechnung hat zu Wasserständen in Havel-

berg-Stadt geführt, die eindeutig über dem kritischen Wert von 26,45 m DHHN92 lagen (bis 26,54).

Zuerst werden die für die unterschiedlichen Kappungsziele ermittelten Kappungsdurchflüsse sowie die Kappungsvolumen in Abbildung 5-57 dargestellt.

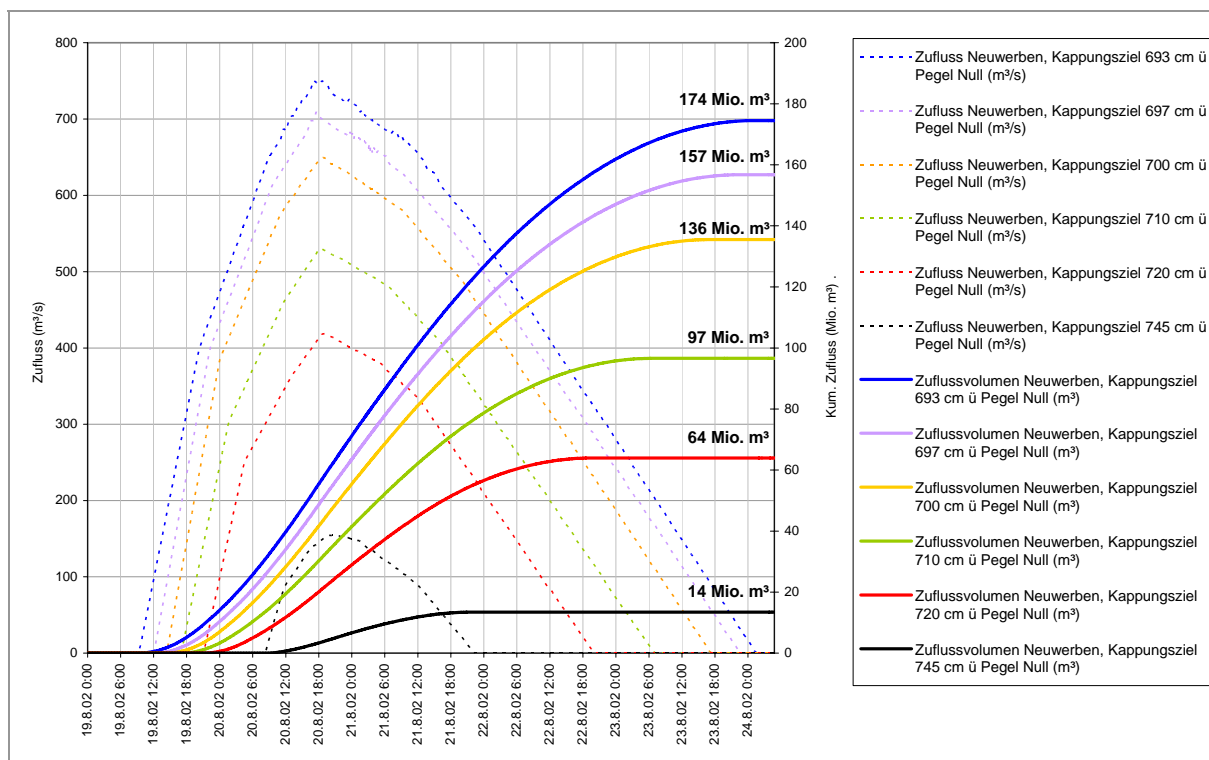


Abbildung 5-57: Abgeleitete Volumen für die Kappungsziele 693, 697, 700, 710, 720 und 745 cm üPN Wittenberge

### Auswertung der Ergebnisse

**Kappungs-  
volumen von  
174 Mio. m<sup>3</sup>**

Insgesamt wurden demnach bei der optimale Variante 174 Mio. m<sup>3</sup> über das Wehr Neuwerben in die Havel geleitet. Dieses Volumen ist um fast 100 Mio. m<sup>3</sup> größer als das Volumen, das 2002 tatsächlich über das Wehr in die Havel geströmt ist! In den nächsten beiden Abbildungen sind die Wasserstände an den Pegeln Havelberg-Stadt und Quitzöbel OP für alle Kappungsziele dargestellt. In Abbildung 5-60 werden die mit den errechneten Kappungsmengen erzielten Kappungswasserstände in Wittenberge gezeigt.

**Verbesserung  
der Kappung  
mit 25-30 cm**

Aus Abbildung 5-58 (Pegel Havelberg-Stadt) wird deutlich, dass bei einer Kappung auf etwa 707 cm üPN Wittenberge (es wurden tatsächlich nur die Kappungswasserstände 700 und 710 cm üPN Wittenberge berechnet) die Havelwasserstände vergleichbar zu 2002 bis ca. 26,05 m DHHN92 angestiegen wären. Dies zeigt: 2002 hätte mit einer angepassten Wehrsteuerung in Neuwerben und gleichzeitig früherem Öffnen der Polder (inklusive Polder 6) eine Kappung von **45 bis 50 cm** (ungekappt hätte sich in Wittenberge ein Wasserstand von ca. 754 cm üPN Wittenberge eingestellt, s. Abschnitt 5.1) erreicht werden können. Im Vergleich zu der in Abschnitt 5.1 geschätzten realen Kappung von 20 cm wäre die Kappung damit mehr als verdoppelt.

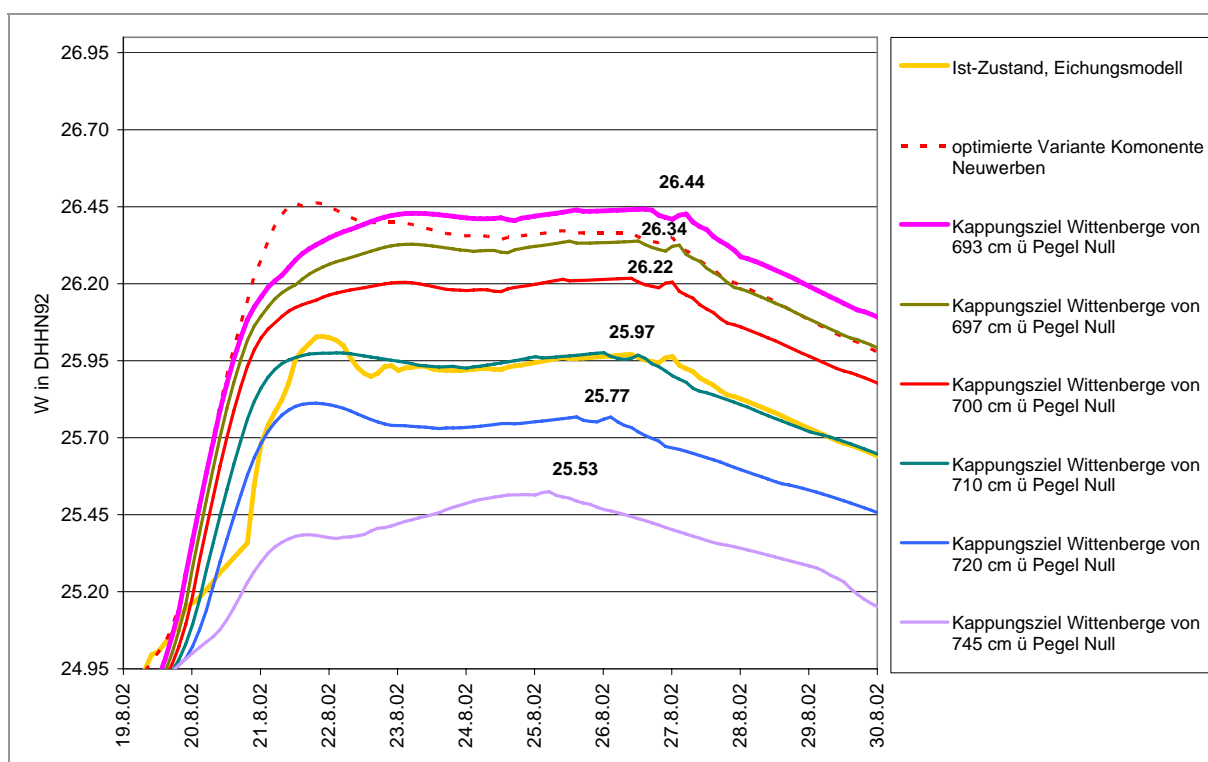
Weiterhin fällt in Havelberg auf, dass die Wasserstandsganglinie bei einer Kappung auf 745 cm (BHW) einen von den anderen Berechnungen abweichenden Verlauf aufweist. Der stärkere Anstieg ab dem 22. August ist teilweise mit der bei dieser Be-



**Anstieg Quitzöbel unproblematisch**

rechnung zu spät angesetzten Öffnung des Wehres Quitzöbel zu erklären, andererseits spielen auch die bei geringeren Wasserständen engeren Profile der Havel eine Rolle. Bei einer schnelleren Öffnung hätten die Wasserstände in Havelberg jedoch auf etwa 25,40 bis 25,45 m DHHN92 begrenzt werden können.

Aus den Ergebnissen am Pegel Quitzöbel OP ergibt sich, dass bei einer in Havelberg-Stadt auf 26,45 m DHHN92 abgesetzten Kappung (693 cm üPN in Wittenberge) der maximale Wasserstand oberhalb des Wehres ca. 26,99 m DHHN92 betragen hätte. Damit liegt der Wasserstand bei dieser Variante um 55 cm höher als in Havelberg-Stadt und ca. 43 cm höher als im Jahr 2002. Nach Aussage des WSA Brandenburg ist ein Wasserspiegel von bis zu 27,05 m DHHN92 am Pegel Quitzöbel OP nicht problematisch. Dieser Wert wurde bei den weiteren Berechnungen, und dies ist insbesondere bei den Szenarien in Band 3 (Los 3) von Bedeutung, als kritische Marke für den maximalen Wasserstand in Quitzöbel OP betrachtet. Hierzu ist allerdings anzumerken, dass die Aussage des WSA Brandenburg nur für das Wehrbauwerk gesichert ist. Auf Grund von fehlenden Baugrunduntersuchungen konnte eine Überprüfung der Standsicherheit der Deiche bis 27,05 m DHHN92 am Pegel Quitzöbel OP nicht durchgeführt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Wasserstände am Deich in Richtung Havelberg schnell auf ein Niveau unterhalb von 27,05 m DHHN92 absinken. Auf halber Strecke beträgt der maximale Wasserstand dann 26,75 m DHHN92.



**Abbildung 5-58: Wasserspiegel am Pegel Havelberg-Stadt für alle Kappungsziele bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1-6**

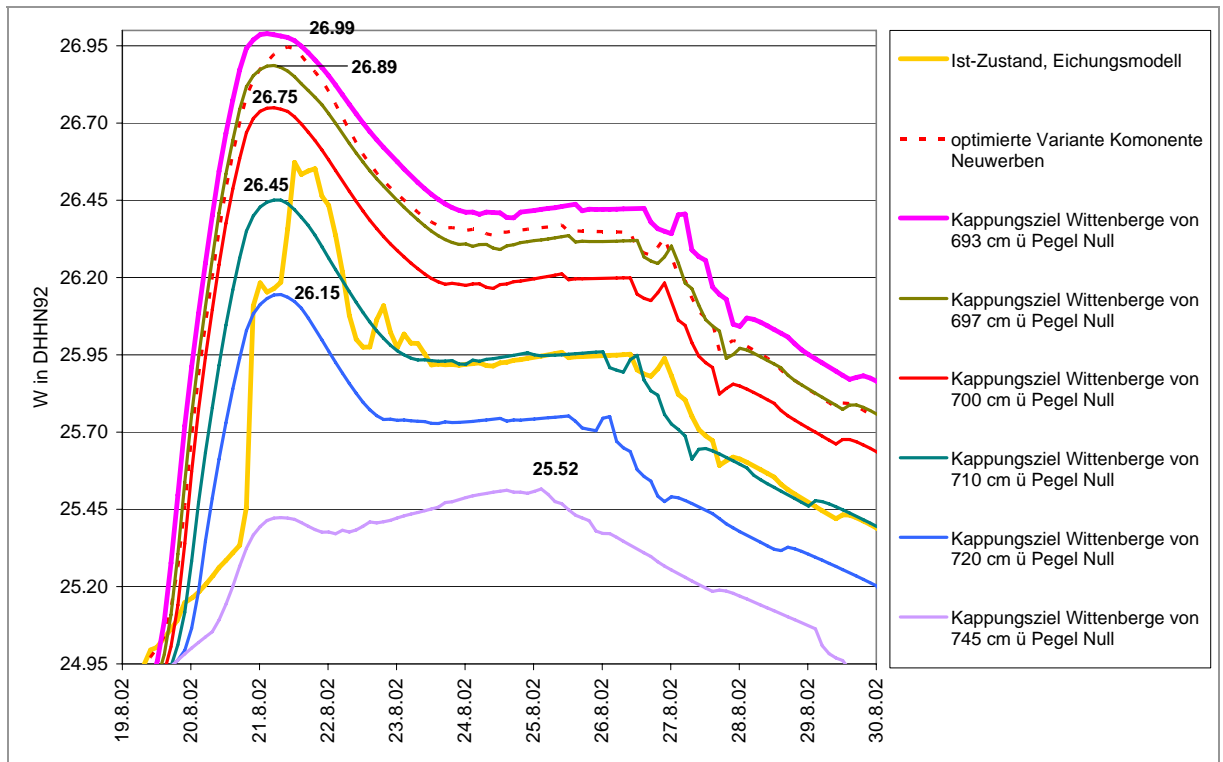


Abbildung 5-59: Wasserspiegel am Pegel Quitzöbel OP für alle Kappungsziele bei der optimierten Öffnungsvariante Polder 1-6

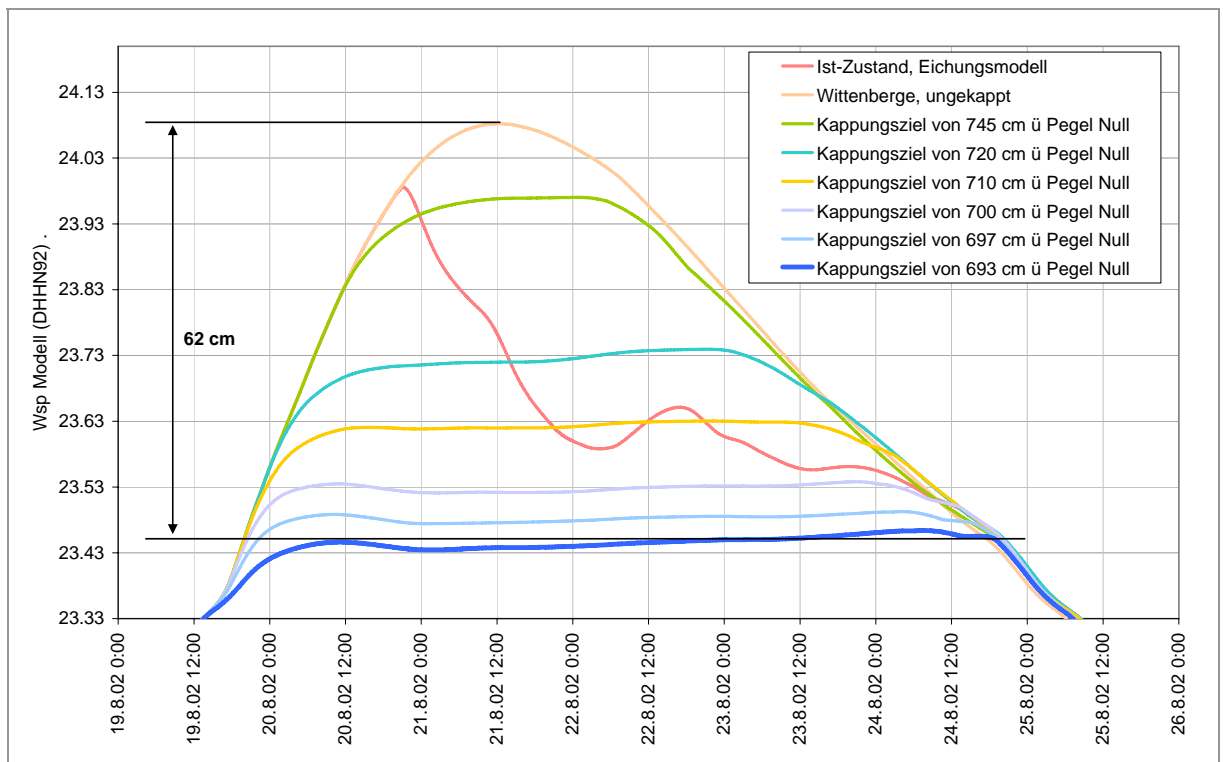


Abbildung 5-60: Erreichte Kappungswasserstände in Wittenberge bei unterschiedlichen Kappungsmengen

Sensibilitätsanalyse anhand der für die Abbildung der Hysterese erforderlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit

Die wesentlichen Ergebnisse der Varianten mit den Kappungszielen 693, 700 und 710 cm üPN Wittenberge sind in der nächsten Tabelle zusammengefasst. Außerdem sind zum Vergleich die Ergebnisse des Eichungsmodells eingefügt.

**Tabelle 5-2: Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der Varianten**

Bezeichnung	optimierte Varianten			Eichungsmodell
Kappungsziel (cm üPN)	693	700	710	734 <sup>1)</sup>
WSP ungekappt Wittenberge (cm üPN)	754 <sup>2)</sup>	754	754	754
effektive Kappung (cm)	61	54	44	20
maximaler Wasserstand Quitzöbel OP (DHHN92)	26,99	26,75	26,45	26,57
maximaler Wasserstand Havelberg (DHHN92)	26,44	26,22	25,97	26,02
Gesamtvolumen über Neuwerben (Mio. m <sup>3</sup> )	174	136	97	75
maximaler Abfluss über Neuwerben (m <sup>3</sup> /s)	750	648	530	658 <sup>3)</sup>
Datum der Öffnung des Wehres Neuwerben	19.08.2002 09:50	19.08.2002 15:10	19.08.2002 17:30	20.08.2002 20:00
Datum der Schließung des Wehres Neuwerben	24.08.2002 01:50	23.08.2002 17:50	23.08.2002 07:50	23.08.2002 12:45
Dauer der Kappung in Neuwerben (h)	112	99	86	65
mittlerer Abfluss über Neuwerben (m <sup>3</sup> /s)	18,0	16,0	13,0	13,4
<sup>1)</sup> Messwert, s. Abschnitt 5.1 <sup>2)</sup> ungekappter Wasserstand inklusive Korrektur der überschätzten Hysterese (Korrektur von 1 cm) <sup>3)</sup> Wert am 21. August, da die Abflüsse direkt am Anfang der Flutung im Modell vermutlich überschätzt wurden (s. Abbildung 5-6)				

Zur Überprüfung der in Abschnitt 5.1 gemachten Annahme, dass die im Modell angesetzte überschätzte Hysterese keine Auswirkungen auf die maximal mögliche Kappung hat, wurde auch bei einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 1,0 m/s der mögliche Kappungswasserstand bestimmt. In Abbildung 5-61 bis Abbildung 5-63 ist der Vergleich der beiden maximal optimierten Modelle für den Abfluss in Neuwerben, die erreichte Kappung in Wittenberge und die Wasserstände in Quitzöbel und Havelberg dargestellt.

**Einfluss überschätzte Hysterese ist sehr gering**

Aus den Abbildungen wird deutlich, dass bei einem maximalen Wasserstand von 26,45 m DHHN92 in Havelberg-Stadt auch bei einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Tangermünde von 1,0 m/s maximal eine Kappung auf 693 cm üPN in Wittenberge möglich gewesen wäre. Dabei ist allerdings die Ableitungskurve in Neuwerben um ca. 5 Stunden später anzusetzen und es steigen die Wasserstände in Quitzöbel nicht so stark an (bis 26,94 statt auf 26,99 m DHHN92). Das Maximum der Ableitung ist gleichzeitig niedriger (statt 750 lediglich 707 m<sup>3</sup>/s). Das gesamte Abflussvolumen in Neuwerben ist jedoch mit 174 Mio. m<sup>3</sup> bei beiden Varianten gleich.

Aufgrund des um 2 cm niedrigeren ungekappten Wasserstands (753 statt 755 cm üPN) fällt die absolute maximale Kappung bei einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 1,0 m/s auch 2 cm niedriger aus (60 cm). Die Ergebnisse zeigen damit, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit bei der Bestimmung der maximal möglichen Kappung eine untergeordnete Rolle spielt. Daher konnte bei den weiteren Varianten auch die bisher angesetzte Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 0,35 m/s beibehalten werden.

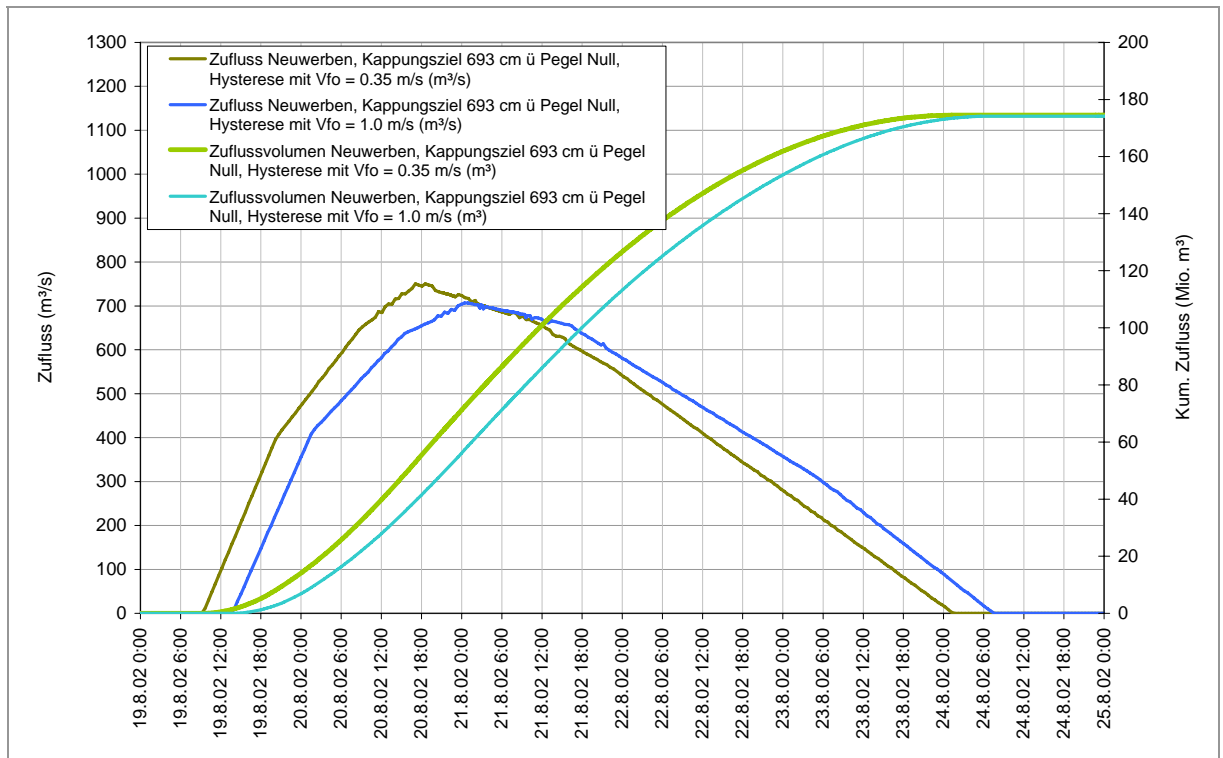


Abbildung 5-61: Vergleich der Ergebnisse der optimalen Kappung bei unterschiedlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in Tangermünde, Abflüsse in Neuwerben

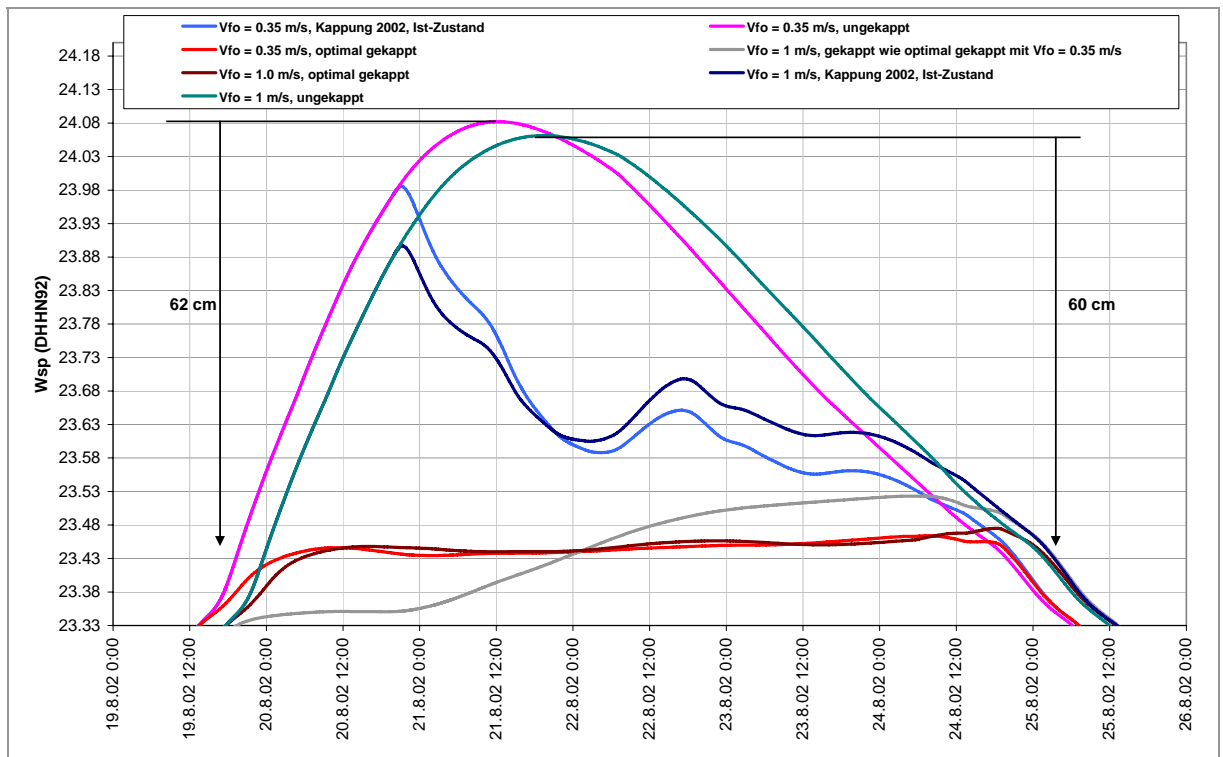


Abbildung 5-62: Vergleich der Ergebnisse der optimalen Kappung bei unterschiedlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in Tangermünde, Kappung in Wittenberge

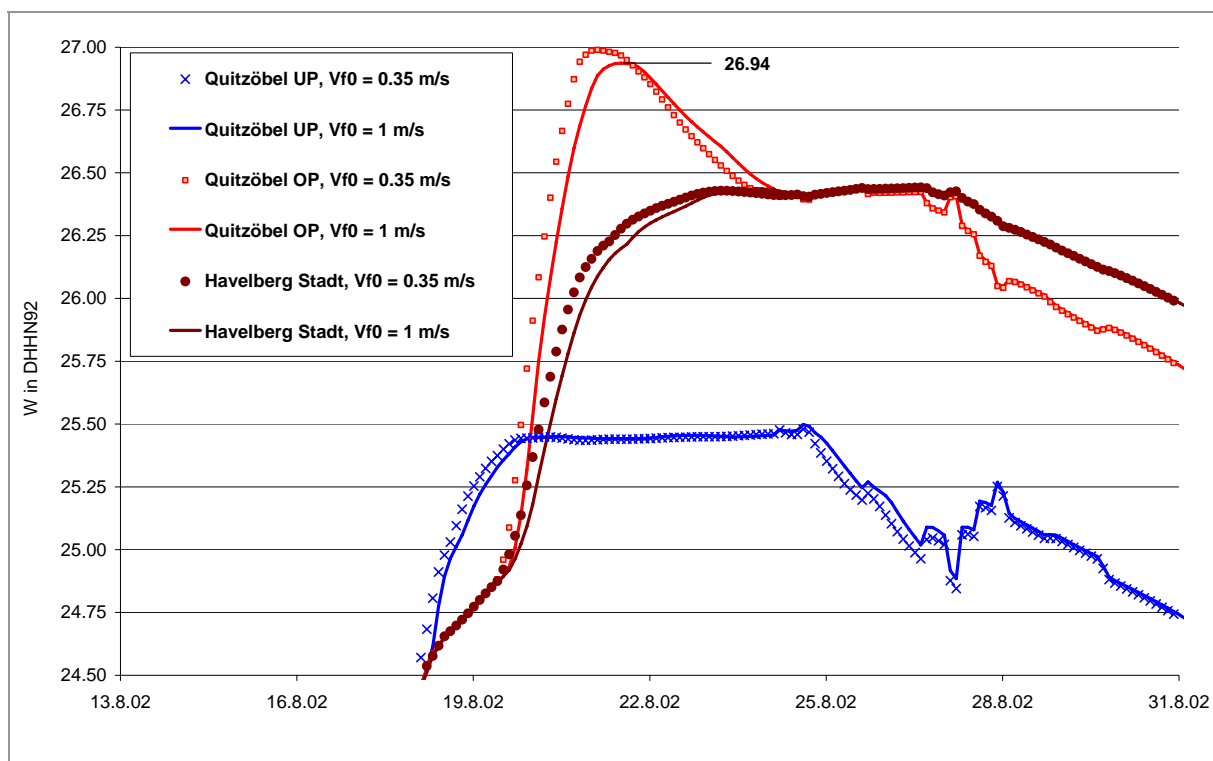


Abbildung 5-63: Vergleich der Ergebnisse der optimalen Kappung bei unterschiedlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in Tangermünde, Wasserstände der Havel

Maximale Kappung in 2002 von 61 cm

In Abschnitt 5.1 wurde bereits begründet, dass ein ungekappter Scheitel in Wittenberge von 754 cm üPN die Realität wahrscheinlich am besten wiedergibt. Auf Basis dieses Wasserstands beträgt die maximal mögliche Kappung 61 cm. Dies ist auch der Wert, der in Tabelle 5-2 dargestellt wurde. Die übrigen Angaben (maximaler Wasserstand Quitzzöbel, Öffnungszeiten Neuwerben, etc.) wurden ohne Korrektur der Hysterese direkt aus dem Modell übernommen.

Maximal 289 Mio. m<sup>3</sup> in der Niederung gespeichert

#### Analyse der gespeicherten Volumen

In Abbildung 5-64 und Abbildung 5-65 ist der Verlauf des in den unterschiedlichen Systemkomponenten gespeicherten Volumens dargestellt. Abbildung 5-64 zeigt, dass ab dem Zeitpunkt der Schließung Quitzzöbel zusätzlich gespeicherte Volumen und Abbildung 5-65 gibt das gesamte Volumen an. In Tabelle 5-3 sind anschließend die Ergebnisse der Varianten mit den Kappungszielen 693, 700 und 710 cm üPN Wittenberge und für den Ist-Zustand tabellarisch zusammengefasst. Insgesamt hätten also ca. 289 Mio. m<sup>3</sup> in der Havelniederung zwischen Albertsheim und Quitzzöbel gespeichert werden können. Davon wären bereits etwa 39 Mio. m<sup>3</sup> zum Zeitpunkt der Schließung Quitzzöbel gefüllt gewesen, so dass bei dieser Variante während der Flutung maximal 250 Mio. m<sup>3</sup> zusätzlich hätten gespeichert werden können. Davon sind etwa 94 % (235 Mio. m<sup>3</sup>) oberirdisch und 6 % (15 Mio. m<sup>3</sup>) ins Grundwasser gespeichert worden. Von dem oberirdisch gespeicherten Wasser entfallen 55 % auf die Flutungspolder (129 Mio. m<sup>3</sup>) und 45 % (105 Mio. m<sup>3</sup>) auf die Fließgewässer (inkl. Vorländer und die beiden in Abschnitt 5.1 erwähnten Sommerpolder).

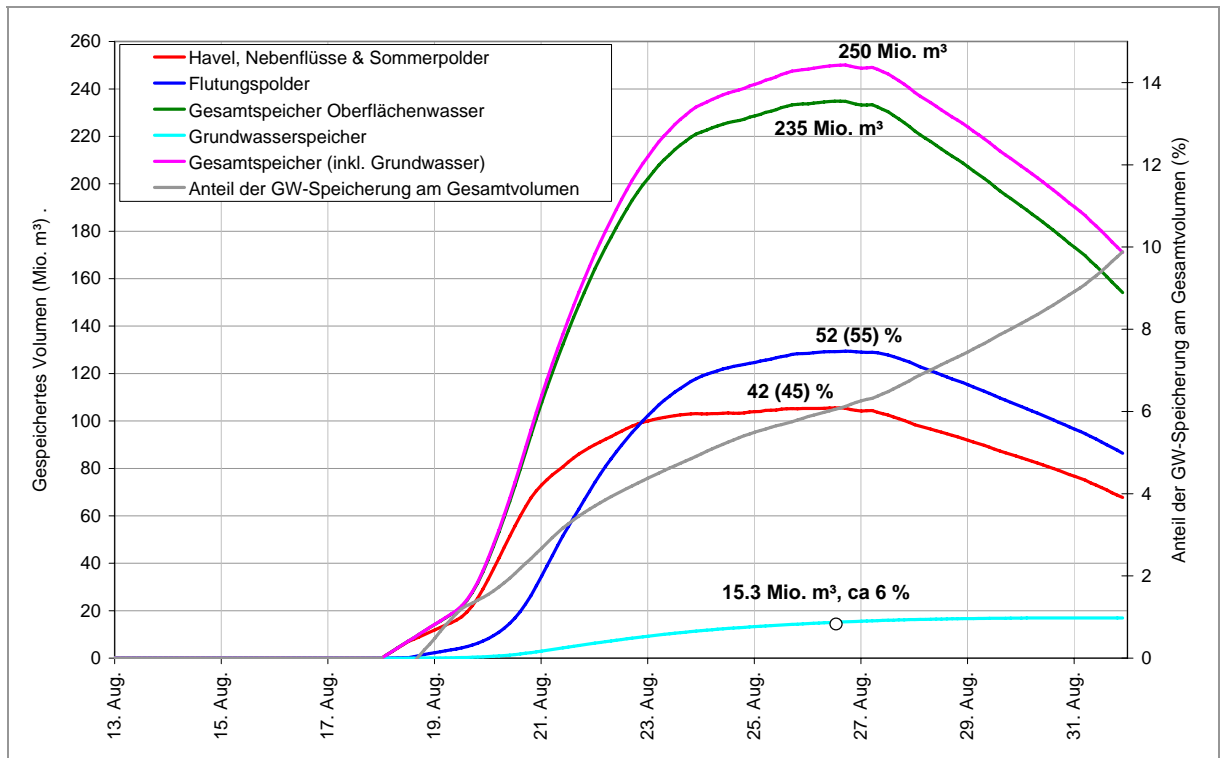


Abbildung 5-64: Das nach der Schließung Quitzöbel in den unterschiedlichen Komponenten des Systems gespeicherte Volumen für die Polderöffnungsvariante 4 bei einem Kappungsziel von 693 cm üPN Wittenberge

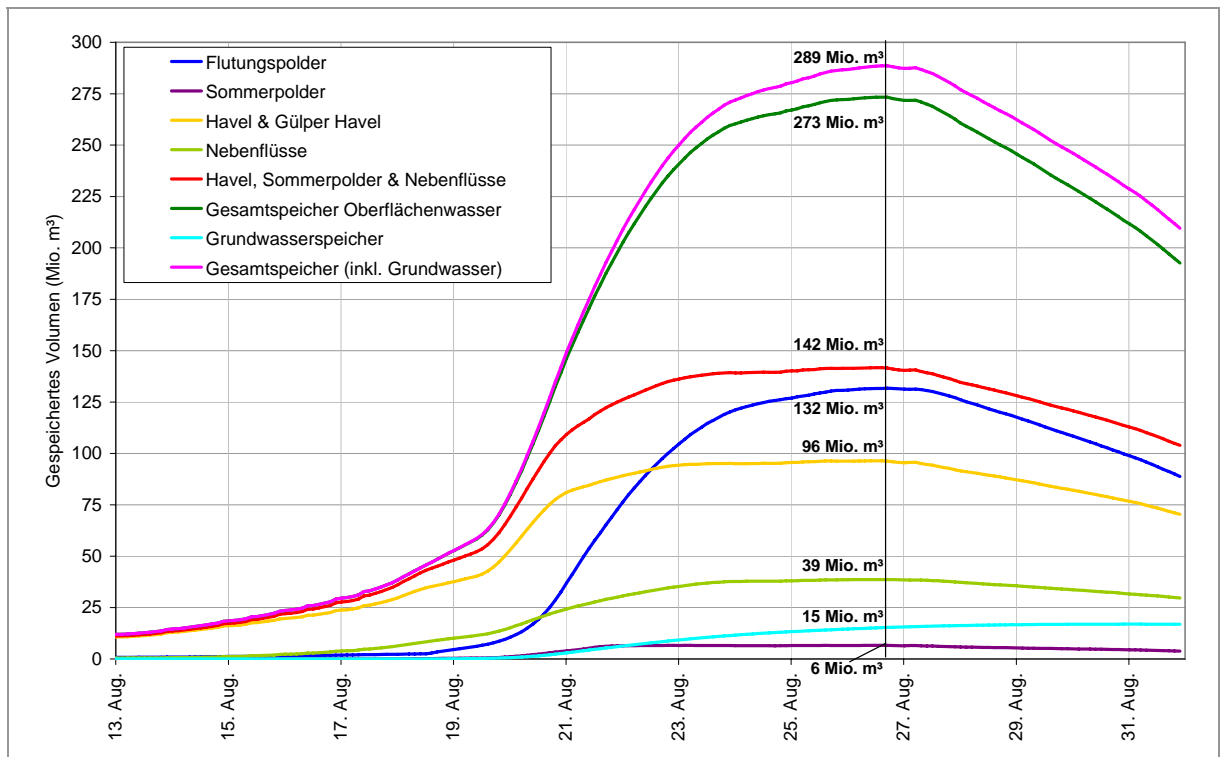


Abbildung 5-65: In den unterschiedlichen Komponenten des Systems gespeichertes Gesamtvolumen für die Polderöffnungsvariante 4 bei einem Kappungsziel von 693 cm üPN Wittenberge

**Tabelle 5-3: Zusammenfassung der Volumenaufteilung der Varianten zum Zeitpunkt der maximalen Füllung der Havelniederung**

Bezeichnung	optimierte Varianten			Eichungsmodell
Kappungsziel (cm üPN Wittenberge )	693	700	710	734 <sup>1)</sup>
Datum des maximale Speichervolumens der Havelniederung	26.08.2002 17:03	26.08.2002 09:51	26.08.2002 02:39	27.08.2002 00:15
<b>Grundwasserspeicher (Mio. m<sup>3</sup>)</b>				
GW-Speicher	15,3	13,2 <sup>2)</sup>	10,8 <sup>2)</sup>	9,9
<b>Polder (Mio. m<sup>3</sup>)</b>				
Havelberg	20,6	17,3	13,8	13,6
Kümmernitz, inkl. Sommerpolder	11,3	9,4	7,6	7,5
Vehlgast	13,9	12,0	10,0	9,9
Flöthgraben	11,2	9,3	7,5	7,4
Schafhorst	23,2	18,8	14,6	14,2
Twerl	11,1	9,1	7,1	7,1
Warnau	12,6	11,0	9,2	9,2
Gr. Grabenniederung	27,8	23,4	18,8	0,5
Flutungspolder	131,7	110,4	88,7	69,4
<b>Flussrinnen und Sommerpolder (Mio. m<sup>3</sup>)</b>				
Sommerpolder	6,6	5,5	4,4	4,4
Havel & Gülper Havel	96,3	86,7	76,6	76,2
Nebenflüsse	38,6	34,5	30,1	30,1
Havel, Sommerpolder & Nebenflüsse	141,5	126,7	111,2	110,7
<b>Gesamtspeicher der Havelniederung</b>				
EZG Havel, OW (Mio. m <sup>3</sup> )	273,3	237,1	199,8	180,1
Anteil der Flutungspolder am OW (%)	48,2	46,6	44,4	38,5
Gesamtspeicher (inkl. GW) (Mio. m <sup>3</sup> )	288,6	250,3	210,6	190,0
<b>Volumen nach der Schließung von Quitzöbel (Mio. m<sup>3</sup>)</b>				
Havel, Nebenflüsse & Sommerpolder, zusätzlich	105,3	90,5	75,0	73,7
Flutungspolder, zusätzlich	129,4	108,1	86,4	68,1
EZG Havel OW, zusätzlich	234,8	198,6	161,3	141,9
Anteil der Flutungspolder am OW, zusätzlich (%)	55,1	54,4	53,5	48,0
Gesamtspeicher (inkl. GW), zusätzlich	250,1	211,8	172,1	151,8
<sup>1)</sup> Messwert, s. Abschnitt 5.1				
<sup>2)</sup> Geschätzt, da der GW-Speicher nicht ausgewertet wurde				

### Überstaudauer in den Poldern

#### **Entleerung von Kümmernitz problematisch**

In Abschnitt 3.3 wurde bereits die mit dem Eichungsmodell ermittelte Überstaudauer für die einzelnen Polder dargestellt. Die gleiche Berechnung wurde auch mit der optimierten Variante (Kappungsziel 693 cm üPN) durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5-4 aufgelistet. Da die Wasserstände in der Havel bei dieser Variante bis 26,45 m DHHN92 ansteigen, ist im Vergleich zum Eichungsmodell generell mehr Wasser in den Poldern vorhanden. Dementsprechend dauert es länger, bis die Polder entleert sind. Dieser Effekt wird noch dadurch verstärkt, dass die Polder früher geöffnet werden als im Eichungsmodell. Auffällig ist, dass 27 % der Fläche im Polder Kümmernitz 31 - 35 Tage lang geflutet sind. Dies liegt daran, dass die in 2002 aufgetretenen Deichbrüche entlang des Sommerdeiches bei den Varianten nicht integriert worden sind. Damit ist keine geeignete Möglichkeit vorhanden, den Polder ef-

fektiv zu entlasten. Das Wasser kann über die Krone des Sommerdeiches zwar problemlos in den Polder gelangen, das Entlasten des Polders ist jedoch nicht ausreichend gewährleistet.

In Abbildung 5-66 und Abbildung 5-67 ist für den Polder Schafhorst ein Vergleich zwischen dem Ist-Zustand und der optimierten Variante dargestellt. In der ersten Abbildung ist die Verschiebung der Verteilung hin zu einer längeren Überflutung deutlich zu erkennen. Aus Abbildung 5-67 wird deutlich, dass diese Verschiebung sowohl durch eine frühere als auch eine längere Flutung verursacht wird.

Zwar wird aus den Berechnungen der Überstaudauer deutlich, dass das Maximum der Anteile der Flächenbetroffenheitsklassen in den meisten Poldern (wie auch Polder Schafhorst) um mindestens eine Klasse nach hinten verschoben wird, es ist jedoch schwierig, die Zunahme der Überstaudauer genau zu quantifizieren. Um hier eine Aussage treffen zu können, wurde wie folgt vorgegangen. Für alle Polder wurde bei beiden Varianten ausgewertet, wann der Wasserstand im Polder einen Wert von 24,75 m DHHN92 erreicht, sowohl im Anlauf als im Ablauf der Welle. Dieser Wasserstand wurde fiktiv gewählt, er repräsentiert jedoch ein Niveau, bei dem die Polder noch (oder wieder) relativ leer sind. Hieraus wurde für jeden Polder und für beide Varianten die Flutungsdauer in Tagen berechnet. Die Differenz der beiden Flutungsdauern bildet dann die Zunahme der Überstaudauer für jeden Polder. Dies ist in

**Zunahme der Überstaudauer von 5 ½ Tagen**

Tabelle 5-5 dargestellt. Bei dieser Berechnung wurde der Polder Kümmernitz aus oben genanntem Grund nicht berücksichtigt. Aus der Berechnung ergibt sich eine Verlängerung der Polderflutung um etwa 5½ Tage, davon entfallen fast 2 Tage auf den Anlauf der Welle und etwas mehr als 3½ Tage auf den Ablauf der Welle. Das würde im Vergleich zum Ist-Zustand (bei einer mittleren Flutungsdauer von etwas über 16 ½ Tage) eine Zunahme der Überstaudauer von ca. 33 % bedeuten.

**Tabelle 5-4: Anteil der Flächenbetroffenheitsklassen (Überstaudauer in Tagen) an den Poldergesamtflächen [%] für die optimierte Variante, Kappungsziel 693 cm üPN Wittenberge**

Polder	Überstaudauer in Tagen							
	kein Tag	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30	31 - 35
1- Trübengraben/Havelberg	3,73	1,64	7,00	35,29	26,74	18,45	6,04	1,11
2 - Kümmernitz	24,50	5,64	15,01	16,44	4,05	4,76	2,55	27,05
3/1 - Vehlgast	4,75	1,78	7,98	12,91	12,08	11,77	9,41	39,33
3/2 - Flöthgraben	9,14	6,70	13,25	17,40	15,33	29,93	7,63	0,61
4/1 - Schafhorst	5,31	3,73	12,79	20,18	26,57	16,48	12,38	2,56
4/2 - Twerl	3,84	2,72	8,42	34,54	21,33	14,08	7,65	7,42
5 - Warnau	4,80	0,46	4,26	18,67	16,42	12,03	18,44	24,92
6 - Große Grabenniederung	10,35	3,04	12,05	13,91	9,79	9,96	13,66	27,23



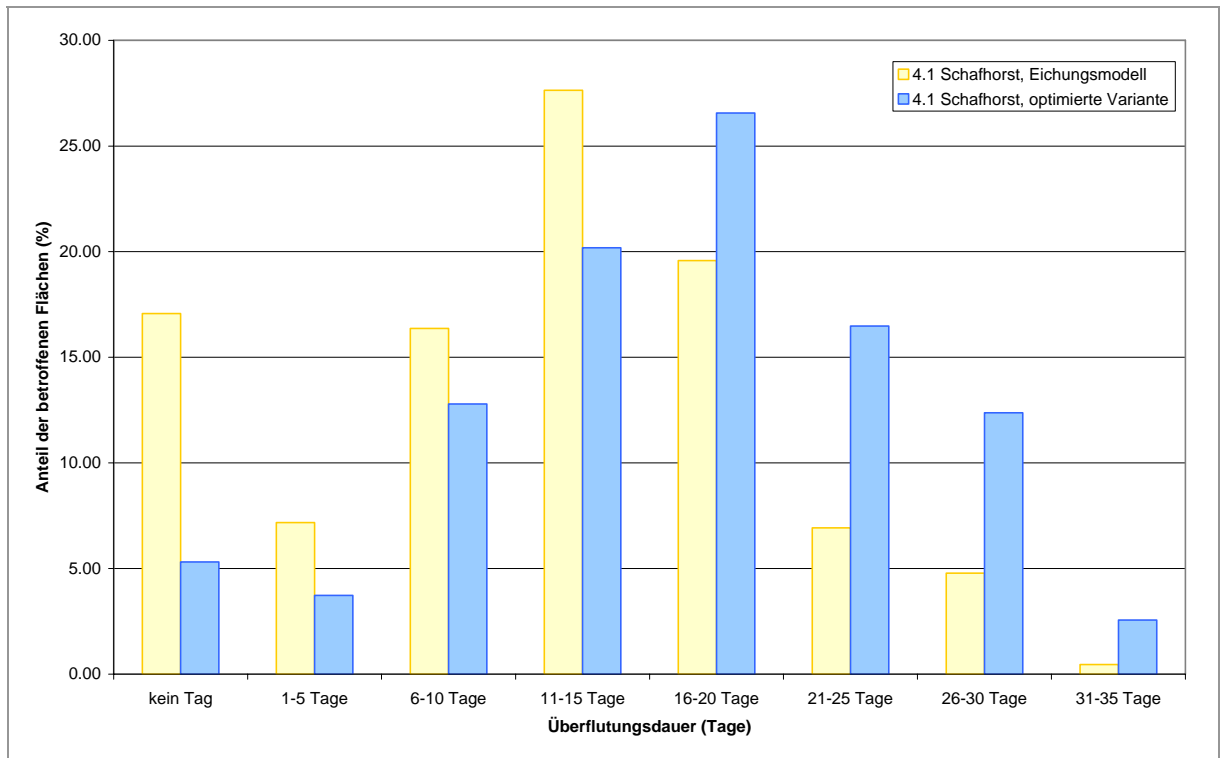


Abbildung 5-66: Vergleich der Überstaudauer zwischen dem Eichungsmodell und der optimierten Variante für den Polder Schafhorst

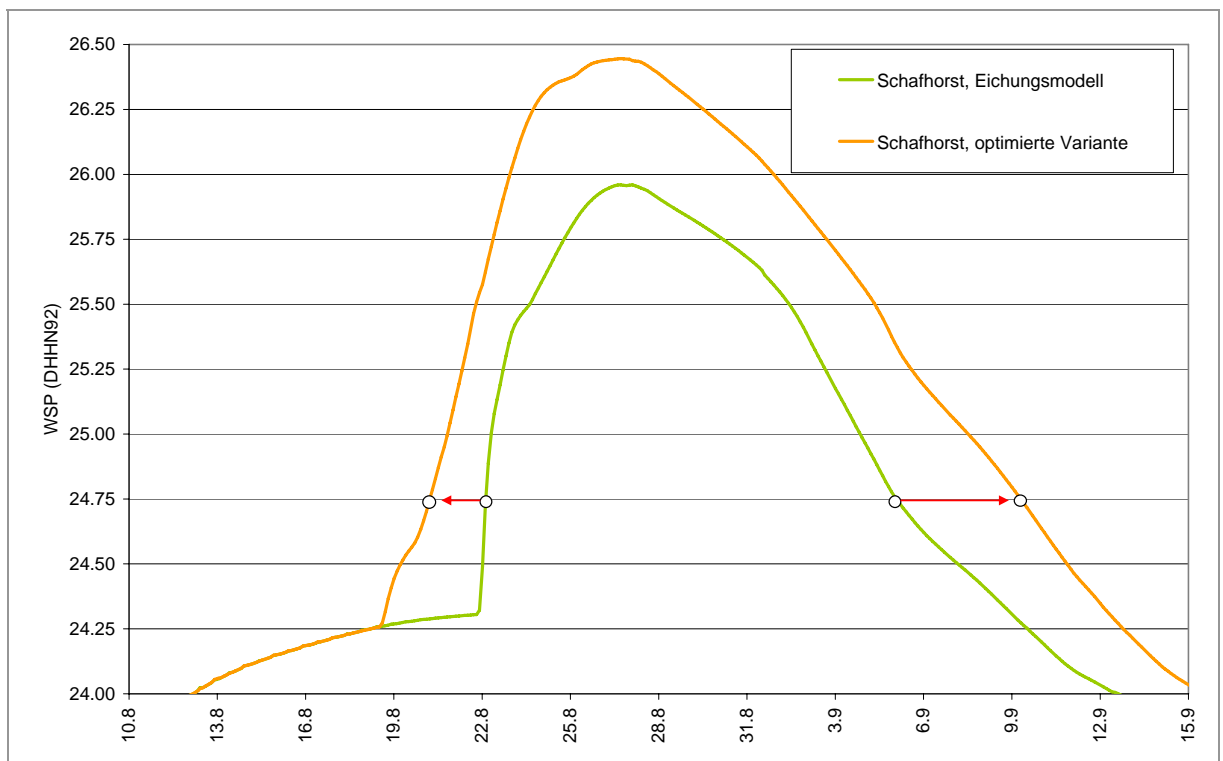


Abbildung 5-67: Vergleich der Wasserstände zwischen dem Eichungsmodell und der optimierten Variante am Schöpfwerk Schafhorst

**Tabelle 5-5: Berechnung der Zunahme der Überflutungsdauer bei der optimierten Variante**

Polder	Bezeichnung	Optimierte Variante	Eichungsmodell	Bezeichnung zur Differenz	Differenz (Tage)
<b>Warnau</b>	Zeitpunkt I <sup>1)</sup>	20.08.2002 05:03	21.08.2002 14:40	Zunahme I <sup>3)</sup>	1,40
	Zeitpunkt II <sup>2)</sup>	12.09.2002 19:30	08.09.2002 21:50	Zunahme II <sup>4)</sup>	3,90
	Flutungsdauer (Tage)	23,60	18,30	Gesamtzunahme	5,30
<b>Twerl</b>	Zeitpunkt I	19.08.2002 21:50	21.08.2002 19:30	Zunahme I	1,90
	Zeitpunkt II	10.09.2002 12:15	06.09.2002 14:40	Zunahme II	3,90
	Flutungsdauer (Tage)	21,60	15,80	Gesamtzunahme	5,80
<b>Schafhorst</b>	Zeitpunkt I	20.08.2002 05:00	22.08.2002 02:40	Zunahme I	1,90
	Zeitpunkt II	09.09.2002 09:50	05.09.2002 05:03	Zunahme II	4,20
	Flutungsdauer (Tage)	20,20	14,10	Gesamtzunahme	6,10
<b>Flöthgraben</b>	Zeitpunkt I	20.08.2002 00:15	23.08.2002 00:15	Zunahme I	3,00
	Zeitpunkt II	10.09.2002 19:30	06.09.2002 21:50	Zunahme II	3,90
	Flutungsdauer (Tage)	21,80	14,90	Gesamtzunahme	6,90
<b>Vehlgast</b>	Zeitpunkt I	21.08.2002 05:03	22.08.2002 02:40	Zunahme I	0,90
	Zeitpunkt II	15.09.2002 19:30	14.09.2002 00:15	Zunahme II	1,80
	Flutungsdauer (Tage)	25,60	22,90	Gesamtzunahme	2,70
<b>Havelberg (SW Havelberg)</b>	Zeitpunkt I	19.08.2002 02:40	21.08.2002 19:30	Zunahme I	2,70
	Zeitpunkt II	08.09.2002 14:40	04.09.2002 09:50	Zunahme II	4,20
	Flutungsdauer (Tage)	20,50	13,60	Gesamtzunahme	6,90
<b>Mittel</b>	Zeitpunkt I	20.08.2002 02:38	22.08.2002 00:40	Zunahme I	1,97
	Zeitpunkt II	11.09.2002 07:52	07.09.2002 16:14	Zunahme II	3,65
	Flutungsdauer (Tage)	22,22	16,65	Gesamtzunahme	<b><u>5,62</u></b>
<sup>1)</sup> Zeitpunkt des Erreichens von 24,75 DHHN92 im Anlauf der Welle <sup>2)</sup> Zeitpunkt des Erreichens von 24,75 DHHN92 im Ablauf der Welle <sup>3)</sup> Zunahme der Flutungsdauer im Anlauf der Welle <sup>4)</sup> Zunahme der Flutungsdauer im Ablauf der Welle					

Da sowohl der kritische Wasserstand in Quitzöbel OP als auch die kritische Marke in Havelberg-Stadt bei einer Kappung auf 693 cm üPN fast erreicht werden, kann diese Variante aus wasserwirtschaftlicher Sicht mit Recht als optimale Variante betrachtet werden. Aus ökologischer Sicht jedoch ist eine Verlängerung der Überstaudauer um etwa 5½ Tage in Anbetracht der bereits 2002 entstandenen Schäden kaum wünschenswert.

**Reduzierung  
der Überstau-  
dauer bei ge-  
ringeren Kap-  
pungsmengen**

Bei dieser Variante wurde aber bis auf ein viel niedrigeres Niveau gekappt als erforderlich ist (693 cm statt 720 oder sogar 745 cm üPN Wittenberge) und stellt somit eine reine Optimierung des Kappungswasserstands in Wittenberge dar. Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass bei einer optimalen Kappung auf 710 cm die in

Tabelle 5-5 genannte mittlere Zunahme II (Zunahme der Flutungsdauer im Ablauf der Welle) nur noch sehr gering ist, die Zunahme I (Zunahme der Flutungsdauer im Anlauf der Welle) jedoch gleichzeitig nur geringfügig reduziert wird. Dadurch entsteht bei dieser Variante eine Gesamtzunahme der Flutungsdauer von etwa 2 Tagen. Bei einer Kappung auf 720 cm würde die Zunahme II in den negativen Bereich fallen (frühzeitiges Erreichen der Polderentleerung) und damit die im Vergleich zur Kappung auf 710 cm noch einmal geringfügig reduzierte Zunahme I aufheben. Im Vergleich zum Eichungsmodell entsteht dadurch bei einer Kappung auf 720 cm insgesamt keine Gesamtzunahme der Überstaudauer. Gleichzeitig sind aber bei dieser Variante 14 cm mehr gekappt worden als 2002! Bei kleineren Kappungsmengen (z. B. auf 745 cm) würde die Überstaudauer gegenüber dem Ist-Zustand sogar kürzer ausfallen.

Außerdem wurde untersucht, ob das spätere Öffnen der Polder (in diesem Fall zum Zeitpunkt der Öffnung von Neuwerben) eine günstige Auswirkung auf die Überflutungsdauer hat. Aufgrund der geringen Zustrommengen zu den Poldern in der Periode zwischen der Schließung von Quitzöbel und der Öffnung von Neuwerben hat sich hier kaum eine Verbesserung gezeigt, im Mittel konnte die in

Tabelle 5-5 genannte Zunahme I (Zunahme der Flutungsdauer im Anlauf der Welle) nur um etwa 4 Stunden verkürzt werden.

Das bei der Entlastung der Havel schnellere Öffnen des Wehres Quitzöbel könnte für die in

Tabelle 5-5 erwähnte mittlere Zunahme II (Zunahme der Flutungsdauer im Ablauf der Welle) einen positiven Effekt ergeben. Dies wird im nächsten Abschnitt behandelt.

#### **5.2.5.5 Schnelleres Öffnen des Wehres Quitzöbel bei der Entlastung der Havel**

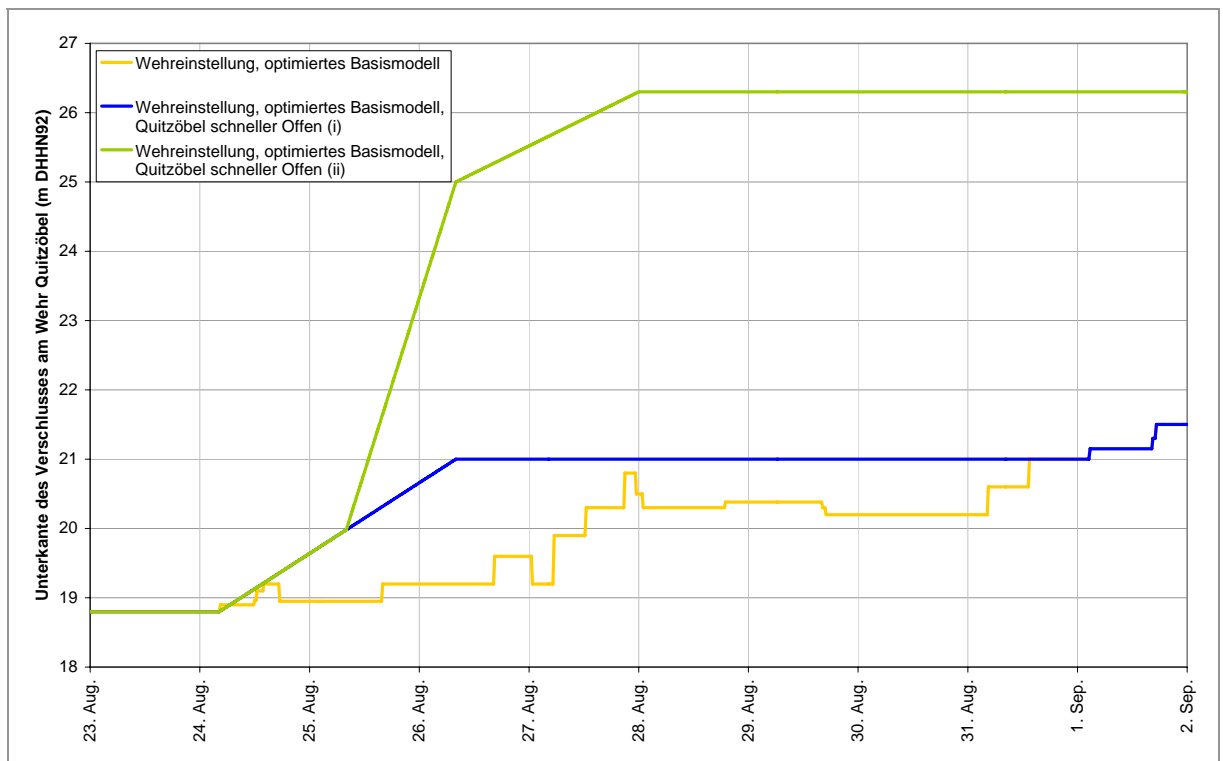
Am Ende des vorherigen Abschnitts wurde angeregt, dass das schnellere Öffnen des Wehres Quitzöbel die Überstaudauer der Polder im optimierten Zustand verringern könnte. Zusätzlich wäre es denkbar, dass die Wasserstände in Havelberg-Stadt bei einer früheren Entlastung der Havel nicht so weit ansteigen würden, was eine Erhöhung der maximal möglichen Kappung in Wittenberge bedeuten könnte. Das Wehr Quitzöbel muss jedoch bis zur vollständigen Öffnung so gesteuert werden, dass in der Elbe kein erneuter Anstieg der Wasserstände erzeugt wird. Eine Optimierung war hier also erforderlich. Die in diesem Abschnitt dargestellte Variante ist lediglich auf Basis der maximal möglichen Kappung der Polderöffnungsvariante Polder 1 bis 6 („optimierte Basisvariante“ genannt) erstellt worden.

Zuerst wurde versucht, den maximalen Wasserstand in Havelberg-Stadt zu minimieren, ohne den Kappungswasserstand in Wittenberge zu überschreiten. Dabei wurde die Wehreinstellung in Quitzöbel nur am Anfang der Entlastung angepasst. Hieraus ergab sich dementsprechend eine optimale Wehreinstellung während dieser Anfangsperiode (bis 25. – 26. August). Für die restliche Zeit wurde die Wehreinstellung vom optimierten Basismodell übernommen (ab dem 1. September exakt). Anschließend wurde auch für die Periode ab 25. - 26. August eine noch schnellere Öffnung untersucht (ab dem 28. August ist das Wehr hierbei komplett geöffnet). Die Wehreinstellungen der Basisvariante, die Variante, bei der nur der Anfangszustand optimiert wurde (i) und die Variante, bei der über die gesamte Periode schneller geöffnet wurde (ii), sind in Abbildung 5-68 dargestellt. Die Abbildung 5-69 bis

**Keine weitere  
Kappung  
möglich**

Abbildung 5-72 zeigen die resultierenden Wasserstände in Quitzöbel, Havelberg-Stadt, Polder Schafhorst und Wittenberge. In Abbildung 5-72 sind außerdem die Abflussraten in Quitzöbel für die unterschiedlichen Varianten abgebildet.

Wie bereits angedeutet sind die maximalen Wasserstände in Havelberg-Stadt für die Varianten (i) und (ii) gleich. Sie liegen mit 26,43 m DHHN92 jedoch nur 2 cm unterhalb des Maximums, das mit der optimierten Basisvariante berechnet wurde. Das Maximum tritt dabei nicht mehr am 26. August, sondern am 23. August, also zu einem Zeitpunkt, an dem das Wehr Neuwerben noch offen ist, ein. Es wurde anhand einer weiteren Berechnung festgestellt, dass die Auffüllung der Havelniederung mit 2 cm auf 26,45 m DHHN92 nicht zu einer nennenswerten Zunahme der Kappung führen würde (maximal 1 cm). Die weitere Optimierung der Havelentlastung hat damit keinen Einfluss auf die Kappung in Wittenberge.



**Abbildung 5-68: Verschiedene Wehreinstellungen am Wehr Quitzöbel für die Optimierung der Entlastung der Havel**

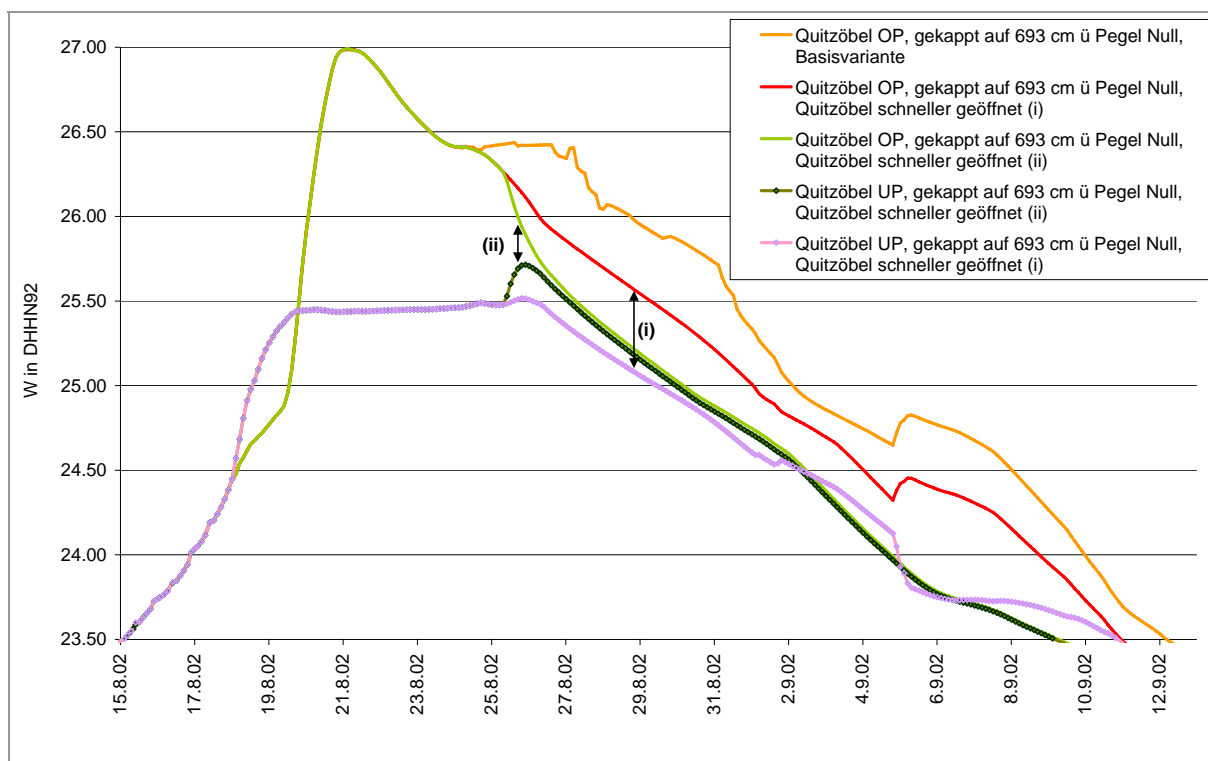


Abbildung 5-69: Ergebnisse der verschiedenen Wehreinrichtungen, Wasserstände in Quitzöbel

**Positiver Einfluss auf die Überstaudauer**

Ab dem 24. August (Quitzöbel) oder 25. August (Havelberg-Stadt und Schafhorst) sinken die Wasserstände bei beiden Varianten (i) und (ii) gegenüber der Basisvariante jedoch drastisch. Dadurch wird bei den Varianten der für die Entleerung der Polder als maßgeblich angesetzte Wasserspiegel von 24,75 viel früher erreicht. Bei der Variante (i) ist der Polder Schafhorst im Vergleich zur Basisvariante um 2,6 Tage früher entleert. Bei der Variante (ii) sind dies sogar 4½ Tage. Ein ähnliches Bild ist in den verbliebenen Poldern zu erkennen. Dies ist in Tabelle 5-6 dargestellt. Im Mittel sind die Polder bei Variante (ii) etwa 94 Stunden (3,9 Tage) und bei Variante (i) etwa 58 Stunden (2,4 Tage) kürzer geflutet als bei der Basisvariante. Der Zeitpunkt, zu dem die Polder im Mittel entleert sind, tritt bei Variante (ii) sogar 6 Stunden früher ein als im Ist-Zustand. Da die Polder jedoch bei Variante (ii) wie auch bei der Basisvariante und Variante (i) früher geflutet werden, ist die Dauer der Flutung bei dieser Variante mit 18 Tagen und 8 Stunden jedoch insgesamt um etwa 41 Stunden länger als im Ist-Zustand. Eine noch schnellere Entleerung über das Wehr Quitzöbel scheint jedoch nicht möglich zu sein, da die Wasserstände zwischen Quitzöbel UP und OP sich bei der Variante (ii) bereits ab dem 27. August nahezu angeglichen haben (s. Abbildung 5-69). Dies ist bei Variante (i) während der gesamten Periode nicht der Fall. Insgesamt führt die Optimierung der Entlastung über das Wehr Quitzöbel also nicht zu einer erhöhten Kappung, die Überstaudauer der Polder kann aber erheblich verkürzt werden.

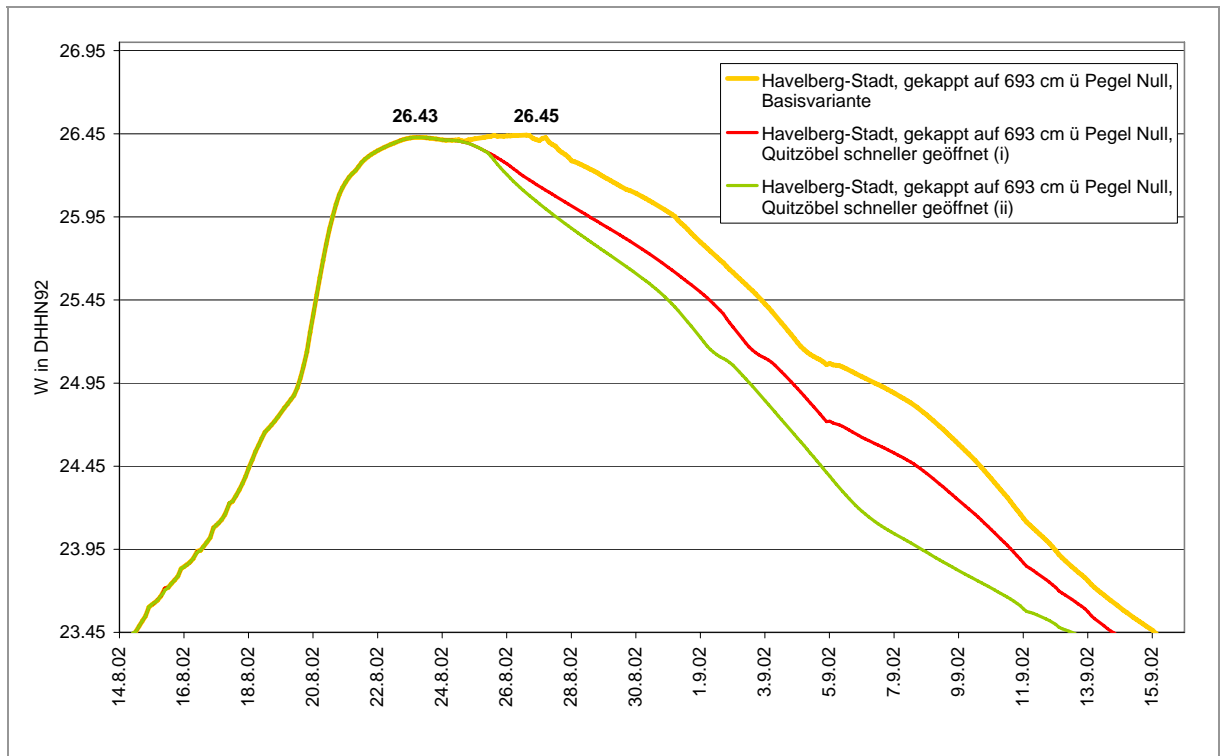


Abbildung 5-70: Ergebnisse der verschiedenen Wehreinrichtungen, Wasserstände in Havelberg-Stadt

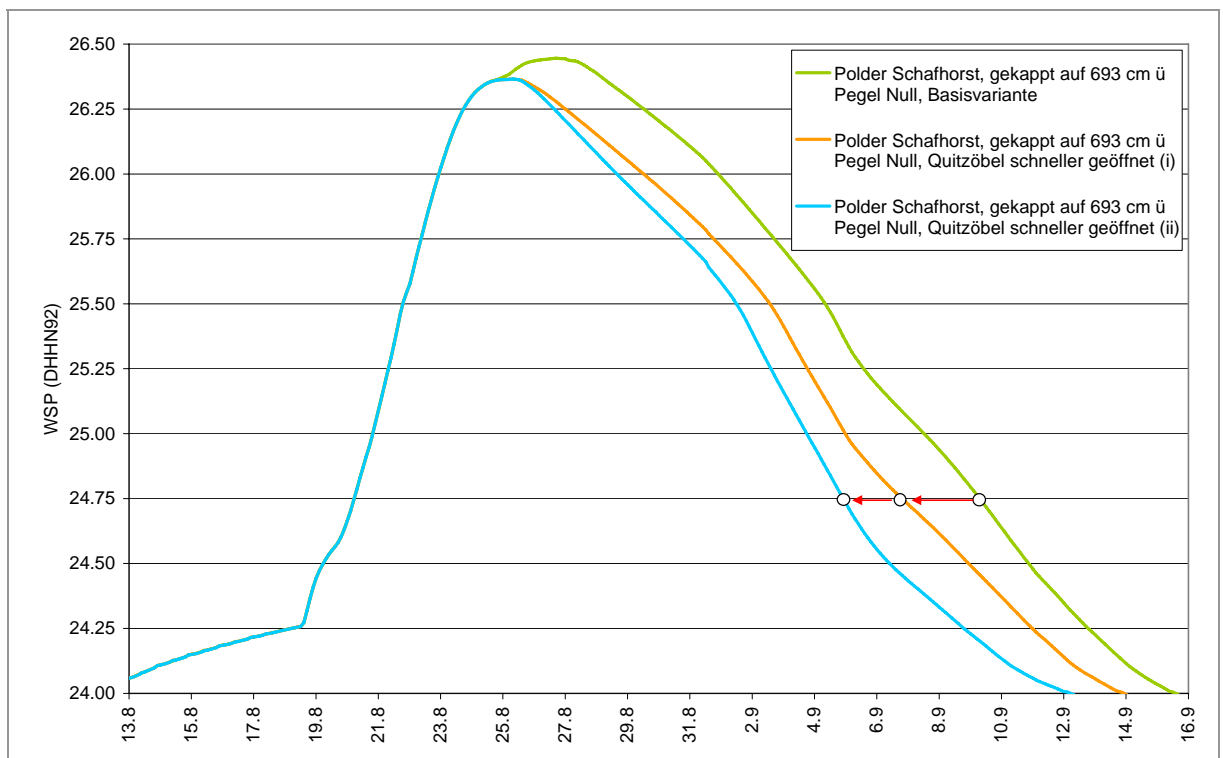


Abbildung 5-71: Ergebnisse der verschiedenen Wehreinrichtungen, Wasserstände in Polder Schafhorst

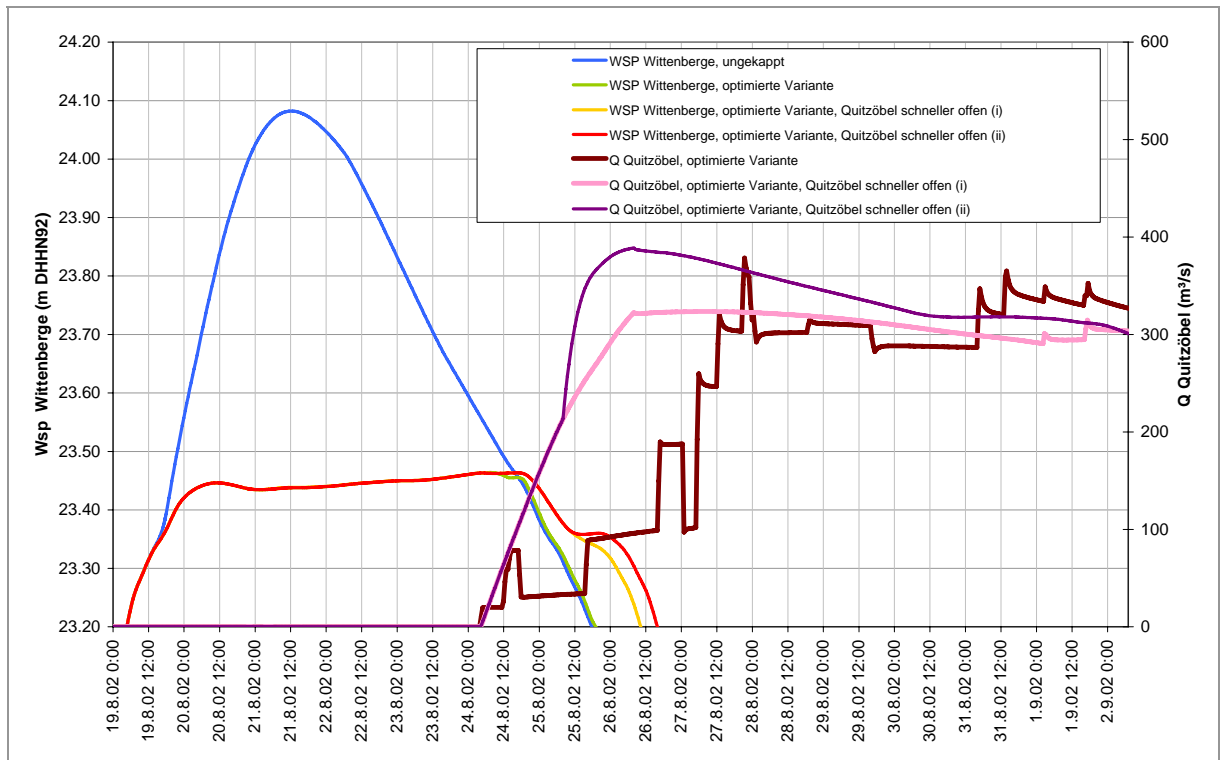


Abbildung 5-72: Ergebnisse der verschiedenen Wehreinrichtungen, Wasserstände in Wittenberge und Abflussraten in Quitzöbel

**Tabelle 5-6: Berechnung der Überflutungsdauer in den Poldern in Abhängigkeit der Wehrstellung in Quitzöbel**

Polder	Bezeichnung	Basisvariante	Variante (i)	Variante (ii)	Eichungsmodell
Warnau	Zeitpunkt I <sup>1)</sup>	20.08.2002 05:03	20.08.2002 05:03	20.08.2002 05:03	21.08.2002 14:40
	Zeitpunkt II <sup>2)</sup>	12.09.2002 19:30	10.09.2002 17:03	08.09.2002 19:30	08.09.2002 21:50
	Flutungsdauer (Tage)	23,60	21,50	19,60	18,30
Twerl	Zeitpunkt I	19.08.2002 21:50	19.08.2002 21:50	19.08.2002 21:50	21.08.2002 19:30
	Zeitpunkt II	10.09.2002 12:15	08.09.2002 02:40	06.09.2002 12:00	06.09.2002 14:40
	Flutungsdauer (Tage)	21,60	19,20	17,59	15,80
Schafhorst	Zeitpunkt I	20.08.2002 05:00	20.08.2002 05:00	20.08.2002 05:00	22.08.2002 02:40
	Zeitpunkt II	09.09.2002 09:50	06.09.2002 19:27	04.09.2002 22:00	05.09.2002 05:03
	Flutungsdauer (Tage)	20,20	17,60	15,71	14,10
Flöthgraben	Zeitpunkt I	20.08.2002 00:15	20.08.2002 00:15	20.08.2002 00:15	23.08.2002 00:15
	Zeitpunkt II	10.09.2002 19:30	08.09.2002 07:27	06.09.2002 14:30	06.09.2002 21:50
	Flutungsdauer (Tage)	21,80	19,30	17,59	14,90
Vehlgast	Zeitpunkt I	21.08.2002 05:03	21.08.2002 05:03	21.08.2002 05:03	22.08.2002 02:40
	Zeitpunkt II	15.09.2002 19:30	14.09.2002 09:51	13.09.2002 18:00	14.09.2002 00:15
	Flutungsdauer (Tage)	25,60	24,20	23,54	22,90
Havelberg (SW Havelberg)	Zeitpunkt I	19.08.2002 02:40	19.08.2002 02:40	19.08.2002 02:40	21.08.2002 19:30
	Zeitpunkt II	08.09.2002 14:40	05.09.2002 05:03	04.09.2002 00:00	04.09.2002 09:50
	Flutungsdauer (Tage)	20,50	17,10	15,89	13,60
Mittel	Zeitpunkt I	20.08.2002 02:38	20.08.2002 02:38	20.08.2002 02:38	22.08.2002 01:52
	Zeitpunkt II	11.09.2002 07:52	08.09.2002 22:15	07.09.2002 10:20	07.09.2002 16:14
	Flutungsdauer (Tage)	<b>22,22</b>	<b>19,82</b>	<b>18,32</b>	<b>16,60</b>
<sup>1)</sup> Zeitpunkt des Erreichens von 24,75 DHHN92 im Anlauf der Welle <sup>2)</sup> Zeitpunkt des Erreichens von 24,75 DHHN92 im Ablauf der Welle					



## 6 Literaturverzeichnis

- BfG (2002): Das Auguthochwasser 2002 im Elbegebiet. Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz.
- BRONSTERT u. a. (2004): Möglichkeiten zur Minderung des Hochwasserrisikos durch Nutzung von Flutpoldern an Havel und Oder. Schlussbericht zum BMBF-Projekt im Rahmen des Vorhabens „Bewirtschaftungsmöglichkeiten im Einzugsgebiet der Havel“, Universität Potsdam, Institut für Geoökologie.
- FRÖHLICH, W. (1996): Wasserstandsvorhersage mit dem Programm ELBA. wwt Wasserwirtschaft - Wassertechnik, Heft 7, S. 34 – 37.
- GÜTHLEIN, K.; BURKHARDT, P.; MELCHER, M. UND POLTE, B. (1980): Das Zentralmodell Elbe – erstes kontinuierlich arbeitendes Wasserstands- und Durchflussvorhersagemodell in der DDR. Wasserwirtschaft - Wassertechnik, Heft 10, S. 329 – 335.
- HWVZ (2002): Hochwasservorhersagen der Hochwasservorhersagezentrale Elbe in Magdeburg vom 13. bis 21. August 2002.
- IWSÖ (2005): Dokumentation zum Softwareprogramm Elbescheitelkappung, Bauhaus-Universität Weimar, Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie
- KRANAWETTREISER, J. (2002): Hochwasserschutz durch Überschwemmungsflächen (Havel). Material für das weiterbildende Studium Bauingenieurwesen, Wasser und Umwelt im Sommersemester 2002. Bauhaus-Universität Weimar.
- LHW (2003): Hochwasserereignisse im Sommer 2002 in Sachsen-Anhalt. Hochwasserbericht (Entwurf) des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Magdeburg.
- LUA (2002): Das Elbehochwasser im Sommer 2002. Bericht des Landesumweltamtes Brandenburg, Abteilung Gewässerschutz und Wasserwirtschaft, Potsdam.
- MELCHER, M. u. a. (1984): Gemeinsames Modellsystem DDR/CSSR zur verbesserten Hochwasservorhersage für die Elbe. F/E-Abschlussbericht A4, Institut für Wasserwirtschaft Berlin.
- SEL (2002): Hochwasser August 2002. Gemeinsamer Erfahrungsbericht von Sondereinsatzleitung und Beraterstab Wehrgruppe Quitzöbel, Magdeburg.
- STAU (1997): Richtlinie für die Berechnung der Entlastung des Elbehochwasserscheitels in die Havel und zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel. Staatliches Amt für Umweltschutz Magdeburg, November 1997.
- WSA (2002): Der Hochwasserschutzraum Havelniederung August/September 2002. Wasser- und Schifffahrtsamt Brandenburg.

**Wasserstandsvorhersagen der Hochwasservorhersagezentrale Elbe vom 13. bis 21. August 2002 für die Elbpegel Barby, Tangermünde und Wittenberge sowie den Havelpegel Havelberg-Stadt**

Pegel	Vorhersage / Beobachtung	Wasserstand in cm um 6 Uhr am															
		14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	
Barby / Elbe	Vorhersage vom 13.	445	510	585	(645)	(690)											
	Vorhersage vom 14.		515	595	655	(685)	(725)										
	Vorhersage vom 15.			605	670	710											
	Vorhersage vom 16.				670	680	710										
	Vorhersage vom 17.					680	700	710									
	Vorhersage vom 18.						695	710	710	(680)	(650)						
	Vorhersage vom 19.							700	690	660	(620)	(590)					
	Vorhersage vom 20.								665	650	640	(630)	(620)				
	Vorhersage vom 21.									635	600	580	(550)	(530)			
	Beobachtung		458	517	615	656	665	698	688	659	638	613	575	547	514	488	460
Tangermünde / Elbe	Vorhersage vom 13.	460	490	515	565	(645)	(710)										
	Vorhersage vom 14.		490	515	570	655	(710)	(755)									
	Vorhersage vom 15.			520	570	665	750										
	Vorhersage vom 16.				580	675	720	740									
	Vorhersage vom 17.					655	695	725	740	(765)							
	Vorhersage vom 18.						710	730	735	760	(760)	(750)					
	Vorhersage vom 19.							740	760	760	735	(700)	(660)				
	Vorhersage vom 20.								765	755	745	730	(715)	(700)			
	Vorhersage vom 21.									750	730	715	700	(685)	(670)		
	Beobachtung		452	490	524	561	676	709	755	765	747	721	692	651	616	588	565

Werte in Klammern wurden von der Hochwasservorhersagezentrale als unsicher gekennzeichnet

**Wasserstandsvorhersagen der Hochwasservorhersagezentrale Elbe vom 13. bis 21. August 2002 für die Elbpegel Barby, Tangermünde und Wittenberge sowie den Havelpegel Havelberg-Stadt**

Pegel	Vorhersage / Beobachtung	Wasserstand in cm um 6 Uhr am																
		14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.		
Wittenberge / Elbe	Vorhersage vom 13.	365	415	440	465	(500)	(575)	(680)										
	Vorhersage vom 14.		420	445	465	505	(590)	(690)	(775)									
	Vorhersage vom 15.			440	465	505	650											
	Vorhersage vom 16.				465	510	615	710										
	Vorhersage vom 17.					510	585	680	735	(755)								
	Vorhersage vom 18.						590	700	755	765	(780)	(780)	(760)					
	Vorhersage vom 19.							725	775	785	785	(780)	(760)	(740)				
	Vorhersage vom 20.								765	775	770	760	(740)	(735)	(725)			
	Vorhersage vom 21.									715	715	710	695	(680)	(670)	(660)		
	Beobachtung	373	413	441	469	510	644	702	723	708	709	698	667	629	601	579		
Havelberg-Stadt / Havel	Vorhersage vom 13.	155	180	210	260	(285)	(310)											
	Vorhersage vom 14.		200	235	260	290	(330)	(385)										
	Vorhersage vom 15.			235	260	290	330											
	Vorhersage vom 16.				225	260	265	330										
	Vorhersage vom 17.					260	265	330	350	(365)	(380)							
	Vorhersage vom 18.						340	370	400	435	(450)	(450)						
	Vorhersage vom 19.							370	400	435	450	(450)	(450)					
	Vorhersage vom 20.								385	410	430	425	(415)					
	Vorhersage vom 21.									480	480							
	Beobachtung	176	202	225	250	286	323	353	421	445	438	432	433	425	411			

Werte in Klammern wurden von der Hochwasservorhersagezentrale als unsicher gekennzeichnet

**Handlungschronik zur Scheitelkappung der Elbe 2002**

Datum	Zeit	Handlung
15.08.2002	07:00	Einberufung des Beraterstabes Quitzöbel durch das RP Magdeburg zum 16.08.02 14:00 aufgrund der vorhergesagten Überschreitung des Pegels Wittenberge/Elbe von 670 cm
16.08.2002	10:00	Einberufung der SEL Quitzöbel durch das RP Magdeburg zum 17.08.02 17:00
	14:00	1.Sitzung des Beraterstabes (erste Kappungsberechnung, Neuberechnung zum 18.08.02, Vorschlag zur Schließung Neuwerben bei Kenterung der Fließrichtung der Havel
17.08.2002	17:00	1.Besprechung SEL (Entschluß zur Schließung Neuwerben bei Kenterung, Neuberechnung zum 18.08.02)
18.08.2002	08:30	Schließung Quitzöbeler Durchstichwehr zum Schutz der Unteren Havel
	11:00	2.Sitzung Beraterstab (2.Rechnung,Scheitelausbildung in Wittenberge jedoch nicht gesichert, Entscheidung zur Scheitelkappung erst nach Durchgang des Scheitels in Barby am 20.08.02 möglich)
	15:00	3.Sitzung Beraterstab (Scheitelwasserstände für den 22.08.02 erwartet, max. mögliche Elbescheitelkappung: 23,8 cm, Vorschlag zur Öffnung Neuwerben: 20.08.02, 18:35; Vorschlag sofortiger Flutung der Polder 5 und 6 nach der Entscheidung zur Kappung)
	17:00	2.Besprechung SEL (Entscheidung zur Scheitelkappung wird auf 20.08.02 vertagt)
19.08.2002	18:00	Schließung der Quitzöbeler Wehre an der Havelmündung
	12:00	Veranlassung von den Wasserrückhalt im Spree- und Haveleinzugsgebiet vergrößernden Maßnahmen zur vorsorglichen Entlastung der Unteren Havel
	16:30	Einberufung der SEL zum 20.08.02 10:00
	17:30	Einberufung der SEL bereits zum 19.08.02 18:30 aufgrund des ungewöhnlich schnellen Ereignisablaufs
	18:30	HW-Vorhersage ermittelt 786 cm Wasserstand am Pegel Wittenberge zum 22.08.02 19:00, Kappung wird möglich, Beginn der kontinuierlichen Tätigkeit des Beraterstabes 3.Besprechung SEL (Durchführung aller Maßnahmen zur Vorbereitung der Kappung und Flutung, Neuberechnung durch den Beraterstab für den Termin zur Öffnung des Einlasswehres)
20.08.2002	02:45	Ergebnis der Beratung der SEL (Kappung sinnvoll, einvernehmlicher Beschluss mit Beraterstab)
	09:00	1.Mitteilung SEL (Kappung unter Vorbehalt sinnvoll, Veranlassung der Einleitung aller umkehrbaren Maßnahmen zur Kappung, voraussichtliche Öffnung des Einlasswehres: 20.08.02 18:35)
	11:30	Umsetzung des Kappungsbeschlusses der SEL, seit 20.08.02 03:00 Vorbereitungen, voraussichtlicher Kappungsgewinn: 30 cm, Zeitpunkt: 20.08.02 20:00, entspricht nicht dem Öffnungstermin für die Polder (21.08.02 zw. 9 und 11 Uhr)
	14:20	Zustimmung der Ministerpräsidenten zur Polderflutung, Polder 6 wird ausgeschlossen, Beraterstab und SEL ermitteln als Auswirkung der Nichtflutung von Polder 6 eine Verminderung der Kappungshöhe von 5 cm auf 25 cm; Abstimmungen zum Ablauf der Wehrbedienungsmaßnahmen anhand von Berechnungen und Pegelbeobachtungen
	15:30	Anhebung der Wasserstände in den Havelstauhaltungen auf ein Hw5 zur schrittweisen Entlastung der Unteren Havel
	20:00	Öffnung Neuwerben vollzogen, Einlassmenge: 660 m³/s
	20:00	Öffnung des Flutungsbauwerkes des Polders 1 "Trübengraben" auf der sachsen-anhaltinischen Seite (Wirksamkeit ab 21.08.02 12:40 bestätigt)
	21:15	Höchststand von 734 cm am Pegel Wittenberge erreicht
	22:10	Öffnung Polder 3/1 "Vehlgast" durch Sprengung (Wirksamkeit ab 21.08.02 12:40 bestätigt)
	22:25	Öffnung Polder 2 "Kümmernitz" durch Sprengung (Wirksamkeit am 21.08.02 15:45 bestätigt)
	22:30	Polder 5 "Warnau" - Graben einer Verbindung von der Havel, manuelle Schlitzung; zusätzliches Öffnen von Schöpfwerksauslass und Siele (Wirksamkeit ab 21.08.02 12:40 bestätigt)
	22:45	fehlerhaftes Schließen der Wehranlage Rathenow aufgrund der "Annahme" einer zu frühen Polderöffnung, reduzierte den Durchfluss um bis zu 60 m³/s Haveleigenwasser (20:45)
Angaben zur Handlungschronik entsprechend SEL (2002), WSA (2002), LUA (2002) und Bronstert u.a. (2004)		

Handlungschronik zur Scheitelkappung der Elbe 2002

Datum	Zeit	Handlung
21.08.2002	03:25	Sprengung Polder 4/2 "Twerl" fehl geschlagen, technische Probleme; unwirksame Sprengung Polder 4/1 "Schafhorst"
	08:00	der für die Polderöffnung maßgebende Wasserstand von 26,00 m ü NN am Pegel Havelberg-Stadt wird um 12:00 überschritten, Veranlassung der Polderöffnung für 12:00
	11:30	Mitteilung: Polder 2 ist nicht wirksam offen
	12:15	Sprengung Polder 4/2 "Twerl" erneut fehl geschlagen
	12:40	Mitteilung: Polder 1 "Trübengraben", Polder 3/1 Teil "Vehlgas" und Polder 5 wirksam offen
	14:45	3.Sprengung Polder 4/2 (15:15 Uhr)
	15:45	Polder 2 wirksam
	15:55	Polder 4/2 "Twerl" effektiv wirksam durch Freispülen der Deichöffnung durch einströmendes Wasser
	19:53	Polder 4/1 "Schafhorst" durch Sprengung wirksam geöffnet (Wirksamkeit 20:30 bestätigt)
22.08.2002	bis 15:00	Verhandlungen über einen Verzicht auf Polder 3 "Flöthgraben" (SEL, MLUR BB, LUA BB, LHW, LK HYL, MLU ST) und vorzeitige Beendigung der Kappung/Schließen des Wehres Neuerben
	15:05	Öffnung des Siels am Schöpfwerk des Polders 3
	17:45	Öffnung des Polders 3/2 "Flöthgraben" durch Sprengung (Wirksamkeit 19:00 bestätigt)
	19:00	Polder 3 wirksam
	21:00	Flutung stagniert, keine Ausschöpfung der Polderkapazität zu verzeichnen
23.08.2002	bis 09:45	Berechnungen zum Kappungsende und Abstimmungen zum Ablauf der Havelentlastung
	12:53	Schließung des Wehres Neuerben
	gg. 17:00 20:56	erste Öffnung des Durchstichwehres Quitzöbel, Abgabe Quitzöbel = Zufluss in Grütz LUA BB: Bedingungen zum Schutz der Wehrbaustelle Gnevsdorf: $v_{max} < 1 \text{ m/s}$ , $Q_{akt,elb}$ : bis 250 m <sup>3</sup> /s bei 650 cm Pegel Wittenberge, bis 210 m <sup>3</sup> /s bei 600 cm, bis 180 m <sup>3</sup> /s bei 550 cm
24.08.2002	ab 06:30	allmähliche Erhöhung der Abgabe am Durchstichwehr Quitzöbel
	8:30 bis 11:45	Abgabe Quitzöbel = 37 m <sup>3</sup> /s
	ab 12:00	erneute Drosselung der Abgabe am Durchstichwehr Quitzöbel, sodass Abgabe Quitzöbel = Zufluss in Grütz
25.08.2002	ab 10:30	erneute allmähliche Erhöhung der Abgabe am Durchstichwehr Quitzöbel, zunächst auf etwa 50 m <sup>3</sup> /s
26.08.2002	10:00	gemeinsame Besprechung der SEL und des Beraterstabes am Wehr Neuerben, dabei Festlegung einer schrittweisen Erhöhung der Abgabe in die Elbe bis auf maximal 200 m <sup>3</sup> /s
	ab 12:30	Rücknahme der Maßnahmen zum erhöhten Wasserrückhalt im Spree- und Havelinzugsgebiet
27.08.2002	07:30	aktuelle Abgabe von 215 m <sup>3</sup> /s in die Elbe
	14:30 bis 17:30	langwierige Diskussionen zwischen Beraterstab, SEL, WSA und LUA BB über die Abgabemengen Quitzöbel; im Ergebnis wird die Abgabemenge aus Gründen der Bauwerksstandsicherheit am Wehr Gnevsdorf auf 180 m <sup>3</sup> /s begrenzt
28.08.2002	16:00	Ende der kontinuierlichen Tätigkeit des Beraterstabes
30.08.2002	ganztägig	weitere Diskussionen zwischen Beraterstab, SEL, LK SDL, WSA BB und LUA BB über die Abgabemengen Quitzöbel, Weiterleitung des Sachverhaltes an MLU ST und MLUR BB
	22:15	Mitteilung der SEL: Erhöhung der Abgabe auf min. 220 m <sup>3</sup> /s, kurzfristig auf bis zu 250 m <sup>3</sup> /s; Überwachung des Kolks hinter der Wehrbaustelle Gnevsdorf durch das LUA BB
03.09.2002	}	Diskussionen zw. SEL, Beraterstab, Landesbauernverband, LHW und der LKe sowie des LUA BB über die Zufuhr von Havelfrischwasser von oberhalb aufgrund der ökologisch bedenklichen Situation in den Poldern und weiterer Abflusserhöhung
04.09.2002		
06.09.2002	15:00	Handlungsanweisung zur weiteren Entlastung der Polder durch die SEL: Maximierung Abfluss auch durch Öffnung der Kahnschleuse, vollständige Nutzung aller technischen Möglichkeiten (Schöpfwerke, Vertiefung der Deichschlitzung, Flutrinnen, zusätzliche Gräben) zur Entleerung der Polder
	20:53	Zustimmung durch das LUA BB
09.09.2002	15:30	Öffnung der Kahnschleuse nicht erfolgt, jetzt auch hinfällig Information durch das LUA BB: bis auf "Twerl" alle Schöpfwerke defekt, Wasserstand in den Poldern: 30 cm
10.09.2002		Einsatz von Pumpen im LK HYL
12.09.2002	}	Überlegungen zur Änderung der Bewirtschaftung der Havel, vor dem Hintergrund zu geringer Frischwasserreserven aber nicht möglich
13.09.2002		
27.09.2002		Polder 1, 2, 3/2, 4/1, 4/2 und 5 leer, in den Senken befinden sich noch Wasserreste; Polder 3/1 wird noch durch zusätzliche Pumpen entleert, ist aber weitestgehend leer
01.10.2002	10:00	Abschlussbesprechung SEL und Beraterstab in Havelberg, Beendigung der Tätigkeit der SEL
Angaben zur Handlungschronik entsprechend SEL (2002), WSA (2002), LUA (2002) und Bronstert u.a. (2004)		