

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

**Band 5: Los 5 Präzisierung der Wehrbedienungs Vorschrift
(Richtlinie)**

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

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

Berlin, 10.09.2007

.....

Prof. Dr. S. Kaden

Geschäftsführer WASY GmbH

Inhaltsverzeichnis

0	Vorbemerkungen	3
1	Prüfung und Überarbeitung der Richtlinie	4
1.1	Grundsätze	4
1.2	Präzisierte Richtlinie	4
1.3	Anlagen der Richtlinie	5
1.3.1	Anlage 1 Ablaufplan zur Anwendung der Richtlinie.....	5
1.3.2	Anlage 2 Übersichtskarte der Wehrgruppe Quitzöbel.....	5
1.3.3	Anlage 3 Polderplan M 1 : 100 000	5
1.3.4	Anlage 4 Hochwasserrückgangskurven Pegel Wittenberge.....	5
1.3.5	Anlage 5 Scheitelbeziehungskurve Wittenberge-Neuwerben AP.....	5
1.3.6	Anlage 6 Scheitelbeziehung Wittenberge-Gnevsdorf.....	6
1.3.7	Anlage 7 Scheitelbeziehungskurven Wehr Neuwerben AP-Havelberg	7
1.3.8	Anlage 8 Speicherinhalt der Teilstrecke Havelberg-Stadt - Quitzöbel	7
1.3.9	Anlage 9 Speicherinhalt der Teilstrecke Havelberg-Stadt - Garz UP.....	10
1.3.10	Anlage 10 Speicherinhalt der Teilstrecke Garz-Grütz	10
1.3.11	Anlage 11 Speicherinhalt der Teilstrecke Grütz-Rathenow.....	12
1.3.12	Anlage 12 Abflüsse am Wehr Neuwerben bei 12 m Durchflussbreite.....	12
1.3.13	Anlage 13a/b Tabellen zur Berechnung des Zuflusses in Rathenow und aus dem Gesamteinzugsgebiet der Havel.....	12
1.3.14	Anlage 14 Abflusstafel Pegel Wittenberge-Elbe	15
1.3.15	Anlage 15 Bereits in Anspruch genommener Inhalt der Havelniederung in Abhängigkeit vom Wasserstand bei Quitzöbel und vom Durchfluss bei Rathenow.....	15
1.3.16	Anlage 16 Polderinhalt in Abhängigkeit vom Wasserstand	15
1.3.17	Anlage 17 Wasserspiegellagen bei Einströmung in die Havelniederung (Polderflutung) in Abhängigkeit vom Durchfluss und vom Wasserstand in Havelberg	16
1.3.18	Anlage 18 Fallhöhe Quitzöbel UP-Gnevsdorf OP in Abhängigkeit vom Durchfluss und vom Wasserstand in Gnevsdorf.....	16
1.3.19	Anlage 19 Fallhöhe von Neuwerben bis Havelberg in Abhängigkeit vom Zufluss in Neuwerben und vom Wasserstand in Havelberg-Stadt	17
1.3.20	Anlage 20 Fallhöhe von Havelberg bis Garz in Abhängigkeit vom Zufluss in Neuwerben und vom Wasserstand in Havelberg-Stadt.....	18
1.3.21	Anlage 21 Fallhöhe von Garz bis Grütz in Abhängigkeit vom Zufluss in Neuwerben und vom Wasserstand in Garz	18
1.3.22	Anlage 22 Laufzeit Neuwerben-Wittenberge in Abhängigkeit vom Wasserstand in Wittenberge	18
1.4	Hochwasser 2006	19
2	EXCEL-Version der Richtlinie	23
2.1	Grundsätze	23
2.2	Vordrucke	25
3	Schlussfolgerungen, Vorschläge	27

Anlagen

Anlage 5-1 Präzisierte Richtlinie

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Berechnung des Zuflusses in Rathenow (Ausschnitt).....	13
Tabelle 1-2:	Berechnung des Zuflusses aus dem Gesamteinzugsgebiet der Havel (Ausschnitt)	13
Tabelle 1-3:	Vergleich Durchflussmenge Rathenow.....	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Scheitelbeziehungskurve Wittenberge-Neuwerben AP	6
Abbildung 1-2:	Scheitelbeziehung Wittenberge – Gnevsdorf	6
Abbildung 1-3:	Scheitelbeziehungskurven Wehr Neuwerben AP – Havelberg-Stadt	7
Abbildung 1-4:	Teilstrecken der Havel und zusätzliche Speichervolumen	8
Abbildung 1-5:	Vergleich Anlage 8 bisher / neu	9
Abbildung 1-6:	Vergleich Anlage 8 bisher / neu, korrigiert.....	9
Abbildung 1-7:	Vergleich Anlage 9 bisher / neu	10
Abbildung 1-8:	Vergleich Anlage 9 bisher / neu, korrigiert.....	11
Abbildung 1-9:	Vergleich Anlage 10 bisher / neu	11
Abbildung 1-10:	Vergleich Anlage 11 bisher / neu	12
Abbildung 1-11:	Vergleich der Durchflussmengenberechnung am UP Rathenow (Quelle: WSA Brandenburg, Herr Löper, Febr. 2007)	14
Abbildung 1-12:	Bereits in Anspruch genommener Inhalt der Havelniederung in Abhängigkeit vom Wasserst. bei Quitzöbel und vom Durchfluss bei Rathenow	15
Abbildung 1-13:	Polderinhalte in Abhängigkeit vom Wasserstand.....	16
Abbildung 1-14:	Fallhöhe Quitzöbel UP-Gnevsdorf OP in Abhängigkeit vom Durchfluss und vom Wasserstand in Gnevsdorf	17
Abbildung 1-15:	Fallhöhe von Neuwerben bis Havelberg-Stadt in Abhängigkeit vom Zufluss in Neuwerben und vom Wasserstand in Havelberg-Stadt	18
Abbildung 1-16:	Volumen und Abflüsse vorausgesagte Kappung.....	19
Abbildung 1-17:	Wasserstand Wittenberge	20
Abbildung 1-18:	Kappungsmengen Neuwerben.....	21
Abbildung 1-19:	Prognostizierte Wasserstände Havelberg-Stadt	21
Abbildung 2-1:	Vordruck 9	23
Abbildung 2-2:	Anlage 16.....	24

0 Vorbemerkungen

Veranlassung	<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>
Zielstellung	<p>Die Flutung der Havelniederung während des Hochwassers 2002 hat deren Potential hinsichtlich einer Kappung eines Extremhochwassers für den Unterlauf der Elbe deutlich gemacht. Andererseits zeigten sich ökologische und ökonomische Probleme für die gefluteten Polder.</p> <p>Die Arbeitsgemeinschaft der Unternehmen WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH und IaG Institut für Angewandte Gewässerökologie GmbH wurde beauftragt, ausgehend von einer detaillierten Analyse des Elbehochwassers 2002 und dessen Managements 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> <p>Die Bearbeitung erfolgt in enger Abstimmung mit einem Fachbeirat aus Vertretern der Auftraggeber und des MLUV Brandenburg.</p>
Lose	<p>Die Gesamtaufgabe ist in 6 Lose gegliedert:</p> <p>Los 1: Analyse des Hochwasserverlaufes 2002</p> <p>Los 2: Analyse der Scheitelkappung durch Flutung der Havelniederung</p> <p>Los 3: Optimierung der Flutung</p> <p>Los 4: Ökologische Aspekte der Flutung</p> <p>Los 5: Prüfung und Überarbeitung der "Richtlinie ... Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel"</p> <p>Los 6: Computerprogramm zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel (Bearbeiter: Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH, Weimar); wurde gesondert dokumentiert</p> <p>Die Dokumentation des Gutachtens erfolgt in einzelnen Bänden entsprechend den o. g. Losen.</p>
Inhalt Band 5	<p>Gegenstand des vorliegenden Bandes 5 ist der Bericht zu Los 5: Prüfung und Überarbeitung der "Richtlinie ... Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel".</p> <p>Im Abschnitt 1 sind die Ergebnisse der Prüfung und Überarbeitung der Richtlinie beschrieben. Bestandteil dieses Abschnittes ist auch die Analyse der Anwendung des in Los 6 erstellten Computerprogramms zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel (auf Basis der Richtlinie) für das Frühjahrshochwasser 2006. Daran schließt sich in Abschnitt 2 die Erläuterung der zusätzlich erstellten EXCEL-Version der Richtlinie an. In Abschnitt 3 werden Schlussfolgerungen für weiterführende Arbeiten gegeben.</p>

1 Prüfung und Überarbeitung der Richtlinie

1.1 Grundsätze

Grundlagen	<p>Grundlagen der Prüfung und Überarbeitung der Richtlinie waren:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aktuelles digitales Geländemodell (DGM), vgl. Band 3, Los 3• Analyse des Hochwasserereignisses 2002, vgl. Band 2, Los 2• Modellrechnungen zur Optimierung der Flutung der Havelniederung am Beispiel des Hochwasserereignisses 2002, vgl. Band 2, Los 2• Modellrechnungen zum Hochwasserereignis 2006 (s. unten)• Fachdiskussionen mit kompetenten Vertretern der Auftraggeber sowie des WSA Brandenburg.
Neues DGM	<p>Die Richtlinie basiert weitgehend auf empirischen Beziehungen (Grafiken / Nomo-gramme), denen Messwerte und / oder wasserbauliche Versuche (Thomson) zugrunde liegen. Überprüfungen / Präzisierungen waren hier auf Grund neuer Messwerte, vor allem aber auf Basis des jetzt verfügbaren hochgenauen digitalen Geländemodells möglich. Auf Konsequenzen hieraus wird in Abschnitt 1.3 eingegan- gen. Zu Schlussfolgerungen vgl. Abschnitt 3.</p> <p>In die Richtlinie wurden administrative Veränderungen nur insoweit eingearbeitet, als sie dem Status Quo entsprechen. Einzelheiten wie die Bezeichnung der erforder- lichen Gremien (Beraterstab, Sondereinsatzleitung) und die Festlegung von Zustän- digkeiten bleiben einer Neufassung der Ländervereinbarung oder dem abzuschlie- ßenden Staatsvertrag bzw. daraus abgeleiteten Verwaltungsvorschriften vorbehal- ten.</p>
Kappungs- programm	<p>Die Richtlinie sollte die technischen Grundlagen und Vorgaben zur Steuerung der Wehrgruppe und zur Polderflutung beinhalten.</p> <p>Die Richtlinie ist wesentliche Grundlage des Computerprogramms zur Steuerung der Wehrgruppe Quitzöbel („Kappungsprogramm“, Los 6), das im Einsatzfall an- gewandt wird. Daraus folgt, dass sich die Anwendung der Richtlinie dann auf die Teile beschränkt, die nicht im Kappungsprogramm Eingang gefunden haben oder aber für den Fall eines Ausfalls des Kappungsprogramms.</p> <p>Aus diesem Grunde wurden wesentliche Vordrucke und Anlagen der Richtlinie als EXCEL-Tabellen / Grafiken aufbereitet.</p>

1.2 Präzisierte Richtlinie

Schwerpunkte	<p>Schwerpunkte der Präzisierung der Richtlinie waren:</p> <ul style="list-style-type: none">• Textliche Korrekturen und Straffung• Erweiterung der Vorgaben zur Flutung der Havelniederung• Präzisierung/Überarbeitung von Vordrucken/Anlagen. <p>In Anlage 5-1 ist der Entwurf der überarbeiteten Richtlinie beigefügt. Um die Ände- rungen gegenüber der bisherigen Fassung transparent zu machen, ist in Anlage 5-2 die überarbeitete Richtlinie (Textteil) im Änderungsmodus bezogen auf die ur- sprüngliche Richtlinie und mit Kommentaren versehen gegeben. Die neu erstellten Anlagen sind beigefügt</p>
Fließschema	<p>Um die Handhabung der Richtlinie transparenter zu gestalten, wurde ein Fließ- schema beigefügt (Anlage 1 der Richtlinie).</p>

Die Anwendung der Richtlinie wurde teilweise auf die Nutzung von EXCEL umgestellt. Die Bezeichnungen der EXCEL-Tabellen entsprechen denen der Vordrucke und Anlagen der Richtlinie. In Abschnitt 2 werden die entsprechenden EXCEL-Tabellen für die Richtlinie erläutert.

1.3 Anlagen der Richtlinie

Die der aktuellen Richtlinie beigefügten Anlagen (Grafiken) waren nur in analoger Form (Grafiken und Tabellen), die Grafiken überwiegend in schlechter Kopie verfügbar. Um die Verarbeitung der Grafiken mit EXCEL zu ermöglichen, wurden diese digitalisiert. Die Digitalisierung war problematisch, da Originaldaten nicht verfügbar waren, ausgenommen natürlich die neu berechneten Daten wie die Poldervolumina.

Nachfolgend werden die einzelnen Anlagen besprochen.

1.3.1 Anlage 1 Ablaufplan zur Anwendung der Richtlinie

Der Ablaufplan wurde neu erstellt.

1.3.2 Anlage 2 Übersichtskarte der Wehrgruppe Quitzöbel

Die Übersichtskarte (bisher Anlage 1) wurde neu erstellt.

1.3.3 Anlage 3 Polderplan M 1 : 100 000

Der Polderplan (bisher Anlage 2) wurde neu erstellt. Die bisherige Anlage 3 (Deckblatt zur Bestimmung der Form des HW-Scheitels in Barby) wurde aus der neuen Fassung der Richtlinie herausgenommen, da auf diese in der Richtlinie nicht unmittelbar Bezug genommen wird. Sie wird aber im Anhang zur Richtlinie beigefügt.

1.3.4 Anlage 4 Hochwasserrückgangskurven Pegel Wittenberge

Für die Anlage gibt es keinen Bezug in der Richtlinie. Diese Anlage wird u. U. aber benötigt, um Wasserstandsvorhersagen für den Pegel Wittenberge zu ergänzen, wenn diese nicht weit genug über den Scheitel hinausgehen. Für die Elbe wurde / wird ein leistungsfähiges HW-Vorhersagemodell entwickelt und in der HVZ Magdeburg implementiert. Die damit erzielbaren Vorhersagen dürften besser und sicherer sein als die aus den Hochwasserrückgangskurven. Auf Wunsch des Auftraggebers (LHW) bleibt die Anlage aber unveränderter Bestandteil der Richtlinie.

1.3.5 Anlage 5 Scheitelbeziehungskurve Wittenberge-Neuwerben AP

Die Scheitelbeziehungskurve wurde um die Ereignisse 1988, 2003 und 2006 ergänzt und eine neue Ausgleichsfunktion ermittelt, siehe Abbildung 1-1. Das Hochwasserereignis Aug. 2002 wurde nicht berücksichtigt (Einfluss der Flutung der Havelniederung). Zu beachten war hier, dass sich der Pegelstandort des Pegels Wittenberge ab 1.11.1995 (Information LUA Brandenburg, Frau Kumke) verändert hat, (Pegelnulppunkt bisher 16,59 m üNN, jetzt 16,72 m üNN). Dies hat grundsätzlich Konsequenzen sowohl hinsichtlich der Scheitelbeziehungen als auch der W-Q-Beziehung am Pegel. Da es hierzu weiteren Klärungsbedarf gibt wurde seitens der Auftraggeber entschieden, bis auf weiteres die Scheitel- und W-Q-Beziehung (Anlage 14) nicht zu ändern.

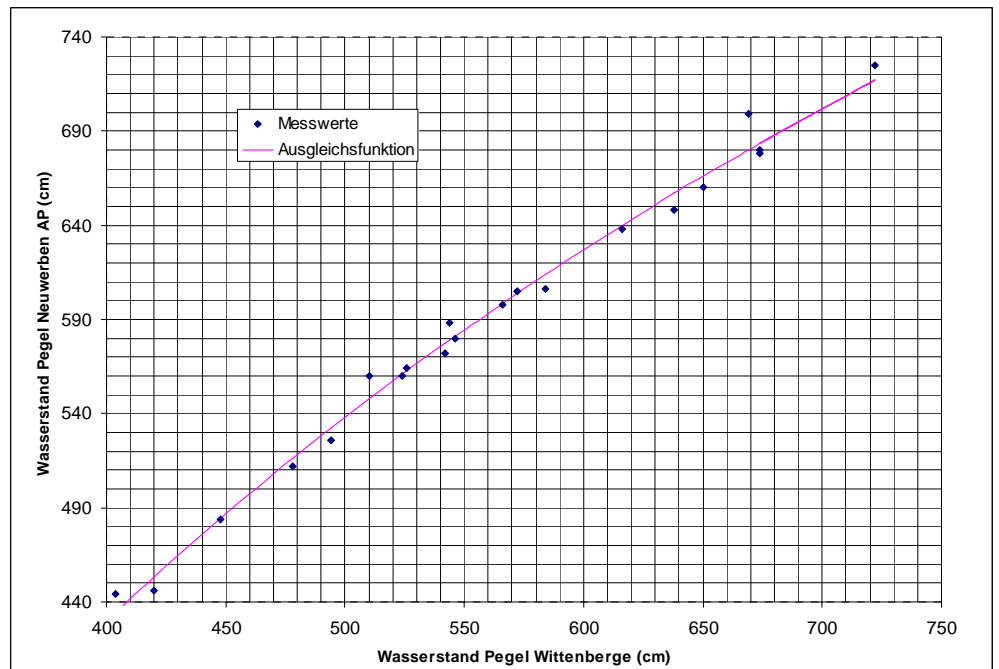


Abbildung 1-1: Scheitelbeziehungskurve Wittenberge-Neuwerben AP

1.3.6 Anlage 6

Scheitelbeziehung Wittenberge-Gnevsdorf

Die Scheitelbeziehung wurde aus der Richtlinie übernommen und um die Ereignisse 1988, 2003 und 2006 wurden ergänzt. Auch hier wurde das Hochwasser Aug. 2002 nicht berücksichtigt. Abbildung 1-2 zeigt die ermittelte Scheitelbeziehung.

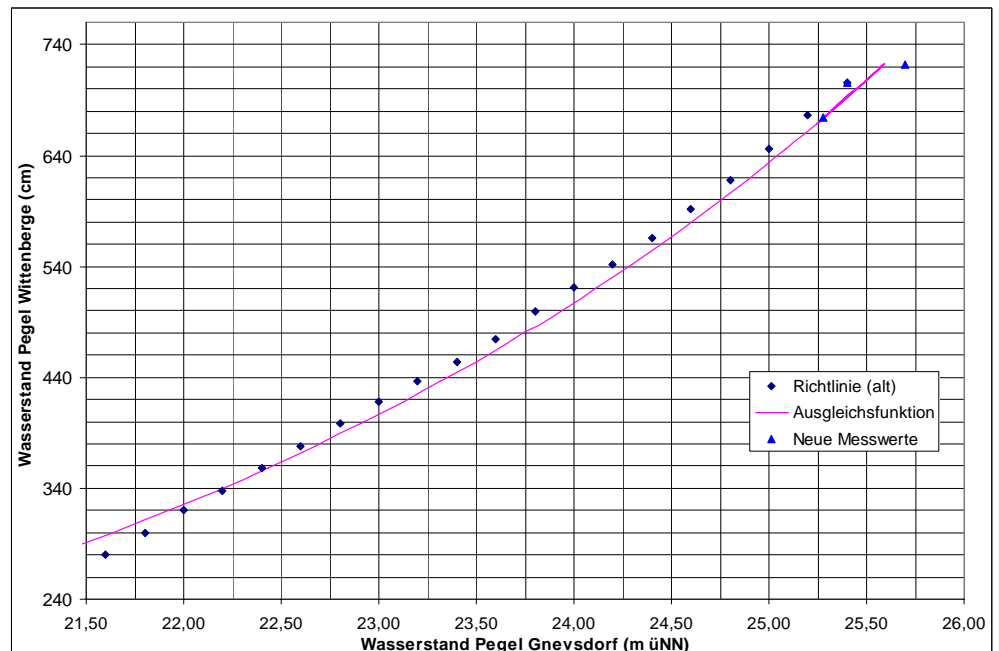


Abbildung 1-2: Scheitelbeziehung Wittenberge – Gnevsdorf

1.3.7 Anlage 7 Scheitelbeziehungskurven Wehr Neuwerben AP – Havelberg-Stadt

Die Scheitelbeziehungskurven wurden mit dem Modellsystem zur Flutung der Havelniederung neu berechnet. Nachfolgende Abbildung 1-3 zeigt die berechneten Scheitelbeziehungskurven im Vergleich zu den bisher in der Richtlinie enthaltenen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden hier nur ausgewählte Kurven dargestellt.

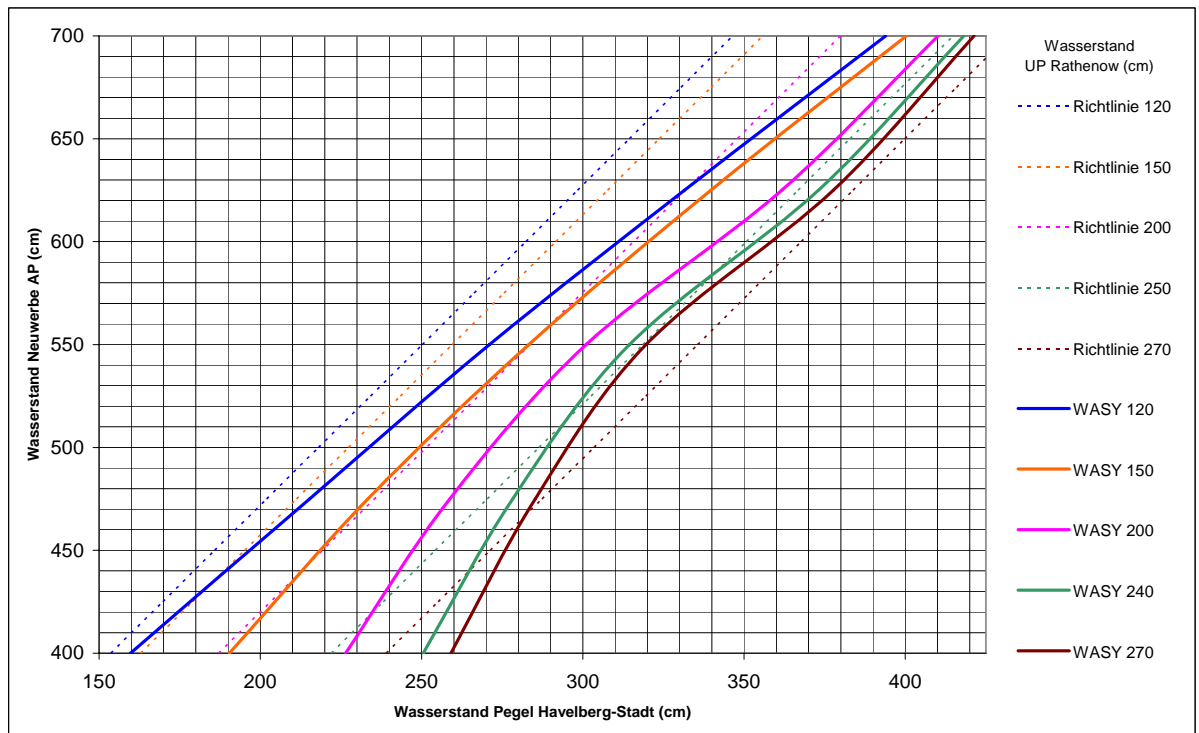


Abbildung 1-3: Scheitelbeziehungskurven Wehr Neuwerben AP – Havelberg-Stadt

1.3.8 Anlage 8 Speicherinhalt der Teilstrecke Havelberg-Stadt - Quitzöbel

Der Speicherinhalt der Teilstrecke Havelberg-Stadt - Quitzöbel wird in Abhängigkeit vom Wasserstand Havelberg-Stadt und vom Gefälle Havelberg-Stadt - Quitzöbel OP berechnet. Hierfür war eine Neuberechnung auf der Basis des DGM möglich. Nachfolgende Abbildung 1-4 zeigt die berücksichtigten Teilstrecken und zusätzlichen Speichervolumen (gilt auch für weitere Teilstrecken).

In Abbildung 1-5 ist das Ergebnis der Neuberechnung im Vergleich zur bisherigen Grafik in der Richtlinie dargestellt. Die Unterschiede betragen bis zu ca. 8 Mio. m³!

Der Sprung in der blauen Kurve resultiert aus dem zusätzlichen Speichervolumen der Fläche „Extra ElbeHavel“, vgl. Abbildung 1-4. In Abbildung 1-6 wurde dies korrigiert (ausgeglichen). In die präziserte Richtlinie wurde die korrigierte Variante mit dem zusätzlichen Speichervolumen „Extra ElbeHavel“ aufgenommen.

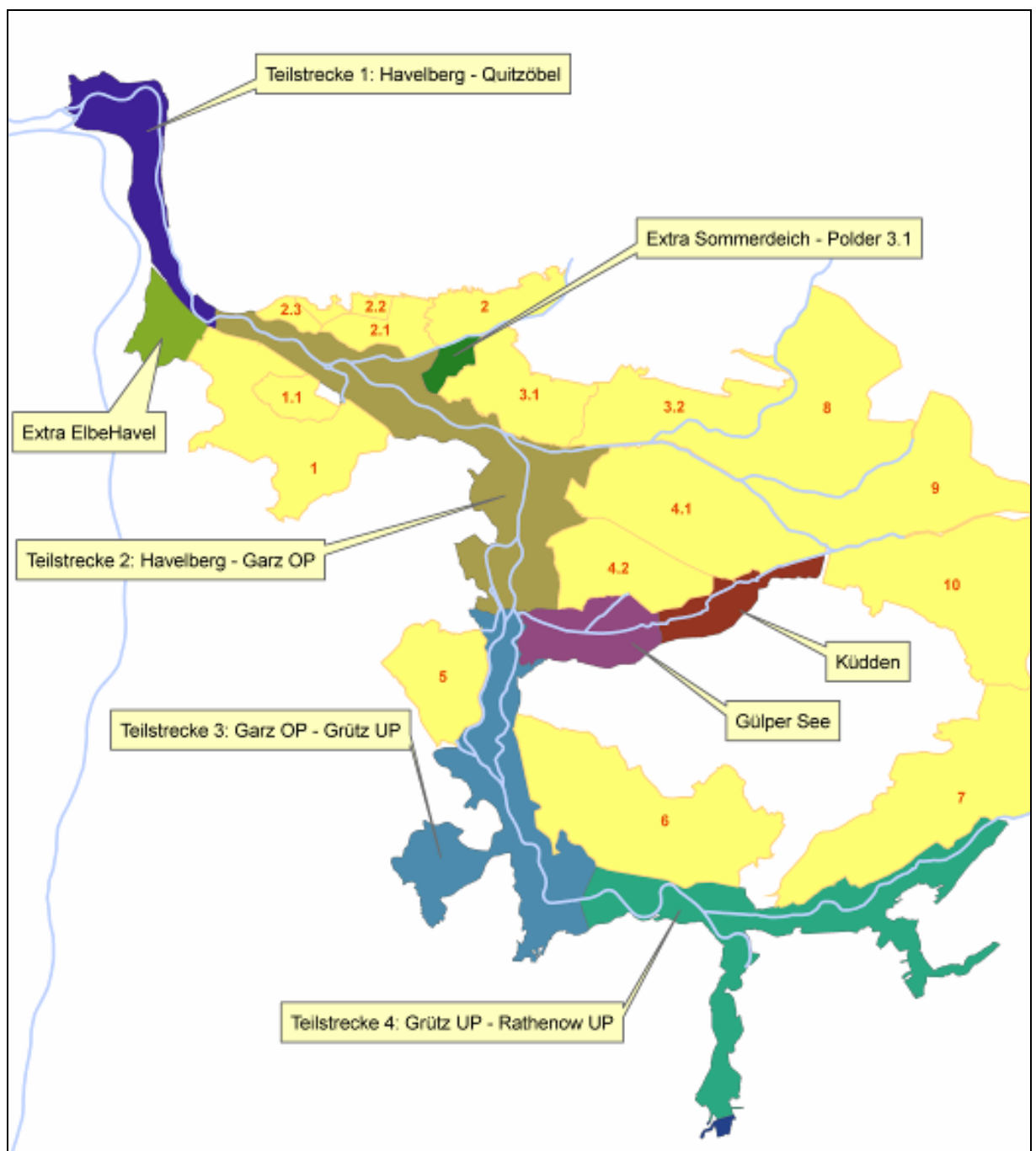


Abbildung 1-4: Teilstrecken der Havel und zusätzliche Speichervolumen

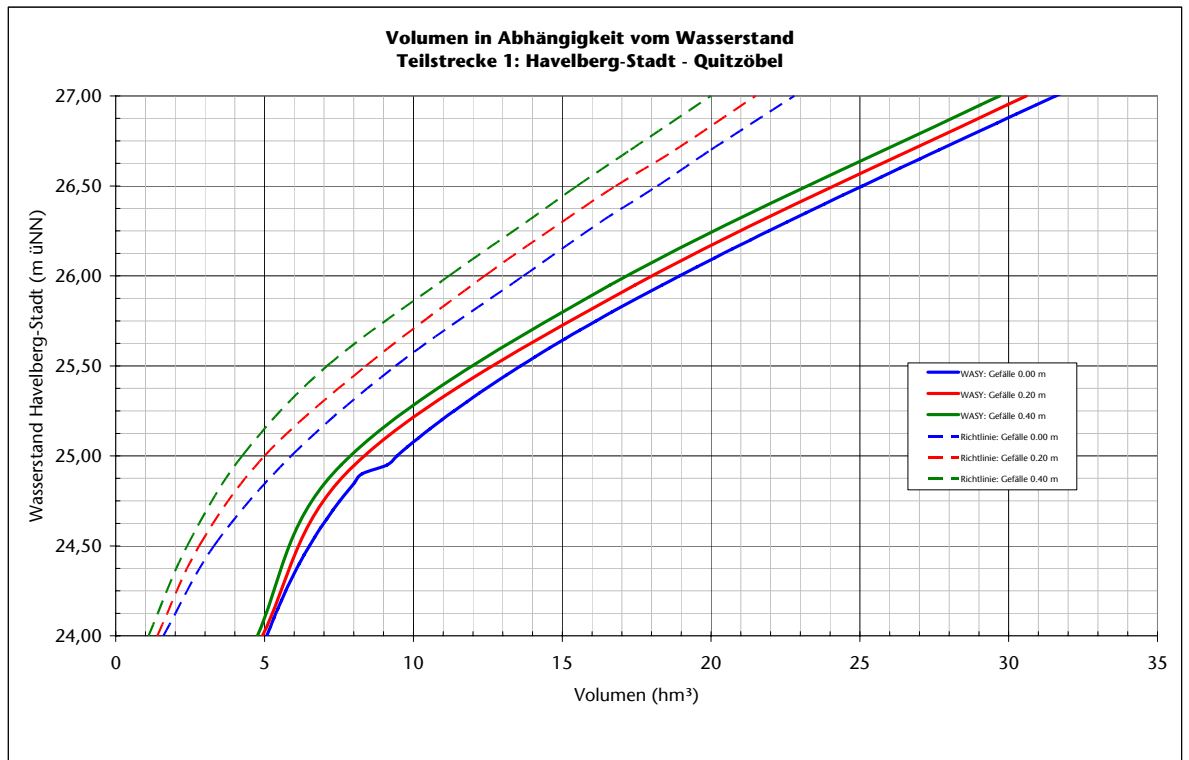


Abbildung 1-5: Vergleich Anlage 8 bisher / neu

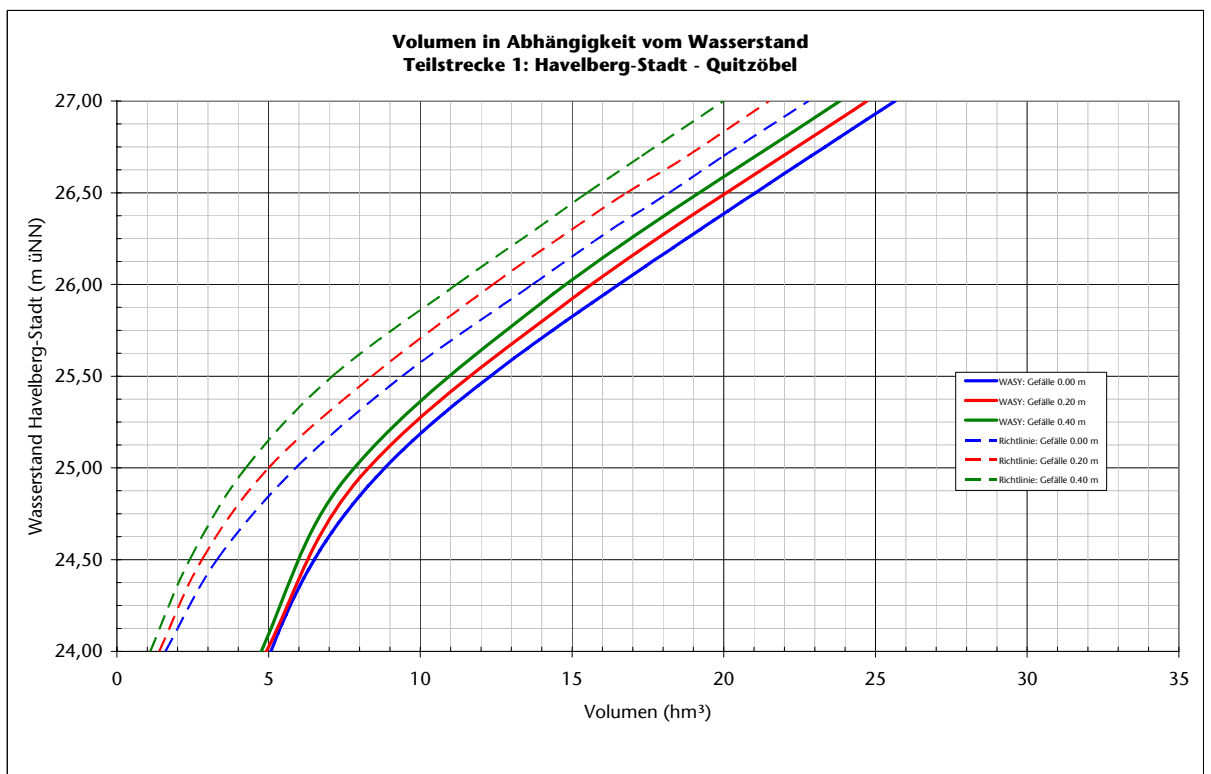


Abbildung 1-6 Vergleich Anlage 8 bisher / neu, korrigiert

1.3.9 Anlage 9 Speichereinhalte der Teilstrecke Havelberg-Stadt - Garz UP

Der Speichereinhalte der Teilstrecke Havelberg-Stadt - Garz UP wird in Abhängigkeit vom Wasserstand Havelberg-Stadt und vom Gefälle Havelberg-Stadt - Garz UP berechnet. Auch hierfür war eine Neuberechnung auf der Basis des DGM möglich.

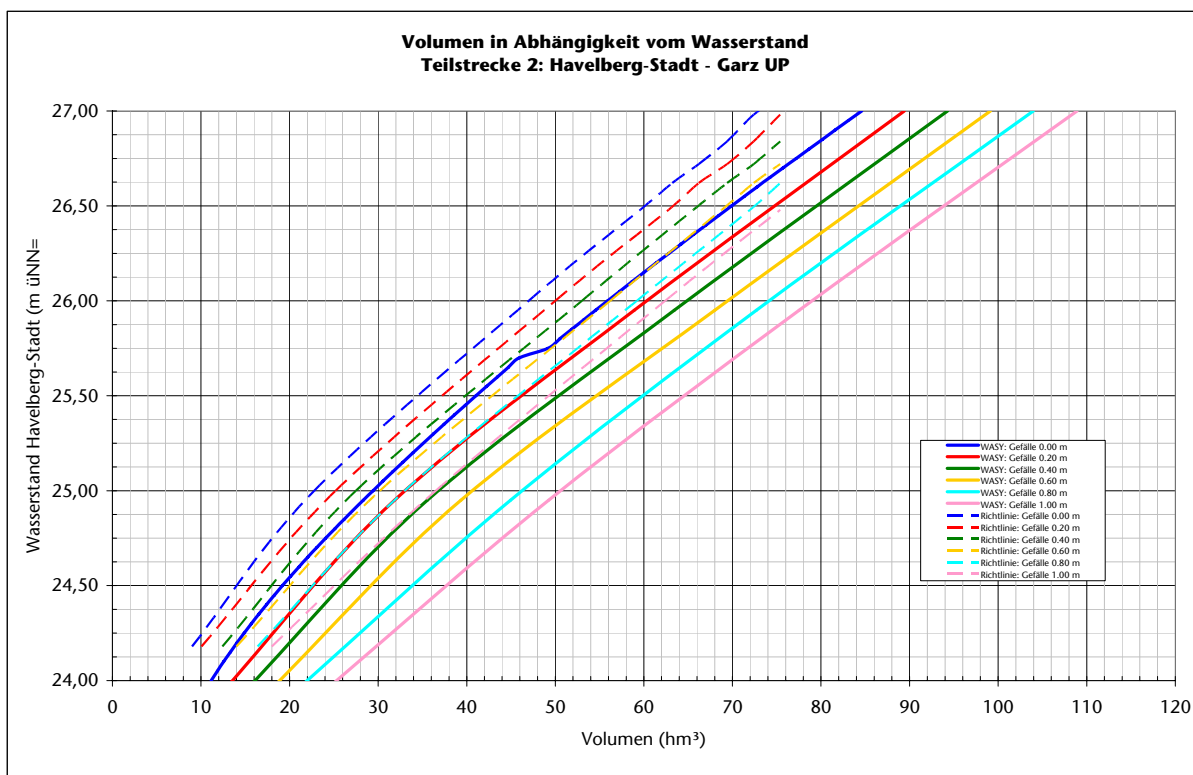


Abbildung 1-7: Vergleich Anlage 9 bisher / neu

Der Sprung in der blauen Kurve resultiert aus dem zusätzlichen Speichervolumen der Fläche „Extra Sommerdeich Polder 3.1“, vgl. Abbildung 1-4. In der folgenden Abbildung 1-8 wurde dies etwas korrigiert (ausgeglichen). In die präzisierte Richtlinie wurde die korrigierte Variante aufgenommen.

1.3.10 Anlage 10 Speichereinhalte der Teilstrecke Garz-Grütz

Der Speichereinhalte der Teilstrecke Garz-Grütz wird in Abhängigkeit vom Wasserstand Garz OP und vom Gefälle Grütz-Rathenow UP berechnet. Auch hierfür war eine Neuberechnung auf der Basis des DGM möglich. In Abbildung 1-9 sind die berechneten Volumina denen der bisherigen Richtlinie gegenübergestellt.

Die Berechnung des Speichereinhalts von Gülper See, Küdden und Hohennauener See ist nicht exakt. Im den Berechnungen zugrunde liegenden DGM5 sind nur die Gewässerprofile für den Elbe- und den Havel-Schlauch integriert, nicht für die o. g. Gewässer. Diese sind nur mit dem Wasserstand während der Befliegung im DGM erfasst worden. Daraus resultiert, dass die Absolutangaben zum Speichereinhalte unterschätzt werden. Die aus der Grafik abgeleiteten maßgeblichen Berechnungen zur Änderung des Speichereinhalts über 24 m ü. NN sind aber korrekt.

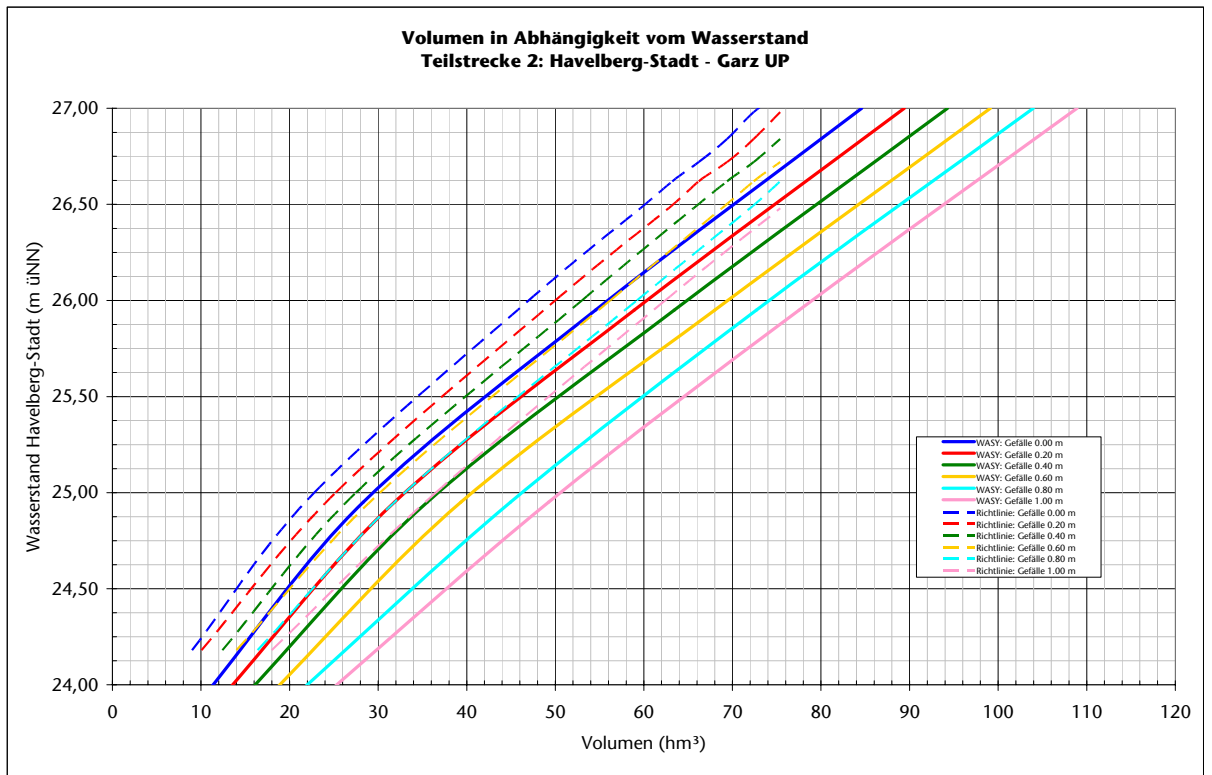


Abbildung 1-8: Vergleich Anlage 9 bisher / neu, korrigiert

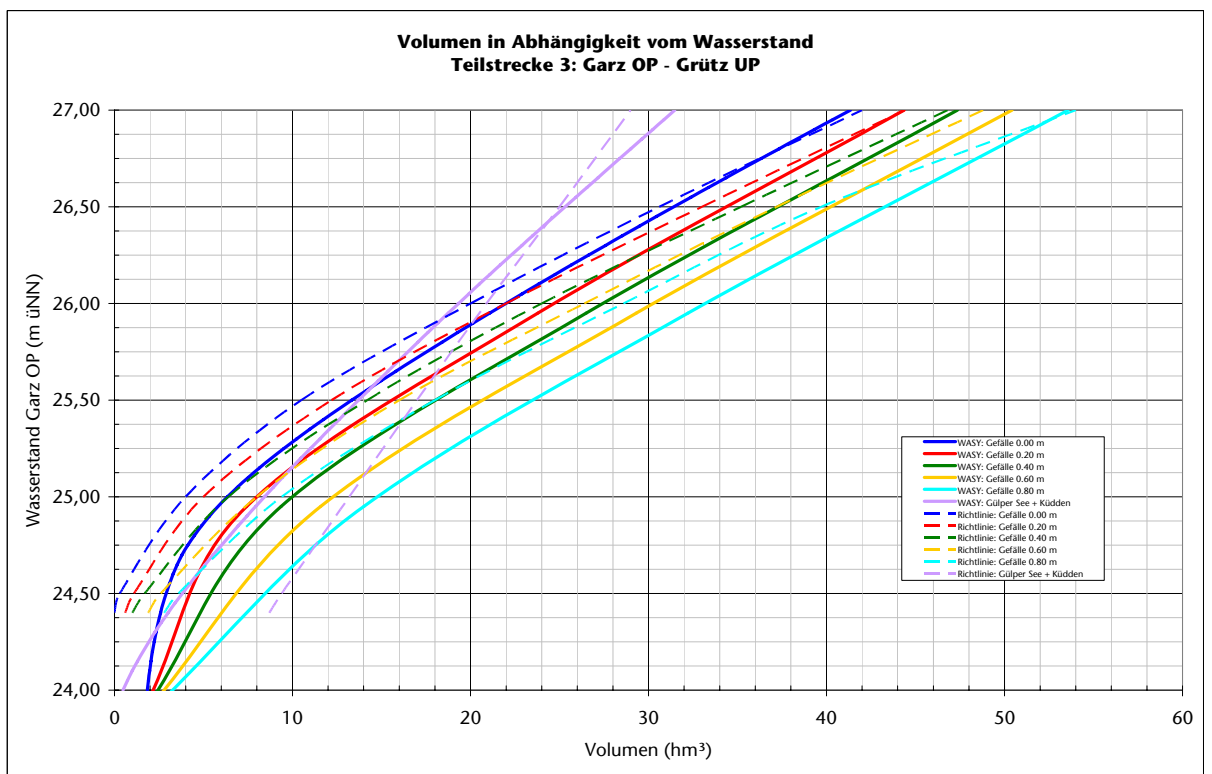


Abbildung 1-9: Vergleich Anlage 10 bisher / neu

1.3.11 Anlage 11 Speichereinheit der Teilstrecke Grütz-Rathenow

Der Speichereinheit der Teilstrecke Grütz-Rathenow wird in Abhängigkeit vom Wasserstand Grütz OP und vom Gefälle Grütz OP-Rathenow UP berechnet. Auch hierfür war eine Neuberechnung auf der Basis des DGM möglich. In Abbildung 1-10 sind die berechneten Volumina denen der bisherigen Richtlinie gegenüber gestellt.

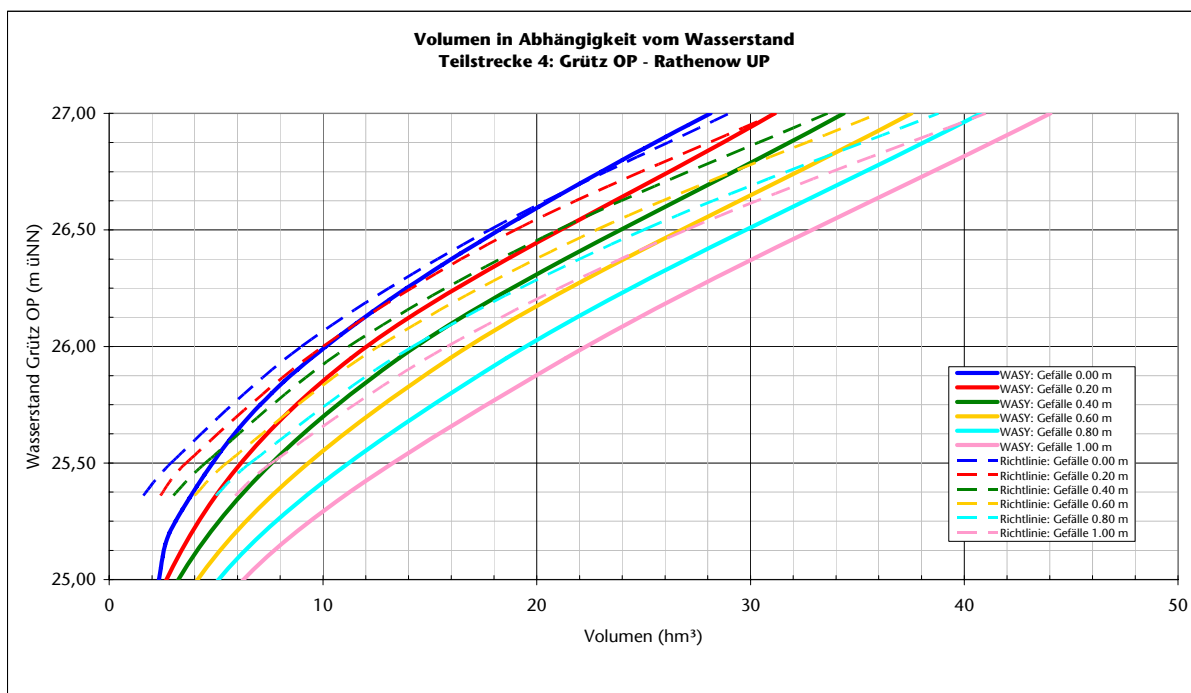


Abbildung 1-10: Vergleich Anlage 11 bisher / neu

Insgesamt ergibt sich aus der Neuberechnung der Volumina für alle Teilstrecken im Vergleich zur bisherigen Richtlinie ein zusätzliches Volumen von 15 bis 30 Mio. m³ (je nach Gefälle).

1.3.12 Anlage 12 Abflüsse am Wehr Neuwerben bei 12 m Durchflussbreite

Die Grafik wurde wie in der Richtlinie enthalten übernommen. Die Berechnungsgrundlagen für die Grafik standen nicht zur Verfügung.

1.3.13 Anlage 13a/b Tabellen zur Berechnung des Zuflusses in Rathenow und aus dem Gesamteinzugsgebiet der Havel

Die Tabelle 13 a (Berechnung des Zuflusses in Rathenow) wurde wie in der Richtlinie enthalten übernommen. An einem Wert wurde eine Korrektur vorgenommen, da es sich hier offensichtlich um einen Schreibfehler handelt (unlogischer Sprung in der Wertefolge). Die Berechnungsgrundlagen für die Tabelle standen nicht zur Verfügung.

In nachfolgender Tabelle 1-1 ist die vorgenommene Korrektur eingetragen (neuer Wert blau).

Tabelle 1-1: Berechnung des Zuflusses in Rathenow (Ausschnitt)

cm a. P.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.....										
120	6,8	6,89	6,92	7,06	7,15	7,32 7,23	7,32	7,4	7,48	7,57
.....										

Die Tabelle 13b (Berechnung des Zuflusses aus dem Gesamteinzugsgebiet der Havel) wurde wie in der Richtlinie enthalten übernommen. An einigen Werten wurden Korrekturen vorgenommen, da es sich hier offensichtlich um Schreibfehler handelte (unlogische Sprünge in der Wertefolge). Die Berechnungsgrundlagen für die Tabelle standen nicht zur Verfügung.

Nicht nachvollziehbar ist, warum sich die Kopfzeilen der Tabellen unterscheiden. Tabelle 1-1 von 0 bis 9 cm und Tabelle 1-2 von 1 bis 10 cm. Tabelle 1-2 wurde so korrigiert, wie entsprechende Tabellen üblicherweise dargestellt werden. Auch hier wird ein Schreibfehler in den Grundlagen vermutet.

In nachfolgender Tabelle 1-2 sind die vorgenommenen Korrekturen eingetragen (neuer Wert **blau**).

Tabelle 1-2: Berechnung des Zuflusses aus dem Gesamteinzugsgebiet der Havel (Ausschnitt)

cm a. P.	1 0	2 1	3 2	4 3	5 4	6 5	7 6	8 7	9 8	10 9
80	3,48	3,61	3,73	3,85	3,98	4,10	4,22	4,34	4,48	4,95 4,59
.....										
120	8,50	8,61	8,65	8,82	8,94	9,15 9,05	9,15	9,25	9,35	9,46
.....										
230	17,90	17,90	18,00	18,10	18,20	18,40	18,50	18,50 18,60	18,60 18,70	18,80
.....										
260	21,90	22,00	22,10	22,40	22,50	22,60 22,70	22,90	23,10	23,40	23,50
.....										

Beim WSA Brandenburg (Herrn Löper) wurde angefragt, ob es eine neue W-Q-Beziehung für den UP Rathenow gibt. Dies wurde verneint. Seitens des WSA wird

aber vorgeschlagen, anstelle der Berechnung der Zuflüsse in Rathenow über die W-Q-Beziehung am UP Rathenow den Durchfluss aus einer Durchfluss-Gefälle-Beziehung unter Verwendung der Terminwerte an den Pegeln UP Rathenow und OP Grütz zu ermitteln. Die sich daraus ergebenden Unterschiede zur Verwendung der W-Q-Beziehung am UP Rathenow zeigt nachfolgende Abbildung 1-11.

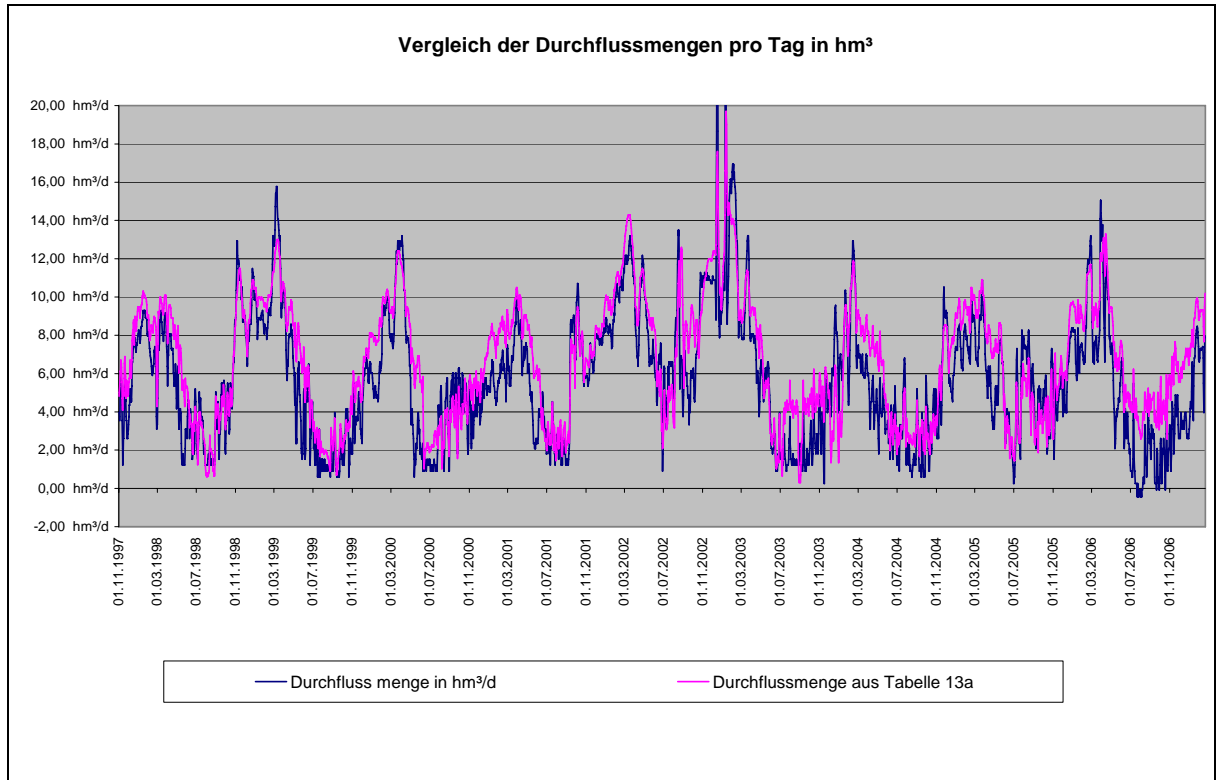


Abbildung 1-11: Vergleich der Durchflussmengenberechnung am UP Rathenow (Quelle: WSA Brandenburg, Herr Löper, Febr. 2007)

Bezogen auf den betrachteten Zeitraum ergeben sich die folgenden statistischen Kennzahlen:

Tabelle 1-3: Vergleich Durchflussmenge Rathenow

	Durchflussmenge nach Gefälle (WSA)	Durchflussmenge nach Anlage 13 Durchflussmenge
Mittelwert	5,69 hm ³ /d	6,70 hm ³ /d
Standardabweichung	3,39 hm ³ /d	3,14 hm ³ /d
Max. negative Abweichung (%) im Vergleich zu WSA		+ 11,7
Max. positive Abweichung (%) im Vergleich zu WSA		- 40,6

Hieraus wird deutlich, dass die Abweichungen doch beträchtlich sein können. Die Übernahme des WSA-Verfahrens in die Richtlinie ist möglich, gibt aber nur Sinn, wenn analog im Kappungsprogramm verfahren wird. In der jetzigen Fassung wird darauf verzichtet.

1.3.14 Anlage 14 Abflusstafel Pegel Wittenberge-Elbe

Es wurde die aktuelle Abflusstafel des WSA Magdeburg (gültig ab 1.11.1998) eingefügt. Vgl. auch Anmerkungen zu Anlage 6 (Abschnitt 1.3.6).

1.3.15 Anlage 15 Bereits in Anspruch genommener Inhalt der Havelniederung in Abhängigkeit vom Wasserstand bei Quitzöbel und vom Durchfluss bei Rathenow

Die genannte Abhängigkeit wurde mit dem Modellsystem zur Flutung der Havelniederung neu berechnet. In der nachfolgenden Abbildung 1-12 ist die daraus ermittelte neue Grafik im Vergleich zur bisherigen Richtlinie dargestellt.

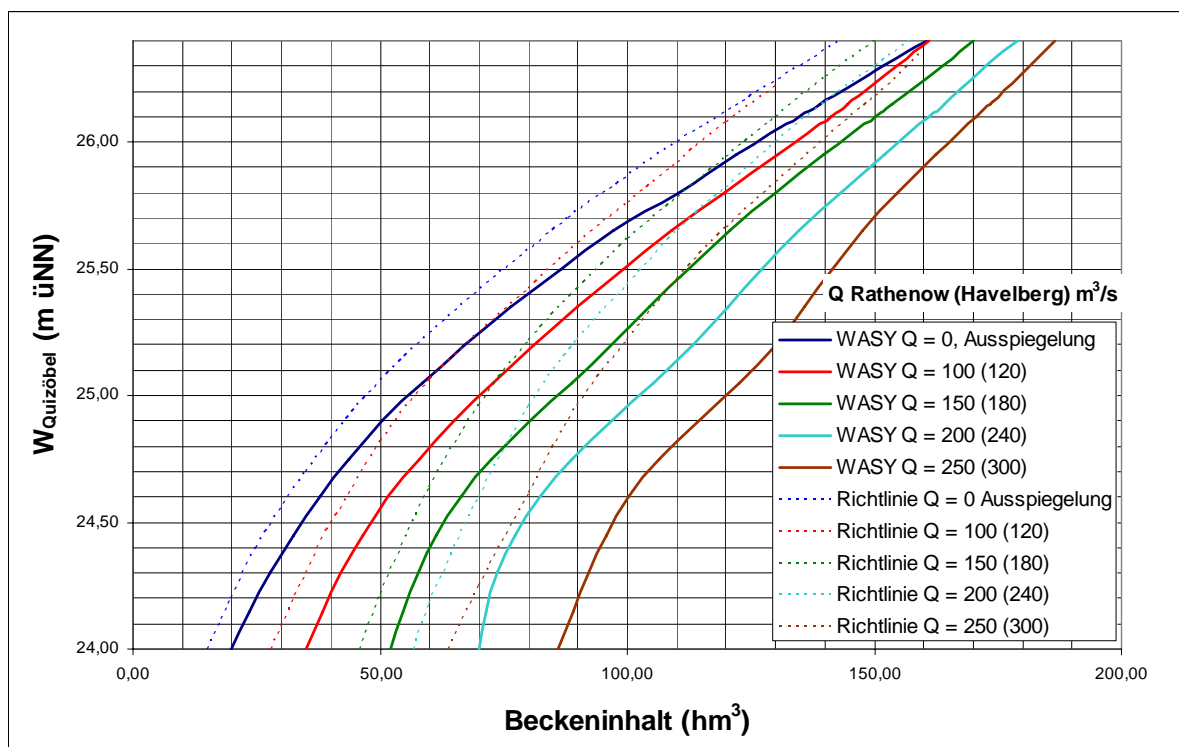


Abbildung 1-12: Bereits in Anspruch genommener Inhalt der Havelniederung in Abhängigkeit vom Wasserst. bei Quitzöbel und vom Durchfluss bei Rathenow

1.3.16 Anlage 16 Polderinhalt in Abhängigkeit vom Wasserstand

In der folgenden Abbildung sind die berechneten Poldervolumina Polder 1 bis 6 aus der Richtlinie den neu berechneten Volumina gegenübergestellt. In die überarbeitete Richtlinie wurden die neuen Volumina übernommen. Bei 26,20 m ü NN ergeben sich damit zusätzlich ca. 10 Mio. m^3 , bei 26,40 m ü NN ca. 12 Mio. m^3 .

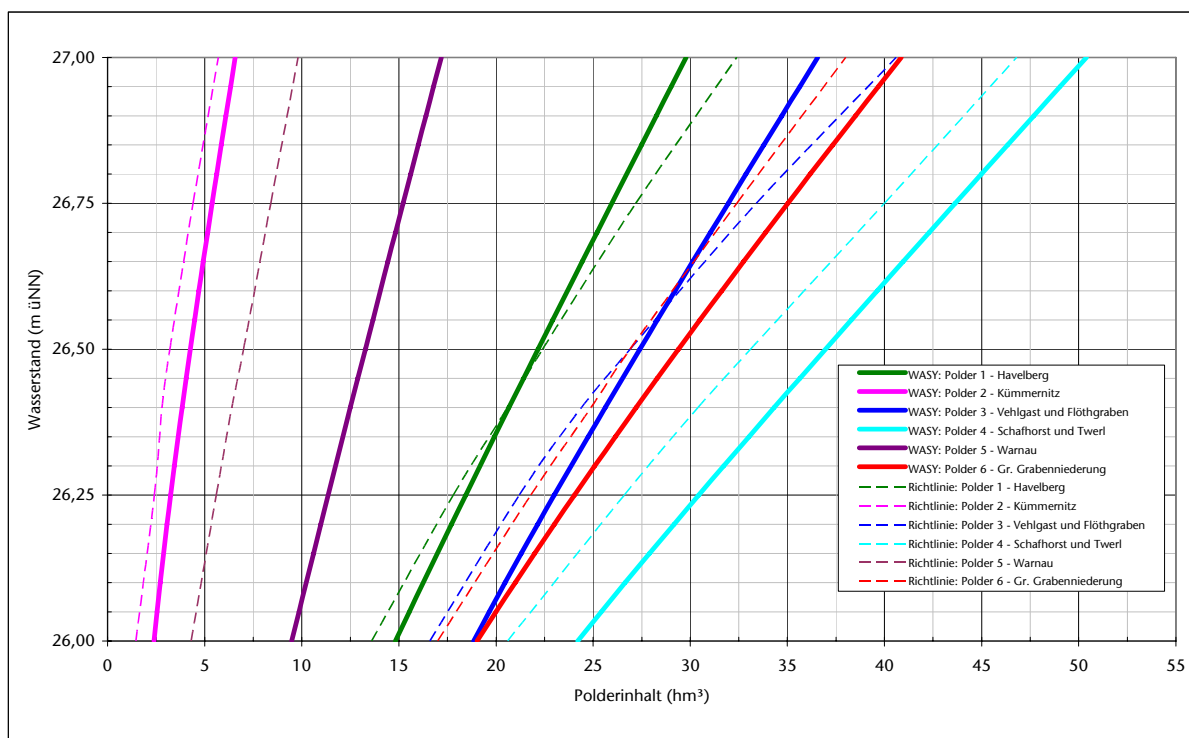


Abbildung 1-13: Polderinhalte in Abhängigkeit vom Wasserstand

1.3.17 Anlage 17

Wasserspiegellagen bei Einströmung in die Havelniederung (Polderflutung) in Abhängigkeit vom Durchfluss und vom Wasserstand in Havelberg

Diese Anlage hat informativen Charakter – die Verwendung leitet sich nicht aus der Richtlinie und den dort enthaltenen Vordrucken ab. Nach Aussage von Prof. Krana-wettreiser (E-Mail vom Dez. 2006) soll diese Grafik einen Eindruck von den Höhen-verhältnissen im Havel-schlauch geben. Eine (sehr aufwändige) Neuberechnung mit dem Modellsystem erscheint hier deshalb weder sinnvoll noch notwendig, zumal die Gefälleverhältnisse im betrachteten Bereich vom Havelzufluss abhängen – was aber in der Anlage 17 nicht berücksichtigt ist.

Auch eine Digitalisierung der vorhandenen Anlage 17 erscheint in der vorliegenden Form deshalb nicht erforderlich. Die Anlage wurde der Richtlinie deshalb nur im Anhang beigefügt.

1.3.18 Anlage 18

Fallhöhe Quitzöbel UP-Gnevsdorf OP in Abhängigkeit vom Durchfluss und vom Wasserstand in Gnevsdorf

Die genannte Abhängigkeit wurde mit dem Modellsystem zur Flutung der Havel-niederung neu berechnet. In der nachfolgenden Abbildung 1-14 ist die daraus er-mittelte neue Grafik im Vergleich zur bisherigen Richtlinie dargestellt.

In der Richtlinie wird die Anlage jetzt als neue Anlage 17 geführt.

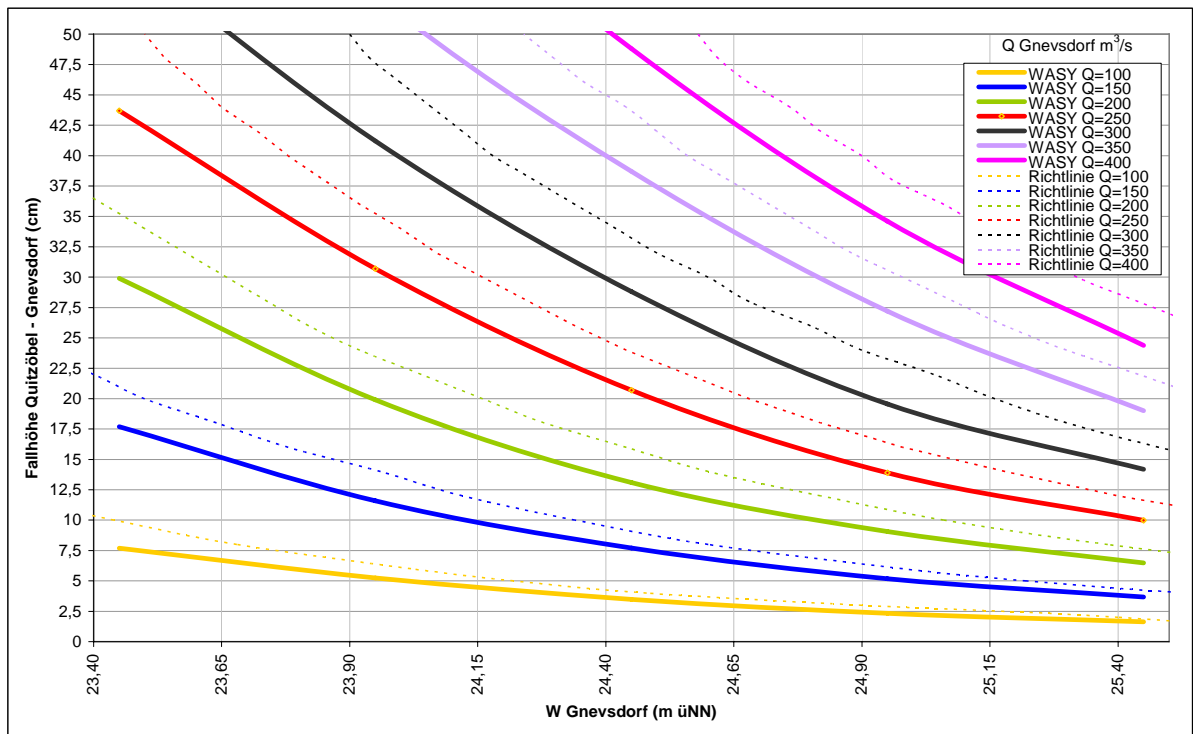


Abbildung 1-14: Fallhöhe Quitzöbel UP-Gnevsdorf OP in Abhängigkeit vom Durchfluss und vom Wasserstand in Gnevsdorf

1.3.19 Anlage 19

Fallhöhe von Neuwerben bis Havelberg-Stadt in Abhängigkeit vom Zufluss in Neuwerben und vom Wasserstand in Havelberg-Stadt

In der nachfolgenden Abbildung 1-15 ist die daraus ermittelte neue Grafik im Vergleich zur bisherigen Richtlinie dargestellt.

In der Richtlinie wird die Anlage jetzt als neue Anlage 18 geführt.

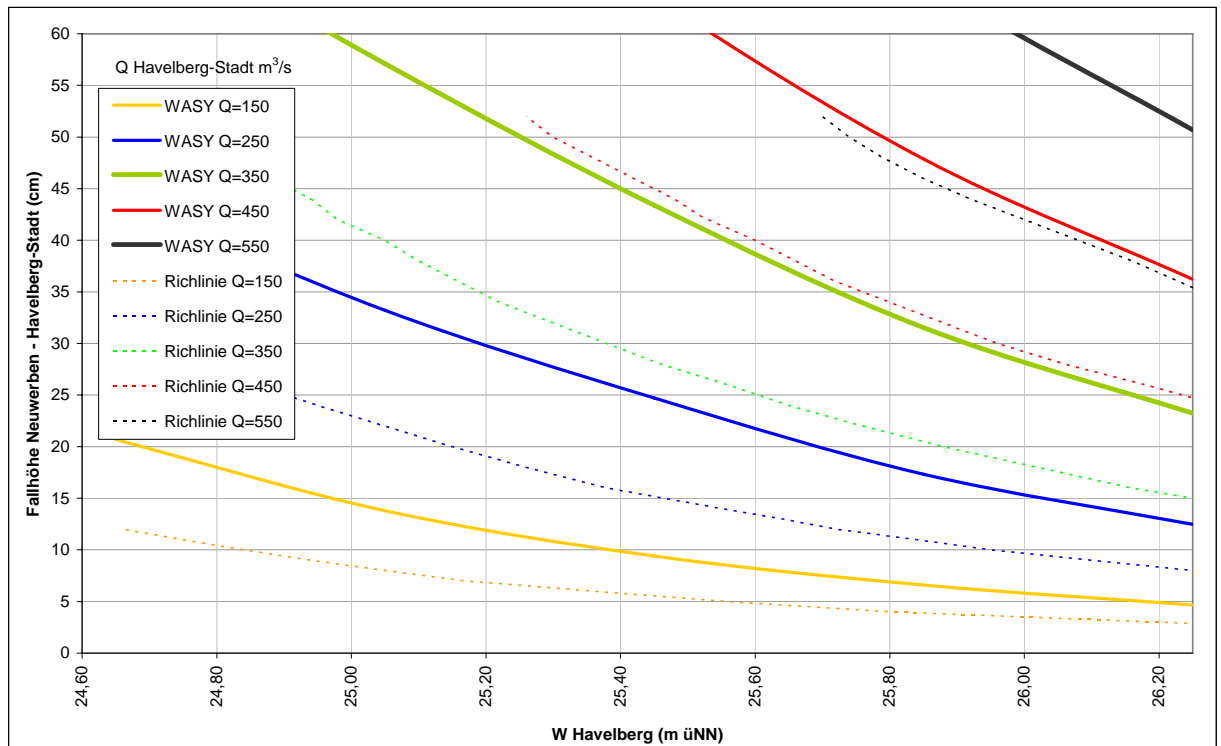


Abbildung 1-15: Fallhöhe von Neuwerben bis Havelberg-Stadt in Abhängigkeit vom Zufluss in Neuwerben und vom Wasserstand in Havelberg-Stadt

1.3.20 Anlage 20

Fallhöhe von Havelberg-Stadt bis Garz in Abhängigkeit vom Zufluss in Neuwerben und vom Wasserstand in Havelberg

1.3.21 Anlage 21

Fallhöhe von Garz bis Grütz in Abhängigkeit vom Zufluss in Neuwerben und vom Wasserstand in Garz

Die Anwendung der Anlagen 20 und 21 leitet sich nicht aus der Richtlinie ab. Sie sind dort nicht zitiert. Eine (sehr aufwändige) Neuberechnung mit dem Modellsystem erscheint hier deshalb weder sinnvoll noch notwendig, zumal die Gefälleverhältnisse im betrachteten Bereich vom Havelzufluss abhängen – der aber in den Anlagen 20 und 21 nicht berücksichtigt ist.

Die Anlagen wurden aus der Richtlinie entfernt und dieser nur im Anhang beigelegt.

1.3.22 Anlage 22

Laufzeit Neuwerben-Wittenberge in Abhängigkeit vom Wasserstand in Wittenberge

Aus der bisherigen Anlage 22 wurde nur die Laufzeitkurve mit Karthaneabschluss übernommen, die den aktuellen Bedingungen entspricht. Auf den Versuch einer Verlängerung der Kurve wurde verzichtet. Die Laufzeitschwankungen sind relativ gering, die Genauigkeit der zugrunde liegenden Daten ist eingeschränkt. Anlage 22 ist in der neuen Richtlinie Anlage 19.

1.4 Hochwasser 2006

Als Zusatzleistung erfolgt mit dem entwickelten Simulationsmodell (Band 2 / 3) eine Nachrechnung für das Hochwasserereignis Frühjahr 2006, die auch mit Ergebnissen des Kappungsprogramms verglichen wurde. Die Ergebnisse sind nachfolgend kurzgefasst dargestellt.

Die Berechnungen erfolgten auf der Basis der Messwerte in Elbe und Havel bis 4.4.2006 und der Wasserstandsvorhersage für den Pegel Tangermünde am 5.4.2006. Für den Zufluss von Havelberg wurden $150 \text{ m}^3/\text{s}$ angesetzt. Es wurden alle Polder 1 bis 6 für die Flutung freigegeben.

In der nachfolgenden Abbildung 1-16 sind die vorausgesagten ungekappten Abflüsse in Neuwerben und Wittenberge (minus 12 Stunden) und die daraus resultierenden erforderlichen Ableitungsmengen über das Wehr Neuwerben (insgesamt 90 Mio. m^3) dargestellt.

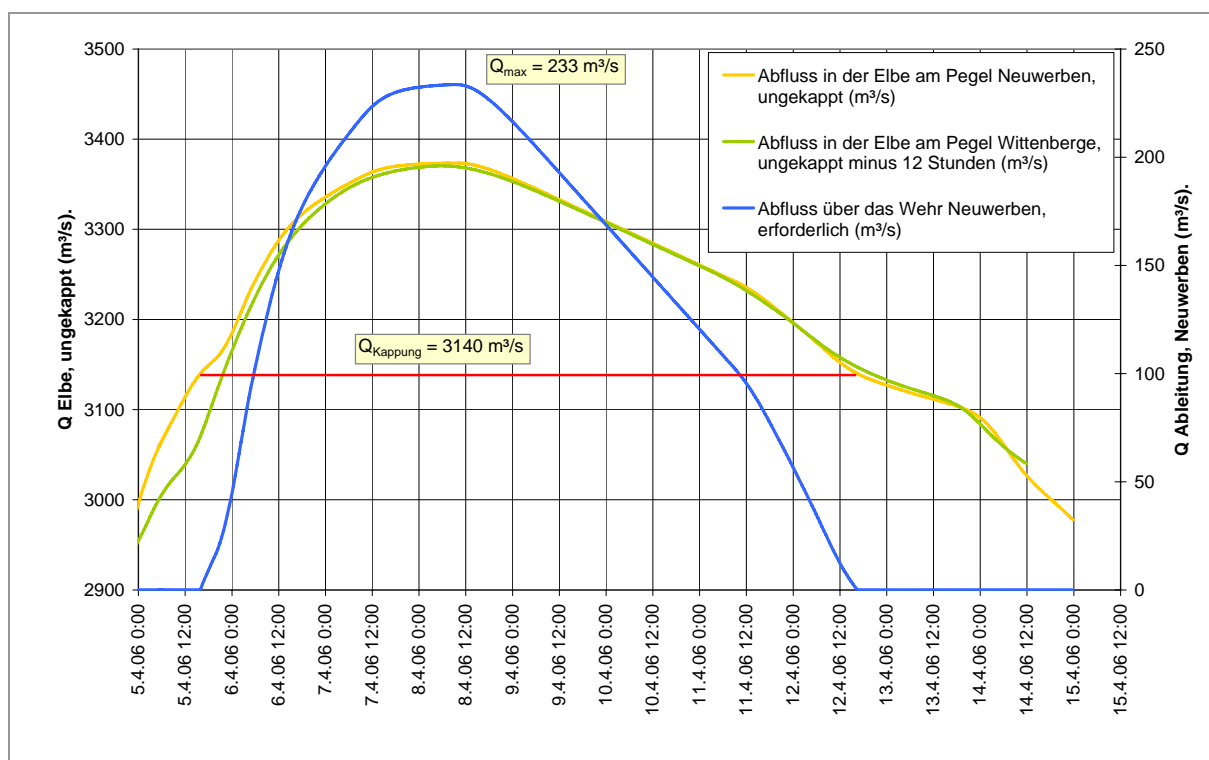


Abbildung 1-16: Volumen und Abflüsse vorausgesagte Kappung

Die erreichte Kappung am Pegel Wittenberge zeigt Abbildung 1-17. Es hätten – bei den getroffenen Annahmen – fast 20 cm in Wittenberge gekappt werden können. Der prognostizierte Wasserstand in Havelberg bleibt dabei unter 26,40 m DHHN92. Bei einer Kappung von fast 15 cm mit einem Volumen von etwa 55,5 Mio. m^3 bleibt der prognostizierte Wasserstand in Havelberg sogar unter 26,20 m DHHN92.

Anschließend wurde das gleiche Szenario mit den Vorgaben des Kappungsprogramms für die Kappung in Neuwerben berechnet (Vorhergesagte Kappung betrug hier 10 cm). In den nachfolgenden Abbildungen sind die entsprechenden Ergebnisse im Vergleich zu den beiden optimalen Kappungen (14 und 19 cm) dargestellt.

Die unterschiedlichen Ergebnisse bzgl. der Kappung in Wittenberge zeigt Abbildung 1-17. Mit den Vorgaben des Kappungsprogramms wurde eine Kappung

von ca. 8 cm erreicht – im Gegensatz zur optimierten Variante von 19 cm. Die Kappungsmengen und der Kappungsverlauf unterscheiden sich signifikant (Abbildung 1-18)! Während das Kappungsprogramm mit großen Ableitungsmengen am Wehr Neuwerben beginnt, werden in der optimierten Variante kontinuierlich ansteigende Kappungsmengen ausgewiesen.

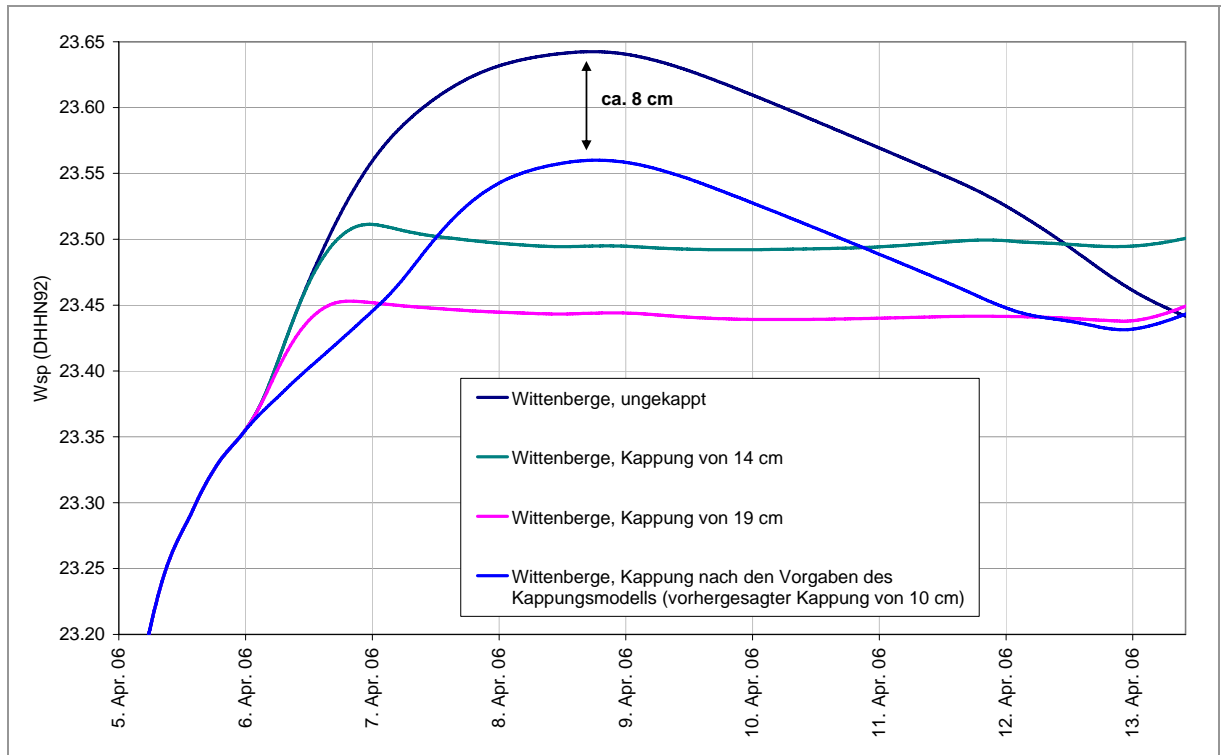


Abbildung 1-17: Wasserstand Wittenberge

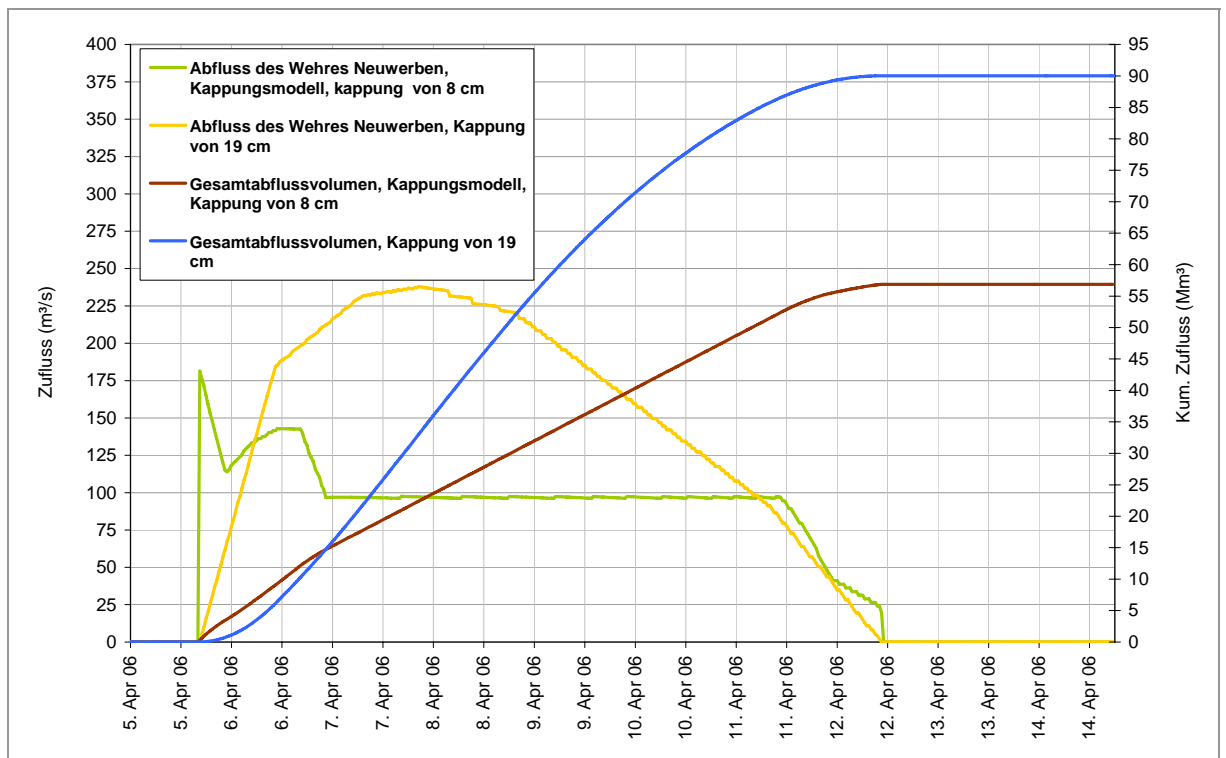


Abbildung 1-18: Kappungsmengen Neuwerben

Wie Abbildung 1-19 zeigt, wurden beim Ansatz des Kappungsmodells und beim Ansatz der optimierten Kappung von 14 cm in Havelberg vergleichbare Wasserstände unter 26,20 m DHHN92 erreicht.

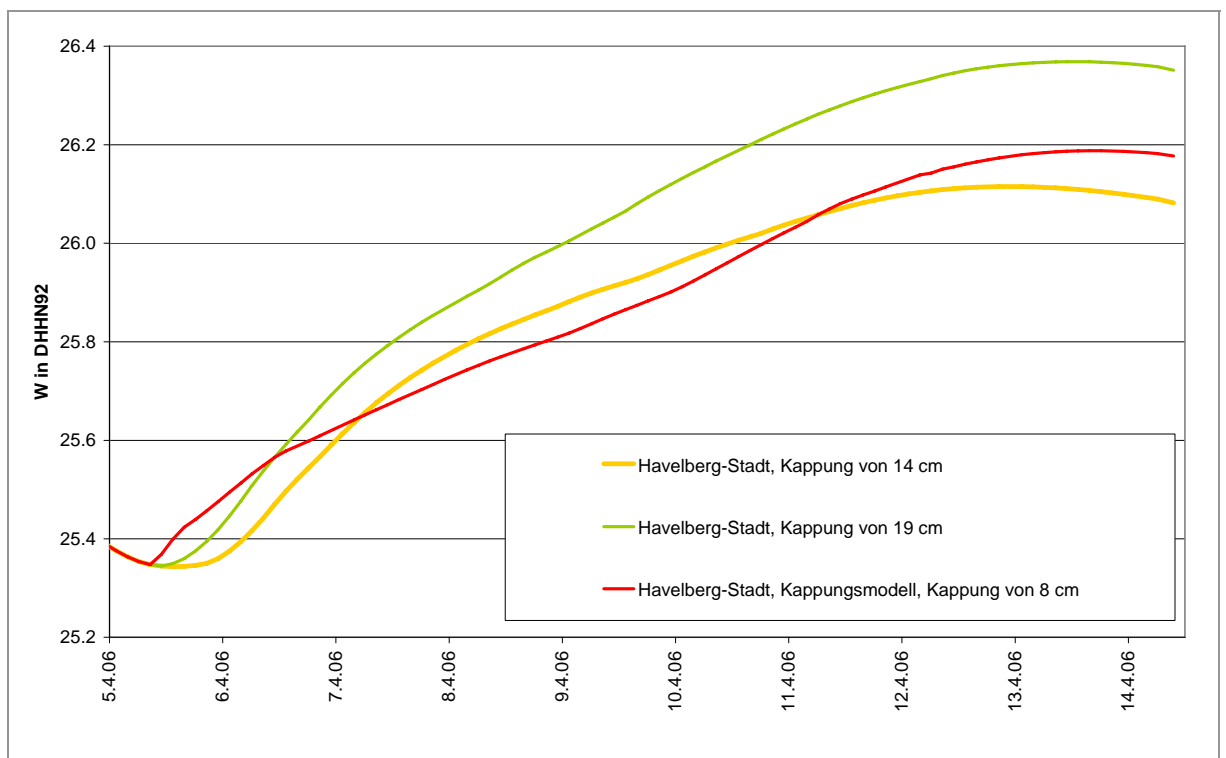


Abbildung 1-19: Prognostizierte Wasserstände Havelberg-Stadt

Zusammengefasst ergibt sich:

- Auf Basis der Vorhersage hätte der Wasserstand in Wittenberge um ca. 19 cm gekappt werden können.
- Dabei wäre ein Volumen von ca. 90 Mio. m³ gekappt worden.
- Die Wasserstände in Havelberg wären dabei nicht über 26,40 m DHHN92 angestiegen.
- Bei einer Kappung von nur 14 cm wären die Wasserstände in Havelberg nicht über 26,20 m DHHN92 angestiegen.
- Auch mit den Annahmen des Kappungsprogramms wären die Wasserstände in Havelberg nicht über 26,20 m DHHN92 angestiegen.
- Die davon abweichenden Ergebnisse des Kappungsprogramms bzgl. der Kappungsmöglichkeit und der prognostizierten Wasserstände erklären sich aus den mangelhaften Grundlagen, insbesondere bzgl. der Poldervolumina, gemäß der bisherigen Richtlinie.
- Das Kappungsprogramm weist im Vergleich zum Modellsystem zur Flutung der Havelniederung scheinbar keinen optimalen Verlauf der Kappungsmengen aus.

2 EXCEL-Version der Richtlinie

2.1 Grundsätze

Die erforderlichen Tabellen sind in zwei EXCEL-Dateien zusammengefasst:

- VORDRUCKE.xls
- ANLAGEN.xls (Anlagen der Richtlinie).

Automatische Auswertung

Ein Teil der Anlagen wurden für eine automatische Auswertung aufbereitet. Dazu gehören u. a.:

- Unterschiedliche Approximationsfunktionen zur Anpassung einer Kurve an Messwerte
- Unterschiedliche Interpolationsfunktionen zur Interpolation in Grafiken
- Interpolation für Tabellen

In Abbildung 2-1 ist ein Beispiel für einen in EXCEL realisierten Vordruck gegeben. Die Berechnung des instationären Durchflusses erfolgt hier automatisch mittels der entsprechenden Formel aus der Richtlinie (Hysterese).

Berechnung der Durchflussganglinie in Wittenberge (Vordruck 9)									
Wasserstandsvorhersage vom:		<input type="text"/>	tt.mm.jj hh.mm						
Beginn der Berechnung ab:		<input type="text"/>	tt.mm.jj hh.mm						
Datum / Uhrzeit	Pegel Wittenberge	Anstiegs- geschwindig- keit	Elbe m. Havel			Abfluss Havel in Gnevsdorf 6 h früher	Elbe ohne Havel		Hilfsgröße
			Stationärer Durchfluss	Instationärer Durchfluss	Summe		Instationärer Durchfluss	Summe	
	cm	m / 24 h	m³/s	m³/s	Mio. m³	m³/s	m³/s	m³	
16.3.06 7:00	535		1900,9		0,0			0,0	
17.3.06 7:00	598	0,55	2428,7	2753,4	118,9	150,0	2603,4	112,5	0,2853
18.3.06 7:00	645	0,37	2893,7	3179,3	375,2	150,0	3029,3	355,8	0,2071
18.3.06 19:00	659	0,23	3045,1	3244,3	514,0	150,0	3094,3	488,1	0,1351
19.3.06 7:00	668	0,16	3145,7	3295,1	655,2	150,0	3145,1	622,8	0,0972
19.3.06 19:00	675	0,08	3225,8	3306,7	797,8	150,0	3156,7	759,0	0,0508
20.3.06 7:00	676	-0,03	3237,4	3205,5	938,5	151,0	3054,5	893,1	0,0196
20.3.06 19:00	672	-0,12	3191,3	3070,2	1074,0	152,0	2918,2	1022,1	0,0745
21.3.06 7:00	664	-0,19	3100,7	2919,0	1203,4	153,0	2766,0	1144,9	0,1137
22.3.06 7:00	642	-0,24	2862,0	2657,7	1444,3	154,0	2503,7	1372,6	0,1377
23.3.06 7:00	617	-0,23	2608,9	2426,3	1664,0	155,0	2271,3	1578,8	0,1351
24.3.06 7:00	596	-0,20	2410,3	2265,6	1866,6	156,0	2109,6	1768,1	0,1164
25.3.06 7:00	578	-0,18	2249,9	2124,6	2056,3	157,0	1967,6	1944,2	0,1083
26.3.06 7:00	560	-0,15	2098,1	1999,7	2234,5	158,0	1841,7	2108,8	0,0916
27.3.06 7:00	548	-0,06	2001,5	1962,6	2405,6	159,0	1803,6	2266,3	0,0385
	0								
	0								
	0								
	0								
	0								
	0								
	0								

Abbildung 2-1: Vordruck 9

Abbildung 2-2 zeigt exemplarisch eine in EXCEL umgesetzte Anlage – hier Anlage 16, die Berechnung der Poldervolumina.

Im oberen Teil ist die Grafik gemäß Richtlinie (informativ) dargestellt. Im unteren Teil sind die der Interpolation zugrunde liegenden Werte aufgelistet (in grau).

In der Mitte der Tabelle erfolgt die automatische Berechnung des Poldervolumens bei Vorgabe eines Wasserstandes.

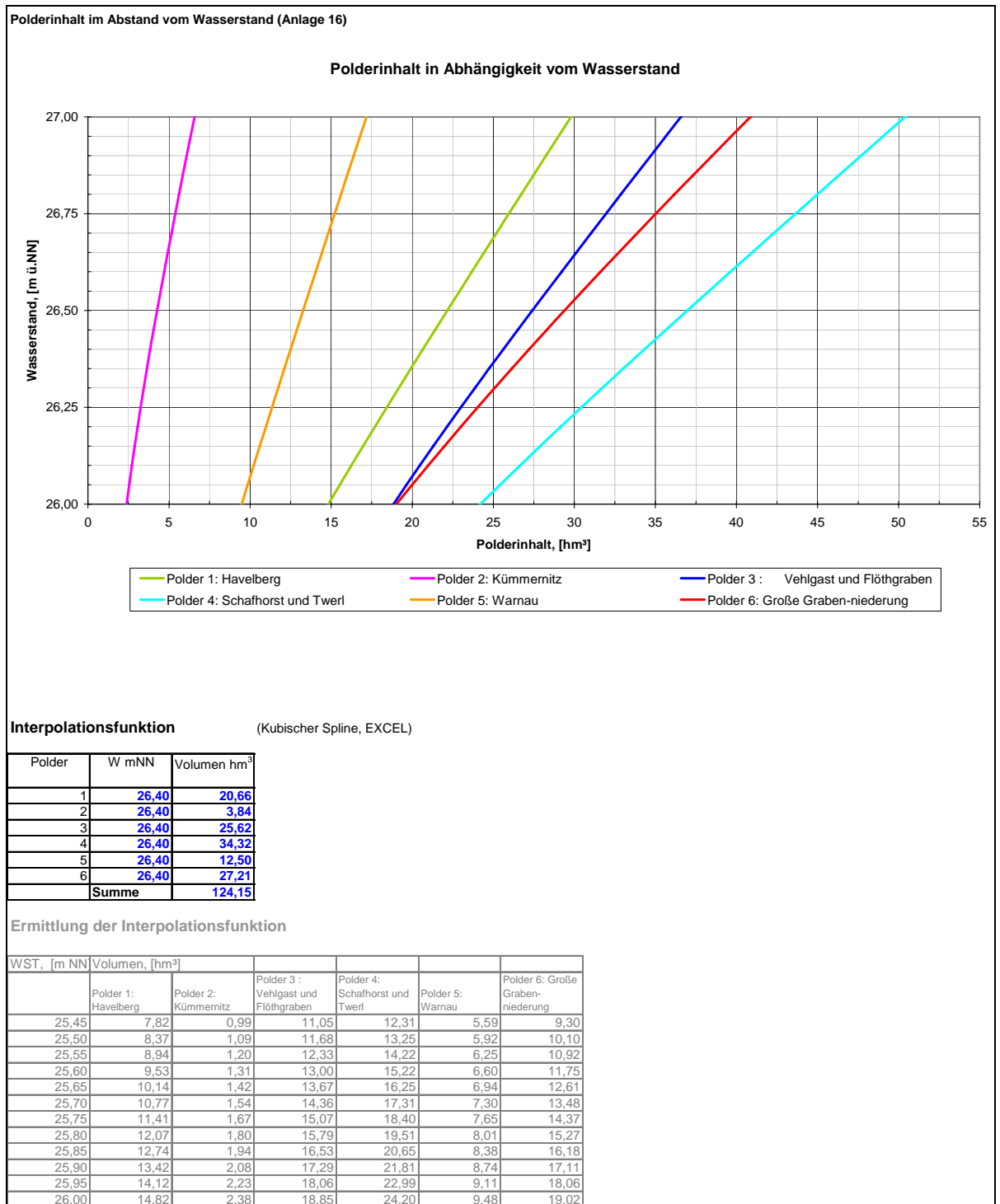


Abbildung 2-2: Anlage 16

2.2 Vordrucke

Folgende Hinweise sind bei der Bearbeitung der einzelnen Vordrucke zu beachten:

Vordruck 1 (Pegelliste Messwerte/Vorhersagewerte):

Gegenüber dem ursprünglichen Vordruck wurden Zeilen und Spalten vertauscht. Die Pegelwerte sind jetzt spaltenweise zeitbezogen einzutragen. Unterschiedliche Zeitabstände sind möglich. Fehlwerte sind zulässig. Bei der Eintragung von Vorhersagewerten ist zu beachten, dass der letzte Messwert gleichfalls in die Spalte Vorhersage eingetragen wird (um bei der Gangliniendarstellung den Anschluss herzustellen).

Die automatische Eintragung / Übertragung von Messwerten ist denkbar, müsste aber gesondert realisiert (beauftragt) werden.

Vordruck 2 (Ganglinien, Messwerte und Vorhersagen für Elbepegel, Saale und Havelberg EP):

Die Ganglinien werden automatisch aus Vordruck 1 erzeugt. Aus Maßstabsgründen sind einige der Ganglinien verschoben (s. Legende).

Festgelegt werden muss das aktuelle Zeitfenster. Dies erfolgt durch Zeigen mit der Maus auf die Achse. Mit der rechten Maustaste wird „Achse formatieren“ gewählt. Im sich öffnenden Fenster ist *Skalierung* zu wählen und dann sind bei *Minimum* und *Maximum* die Start- und Endzeit für die Darstellung als Datum anzugeben.

Nicht möglich ist die Darstellung mehrerer Vorhersagen für einen Pegel in einer Grafik. Die letzten Vorhersagen werden überschrieben.

Vordruck 3 (Ganglinien Havelpegel):

Analog Vordruck 2, für Havelpegel, aber ohne Vorhersagen (kann bei Bedarf erweitert werden).

Vordruck 1H:

Diese Tabelle ist eine Hilfstabelle zur Grafikerstellungen (Kopie von Vordruck 1), sie darf nicht verändert werden.

Vordruck 4 (Registrierung der Wehrbedienung – Einströmung)

Vordruck 5 (Registrierung der Wehrbedienung – Einströmung)

Diese Vordrucke wurden entsprechend der bisherigen Form übernommen. Die Berechnung der Abflüsse gemäß realisierter Wehrsteuerung muss mittels Anlage 12 erfolgen.

Vordruck 6 (Wasserspiegelgefälle der Unteren Havel bei Hochwasser in der Elbe)

Der Vordruck wurde nicht in EXCEL übernommen. Er wird nach Aussage LUA Brandenburg / WSA Brandenburg nicht benötigt, da entsprechende Längsschnitte im Hochwasserfall erstellt werden und verfügbar sind.

Vordruck 7 (Bestimmung des bereits in Anspruch genommenen Inhalts der Havelniederung (Havelschlauch) aus Pegelablesungen)

Der Vordruck wurde entsprechend der bisherigen Form übernommen. Die Berechnung der Volumina muss mittels der Anlagen 8 – 11 erfolgen.

Vordruck 8 (Berechnung des Inhalts der Havelniederung, des Wasserstandes am Pegel Havelberg.-Stadt und des Abflusses bei Gnevsdorf aus der Vorhersage des Wasserstandes am Pegel Wittenberge und der Vorhersage des Zuflusses bei Havelberg)

Auch dieser Vordruck wurde grundsätzlich entsprechend der bisherigen Form übernommen. Folgende Berechnungen müssen in Anlagen erfolgen:

- Wasserstand Gnevsdorf (6 h früher) aus Anlage 6
- Gefälle bis Quitzöbel aus Anlage 18
- Inhalt der Havelniederung aus Anlage 15.

Auf dieser Grundlage muss die Ermittlung des Abflusses in Gnevsdorf iterativ gemäß Richtlinie erfolgen.

Vordruck 9 (Berechnung der Durchflussganglinie in Wittenberge)

Der Vordruck wurde entsprechend der bisherigen Form übernommen, s. Abbildung 2-1 oben und Erläuterungen dazu.

Vordruck 10 (Wasserstands- und Abflussganglinie Pegel Wittenberge)

Die Wasserstands- und Abflussganglinie (Messungen) wird automatisch aus Vordruck 9 erzeugt. Die gemäß Richtlinie auf der Basis von Vordruck 10 erforderlichen Volumenberechnungen etc. müssen händisch erfolgen.

Vordruck 11 (Zusammenstellung der Hauptwerte der Kappung der Elbewelle)

Der Vordruck wurde entsprechend der bisherigen Form übernommen.

3 Schlussfolgerungen, Vorschläge

Die durchgeführten Untersuchungen führen zu folgenden Ergebnissen und Schlussfolgerungen:

- Die der Richtlinie zugrunde liegenden Abhängigkeiten und Grafiken (Anlagen der Richtlinie) wurden unter Verwendung aktueller Daten, des neuen DGM und des Modellsystems zur Flutung der Havelniederung aktualisiert.
- Die aktualisierten Anlagen der Richtlinie wurden für die Präzisierung des Kappungsmodells zur Verfügung gestellt.
- Das Kappungsprogramm weist Vorschläge zur Steuerung des Wehrs Neuwerven aus, die aus Sicht der durchgeführten Optimierungen zur Flutung der Havelniederung nicht optimal erscheinen (s. auch Band 2 und Abschnitt 1.4). Hier wird eine Überprüfung empfohlen.
- Die Richtlinie wurde auftragsgemäß überarbeitet.

Die Anlage der Richtlinie „Plan der Handlungen, zur Einberufung, Tätigkeit und Auflösung der Arbeitseinheiten (Gremien)“ muss in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden / Einrichtungen überarbeitet werden.