

Auftraggeber:
Fugro Consult GmbH

**Hydraulische Nachweisführung im Rahmen der
Machbarkeitsstudie zur Nutzung der Tagebauseen
im Gebiet der Schwarzen Elster für
den Hochwasserrückhalt**

Werkvertrag – 320-13-052-HKV

Bearbeitung:



HKV Hydrokontor
Aachen

Aachen, den 4. August 2015

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abbildungen	1
Verzeichnis der Tabellen.....	1
1 Veranlassung	1
2 Modellierung	1
2.1 1D-Modell	1
2.2 Randbedingungen	2
3 Ergebnisse	4
4 Zusammenfassung	8

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2.1: Abflusslängsschnitte für HQI.....	3
Abbildung 2.2: Abflusslängsschnitte für HQII.....	3
Abbildung 2.3: Abflusslängsschnitte für HQIII	4
Abbildung 3.1: Wasserspiegellagen (obere Abbildung) und Differenzen zum IST- Zustand (untere Abbildung) im Längsschnitt für das HQI	5
Abbildung 3.2: Wasserspiegellagen (obere Abbildung) und Differenzen zum IST- Zustand (untere Abbildung) im Längsschnitt für das HQII	6
Abbildung 3.3: Wasserspiegellagen (obere Abbildung) und Differenzen zum IST- Zustand (untere Abbildung) im Längsschnitt für das HQIII	7

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2.1: Szenarienübersicht.....	2
--	---

1 Veranlassung

Im Rahmen der Bearbeitung der Machbarkeitsstudie zur Nutzung der Tagebauseen im Gebiet der Schwarzen Elster für den Hochwasserrückhalt übernimmt HKV als Nachunternehmer die Leistungen zur Pos. 5.5.3 „Hydraulische Nachweisführung“ gem. Leistungsbeschreibung LUGV für bis zu 3 Varianten (1 Istzustand, 2 Planungsvarianten) für 6 Referenzereignisse (3 Scheitelszenarien mit je 2 Füllungsszenarien), insgesamt 18 Berechnungsvarianten gem. Angebot inkl. aller erforderlichen Beratungen mit Fugro und dem LUGV. Die jeweiligen Berechnungen werden in Abstimmung mit Fugro vorgenommen.

Im Zuge der Bearbeitung hat sich die Anzahl der zu betrachtenden Szenarien auf 12 reduziert, die nachfolgend dargestellt werden.

2 Modellierung

2.1 1D-Modell

Alle Berechnungen wurden mit einem 1D-Sobek Modell der Schwarzen Elster durchgeführt, welches aus den gekoppelten Sobek1D2D-Modellen der Schwarzen Elster und seiner Nebengewässer abgeleitet wurde. Diese Modelle wurden im Rahmen des Vorhabens Hochwasserrisikomanagementplan Schwarze Elster, Teilprojekt 1, Lose 1 bis 3 erstellt (HKV, 2012¹; BCE, 2012²). Eine umfassende Darstellung der Modelle ist den vorgenannten Projektberichten zu entnehmen. Zur Verwendung für die eindimensionale Nachweisführung wurden folgenden Änderungen vorgenommen:

- Löschung aller 2D-Komponenten in den Modellen
- Löschung aller Durchlässe, die als 1D-Elemente im Überschwemmungsgebiet an Straßen- oder Bahndämmen erfasst sind und keine hydraulische Verbindung mit der Schwarzen Elster haben
- Anpassung der Überlappungsbereiche der Teilmodelle
- Kopplung der 1D-Modelle der Schwarzen Elster zu einem durchlaufenden Modell
- Überprüfung der Lauffähigkeit und Plausibilität

Das 1D-Modell deckt die Gewässerstrecke der Schwarzen Elster zwischen der Landesgrenze zu Sachsen bei km 115,48 und der Mündung in die Elbe ab. Zudem sind die in den jeweiligen Teilmodellen abgebildeten Nebengewässer enthalten:

- Ruhländer Schwarzwasser bis km 3,388
- Sieggraben bis km 1,907

¹ HKV (2012): Hochwasserrisikomanagementplan HWRMP Schwarze Elster, Hydronumerische Modellierung der Lose 2, 3 und 4; Projektbericht P-10.009; HKV Hydrokontor GmbH Aachen

² BCE (2012): HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTPLAN SCHWARZE ELSTER – TEILPROJEKT 1, Hydronumerische Modellierung und Erstellung von Risiko- und Gefahrenkarten, Los 1; Erläuterungsbericht 2010172.20/SW/Kre/CK; Björnsen Beratende Ingenieure Erfurt GmbH

- Pulsnitz bis km 2,827
- Große Röder bis km 5,590
- Röderkanal bis km 5,789
- Kleine Röder bis km 10,890
- Kleine Elster bis km 5,085
- Verzweigung in Bad Liebenwerda

Da alle strukturell relevanten Elemente der Schwarzen Elster (Bauwerke, Deiche etc.) in dem 1D-Modell enthalten sind und auch die kalibrierten Rauheiten übernommen wurden, kann das 1D-Modell angewendet werden.

2.2 Randbedingungen

Die Randbedingungen der Berechnungen ergeben sich aus den vom AG bereit gestellten stationären Abflüssen im Längsschnitt der Schwarzen Elster, die auf die im Modell berücksichtigten lateralen Zuflüsse und Modellränder übertragen wurden. Grundlage der Szenarien (IST-Zustand) bilden jeweils die Abflusslängsschnitte für HQI_{ist} (Scheitel am Pegel Neuwiese und somit am Beginn der Untersuchungsstrecke von $33 \text{ m}^3/\text{s}$), $HQII_{ist}$ ($54 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Neuwiese) und $HQIII_{ist}$ ($65 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Neuwiese), die für die Planungszustände entsprechend der Wirkung der Restseen angepasst wurden. Dabei wurde jeweils ein gekappter Abflussscheitel unterhalb des Zuleiters aus dem Senftenberger See (praktisch also am Pegel Biehlen) von 15, 22 bzw. $35 \text{ m}^3/\text{s}$ veranschlagt, der dann entsprechend mit zunehmendem Einzugsgebiet ansteigt. Da zwischen dem Modellrand an der Landesgrenze und dem Pegel Biehlen keine lateralen Zuflüsse berücksichtigt sind, werden die Abflüsse für den Pegel Biehlen direkt am Modellrand angesetzt. In Tabelle 2.1 sind die betrachteten Szenarien zusammengestellt.

Tabelle 2.1: Szenarienübersicht

Zustand	Abflussszenario		
IST-Zustand	HQI_{ist}	$HQII_{ist}$	$HQIII_{ist}$
Planzustand 15	HQI_{plan15}	$HQII_{plan15}$	$HQIII_{plan15}$
Planzustand 22	HQI_{plan22}	$HQII_{plan22}$	$HQIII_{plan22}$
Planzustand 35	HQI_{plan35}	$HQII_{plan35}$	$HQIII_{plan35}$

Die modellierten Abflusslängsschnitte dieser 12 Szenarien sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Der in allen Szenarien erkennbare deutliche Sprung im Abfluss bei km 67 ist durch den Zufluss der Großen Röder bedingt. Die teilweise linearen ansteigenden oder abfallenden Verläufe zwischen zwei Stützstellen werden im Modell durch entsprechende diffuse laterale Zu- oder Abflüsse berücksichtigt.

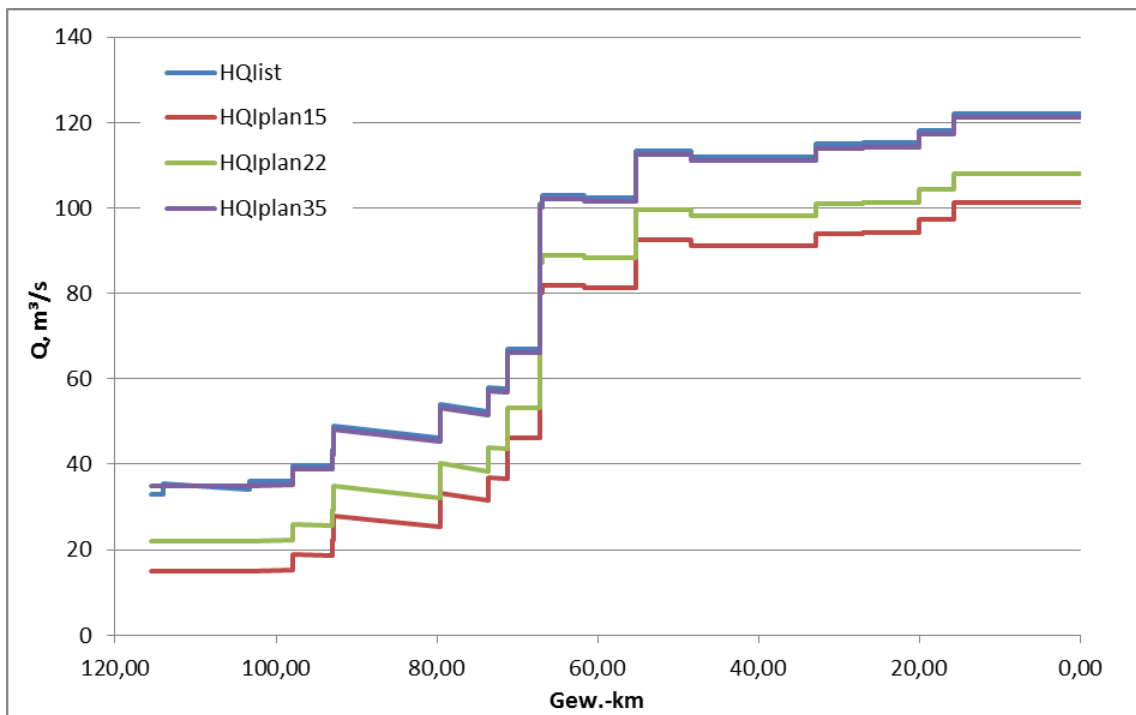


Abbildung 2.1: Abflusslängsschnitte für HQI

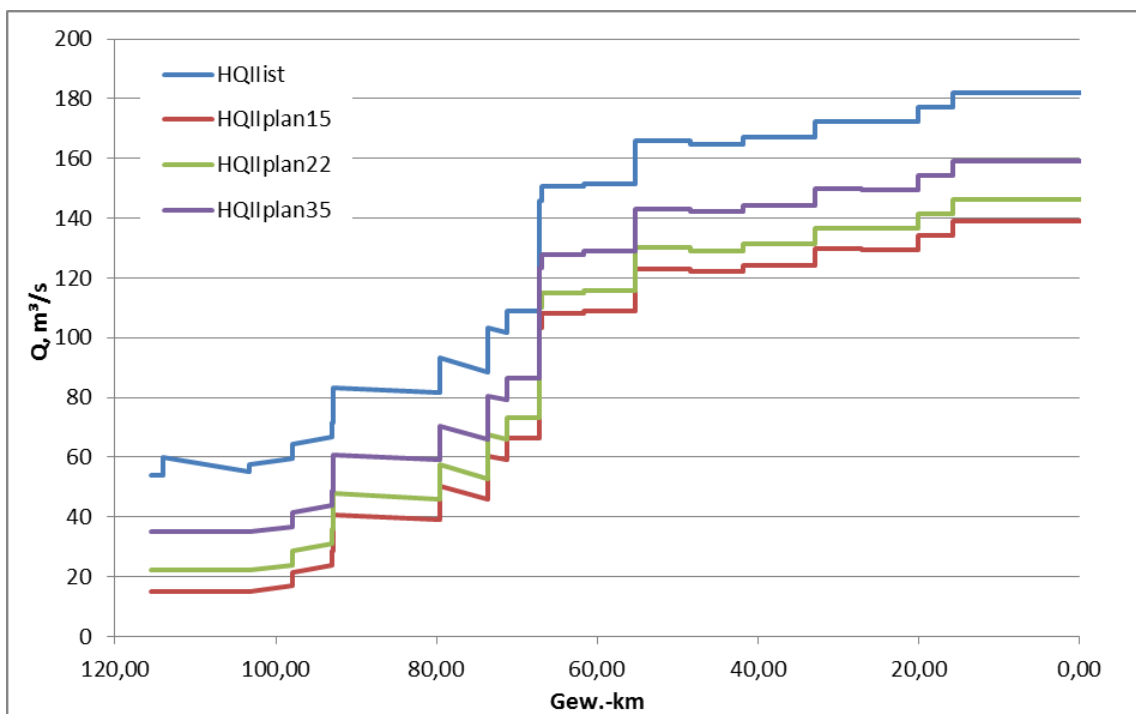


Abbildung 2.2: Abflusslängsschnitte für HQII

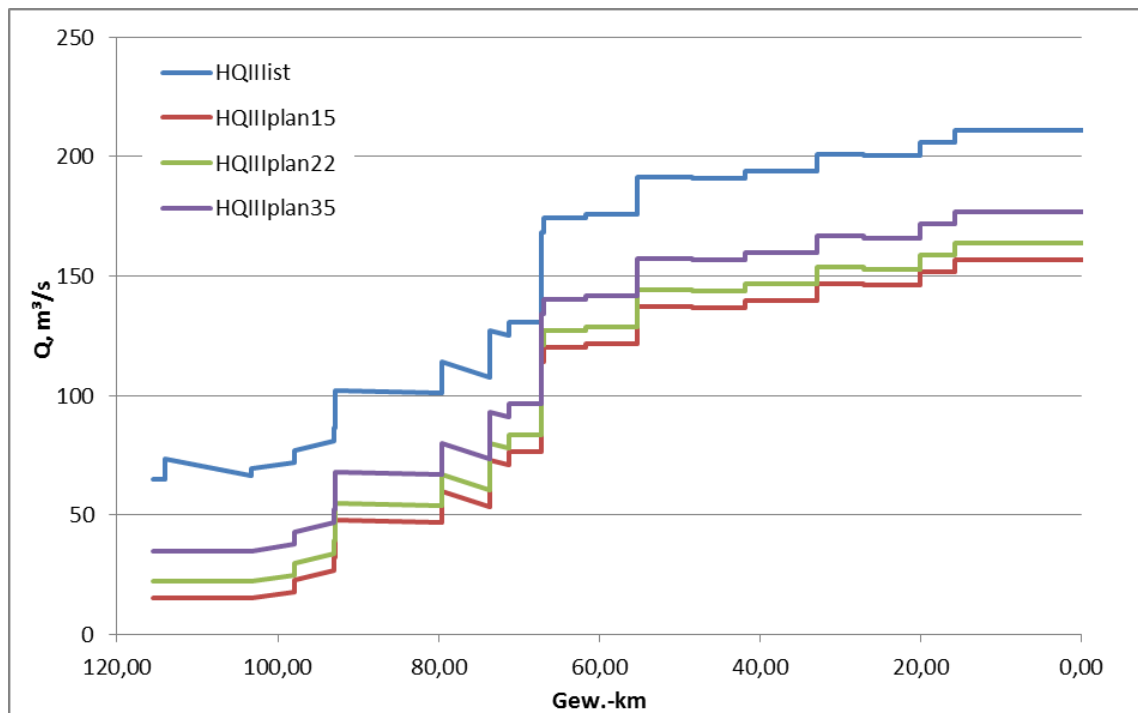


Abbildung 2.3: Abflusslängsschnitte für HQIII

Den Modellauslauf bildet die Mündung in die Elbe. Hier wurde die gleiche QW-Beziehung als Randbedingung angesetzt, die bereits bei der ursprünglichen Modellerstellung ermittelt und verwendet wurde. Alle Berechnungen erfolgten mit stationären Randbedingungen und das Erreichen des stationären Zustands wurde anhand des Vergleichs zwischen Abflusslängsschnitt und Berechnungsergebnis insbesondere am Modellauslauf geprüft.

3 Ergebnisse

Zur Darstellung der Ergebnisse wurden die berechneten Wasserspiegellagen an allen im Modell enthaltenen Querprofilen und für alle Szenarien zusammengestellt und die Wasserspiegellagenlängsschnitte sowie die jeweiligen Differenzen zum IST-Zustand dargestellt. In allen Szenarien sind die Ergebnisse im Mündungsbereich deutlich durch die Auslauftrandbedingung geprägt. Da hier die Wasserspiegellagen in der Elbe maßgebend sind und kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Wasserspiegellage in der Elbe und dem Abfluss der Schwarzen Elster existiert, wurde die Randbedingung nach der Mündungsformel ermittelt. Der Einfluss der Randbedingung reicht etwa 10 km stromaufwärts und endet damit deutlich vor der Landesgrenze zwischen Sachsen-Anhalt und Brandenburg.

Für alle Szenarien sind die Änderungen der Wasserspiegellagen proportional zu relativen Änderungen der Abflüsse. Entsprechend reduziert sich der Einfluss unterhalb der Mündung der Großen Röder, da dieser einen erheblichen Abflussanteil beisteuert, der nicht durch die Tagebaurestseen beeinflusst ist. In geringerem Maß ist dies auch an der Mündung der Pulsnitz zu beobachten.

HQI

Da die Abflüsse des Planzustands 35 und desm IST-Zustands HQI fast identisch sind, ergeben sich nur geringe Unterschiede zwischen diesen beiden Szenarien. Durch die weitere Reduzierung des Abflusses auf 22 bzw. 15 m³/s sinken die Wasserspiegellagen lokal um fast 55 bzw.98 cm. Diese Verringerung reduziert sich auf 22 bzw. 38 cm unterhalb der Mündung der Großen Röder.

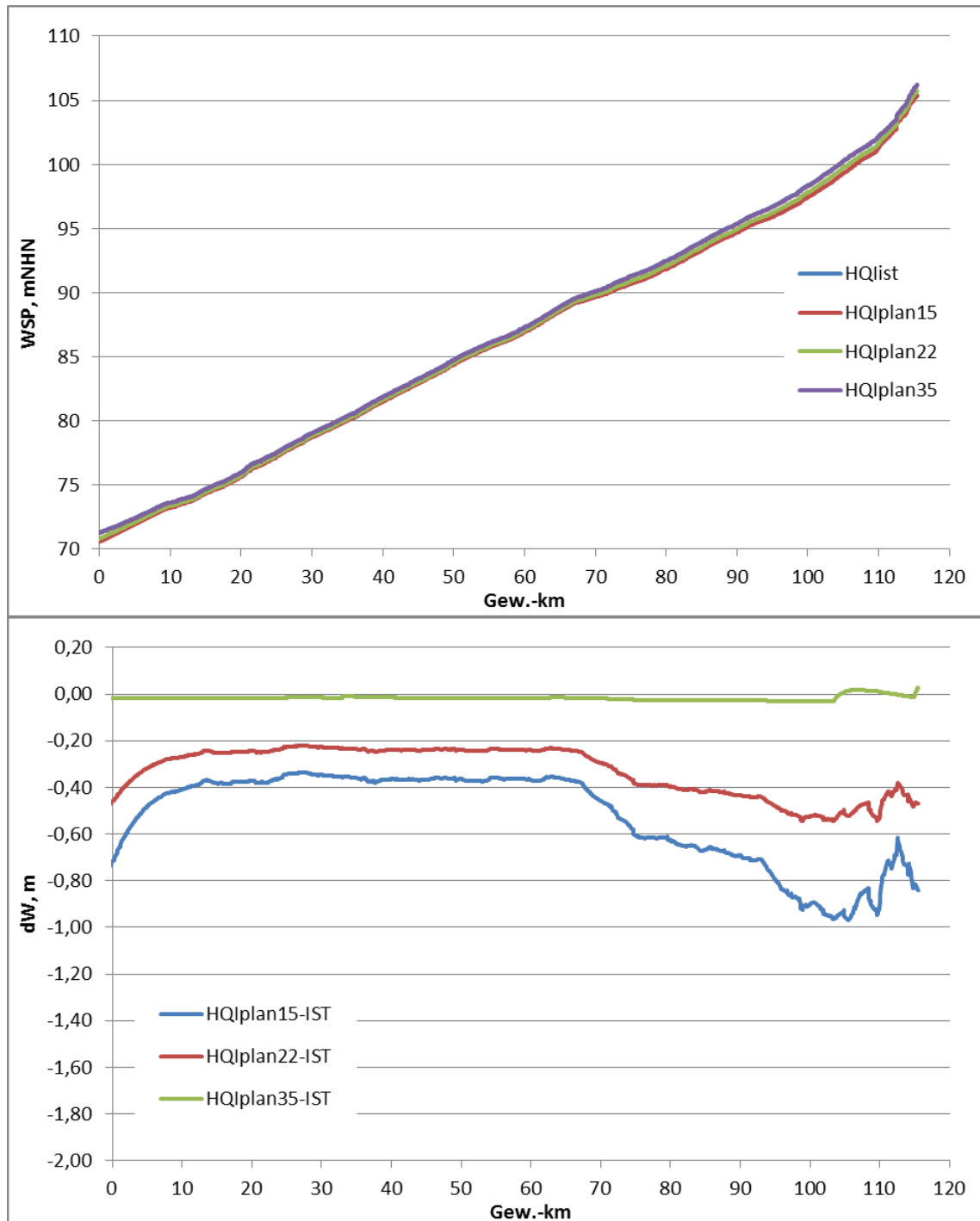


Abbildung 3.1: Wasserspiegellagen (obere Abbildung) und Differenzen zum IST-Zustand (untere Abbildung) im Längsschnitt für das HQI

HQII

Für das HQII sind die Veränderungen größer als für HQI, da auch die relative Abflussreduzierung deutlich größer ist. Hier ergeben sich Reduzierungen der Wasserspiegellage um bis zu 1,7 m für den Planzustand 15 gegenüber dem IST-Zustand. Auch unterhalb der Mündung der Großen Röder sind noch deutliche Wasserspiegellagensenkungen zwischen 30 und 65 cm zu erkennen.

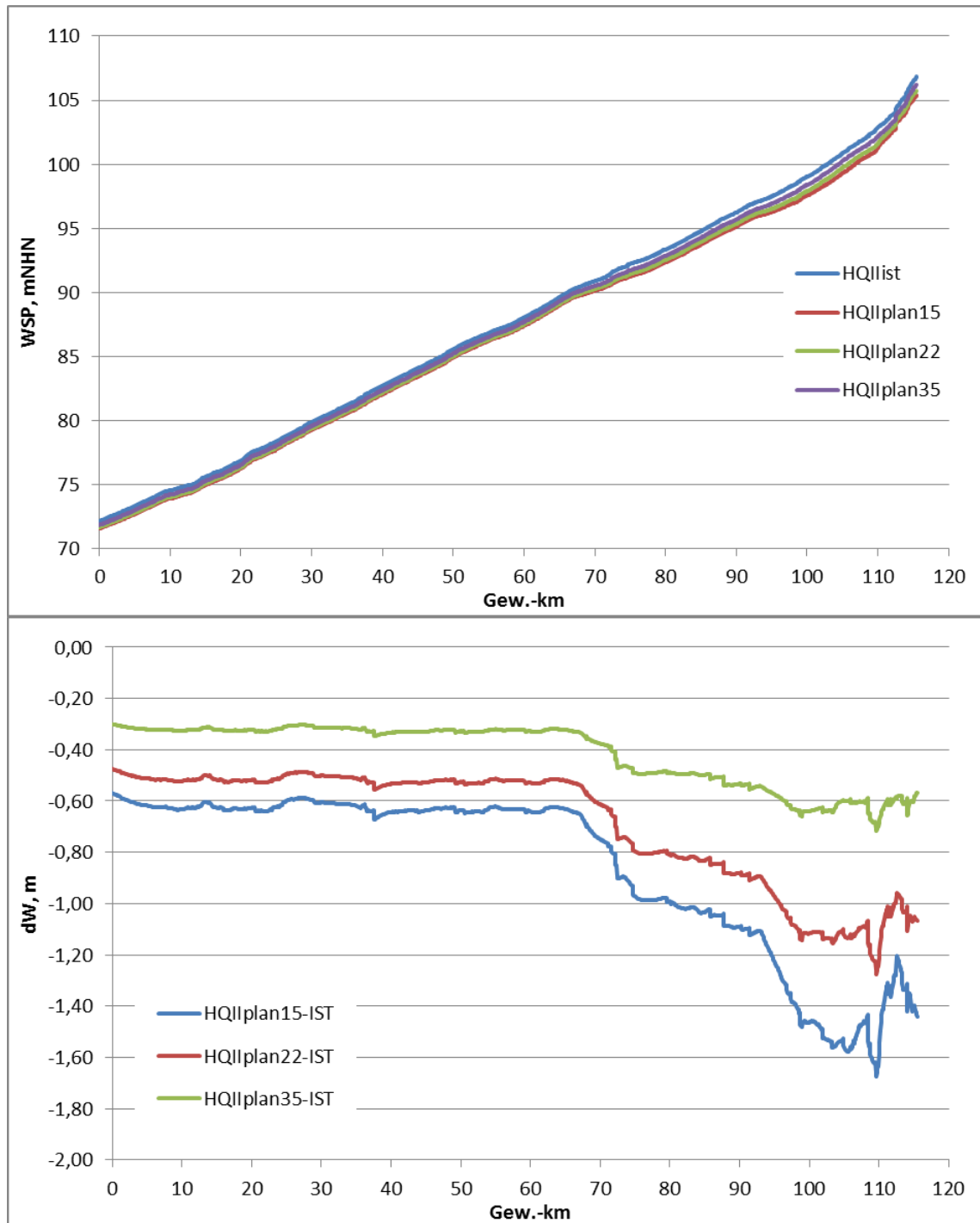


Abbildung 3.2: Wasserspiegellagen (obere Abbildung) und Differenzen zum IST-Zustand (untere Abbildung) im Längsschnitt für das HQII

HQIII

Für das HQIII werden erwartungsgemäß die größten Absenkungen der Wasserspiegellagen gegenüber dem IST-Zustand mit bis zu 2 m ermittelt. Unterhalb der Mündung der Großen Röder werden noch 45 bis 80 cm erreicht

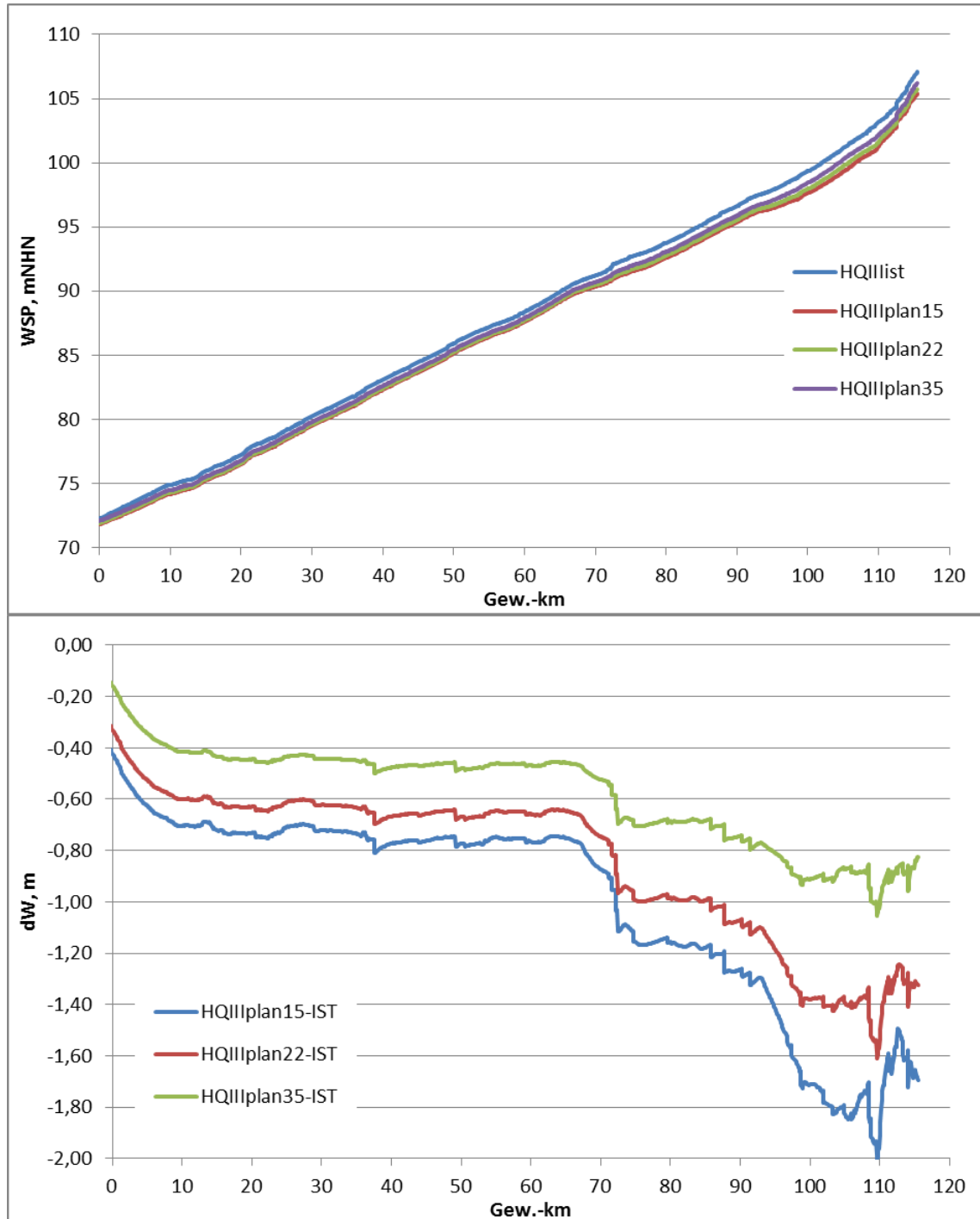


Abbildung 3.3: Wasserspiegellagen (obere Abbildung) und Differenzen zum IST-Zustand (untere Abbildung) im Längsschnitt für das HQIII

4 Zusammenfassung

Mit Hilfe stationärer Berechnung mit einem eindimensionalen Sobek-Modell der Schwarzen Elster werden die Auswirkungen von unterschiedlichen Bewirtschaftungsszenarien der Tagebaurestseen für unterschiedlichen Abflussereignisse auf die Wasserspiegellage zwischen der Landesgrenze zu Sachsen und der Mündung in die Elbe betrachtet. Dazu wurden vorhandene Modelle modifiziert und zu einem durchlaufenden Modell gekoppelt. Die Reduzierung der Wasserspiegellagen erreichen lokal Werte von bis zu 2 m, wobei eine deutliche Abschwächung der Auswirkungen unterhalb der Mündung der Großen Röder zu verzeichnen ist.

Würden die gleichen Szenarien mit dem 2D-Modell betrachtet werden, ergäben sich wahrscheinlich ebenfalls erhebliche Reduzierungen der Wasserspiegellagen bis zur Mündung der Großen Röder. Durch die reduzierten Abflüssen würde die bisher ermittelten Deichüberströmungen möglicherweise nicht mehr auftreten und die Überflutungsfläche würde sich deutlich verkleinern. Die Reduzierung der Wasserspiegellagen wäre dann jedoch kleiner als bei der 1D-Betrachtung, da im 2D-Modell nur Wasserspiegellagen knapp über der Ufer- bzw. Deichhöhe erreicht werden können, während das 1D-Modell auch höhere Wasserspiegellagen prognostiziert. Dies betrifft jedoch nur die Überflutungsflächen, die von der Schwarzen Elster beschickt werden, Flächen der Pulsnitz oder der anderen Nebengewässer bleiben zunächst unverändert. Nur in deren Mündungsbereich wirken sich die reduzierten Wasserspiegellagen der Schwarzen Elster auch wasserstandsensend in den Nebengewässern aus.

Mit dem gedruckten Bericht wurde ein Datenträger mit folgendem Inhalt übergeben:

- Bericht als pdf und doc
- Randbedingungen als xls
- Ergebnisse als xls
- Modellverzeichnis mit allen Szenarien als separate Cases (*.lit)

Aachen, im August 2015