

BfG-2103

# Einheitliche Grundlage für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellagen der Elbe auf der freifließenden Strecke in Deutschland (2021)

Synthesebericht über die Schlussfolgerungen und Festlegungen aus dem FGG-  
BfG-Projekt „Homogenisierung der langen HQ-Reihen an der Elbe“



**Autoren:**

Marcus Hatz (Dipl.-Geoökol.), Wiebke Schramm (M.Sc. MNR)

**Auftraggeber:** Flussgebietsgemeinschaft Elbe

**DOI:** 10.5675/BfG-2103

**URL:** <http://doi.bafg.de/BfG/2022/BfG-2103.pdf>

**Anzahl der Seiten:** 62 (inkl. Anhänge)

**Koblenz, den 29.04.2022**

**Abbildung auf Titelseite:** Die Elbe an der Grenze zwischen Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern am 17.01.2013 (© Bundesanstalt für Gewässerkunde)

**Zitiervorschlag:** Hatz, M.; Schramm, W. (2021): Einheitliche Grundlage für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellagen der Elbe auf der freifließenden Strecke in Deutschland (2021). Synthesebericht über die Schlussfolgerungen und Festlegungen aus dem FGG-BfG-Projekt „Homogenisierung der langen HQ-Reihen an der Elbe“. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bericht BfG-2103. DOI: 10.5675/BfG-2103

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND VERANLASSUNG.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>BEMESSUNGSABFLÜSSE UND -WASSERSPIEGELLAGEN AN DER BINNENELBE IN DEUTSCHLAND .....</b>	<b>9</b>
2.1	Elbeerklärung 2006 und einheitliche Grundlage für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellagen der Elbe 2009.....	9
2.2	EU-Projekt <i>LABEL</i> 2012, Hochwasser 2013 und 2D-Modelle .....	10
2.3	Homogenisierung der langen HQ-Reihen der Elbe 2013-2018 .....	10
2.4	Extremwertstatistik und Orientierungswerte für Bemessungsabflüsse entsprechend der Beschlüsse des Elbe-Rats 2018.....	12
<b>3</b>	<b>VORGEHENSWEISE ZUR ERMITTLUNG DER WASSERSPIEGELLAGEN FÜR HQ<sub>T</sub> UND BHQ.....</b>	<b>15</b>
3.1	Gleichwertige Abflusslängsschnitte für NM7Q <sub>min</sub> bis HQ <sub>200</sub> .....	15
3.2	Wasserspiegellagenberechnungen mit dem 1D-SOBEK-Modell .....	17
3.2.1	1D-SOBEK-Modell der freifließenden Elbe.....	18
3.2.2	Stationäre Modellvalidierung anhand des Hochwassers vom Juni 2013 und weiterer Fixierungen im Niedrig- und Mittelwasserbereich.....	19
3.2.3	Wasserspiegellagenberechnungen mit dem SOBEK-Modell und Bewertung durch Bund und Länder.....	21
3.3	2D-Modelle und Generierung von länderübergreifenden Wasserspiegellagen aus verschiedenen Teilmodellen.....	23
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE DER WASSERSPIEGELLAGENBERECHNUNGEN UND IHRER VERGLEICHE .....</b>	<b>27</b>
4.1	Wasserspiegellagen der Elbe aus der 1D-SOBEK-Modellierung.....	27
4.2	Wasserspiegellagen des 1D-SOBEK-Modells und der 2D-Modelle im Vergleich.....	29
4.3	Länderübergreifend festgelegte Wasserspiegellagen für HQ <sub>20</sub> , HQ <sub>100</sub> , HQ <sub>200</sub> und BHQ .....	30
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG, AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN.....</b>	<b>33</b>
5.1	Zusammenfassung.....	33
5.2	Ausblick und Empfehlungen.....	33
<b>6</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>39</b>
7.1	Anhang 1: Gleichwertige Abflusslängsschnitte für die Elbe .....	39
7.2	Anhang 2: Vertiefte stationäre Modellvalidierung des 1D-SOBEK-Modells für das Hochwasser vom Juni 2013.....	42
7.3	Anhang 3: Validierungsergebnisse für das 1D-SOBEK-Modell der Elbe für Niedrig-, Mittel- und Hochwasserereignisse .....	45
7.4	Anhang 4: Länderübergreifend abgestimmte Wasserspiegellagen für HQ <sub>20</sub> , HQ <sub>100</sub> , HQ <sub>200</sub> und BHQ.....	48

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 3-1:</b> Gleichwertige Abflusslängsschnitte für ausgewählte Haupt- und Extremwerte des Abflusses an der Elbe .....	16
<b>Abbildung 3-2:</b> Modellstruktur des SOBEK-Modells der Elbe in der Ausgestaltung für das Wasserstandsvorhersagesystem WAVOS .....	18
<b>Abbildung 3-3:</b> Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 200 - 300. ....	20
<b>Abbildung 3-4:</b> Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 495 - 585 .....	21
<b>Abbildung 3-5:</b> Überschwemmungsfläche für das Hochwasserereignis mit mittlerer Eintrittswahrscheinlichkeit nach HWRM-RL und Begrenzung des als durchströmt definierten Bereichs im 1D-SOBEK-Modell der Elbe .....	23
<b>Abbildung 4-1:</b> Mit dem 1D-SOBEK-Modell der Elbe berechnete Wasserspiegellagen für ausgewählte Haupt- und Extremwerte. ....	27
<b>Abbildung 4-2:</b> Wasserspiegeldifferenzen zwischen dem neuen 1D-SOBEK-Modell und BfG (2009) für Abflusslängsschnitte mit gleichen Jährlichkeiten HQ <sub>20</sub> , HQ <sub>100</sub> , HQ <sub>200</sub> und BHQ .....	28
<b>Abbildung 4-3:</b> Abflusslängsschnitte aus BfG (2009) und Kapitel 3.1 für Jährlichkeiten HQ <sub>20</sub> , HQ <sub>100</sub> , HQ <sub>200</sub> und für BHQ .....	28
<b>Abbildung 4-4:</b> Wasserspiegellagendifferenzen bei HQ <sub>100</sub> zwischen den Ergebnissen des 1D-SOBEK-Modells und den Modellen 2D-SN, 2D-ST und 2D-TG .....	29
<b>Abbildung 4-5:</b> Darstellung der länderübergreifend abgestimmten Wasserspiegellagen der freifließenden Elbe zwischen der tschechisch-deutschen Grenze und dem Wehr Geesthacht für HQ <sub>20</sub> , HQ <sub>100</sub> , HQ <sub>200</sub> und BHQ .....	30

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 2-1:</b> HQ <sub>T</sub> -Statistik und BHQ für die freifließende Elbe (FGG ELBE 2018) sowie frühere Werte als Vergleich .....	14
<b>Tabelle 3-1:</b> Modellsteckbriefe der für die Wasserspiegellagenberechnungen im vorliegenden Bericht genutzten 1D- und 2D-HN-Modelle .....	24
<b>Tabelle 3-2:</b> Differenzen der Wasserstände an den Verknüpfungsstellen der 2D-Modelle für die Berechnungen für HQ <sub>20</sub> , HQ <sub>100</sub> , HQ <sub>200</sub> und BHQ .....	25

Weitere Abbildungen und Tabellen finden sich in den Anhängen 1 bis 4.

# Abkürzungsverzeichnis

<b>1D / 2D</b>	ein- / zweidimensional	Bundesanstalt für Gewässerkunde
<b>2D-SN</b>	2D-Modell(e) des Freistaats Sachsen	Bemessungswasser- spiegellagen der frei fließenden Elbe in Deutschland
<b>2D-ST</b>	2D-Modell(e) des Landes Sachsen-Anhalt	
<b>2D-TG</b>	2D-Modell für die Elbestrecke Tangermünde bis Geesthacht	BfG-Bericht 2103
<b>AG HWRM</b>	Arbeitsgruppe Hochwasserrisikomanagement	
<b>ATKIS</b>	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem	
<b>BB</b>	Brandenburg	
<b>BfG</b>	Bundesanstalt für Gewässerkunde	
<b>BHQ</b>	Abfluss für ein Bemessungshochwasser [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	
<b>BHW</b>	Bemessungswasserstand / -wasserspiegellage [ $\text{cm}$ , $\text{m}+\text{NHN}$ ]	
<b>BRD</b>	Bundesrepublik Deutschland	
<b>BTLNK</b>	Biotoptypen- und Landnutzungskartierung	
<b>BW10</b>	BHW, der an 10 Tagen in einer Jahresreihe überschritten wird [ $\text{cm}$ , $\text{m}+\text{NHN}$ ]	
<b>DDR</b>	Deutsche Demokratische Republik	
<b>Delft3D FM</b>	Software der Firma Deltares zur mehrdimensionalen Simulation von Hydraulik- und Transportprozessen in Gewässern	
<b>DHHN2016</b>	Deutsches Haupthöhennetz 2016	
<b>DGM</b>	Digitales Geländemodell	
<b>DGM-W</b>	Digitales Geländemodell des Wasserlaufs	
<b>DLM</b>	Digitales Landschaftsmodell	
<b>DOM</b>	Digitales Oberflächenmodell	
<b>CZ</b>	Tschechische Republik	
<b>EMK</b>	Elbeministerkonferenz	
<b>EU</b>	Europäische Union	
<b>FGG</b>	Flussgebietsgemeinschaft	
<b>FLYS</b>	Flusshydrologischer Fachdienst der Bundesanstalt für Gewässerkunde	
<b>GIQ</b>	Gleichwertiger Abfluss [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] mit gleicher Unterschreitungsdauer (z.B. 20 Tage im Jahr) in verschiedenen Querschnitten eines Fließgewässers	
<b>HN</b>	hydrodynamisch-numerisch	
<b>HQ</b>	Hochwasserabfluss [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	
<b>HQ-Reihe</b>	lange (mehrjährige) Reihe mit Jahreshöchstabflüssen	
<b>HQT</b>	Scheitelabfluss [ $\text{m}^3/\text{s}$ ], der in einer längeren Reihe von aufeinander folgenden Jahren in der Zeitspanne von T Jahren einmal erreicht oder überschritten wird	
<b>HWRM-RL</b>	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie	
<b>Hydro_AS-2D</b>	Software der Firma Hydrotec für die 2D-Simulation von Fließgewässern und den Oberflächenabfluss von Niederschlägen	
<b>IE-Gefälle</b>	Energieliniengefälle	

<b>instationär</b>	bei instationärer Modellierung sind die Strömungsparameter zeitlich variabel, bspw. wird der konkrete zeitliche Ablauf einer HW-Welle modelliert
<b>KIT</b>	Karlsruher Institut für Technologie
<b>LHW ST</b>	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
<b>LHWZ SN</b>	Landeshochwasserzentrum Sachsen
<b>LfULG</b>	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen
<b>LTV</b>	Landestalsperrenverwaltung Sachsen
<b>M1</b>	Referat M1 „Hydrometrie und Gewässerkundliche Begutachtung“ der BfG
<b>MeQ</b>	Median des Abflusses eines Zeitraums [m <sup>3</sup> /s]
<b>MHQ</b>	mittlerer Hochwasserabfluss eines Zeitraums / einer Reihe [m <sup>3</sup> /s]
<b>MLUK</b>	Brandenburgisches Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz
<b>MS Excel</b>	Microsoft Excel (Software)
<b>MQ</b>	mittlerer Abfluss eines Zeitraums / einer Reihe [m <sup>3</sup> /s]
<b>MHQ</b>	mittlerer Hochwasserabfluss eines Zeitraums / einer Reihe [m <sup>3</sup> /s]
<b>MNQ</b>	mittlerer Niedrigwasserabfluss eines Zeitraums / einer Reihe [m <sup>3</sup> /s]
<b>MNR</b>	Management Natürlicher Ressourcen
<b>MV</b>	Mecklenburg-Vorpommern
<b>NI</b>	Niedersachsen
<b>NM7Q</b>	niedrigstes arithmetisches Mittel von 7 aufeinanderfolgenden Tageswerten des Durchflusses in einem Niedrigwasserzeitabschnitt [m <sup>3</sup> /s]
<b>NQ</b>	Niedrigwasserabfluss [m <sup>3</sup> /s]
<b>OD</b>	offiziell eingeführte Daten
<b>Q</b>	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]
<b>SH</b>	Schleswig-Holstein
<b>SN</b>	Sachsen
<b>SOBEK</b>	eindimensionale, hydrodynamisch-numerische Simulationssoftware der Firma Deltares
<b>stationär</b>	bei stationärer Modellierung sind die Strömungsparameter zeitlich unveränderlich, bspw. entsprechend dem Scheitelabfluss bei einem Hochwasserereignis
<b>W</b>	Wasserstand [cm, m+NHN]
<b>WAVOS</b>	Wasserstandvorhersagesystem der BfG
<b>W-Q-Bez.</b>	Abflusskurve, Schlüsselkurve, Wasserstand-Abfluss-Beziehung
<b>WQE</b>	Daten des Projekts <i>W-Q Elbe 1890</i>
<b>WSA</b>	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
<b>WSV</b>	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
<b>Z.1890</b>	homogene Datengrundlage (HQ-Reihe 1890-2013), umgerechnet in den Zustand ohne Beeinflussung durch Talsperren (vgl. BfG 2018)
<b>Z.2013</b>	homogene Datengrundlage (HQ-Reihe 1890-2013), umgerechnet in den Zustand mit Beeinflussung durch Talsperren (vgl. BfG 2018)

# 1 Einleitung und Veranlassung

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei-  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) hat in den Jahren 2013 bis 2018 für die Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe das Projekt *Homogenisierung der langen HQ-Reihen an der Elbe (1890-2013)* (BFG & FGG ELBE 2013) durchgeführt. Die gemessenen Hochwasserabflüsse der Elbe wurden in der Vergangenheit unterschiedlich stark durch die sukzessive – insbesondere seit den 1930er-Jahren – im Einzugsgebiet der Elbe gebauten Talsperren beeinflusst. Folglich waren die bisher zur Aufstellung der Extremwertstatistiken für die Hauptpegel der deutschen Binneneibe verwendeten langen Reihen (1890-2013) mit Jahreshöchstabflüssen (HQ-Reihen; BELZ ET AL. 2008) bzgl. dieses Effekts nicht einheitlich. Ziel des Projekts war es deshalb, eine homogene Datengrundlage zu schaffen, in der der Effekt der Talsperren ausgeglichen wird, und darauf basierend verbesserte extremwertstatistische Berechnungen durchzuführen.

Extremwertstatistiken stellen wichtige hydrologische Basisdaten dar. Sie sind Ausgangspunkt für die Festlegung von Bemessungsabflüssen (BHQ) und damit Grundlage für eine einheitliche, länderübergreifende Bemessung von Hochwasserschutzanlagen sowie zur Erstellung von Hochwassergefahren und -risikokarten gemäß EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) und für die Festlegung von Maßnahmen.

Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen waren sechs neu ermittelte (vier homogene und zwei inhomogene) Extremwertstatistiken (HQ<sub>2</sub> bis HQ<sub>200</sub>) für jeden der neun Hauptpegel der Elbe. Die Analysen berücksichtigten bereits eine vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Auftrag der BfG vorgenommene Überprüfung und Überarbeitung der historischen Abflusskurven für die Pegel (Projekt *W-Q Elbe 1890*; HELMS ET AL. 2017). Die Ergebnisse sind im Abschlussbericht zum Homogenisierungsprojekt (BFG 2018) dokumentiert.

Der von der FGG Elbe am 14./15.03.2018 organisierte Expertenworkshop *Bemessungsgrundlagen für den Hochwasserschutz an der Elbe* initiierte eine Diskussion darüber, welche der neuen Extremwertstatistiken nun für verschiedenste Fragen des Hochwasserrisikomanagements (s.o.) anzuwenden ist und mündete nach einem intensiven Abstimmungsprozess in einem Beschluss des Elbe-Rats vom November 2018 (FGG ELBE 2018; vgl. Kap. 2.4). Dieser legt sowohl die zukünftig zu verwendende hydrologische Extremwertstatistik (HQ<sub>T</sub>) als auch die daraus abgeleiteten (nicht mehr nur hydrologisch begründeten) „Orientierungswerte“ für die Bemessungsabflüsse (BHQ) fest. Auf Basis dieser Zahlen für HQ<sub>T</sub> und BHQ waren als abschließendes Produkt des gemeinsamen Projekts von FGG Elbe und BfG durchgängige Wasserspiegellagen für die gesamte freifließende Elbe in Deutschland bis zum Wehr Geesthacht zu berechnen und ebenfalls länderübergreifend abzustimmen.

Der vorliegende Bericht gibt in Kapitel 2 einen Überblick über die Veränderungen und Anpassungen von Bemessungsabflüssen/-wasserspiegellagen an der freifließenden Elbe seit den 2000er-Jahren und stellt die vom Elbe-Rat in 2018 beschlossenen wesentlichen Festlegungen (v.a. die HQ<sub>T</sub>-Statistik inkl. BHQ) im Detail vor. Das Vorgehen zur Bestimmung der länderübergreifenden Wasserspiegellagen wird in Kapitel 3 erläutert, die maßgeblichen Ergebnisse (d.h. die Wasserspiegellagen) in Kapitel 4 vorgestellt. Das abschließende Kapitel 5 gibt eine Zusammenfassung und Empfehlungen für die Fortschreibung der nun generierten Datenbasis.

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

## 2 Bemessungsabflüsse und -wasserspiegellagen an der Binnenelbe in Deutschland

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

Bis in die späten 2000er-Jahre hinein hat jedes Bundesland an der Elbe in weitestgehend eigener Regie für seine Zwecke eine maßgebliche Bemessungswasserspiegellage (BHW) eingeführt. Länderübergreifende Abstimmungen gab es vor allem dort, wo die Elbe Grenzfluss zwischen der Bundesrepublik Deutschland (BRD) und der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) war. So legte 1983 die Deutsch-Deutsche Grenzkommission die beim Frühjahrshochwasser im März 1981 gemessenen Scheitelwasserstände mit einem Zuschlag von 70 cm als BHW fest. Diesem wurde ein Bemessungsabfluss von 4.000 m<sup>3</sup>/s am Pegel Wittenberge zugeordnet (NLWKN 2020). Jüngere BHW, bspw. in Sachsen-Anhalt (verändert im November 2004) oder in Brandenburg (vom Dezember 2008), wurden nach verschiedenen Methoden ermittelt; die zugrunde liegenden Bemessungsabflüsse an den maßgeblichen Pegeln waren nach statistischer Kenntnis nicht als gleichwertig einzustufen (BfG 2009).

### 2.1 Elbeerklärung 2006 und einheitliche Grundlage für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellagen der Elbe 2009

Das schwere Sommerhochwasser an der Elbe und ihren Nebenflüssen im August 2002 (BfG 2002, IKSE 2004) verursachte allein in Deutschland Schäden in Höhe von mehreren Milliarden Euro. Tote waren zu beklagen. Auch das über viele Jahrhunderte entstandene Deichsystem an der Elbe konnte an vielen Stellen nicht den Belastungen des Hochwassers standhalten. Letztendlich auch veranlasst durch das große Frühjahrshochwasser im April 2006 (IKSE 2007), wurden auf der 3. Elbministerkonferenz (EMK) im November 2006 im Rahmen der *Elbeerklärung* (EMK 2006) Maßnahmen zum vorsorgenden Hochwasserschutz gemeinsam von Bundesländern und Bund vereinbart. Demnach sind „insbesondere funktions- und standsichere Deiche und Hochwasserschutzanlagen mit angemessener Höhe ausschlaggebend“, deren „Bemessungsansatz in der Regel dem Hochwasserabfluss mit einem Wiederkehrintervall von 100 Jahren (HQ<sub>100</sub>) zu entsprechen hat“ (EMK 2006). Zudem sahen die Elbminister die „länderübergreifende Festlegung eines einheitlichen Bemessungshochwassers als zwingende Grundlage für die Optimierung eines für Ober- und Unterlieger ausgewogenen Hochwasserschutzes an“ (EMK 2006).

Zur Umsetzung der Elbeerklärung schlossen die sieben deutschen Elbeanliegerländer im Juni 2007 eine Zusammenarbeitsvereinbarung mit der BfG ab. Gegenstand dieser Vereinbarung war die gemeinsame Erarbeitung der zum Nachweis der Hochwassersicherheit und für Unterhaltungszwecke benötigten Bemessungswasserspiegellage auf Basis des Bemessungsabflusses für die frei fließende Elbestrecke in Deutschland. Die von der BfG in Zusammenarbeit mit den Fachleuten der Bundesländer ermittelten, gleichwertigen HQ<sub>T</sub>-Abflüsse für die maßgeblichen Elbepegel (BELZ ET AL. 2008) unterschieden sich teilweise deutlich von den bis dato gültigen Bemessungsabflüssen. So lag der auf Basis der Ergebnisse aus BELZ ET AL. (2008) von den Staatssekretären im Hinblick auf die Umsetzung der Elbeklärung beschlossene Abflusswert für den Pegel Wittenberge bei 4.545 m<sup>3</sup>/s (STAATSSSEKRETÄRE 2008) und damit deutlich höher als der dem BHW von 1983 zugeordnete Abfluss von 4.000 m<sup>3</sup>/s (s.o.). Für die Wasserspiegel-

lagenberechnungen wurde das eindimensionale (1D), hydrodynamisch-numerische (HN) WAVOS-Modell der BfG eingesetzt. Die aus den Berechnungsergebnissen folgende einheitliche Grundlage für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellagen der Elbe auf der freifließenden Strecke in Deutschland wurde in BFG (2009) dokumentiert.

## 2.2 EU-Projekt *LABEL* 2012, Hochwasser 2013 und 2D-Modelle

Transnationale Untersuchungen im EU-INTERREG-Projekt *LABEL* (2008-2012; GRAFE ET AL. 2010) zur Wirkung von tschechischen Talsperren und der Saaletalsperren für die Elbehochwasser 2002, 2006 und 2011 (BFG 2012) zeigten exemplarisch auf, dass die genannten Talsperren bedeutende Einflüsse auf die Hochwasserverläufe und vor allem auf die Hochwasserscheitel an der Elbe in Tschechien und Deutschland haben. Aus diesem Grund waren die in den bis dato verwendeten HQ-Reihen für deutsche Pegel zusammengestellten Scheitelabflüsse seit 1890 (BELZ ET AL. 2008) nicht untereinander vergleichbar, d.h. die Reihen waren diesbezüglich nicht homogen. Eine homogene Datengrundlage für extremwertstatistische Berechnungen war somit – trotz der Aktualisierungen und Verbesserungen infolge der Arbeiten von BELZ ET AL. (2008) – nicht gegeben, weshalb die Bearbeitenden des Projekts die Empfehlung aussprachen, die vorliegenden Abflussreihen der Pegel unter Zuhilfenahme mathematischer Abflussmodelle zu homogenisieren, darauf basierend aktualisierte Extremwertstatistiken zu erstellen und auf Grundlage der neuen HQ<sub>T</sub> die dazugehörigen Wasserspiegellagen zu berechnen. Das schwere Elbehochwasser vom Juni 2013 (IKSE 2014), für das die BfG in einer ad hoc Analyse vergleichbare Untersuchungen zur Talsperrenwirkung durchführte (BFG 2014), bestätigte diese Empfehlungen.

Nicht nur aus den Anforderungen der 2007 in Kraft getretenen EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL; EU 2007) zur Veröffentlichung von hochaufgelösten Hochwassergefahren- und -risikokarten heraus, hatten sich in der Zwischenzeit zahlreiche Elbeanliegerländer dazu entschlossen, die Technik ihrer großräumigen Analyse- und Planungsinstrumente von 1D-HN-Modellen auf 2D-HN-Modelle umzustellen (bspw. BFG 2015). Mit diesem zunehmenden technischen Fortschritt und seinem Eingang in die wasserwirtschaftliche Praxis stellte sich zunehmend die Frage nach der Relevanz der in BFG (2009) eindimensional berechneten Wasserspiegellagen.

## 2.3 Homogenisierung der langen HQ-Reihen der Elbe 2013-2018

Mit Aufnahme der Arbeiten des KIT im Projekt *W-Q Elbe 1890* (siehe Kap. 1; HELMS ET AL. 2017) ab 2007 wurde daran gearbeitet, erheblich verbesserte historische Abflusskurven (für den einheitlichen Zeitraum 1890-2006) für die deutschen Elbepegel zur Verfügung zu stellen. Das Problem der nicht homogenen langen HQ-Reihen (1890-2013) wurde durch die Erstellung und Anwendung der neuen Kurven indes noch nicht gelöst. Deshalb schlossen die FG Elbe und die BfG bereits im Mai 2013 einen Kooperationsvertrag mit dem Ziel der „Homogenisierung von HQ-Reihen für deutsche Elbepegel“ (BFG & FG ELBE 2013).

HN-Modelle für verschiedene Gewässerzustände *ohne* und *mit* Einfluss der Talsperren bildeten den Kern des mehrere Arbeitsschritte umfassenden Verfahrens zur Homogenisierung der HQ-Reihen, das in BFG (2018) ausführlich beschrieben ist. Für die HN-Modellierungen wurde eine

Auswahl von 30 charakteristischen Elbehochwassern zwischen 1970 und 2013 herangezogen. Diese 30 Ereignisse wurden mit den verfügbaren deutsch-tschechischen Modellsystemen in den historischen Gewässerzustand ohne Talsperren (*Z.1890*), den heutigen Gewässerzustand mit Talsperren (*Z.2013*) sowie weitere relevante Zwischenzustände umgerechnet. Auf Basis der modellierten, zustandsbezogenen Scheitelabflüsse für das Kollektiv der 30 Hochwasser wurden zunächst Transformationsvorschriften (BFG 2018, Kap. 11) erstellt, mit deren Hilfe dann die nicht modellierten Scheitelabflüsse (HQ-Werte) zwischen 1890 und 2013 zur Erzeugung langer homogener HQ-Reihen ohne und mit heutiger Talsperrenwirkung umgerechnet wurden.

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen bestätigten die früheren Ergebnisse für die Hochwasser von 2002, 2006, 2011 und 2013 (Kap. 2.2). Durch den Betrieb der Talsperren für Hochwasserrückhalte Zwecke bei den Oberliegern in Tschechien und Thüringen profitieren die von Hochwasser der Elbe betroffenen Unterlieger entlang der deutschen Binnenelbe in erheblichem Maße. Ereignisabhängige Scheitelabflussreduzierungen bis zu 800 m<sup>3</sup>/s wurden für deutsche Elbepegel ermittelt (BFG 2018).

Auf Beschluss der projektbegleitenden Expertengruppe waren die nicht homogenen HQ-Reihen sowohl auf Basis der offiziell gültigen Abflusskurven (OD) als auch auf Basis der zwischenzeitlich im Projekt *W-Q Elbe 1890* (s.o.; WQE) erarbeiteten, verbesserten neuen Abflusskurven zusammenzustellen, um darauf aufbauend jeweils homogenisierte Reihen ohne und mit Talsperren zu generieren. Insgesamt wurden den abschließenden extremwertstatistischen Berechnungen somit sechs HQ-Reihen (zwei nicht homogene, vier homogenisierte Reihen) für jeden Pegel zugeführt. Die ermittelten Ergebnisse für die Extremwertstatistik wurden sowohl nach numerisch-statistischen Kriterien als auch pegelbezogen und im Längsschnitt der Elbe hinsichtlich ihres hydrologisch zu erwartenden Verhaltens plausibilisiert (BFG 2018).

Die Auswertung der extremwertstatistischen Ergebnisse basiert auf den HQ-Reihen für die offiziellen Daten (OD) und den Ergebnissen des Projekts *W-Q Elbe 1890*. Es wird deutlich, dass die WQE-basierten statistischen Extremwerte in der Regel deutlich niedriger ausfallen. Differenzen zwischen WQE- und OD-Daten liegen dabei in ähnlichen Größenordnungen wie zwischen „homogenen“ und „inhomogenen“ HQ<sub>T</sub>-Werten. Beispielsweise ergibt sich für den Pegel Wittenberge aus den inhomogenen HQ-Reihen für die OD-Daten ein HQ<sub>100</sub>-Wert von 4.750 m<sup>3</sup>/s, für die WQE-Daten ein entsprechender Abfluss von 4.540 m<sup>3</sup>/s. Aus der Homogenisierung der WQE-Daten resultiert für den Zustand ohne Talsperren ein HQ<sub>100</sub>-Abfluss von 4.700 m<sup>3</sup>/s (*Z.1890*), für den Zustand mit Talsperren von 4.290 m<sup>3</sup>/s (*Z.2013*).

Zur Einordnung und Bewertung der statistischen Ergebnisse war in diesem Zusammenhang auch von Bedeutung, dass die statistischen Scheitelabflussreduzierungen (Differenz der HQ<sub>T</sub>-Werte für *Z.1890* und *Z.2013*; für HQ<sub>100</sub> (WQE) am Pegel Wittenberge = 410 m<sup>3</sup>/s) in der Größenordnung der Konfidenzintervalle (Signifikanzniveau 95 %) bei gleicher Wahrscheinlichkeit liegen (siehe BFG 2018, Kap. 12). So beträgt für den Pegel Wittenberge (WQE-Daten, nicht homogenisiert, HQ<sub>100</sub> = 4.540 m<sup>3</sup>/s; s.o.) der untere Hüllwert 4.080 m<sup>3</sup>/s, der obere Hüllwert 5.000 m<sup>3</sup>/s.

## 2.4 Extremwertstatistik und Orientierungswerte für Bemessungsabflüsse entsprechend der Beschlüsse des Elbe-Rats 2018

Mit dem Abschluss des in Kapitel 2.3 beschriebenen Projekts lagen nun vier homogene Extremwertstatistiken vor, die bezüglich der Beeinflussung durch Talsperren weitestgehend konsistent sind. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der verwendeten Datengrundlage (offiziell gültige Abflusskurven, Abflusskurven des Projekts *W-Q Elbe 1890*) und liegen in den Zuständen *ohne* und *mit* Talsperrenwirkung vor. Die FGG Elbe hatte zum Umgang mit den Ergebnissen des Projekts am 14./15.03.2018 in Magdeburg einen Expertenworkshop durchgeführt, an dem neben den Mitgliedern der projektbegleitenden Arbeitsgruppe und der Arbeitsgruppe *Hochwasserrisikomanagement* (AG HWRM) der FGG Elbe auch weitere Vertretungen aus den jeweiligen Landesämtern und der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) teilnahmen. Im Ergebnis dieses Workshops herrschte bei den Teilnehmenden uneingeschränkt die Ansicht, dass mit den vorliegenden Daten eine wesentlich verbesserte und zukünftig zu nutzende Grundlage für die Beantwortung hydrologischer bzw. wasserwirtschaftlicher Fragestellung vorliegt. Ferner bestand Einigkeit darüber, dass die Verwendung einer einheitlichen Datengrundlage für hochwasserspezifische Fragestellungen unerlässlich ist.

Trotz intensiv geführter Diskussionen konnte auf dem Expertenworkshop und im Nachgang im Rahmen der AG HWRM zunächst kein länderübergreifend abgestimmter Beschluss erzielt werden, welche der neu berechneten Extremwertstatistiken nun „führend“ sei bzw. zur Anwendung kommen sollte. Fragen nach der Umsetzbarkeit einer zukünftigen Fortschreibung der HQ-Reihen und darauf basierender Extremwertstatistiken, Aspekte der staatenübergreifenden deutsch-tschechischen Passfähigkeit der verwendeten Daten, unterschiedliche Bewertungen der wasserwirtschaftlich-hydrologischen Aussagekraft der einzelnen Extremwertstatistiken und die möglichen Konsequenzen auf Bauwerksbemessungen (abgeschlossene und laufende Planungen) und Kartengenerierungen (bspw. für die HWRM-RL) standen im Mittelpunkt des Diskurses.

Erst in einer Sondersitzung der AG HWRM am 29.10.2018 konnten einvernehmliche Regelungen im Umgang mit den Projektergebnissen gefunden werden, die für alle wesentlichen wasserwirtschaftlichen Fragestellungen zugrunde gelegt werden können und sicherstellen, dass Brüche an den Landesgrenzen vermieden werden. Diese Beschlüsse lieferten somit einen wesentlichen Beitrag für die länderübergreifende Harmonisierung im Umgang mit dem Hochwasserrisiko an der Elbe und wurden vom *Elbe-Rat* in seiner 31. Sitzung am 02.11.2018 bestätigt. Die folgenden, wesentlichen Festlegungen – hier z.T. ergänzt in den Fällen, in denen noch Abstimmungs- oder Erläuterungsbedarf bestand – wurden getroffen (FGG ELBE 2018):

- Die WSV und die Länder im Einzugsgebiet der Elbe sind sich einig, dass die Ergebnisse der Projekte *Homogenisierung der langen HQ-Reihen (1890-2013) an der Elbe* und *W-Q Elbe 1890* eine wesentlich verbesserte und zukünftig zu nutzende hydrologische Grundlage darstellen.
- Die WSV und die Länder streben an, dass die Ergebnisse aus dem Projekt *W-Q Elbe 1890* als primäre Datengrundlage rückwirkend bis 1890 eingeführt werden. Die Länder bitten die WSV, in Zusammenarbeit mit der BfG ein Umsetzungskonzept inkl. Projektplan unter Beteiligung der Länder zu erstellen und die dafür notwendigen Ressourcen bereitzustellen.

- Die Länder beschließen die Abflusskurven/-daten des Projektes *W-Q Elbe 1890* für die Ermittlung statistischer Pegelwerte und der Extremwertstatistik als Grundlage für die Umsetzung der HWRM-RL und zur Bemessung von Hochwasserschutzanlagen zu nutzen. Weitere Belange werden länderübergreifend abgestimmt. Die WSV hat der Nutzung der Daten des Projektes *W-Q Elbe 1890* zugestimmt.
- Die Länder begrüßen, dass die BfG auf Bitten der WSV übergangsweise, bis zur offiziellen Einführung, die Datenverfügbarkeit und Aufbereitung (Regelstatistik) für die Länder und Dritte sicherstellen soll.
- Die Extremwertstatistik ( $HQ_T$ ) wird weiterhin gemeinsam bundesländerübergreifend für die gesamte deutsche Binnenelbe im Sinne eines hydrologischen Längsschnitts ermittelt und festgelegt werden.
- Die Entscheidung über die Notwendigkeit zur Überprüfung der Extremwertstatistik ( $HQ_{10}$ ,  $HQ_{20}$ ,  $HQ_{50}$ ,  $HQ_{100}$ ,  $HQ_{200}$ ) erfolgt durch die AG HWRM, wenn für ein hydrologisches Ereignis an drei Pegeln der insgesamt neun Hauptpegel (Dresden, Torgau, Wittenberg, Aken, Barby, Magdeburg, Tangermünde, Wittenberge, Neu Darchau) im Längsschnitt  $HQ_{50}$  erreicht oder überschritten wird, ansonsten grundsätzlich alle sechs Jahre im Rahmen der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos nach HWRM-RL.
- Realisierte Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes werden bei der Neuberechnung von Wasserspiegellagen auf Grundlage der festgelegten  $HQ_T$  und BHQ berücksichtigt. Ausnahmen bilden gesteuerte Flutpolder. Letztere dienen der Klimareserve.
- Für alle wasserwirtschaftlichen Fragestellungen wie die Umsetzung der HWRM-RL als auch für die Bemessung der Hochwasserschutzanlagen werden die Werte in Tabelle 2-1 herangezogen. Die  $HQ_T$ -Statistik leitet sich aus den langen Reihen im Zustand ohne Wirkung der Talsperren ab. Die jeweiligen Abflüsse hierfür fußen auf den Abflusskurven des Projekts *W-Q Elbe 1890*. Diese Vorgehensweise ist weitestgehend stimmig mit dem Vorgehen für Pegel an der tschechischen Elbe; die gewählten  $HQ_T$ -Werte liegen – in Bezug auf alle ermittelten Werte je Pegel (siehe Kap. 2.3, Beispiel Pegel Wittenberge) – tendenziell „auf der sicheren Seite“.
- Die Pegel Wittenberg und Aken, für die in BfG (2018) ebenfalls Abflüsse angegeben sind, werden aufgrund unvollständiger Retentionsbereinigung (Ereignis 1890) und Datenmängeln hinsichtlich ihrer Hochwasserstatistik als kritisch bewertet (vgl. BfG 2018, Kap. 12.5) und in Tabelle 2-1 nicht aufgeführt. Am Pegel Magdeburg ist bei der Verwendung der Daten insbesondere der Einfluss der Stromteilung zu beachten.
- Die Bemessungshochwasserabflüsse (BHQ) an der Elbe orientieren sich am Abfluss für  $HQ_{100}$ . Sie liegen im Fall der nun in Tabelle 2-1 dokumentierten Festlegung innerhalb der in BfG (2018) angegebenen Konfidenzintervalle (Signifikanzniveau 95 %). Ein Abweichen mit geringeren Jährlichkeiten bei der Bemessung von Hochwasserschutzanlagen aufgrund weiterer Aspekte, wie technischer Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit, betroffener Schutzgüter bleibt jedem Land unbenommen. Bei grenzüberschreitenden Betroffenheiten ist eine Abstimmung vorzunehmen. Ein Abweichen bei den Bemessungshochwasserabflüssen nach oben setzt eine Abstimmung innerhalb der FG Elbe voraus. Im Falle einer Änderung der  $HQ_T$ -Werte ist eine Neufestlegung des BHQ nicht zwingend erforderlich.

Eine Änderung des BHQ wird nur bei erheblichen Abweichungen nach oben geprüft und erfolgt durch einvernehmlichen Beschluss der betroffenen Länder.

- Für die abgestimmten und überprüften Abflusslängsschnitte werden entlang der deutschen Binnenelbe als einheitliche länderübergreifende Orientierung für die Bemessung der Hochwasserschutzanlagen Wasserspiegellagen berechnet (siehe Kap. 3 und 4). Wenn zum Zeitpunkt der Planung und Baus der Anlagen neuere oder mit besseren Modellen ermittelte Wasserspiegellagenberechnungen ein Abweichen nach oben ergeben, bilden diese, dort, wo die Wasserspiegellagen Bedeutung für mehrere Länder haben, die Grundlage für die erforderliche länderübergreifende Abstimmung.

**Tabelle 2-1:** HQ<sub>T</sub>-Statistik und BHQ für die freifließende Elbe (FGG ELBE 2018) sowie frühere Werte als Vergleich. *Zur Lage der Pegel entlang der Elbe siehe Abbildung 3-2.*

Pegel	HQ <sub>2</sub>	HQ <sub>5</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>50</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ	BHQ "alt" (vor 2009)	BHQ "alt" (ab 2009)
Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	<b>Extremwertstatistik 2018:</b> Abflüsse auf Grundlage der Daten des Projekts "W-Q Elbe 1890" und im Zustand ohne Wirkung der Talsperren (Quelle: BfG, 2018, Tab. 12-5)							<b>Festlegung 2018:</b> Orientierungswert der Länder bei Schutzziel HQ <sub>100</sub>	Quelle: BfG, 2009, Tab. 11	Quelle: Belz et al. 2008
Dresden	1.610	2.180	2.600	3.100	3.800	4.360	4.950	<b>4.370</b>	4.370	4.260
Torgau	1.570	2.140	2.560	3.060	3.740	4.280	4.840	<b>4.280</b>	4.220	4.230
Barby	2.240	2.970	3.450	3.960	4.590	5.050	5.480	<b>4.920</b>	4.500	4.710
Magdeburg	2.210	2.940	3.400	3.890	4.460	4.850	5.230	<b>4.870</b>	4.010	k.A.
Tangermünde	2.220	2.950	3.420	3.900	4.470	4.860	5.230	<b>4.770</b>	3.750	k.A.
Wittenberge	2.190	2.860	3.300	3.760	4.310	4.700	5.060	<b>4.545</b>	4.020 (ST) 4.545 (BB)	4.545
Neu Darchau	2.140	2.730	3.130	3.560	4.100	4.480	4.860	<b>4.450</b>	4.000	4.450

## 3 Vorgehensweise zur Ermittlung der Wasserspiegellagen für HQ<sub>T</sub> und BHQ

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

Basierend auf den Festlegungen des Elbe-Rats für HQ<sub>T</sub> und BHQ an sieben Pegeln entlang der Elbe (vgl. Tab. 2-1 in Kap. 2.4) waren als abschließendes Produkt des gemeinsamen Projekts von FGG Elbe und BfG durchgängige Wasserspiegellagen für die gesamte freifließende Elbe in Deutschland zu berechnen und länderübergreifend abzustimmen. Für diese stationären Wasserspiegellagenberechnungen mit dem SOBEK-Modell der Elbe mussten in einem ersten Schritt gleichwertige Abflusslängsschnitte aufgestellt werden (Kap. 3.1). Die resultierenden Modellierungsergebnisse wurden anschließend einer umfassenden gemeinsamen Bewertung durch die Bundesländer und die BfG unterzogen (Kap. 3.2). Dieser Evaluierungsprozess kam zum Ergebnis, dass zur Festlegung der wichtigsten, länderübergreifend abzustimmenden Wasserspiegellagen für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> (häufiges, mittleres und seltenes Hochwasserereignis nach HWRM-RL) und für BHQ nicht auf die Resultate des 1D-SOBEK-Modells der Elbe, sondern auf jene der jeweils länderspezifisch<sup>1</sup> entwickelten und eingesetzten 2D-HN-Modelle zurückzugreifen ist. Das Vorgehen zur Verknüpfung der Wasserspiegellagen der verschiedenen Modellstrecken der Länder wird in Kapitel 3.3 beschrieben.

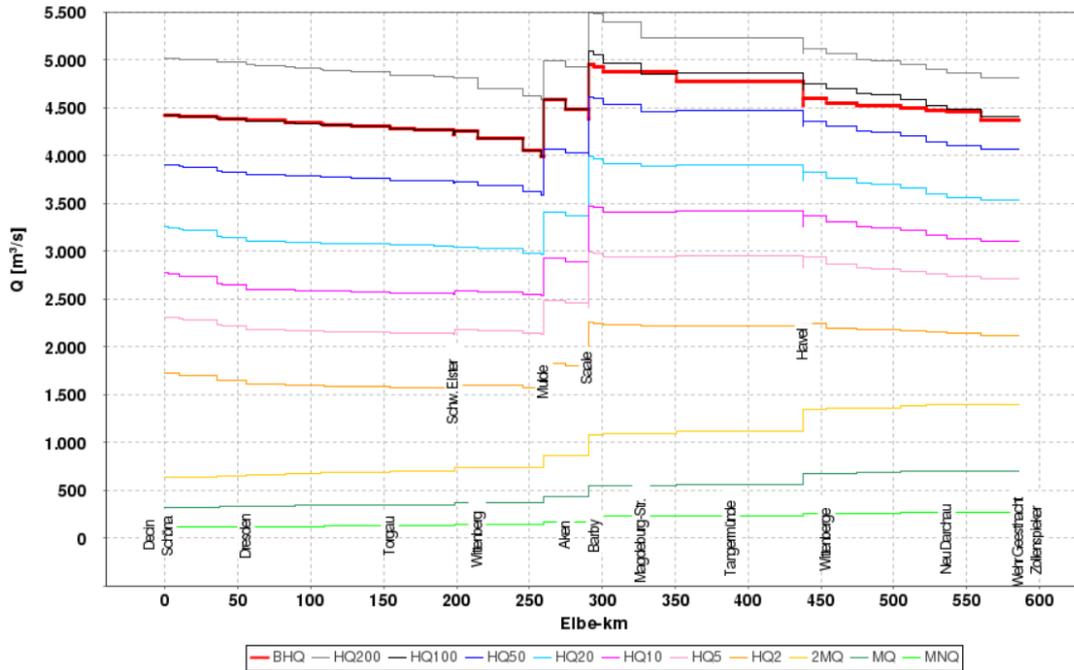
### 3.1 Gleichwertige Abflusslängsschnitte für NM7Q<sub>min</sub> bis HQ<sub>200</sub>

Auch wenn Hochwasser im Fokus des hier vorgestellten Projekts stehen, so war es trotzdem das Ziel der BfG, für das gesamte Spektrum zwischen Niedrig- und Hochwasserabflüssen Wasserspiegellagenberechnungen durchzuführen, um damit die Datenbank des Flusshydrologischen Fachdienstes FLYS der BfG (BfG 2013) zu aktualisieren. FLYS ist das gewässerkundliche Informationssystem der BfG, in dem alle stationären Wasserspiegellagenberechnungen im Rahmen von großräumigen Modellerstellungen/-aktualisierungen oder modellbasierten Analysen dauerhaft abgelegt und Fachnutzern in der BfG, der WSV, bei den Bundesländern und bei Dritten (Universitäten, Ingenieurbüros etc.) bereitgestellt werden. Bereits im Rahmen des bis 2009 durchgeführten Vorhabens von FGG Elbe und BfG zur Ermittlung einheitlicher Grundlagen für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellagen der Elbe (BfG 2009) war solch ein Datensatz erstellt und veröffentlicht worden.

Gleichwertige Abflusslängsschnitte sind die Grundlage für die stationären Wasserspiegellagenberechnungen. „Mit der *Gleichwertigkeit des Abflusses* wird ein Gewässerzustand bezeichnet, in dem überall längs der untersuchten Strecke einander entsprechende mittlere hydrologische Verhältnisse herrschen“ (BfG 2009). Dies bedeutet, dass die Längsschnitte die an den Hauptpegeln festgelegten (Tab. 2-1) Abflüsse für HQ<sub>T</sub> und BHQ zwingend einhalten und darüber hinaus die mittlere Abflussentwicklung entlang des Gewässers beschreiben, indem Abflusszunahmen durch einmündende Nebenflüsse genauso berücksichtigt werden wie Abflachungen der Abflüsse infolge der Retention bei großflächigen Überschwemmungen. Letzteres wird durch abnehmende Abflüsse im Längsschnitt berücksichtigt. Abbildung 3-1 zeigt solche Längsschnitte für ausgewählte Haupt- und Extremwerte des Abflusses entlang der Elbe.

---

<sup>1</sup> Im Fall des 2D-Modells „Tangermünde/Geesthacht“ auch länderübergreifend gemeinsam mit der BfG.



**Abbildung 3-1:** Gleichwertige Abflusslängsschnitte für ausgewählte Haupt- und Extremwerte des Abflusses an der Elbe. Dargestellt sind die Hauptpegel und die größten Zuflüsse an der freifließenden Elbe sowie die Pegel Děčín (CZ) und Zöllnerspieker als oberer bzw. unterer „Fixpunkt“ für die Erstellung der Längsschnitte.

Grundgerüst für die Festlegung der Abflusslängsschnitte waren im niedrigen und mittleren Abflussbereich bis MHQ Berechnungen des Referats M1 *Hydrometrie und Gewässerkundliche Begutachtung* der BfG im Projekt *Stromregulierungskonzept Elbe*. Diese Berechnungen aus dem Jahr 2018 haben als zeitlichen Bezug den Zeitraum 1991 - 2015. Die verwendeten Daten für NM7Qmin, MNQ, GIQ, NM7Qmittel, MeQ, MQ, 2\*MQ, Q(BW10) und MHQ sind in Anhang 1 dokumentiert. Im hohen Abflussbereich ab HQ<sub>2</sub> bis HQ<sub>200</sub> bilden die Werte aus Tabelle 2-1 die wichtigsten Stützstellen für die Abflusslängsschnitte.

Zur Implementierung weiterer Stützstellen (bspw. bei Sprüngen durch einmündende Nebenflüsse) in den Abflusslängsschnitten wurde das bereits etablierte Vorgehen aus BFG (2009) grundsätzlich nachverfolgt und bei Vorlage neuerer Erkenntnisse und Daten erweitert bzw. ergänzt. Auf der Elbestrecke **zwischen Děčín (Elbe-km -10,4; CZ) und Torgau (Elbe-km 154,2)** wurde – dem genannten Vorgehen entsprechend – bei größer werdendem Abfluss im Längsschnitt der Abfluss an einer Stützstelle über das Verhältnis der dortigen Teileinzugsgebietsfläche in Relation zum Gesamteinzugsgebiet zwischen den maßgeblichen Pegeln (Děčín, Dresden, Torgau) berechnet. Bei kleiner werdendem Abfluss erfolgte die Berechnung über die Teillänge bis zu einer Stützstelle, die in Relation zur Gesamtlänge zwischen den beiden jeweils maßgeblichen Pegeln gesetzt wurde.

Für die Längsschnitte zwischen **Torgau (Elbe-km 154,2) und Barby (Elbe-km 294,4)** wurde für niedrige und mittlere Abflüsse ebenfalls dem Vorgehen aus BFG (2009) gefolgt, bei dem die Abflusssprünge an den Nebenflussmündungen direkt aus den benachbarten Pegeln Torgau, Wittenberg, Aken und Barby ermittelt wurden. Für HQ<sub>T</sub>-Abflüsse an den Pegeln Wittenberg und Aken hatte die FGG Elbe keine Festlegungen getroffen (Kap. 2.4), weshalb vom Landesbetrieb für Hochwasserschutz Sachsen-Anhalt (LHW) HQ<sub>T</sub>-Werte auf Basis von BFG (2018)

angepasst und für die landesspezifische Verwendung festgelegt wurden. Diese Werte wurden in den Längsschnitten als Zwangspunkte gesetzt. Bis zur jeweiligen Mündung des nächsten großen Nebengewässers (Schwarze Elster, Mulde, Saale) wurden die aus den Abflussentwicklungsfaktoren<sup>2</sup> aus BFG (2009) abgeleiteten Abflussänderungen (sowohl von ober- als auch von unterstrom der Mündung) angenommen, wodurch sich dann automatisch die Abflusssprünge an den einmündenden Nebenflüssen ergeben. Weitere landesinterne Festlegungen für die Zwischenpegel Pretzsch-Mauken, Elster, Vockerode und Dessau dienten als Orientierungswerte, die mit dem gewählten Vorgehen weitestgehend gut (Abweichungen i.d.R. < 2 %) abgebildet werden konnten.

Zwischen **Barby (Elbe-km 294,4) und Tangermünde (Elbe-km 388,2)** wurden Stützstellen vor dem Abzweig (Elbe-km 300,6) und nach dem Rückstrom des Elbe-Umflutkanals (Pegel Niegripp und Rogätz) berücksichtigt. Die Zuordnung von Abflüssen erfolgte i.d.R. durch Übernahme der Werte der maßgeblichen Pegel Magdeburg und Tangermünde bzw. bei hohen Abflüssen am Elbe-km 300,6 über die existierenden Abflussentwicklungsfaktoren (s.o.) zwischen Barby und Magdeburg. Im Wesentlichen über die flächenmäßige Entwicklung des Einzugsgebiets sowie z.T. in direkter Orientierung an den gleichwertigen Längsschnitten<sup>3</sup> aus BFG (2009) wurden die Stützstellen zwischen **Tangermünde (Elbe-km 388,2) und Zollenspieker (Elbe-km 598,3)** festgelegt.

Zwischen den so ermittelten Längsschnitten für 14 Haupt- bzw. Extremwerte des Abflusses und für BHQ wurden zur Prozessierung im Fachdienst FLYS weitere Längsschnitte in gleichmäßigen Abständen interpoliert. Hierzu wurde aus den HQ<sub>T</sub>-Werten an den Pegeln mit Hilfe der Software *MS Excel* (Trendlinienfunktion) mathematische Gleichungen entwickelt, anhand derer für Lücken im Abflussspektrum sinnvolle Ergänzungen vorgenommen werden konnten. Damit wurden an den für die Abflusslängsschnitte maßgeblichen Pegeln 15 weitere Abflussstützpunkte ergänzt, welche analog zu dem bereits zuvor beschriebenen Vorgehen zu gleichwertigen Längsschnitten weiterentwickelt wurden. Alle so aufgestellten Abflusslängsschnitte, die Grundlage für die stationären Modellberechnungen sind, wurden den Wasserwirtschaftsverwaltungen der betroffenen Bundesländer im Vorlauf der Wasserspiegellagenberechnungen vorgestellt und bei Bedarf im Detail abgestimmt. Anhang 1 zeigt tabellarisch die entwickelten Abflusslängsschnitte und erläutert, wo notwendig, pegel-, stützpunkt- und längsschnittspezifisch die Herkunft und Entstehung der jeweiligen Abflusswerte.

## 3.2 Wasserspiegellagenberechnungen mit dem 1D-SOBEK-Modell

Das einzige derzeit verfügbare HN-Modell, das die gesamte freifließende Elbestrecke zwischen der deutsch-tschechischen Grenze und dem Wehr Geesthacht (Elbe-km 585,9) abbildet und großräumig für die gesamte Abflussbandbreite zwischen Niedrig- und Hochwasser eingesetzt wird, ist ein eindimensionales, auf der Software SOBEK (DELTARES 2019) basierendes Modell, das im Jahr 2009 erstmalig aufgebaut wurde (BCE 2009). Im Rahmen des Projekts der

---

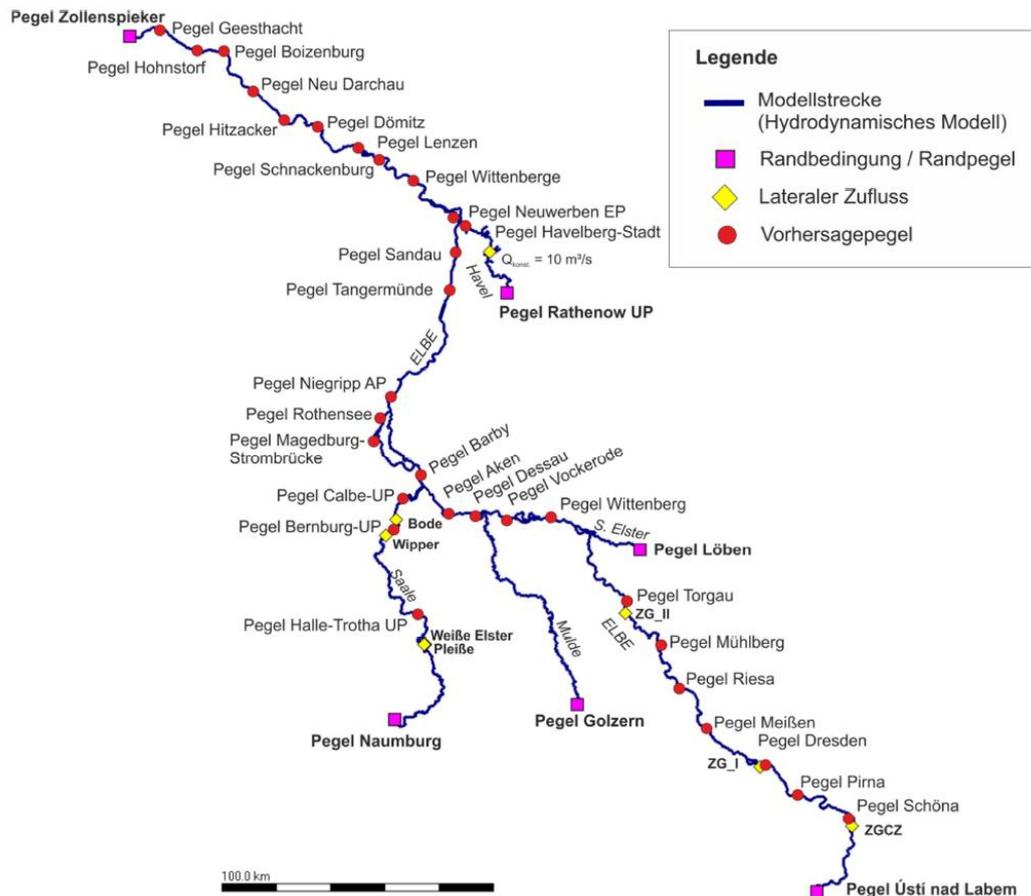
<sup>2</sup> Abflussentwicklungsfaktoren beschreiben (auf Basis einer größeren Anzahl simulierter Modellhochwasser) die relativen Abflussänderungen an vorgegebenen Stützstellen im Bezug zu der bekannten Abflussänderung zwischen den Hauptpegeln (BFG 2009).

<sup>3</sup> Die entsprechenden Abflussveränderungen wurden nicht über die Abflussentwicklungsfaktoren, sondern direkt über den Fachdienst FLYS berechnet.

BfG mit der FGG Elbe zur Verbesserung der Hochwasservorhersage (BFG 2018A) erfolgte für das Modell eine räumliche Erweiterung (Nebenflüsse) und umfangreiche Aktualisierung (Modellsoftware, Kalibrierung, Maßnahmenimplementierung). Dieses Modell wurde im ersten Bearbeitungsschritt für die Wasserspiegellagenberechnungen genutzt.

### 3.2.1 1D-SOBEK-Modell der freifließenden Elbe

Das SOBEK-Modell besteht aus einem Teilmodell für die Elbe (beginnend ab Ústí nad Labem (CZ); Elbe-km -37,4) sowie weiteren gekoppelten HN-Teilmodellen für Abschnitte der Schwarzen Elster, der Mulde, der Saale und der Havel. Es wird in der BfG für hydraulische Berechnungen sowohl auf großer Betrachtungsskala als auch für ein breites Abflussspektrum zwischen Niedrig- und Hochwasser genutzt und kann für diagnostische (zur gewässerkundlichen Ist-Beschreibung) sowie prognostische (Szenarienberechnungen, z.B. HATZ & REEPS 2021) Fragestellungen angewendet werden. Außerdem wird es zukünftig Anwendung bei der Erstellung der gemeinsamen Hochwasservorhersage für die Bundeswasserstraßen Elbe, Saale und Untere Havel-Wasserstraße durch den LHW ST und das LHWZ SN finden (HARTWIG 2019).



**Abbildung 3-2:** Modellstruktur des SOBEK-Modells der Elbe in der Ausgestaltung für das Wasserstandvorhersagesystem WAVOS (BFG 2018A)

Abbildung 3-2 zeigt die Modellstruktur des SOBEK-Modells in der Ausgestaltung für das Wasserstandvorhersagesystem WAVOS. Für die Modellierungen im Zuge des vorliegenden Projekts wurde das Modell auf die Strecke Děčín (Elbe-km -10,4) bis kurz unterhalb vom Wehr

Geesthacht (Elbe-km 585,9) eingekürzt. Die großen, bisher hydrodynamisch modellierten Nebenflüsse wurden durch laterale Zuflussknoten ersetzt und um weitere relevante Zufluss- bzw. Abflussknoten entsprechend der Abflusslängsschnitte (vgl. Anhang 1) ergänzt.

Die Basis für die Modellgeometrie und den morphologischen Zustand des Gewässers bildet im Wesentlichen das für das HN-Modell aus BCE (2009) verwendete DGM-W (Digitales Geländemodell des Wasserlaufs) des Jahres 2007, das aus Geodaten (Gerinnepeilungen, Vorlandbefliegungen, Bühnenkataster) der Jahre 2003 bis 2006 aufgebaut ist (BFG 2008). Die im Zuge von BFG (2018A) durchgeführte Aktualisierung und Erweiterung erfolgte an der Elbe v.a. im Bereich Magdeburg sowie darüber hinaus für Schwarze Elster, Mulde und Saale. Grundlagen waren teilweise jüngere Geländedaten aus den Jahren 2009 bis 2015. Die Diskretisierung der Querprofile im Modell beträgt an der Elbe überwiegend 100 m und kann sich an den Nebenflüssen streckenweise bis auf 500 m erhöhen. Das Layout des Modells (Randbedingungen, Zuflüsse, Bauwerke, Stromteilungen etc.) wird ausführlich in BCE (2009) und BFG (2018A) beschrieben; eine Kurzcharakterisierung findet sich auch in Tabelle 3-1.

Das Modell wurde im Zuge der Aktualisierung (BFG 2018A) anhand der Hochwasserganglinien vom Januar 2011 und Juni 2013 kalibriert und instationär (Hochwasser vom April 2006) sowie stationär (Hochwasserfixierung vom Juni 2013) validiert. Für die im vorliegenden Bericht dokumentierten Arbeiten erfolgte nochmals eine vertiefte stationäre Validierung, deren Ergebnisse im folgenden Unterkapitel zusammengefasst werden.

### **3.2.2 Stationäre Modellvalidierung anhand des Hochwassers vom Juni 2013 und weiterer Fixierungen im Niedrig- und Mittelwasserbereich**

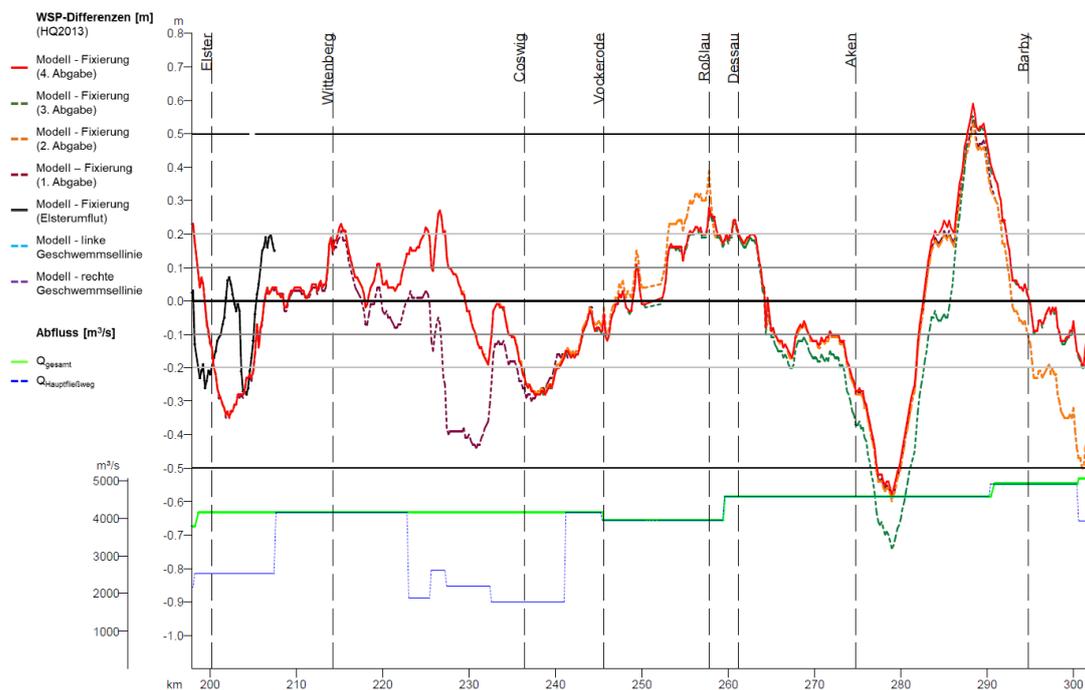
Die während des Hochwassers 2013 eingemessene Wasserspiegelfixierung zwischen Elbe-km 108 und 583 diente bereits in BFG (2018A) der stationären Modellvalidierung. Ergänzt wurden diese Daten auf der oberstrom anschließenden Elbestrecke durch Einmessungen der Geschwemmsellinie für das Ereignis am rechten und linken Ufer. Solche Daten sind naturgemäß weniger hoch aufgelöst und mit einer größeren Unsicherheit versehen, können jedoch ebenfalls als Orientierung bei der Modellvalidierung dienen. Ziel der „vertieften“ Validierung war es nicht nur, die Güte des Modells für ein von der Kalibrierung unabhängiges Messereignis zu beschreiben, sondern darüber hinaus zu überprüfen, inwieweit besondere Einflüsse wie die Instationarität der Fixierung (z.B. wegen des Deichbruchs in Fischbeck oder der Scheitelkappung durch die Havelpolder), die besonderen Messrandbedingungen (bspw. Messkampagne über mehrere Tage) oder die Grenzen des Modells bei sehr großen Hochwassern (u.a. fehlende Berücksichtigung von Abflüssen hinter dem Deich) das Validierungsergebnis beeinflussen. Die Unsicherheit in der Zuordnung der abschnittsbezogenen Abflüsse zur Fixierung, die bereits in BFG (2018A) adressiert wird, spielte ebenfalls eine Rolle.

Eine erste Modellierung erbrachte vergleichbare Ergebnisse wie BFG (2018A) mit einer guten Modellanpassung (Differenzen zw. Fixierung und Modellierung in einer Bandbreite von  $\pm 20$  cm) unterstrom von ca. Elbe-km 380. Auch die Abweichungen im Bereich der eingemessenen Geschwemmsellinien lagen – bis auf wenige Datenpunkte – in dieser Größenordnung, während sich in der restlichen Modellstrecke ein sehr heterogenes Bild mit Unterschieden zwischen Modell- und Messdaten von bis zu  $\pm 60$  cm ergab. Mit Hilfe von drei weiteren *Modellvarianten* (siehe Anhang 2 und exemplarisch Abb. 3-3 und 3-4) konnten mehrere der deutlichen Abweichungen begründet und somit die grundsätzliche Verwendbarkeit des Modells bestätigt

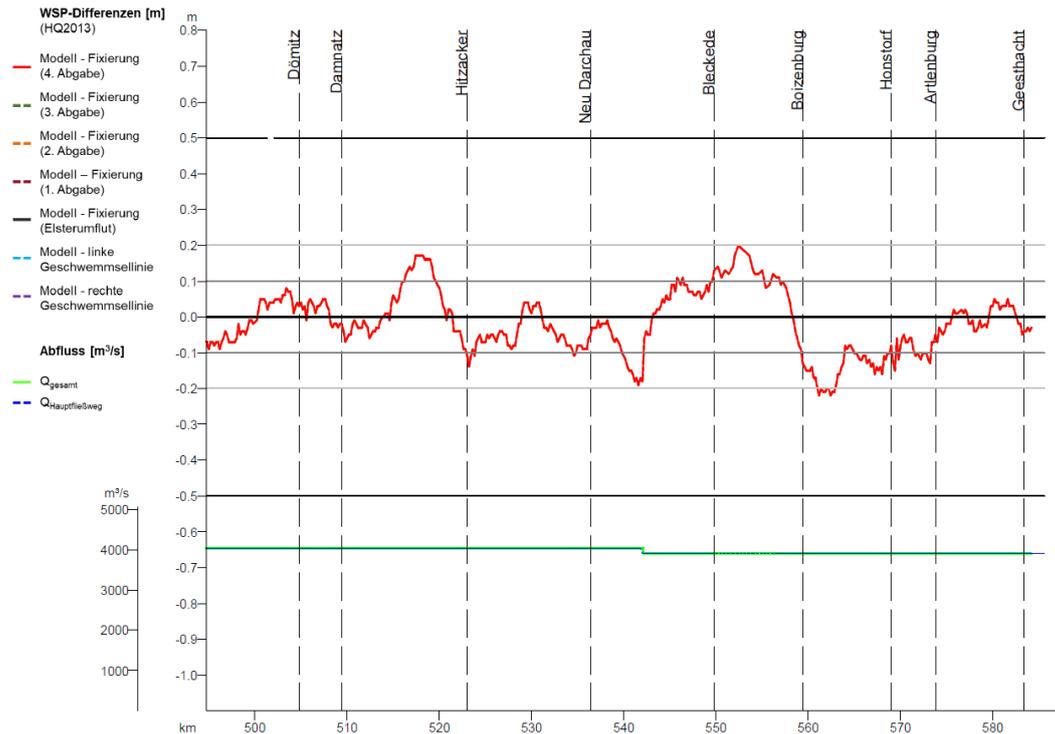
werden. Diskrepanzen zwischen der Modellierung und der Wasserspiegelfixierung ließen sich u.a. zurückführen auf

- die Implementierung von Maßnahmen im Modell, die erst nach Juni 2013 realisiert wurden (Deichrückverlegungen Lödderitzer Forst und Sandau-Nord),
- Hochwasserabflüsse hinter den Deichen (=Modellgrenzen), die im 1D-Modell jedoch zwischen den Deichen abfließen (bspw. im Bereich zwischen Elbe-km 110 und 125),
- nicht vollständig plausibilisierbare Abflussfestlegungen, u.a. in Bereichen ohne Pegel-passage der Fixierung (z.B. Schwarze Elster-Mündung) oder bei Tageswechseln der Fixierung (bspw. im Bereich Tangermünde).

In einzelnen Fällen wurden zweifelhafte Abflussaufteilungen (zwischen Elbe und Flutrinnen), fehlerbehaftete (weil evtl. zu schmale) Querprofile oder auch die Einflüsse modellinterner Rauheitsübergänge (zwischen verschiedenen, sehr hohen Abflussbereichen) als mögliche Ursachen für eine lokale bzw. abschnittsweise, mäßige Modellgüte ausgemacht. Solche „Fehler“ wurden exemplarisch beseitigt, allerdings erscheint für eine grundsätzliche Verbesserung des Modells bei besonders hohen Abflüssen (~HQ<sub>100</sub> bzw. deutlich über den Kalibrierungsereignissen) eine grundlegende Modellüberprüfung (inkl. stationärer Nachkalibrierung), die nicht Bestandteil des Projekts war, angebracht, um auch im Rahmen der Validierung nicht begründbare Abweichungen des Modells (bspw. im Bereich der Saalemündung) besser nachgehen zu können. Fehlende Messdaten bei besonders hohen Abflüssen können dabei ggf. über Erkenntnisse aus 2D-HN-Modellen kompensiert werden (s.u.).



**Abbildung 3-3:** Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 200 - 300. Dargestellt sind die Wasserstandsunterschiede [m] zwischen Modell und Wasserspiegelfixierung; außerdem wird der den Wasserständen zugeordnete Abfluss [m³/s] angegeben. Die Abbildung zeigt, dass zwischen den vier Schritten der Validierung (1.-4. Abgabe) mehrere Anpassungen vorgenommen bzw. getestet wurden (weitere Details siehe Anhang 2).



**Abbildung 3-4:** Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 495 - 585. Dargestellt sind die Wasserstands-differenzen [m] zwischen Modell und Wasserspiegelfixierung; außerdem wird der den Wasserständen zugeordnete Abfluss [m<sup>3</sup>/s] angegeben. Die Abbildung zeigt, dass zwischen den vier Schritten der Modellvalidierung keine Änderungen vorgenommen wurden.

Die Abbildungen 3-3 und 3-4 zeigen exemplarisch die unterschiedliche Güte der Validierungsergebnisse für das Junihochwasser 2013 auf den Streckenabschnitten zwischen Elbe-km 200-300 (mäßige Güte; Abb. 3-3) und Elbe-km 500-600 (zufriedenstellende Güte, Abb. 3-4). Alle vier Modellvarianten zur Validierung (s.o.) werden für die gesamte betrachtete Elbestrecke in Anhang 2 dargestellt; die jeweiligen Anpassungen sind in HYDROTEC & BfG (2019) dokumentiert.

Die Ergebnisse weiterer stationärer Berechnungen für die Abflussereignisse vom Juni 2013 (nach dem Hochwasser; 2\*MQ), März 2018 (MQ) und August 2018 (NQ) standen nicht im Hauptfokus der Modellvalidierung. Für sie wurden deshalb keine vertieften Betrachtungen durchgeführt; ihre Ergebnisse werden in Anhang 3 präsentiert. Die Differenzen zwischen den Fixierungen und den Modellergebnissen bewegen sich in einem Bereich von  $\pm 50$  cm und zeigen somit grundsätzlichen Aktualisierungsbedarf des SOBEK-Modells auch für Niedrig- und Mittelwasserabflüsse auf.

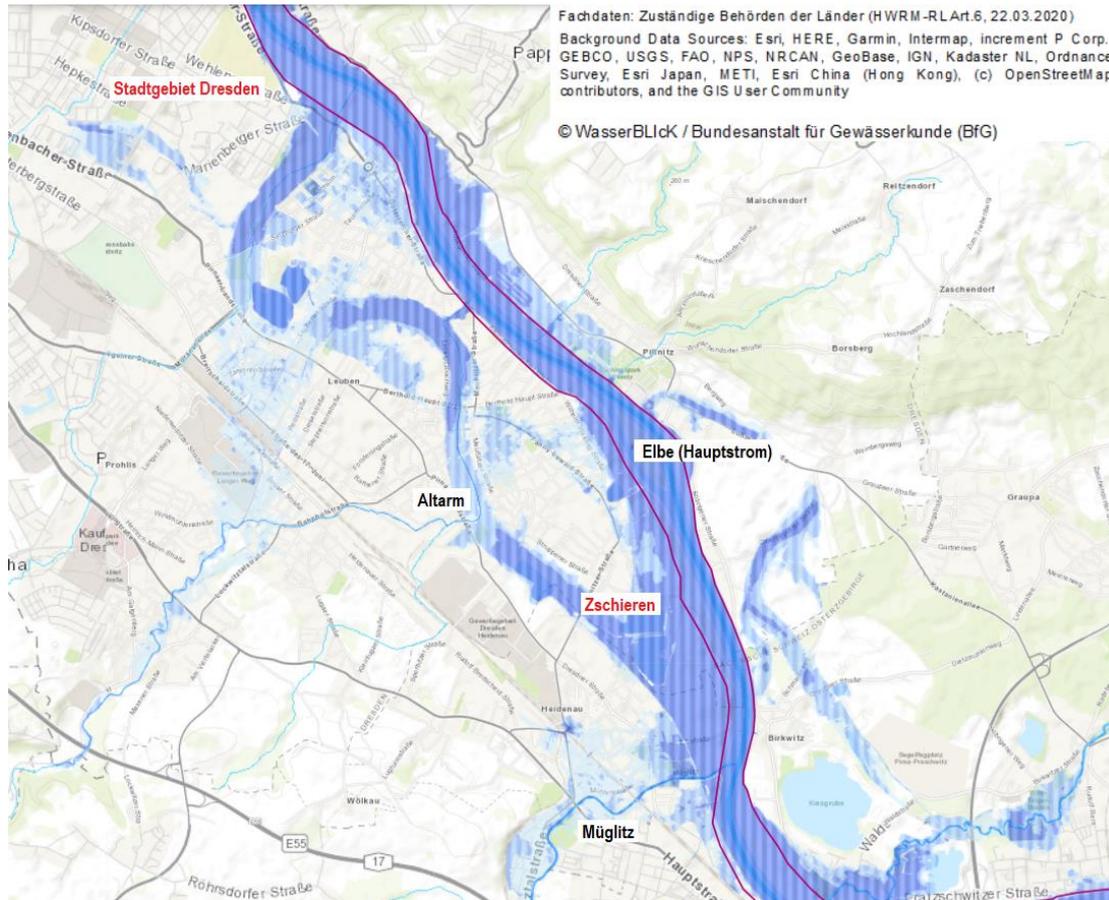
### 3.2.3 Wasserspiegellagenberechnungen mit dem SOBEK-Modell und Bewertung durch Bund und Länder

Mit dem – wie zuvor beschrieben – validierten und bewerteten 1D-SOBEK-Modell wurden für die auf Grundlage von Tabelle 2-1 aufgebauten gleichwertigen Abflusslängsschnitte für NM7Q<sub>min</sub> bis HQ<sub>200</sub> (inkl. BHQ) Wasserspiegellagenberechnungen durchgeführt. Die Modellierungsergebnisse wurden in jedem betroffenen Bundesland in Zusammenarbeit mit der BfG einer intensiven Prüfung unterzogen, wobei mit Fokus auf die Wasserspiegellagen für HQ<sub>100</sub>

und BHQ insbesondere die Güte des verwendeten Modells (ggf. unter Hinzuziehung zusätzlicher Messdaten), der Abgleich mit der entsprechenden Wasserspiegellage aus BFG (2009) und der Vergleich zu landeseigenen Modellen (vorgestellt in Tab. 3-1) und ihren Resultaten im Vordergrund standen (siehe Kap. 4). Dieser umfassende und detaillierte Bewertungsprozess, der zwischen Dezember 2020 und Juni 2021 stattgefunden hat, wurde begleitet von zahlreichen bilateralen und länderübergreifenden Abstimmungsterminen und einem fachlichen Austausch, der eine profunde Plausibilisierung und Verbesserung der verfügbaren 1D- und 2D-Modelle ermöglichte. Die Inhalte und Schlussfolgerungen des Abstimmungsprozesses sind, insbesondere für den Elbeabschnitt ab Tangermünde, detailliert in SCHRAMM ET AL. (2021) festgehalten. Weitere wichtige Erläuterungen finden sich in LTV & LFULG (2021), LHW (2021) und MLUK (2021). Die Ergebnisse der jeweiligen Vergleiche zwischen den neuen Wasserspiegellagen des aktuellen 1D-SOBEK-Modells und den Berechnungen in BFG (2009) werden in Kapitel 4.1 dargestellt, der Vergleich mit den 2D-Modellen in Kapitel 4.2. Die Unterschiede zwischen den jeweiligen Datensätzen liegen in weiten Streckenabschnitten zwischen  $\pm 30$  cm, können jedoch auch Werte von  $\pm 80$  cm erreichen (insbesondere im sächsischen Elbeabschnitt).

Insgesamt kamen BfG und Bundesländer gemeinsam zum Schluss, dass nicht nur die im Vergleich zwischen 2009 (BFG 2009) und 2018 (Kap. 3.1) unterschiedlichen Abflusslängsschnitte für identische  $HQ_T$ , die zwischenzeitliche Realisierung von Deichrückverlegungsmaßnahmen, die Kalibrierung anhand neuer hydrologischer Grundlagen sowie die grundsätzlichen modelltechnischen Stärken und Schwächen der verglichenen Modelle (1D im Vgl. zu 2D) zu den teilweise sehr deutlichen Abweichungen zwischen den berechneten Wasserspiegellagen führen. Vielmehr spielen auch die Gebietsspezifika und ihre unterschiedlich detaillierte Abbildung im elbweiten 1D-Modell und den jeweils mit besonderem Länderfokus aufgebauten 2D-Modellen eine wichtige Rolle. Beispielhaft gibt Abbildung 3-5 für den sächsischen Elbeabschnitt von der Müglitzmündung bis zum Anfang des Stadtgebiets Dresden (ca. Elbe-km 30-50) Indizien für eine deutlich besser aufgelöste Abbildung des Hochwassergeschehens im sächsischen 2D-Modell als im elbweiten 1D-Modell. Die Elbe ist in diesem Abschnitt geprägt von angeschlossenen Mündungsbereichen größerer Fließgewässer und bereits größeren Ausuferungsflächen im Bereich höheren Abflussgeschehens. Gleichzeitig erstreckt sich auf dem linken Vorland ein Altarm, der von Dresden-Zschieeren bis nach Laubegast parallel zum Hauptstrom der Elbe verläuft und bei sehr hohen Abflüssen ( $> HQ_{50}$ ) zumindest geringfügig durchströmt wird (LTV & LFULG (2021)). Möglichkeiten zur Durchströmung sind im 1D-SOBEK-Modell entsprechend der Darstellung nur für den Elbestrom definiert, das dahinterliegende Vorland wird als nicht durchströmt angenommen. Für häufige Hochwasser erscheint dies als Parametrisierung ausreichend, für stationäre Wasserspiegellagenberechnungen in der Größenordnung um  $HQ_{100}$  stellt es jedoch keine adäquate Abbildung dar.

Anhand dieses Beispiels wird deutlich, dass sich der bei den Bundesländern stärker vorhandene lokale Fokus im Vergleich zwischen dem aktuellen 1D-SOBEK-Modell und den jeweiligen hochaufgelösten 2D-HN-Modellen widerspiegeln kann. Für die Festlegung der länderübergreifenden Wasserspiegellagen für häufige ( $HQ_{20}$ ), mittlere ( $HQ_{100}$ ) und seltene ( $HQ_{200}$ ) Abflüsse sowie für den Bemessungshochwasserabfluss (BHQ) wurde deshalb beschlossen, jeweils die Wasserspiegellagen aus den Berechnungen der derzeit von den Bundesländern betriebenen 2D-HN-Modellen zu verwenden und miteinander zu verknüpfen.



Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

**Abbildung 3-5:** Überschwemmungsfläche für das Hochwasserereignis mit mittlerer Eintrittswahrscheinlichkeit nach HWRM-RL (blaue Fläche) und Begrenzung des als durchströmt definierten Bereichs im 1D-SOBEK-Modell der Elbe (lila Linie). Anhand der Darstellung ist zu erkennen, dass der sich bei diesem Ereignis im linken Vorland ausbildende und durchströmte Altarm nördlich der Müglitzmündung (unterer Abbildungsrand) im 1D-Modell nicht als „durchströmter“ Raum, sondern als „speichernder“ Raum betrachtet wird.

### 3.3 2D-Modelle und Generierung von länderübergreifenden Wasserspiegellagen aus verschiedenen Teilmodellen

Tabelle 3-1 stellt die im BfG-Länder-Abstimmungsprozess ausgewählten 2D-HN-Modelle zur Generierung der länderübergreifenden Wasserspiegellagen für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ entlang der freifließenden Elbe dar. Verwendet werden die 2D-Modelle des Freistaats Sachsen (2D-SN) und des Landes Sachsen-Anhalt (2D-ST) sowie das von den Ländern Brandenburg (BB), Mecklenburg-Vorpommern (MV), Niedersachsen (NI), Sachsen-Anhalt (ST) und Schleswig-Holstein (SH) im Projekt *2D-Modellierung Tangermünde-Geesthacht zur Verbesserung der Hochwassersituation an der unteren Mittelelbe* gemeinsam mit der BfG aufgebaute 2D-Modell (2D-TG).

**Tabelle 3-1:** Modellsteckbriefe der für die Wasserspiegellagenberechnungen im vorliegenden Bericht genutzten 1D- und 2D-HN-Modelle

Bezeichnung	1D-SOBEK (2020)	2D-SN (2021)	2D-ST	2D-TG (2020)
<b>Modellgebiet</b>				
<b>Elbestrecke</b>	Ustí n.L. - Geesthacht	Schöna - Dommitzsch (4 Teilmodelle)	Landesgrenze SN - Landesgrenze NI (5 Teilmodelle)	Tangermünde- Geesthacht
<b>Elbe-km</b>	-10,4 - 585,9	0 - 179,9	167,0 - 472,0	387,6 - 585,9
<b>Softwaresystem</b>				
	SOBEK-River	Hydro_As-2D	Hydro_As-2D	Delft3D FM Suite
<b>Geodatengrundlage</b>				
<b>DGM (Flussschlauch)</b>	DGM-W (Flächenpeilung in 2004)	Peildaten Fahrinne (2017 u. a.); DGM-W (2005); weitere Einzel- datensätze	DGM-W (2003)	DGM-W (Flächenpeilung in 2004), aktualisiert um Sohlpeilung 2017
<b>DGM (Vorland)</b>	DGM-W (2003-2006); DGM1 (2012/2013, Bereich Magdeburg); DGM1 (2009-2011, Bereich Lenzen, Mahnkenwerder, Neu Bleckede)	DGM1/DGM2 (2018/2015); DGM-W (2005), verschiedenste Bestands- vermessungen	DGM-W (2003); DGM1 (2009-2018)	DGM-W (2003-2006); DGM1 (2008-2019)
<b>Buhnen</b>	Buhnenkataster (Stand: 2003)	DGM-W (2005); Buhnenhauptpunkte (Stand: 2008); weitere Einzeldatensätze	DGM-W (2003)	Buhnenkataster (Stand: 2003); Einmessung (WSA Magdeburg und Lauenburg 2016);
<b>Datenbasis zur Ableitung der Rauheiten</b>	ATKIS Basis-DLM (Stand: 2009)	BTLNK (2005); Luftbildauswertung (2018); Gewässerbegehung 2018 und 2019	Biotoptypen- und Nutzungskartierung (2009)	ATKIS Basis-DLM V. 7.1 (2017/2018); Luftbildauswertung (2017/2018); DOM (aus DGM-W 2006)
<b>Rauheitsansatz</b>	äquivalente Sandrauheit ks	Darcy-Weißbach (höhenunabhängig)	Manning-Strickler	nach Klopstra et al. (1996, 1997)
<b>Kalibrier-/Validierereignisse</b>				
<b>stationär</b>	<b>NW:</b> 08/2018; <b>MW:</b> 06/2013, 03/2018; <b>HW:</b> 06/2013	<b>HW:</b> 06/2013, 08/2002	<b>HW:</b> 04/2006, 06/2013	<b>MW:</b> 06/2005, 10/2007, 06/2013, 03/2018; <b>HW:</b> 04/2006, 01/2011, 06/2013
<b>instationär</b>	<b>HW:</b> 04/2006, 01/2011, 06/2013	-		<b>HW:</b> 06/2013
<b>untere Randbedingung</b>				
	W-Q-Bez. kurz unterstrom des Wehrs Geesthacht, d.h. Wehr inkl. Steuerung im Modell implementiert	W-Q-Bez. (Heidenau, Elbe-km 41,5); W-Q-Bez. (Riesa: Schänitz - Leckwitz, Elbe-km 100,2); W-Q-Bez. (Belgern - Schildau, Elbe-km 142,4); IE-Gefälle (Klößen-Kleinzerbst, Elbe-km 190)	Energieliniengefälle (für alle 5 Teilmodelle)	W-Q-Beziehung am Wehr Geesthacht aus Berechnungs- ergebnissen von 1D- SOBEK (aus 2020), d.h. Wehr nicht im Modell implementiert
<b>Dokumentation</b>				
<b>Bericht</b>	BFG (2018A)	k.A.	LHW (2020)	SCHRAMM ET AL. (2021A)

Im Rahmen der Plausibilisierung der unterschiedlichen Modelle (Kap. 3.2.3) hatte sich ergeben, dass eine geeignete Verknüpfung der Wasserspiegellagen im Überschneidungsbereich des 2D-TG-Modells und des 2D-ST-Modells im Bereich Wittenberge liegt (SCHRAMM ET AL. 2021). Der Übergang der Wasserspiegellagen zwischen den beiden Modellen für Sachsen (2D-SN) und Sachsen-Anhalt (2D-ST) bot aufgrund von bereits gut abgestimmten Datengrundlagen und daraus resultierenden, stimmigen Wasserspiegellagenmodellierungen im Grenzbereich wenig Diskussionsbedarf.

Zur exakten Definition der Verknüpfungspunkte der Wasserspiegellagen wurden die mit 2D-SN, 2D-ST und 2D-TG berechneten 2D-Wasserspiegellagen für HQ<sub>100</sub> zusammengeführt und die minimalen Abweichungen in den jeweiligen Überschneidungsbereichen identifiziert. Der Übergang zwischen den Wasserspiegellagen aus 2D-SN und 2D-ST wurde dementsprechend auf den Bereich Elbe-km 177 festgelegt, zwischen den Wasserspiegellagen aus 2D-ST und 2D-TG auf Elbe-km 453. Anschließend wurden die festgelegten Verknüpfungsbereiche auf die Wasserspiegellagen bei HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ übertragen und so auch für diese Abflussszenarien durchgehende länderübergreifende Wasserspiegellagen erstellt (Kap. 4.3). Tabelle 3-2 stellt für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ die an den Übergangsbereichen / Verknüpfungspunkten ausgleichenden Wasserstandsdifferenzen dar.

**Tabelle 3-2:** Differenzen der Wasserstände an den Verknüpfungsstellen der 2D-Modelle für die Berechnungen für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Verknüpfungsstelle</b>	Wasserstandsdifferenz zwischen den Wasserspiegellagen der beiden Modelle an der			
2D-SN / 2D-ST (Elbe-km 177)	3 cm	4 cm	4 cm	4 cm
2D-ST / 2D-TG (Elbe-km 453)	4 cm	3 cm	8 cm	2 cm

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

# 4 Ergebnisse der Wasserspiegellagenberechnungen und ihrer Vergleiche

Bundesanstalt für Gewässerkunde

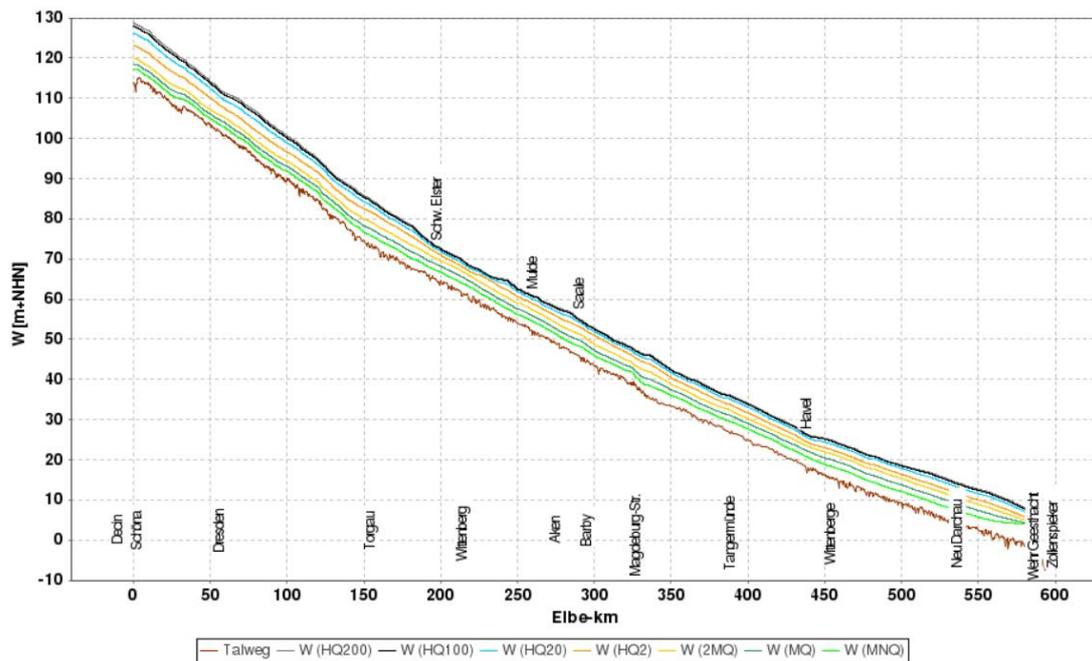
Bemessungswasserspiegellagen der frei fließenden Elbe in Deutschland

BfG-Bericht 2103

Das in Kapitel 3 beschriebene, mehrschrittige Vorgehen führte schlussendlich zur Festlegung von durchgehenden, länderübergreifend abgestimmten Wasserspiegellagen für die Abflusssszenarien HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ. Sie werden in Kapitel 4.3 nochmals grafisch dargestellt; die Zahlenwerte der Wasserstände für jeden Flusskilometer finden sich in tabellarischer Form in Anhang 4. Kapitel 4.1 und Kapitel 4.2 präsentieren zuvor die Ergebnisse der in Kapitel 3.2.3 beschriebenen Vergleiche zwischen den verschiedenen Wasserspiegellagenberechnungen der BfG und der Bundesländer, die zu einem wesentlichen Erkenntnisgewinn im Hinblick auf die länderübergreifende Festlegung der elbeweiten Wasserspiegellagen (Kap. 3.3 und 4.3) geführt haben.

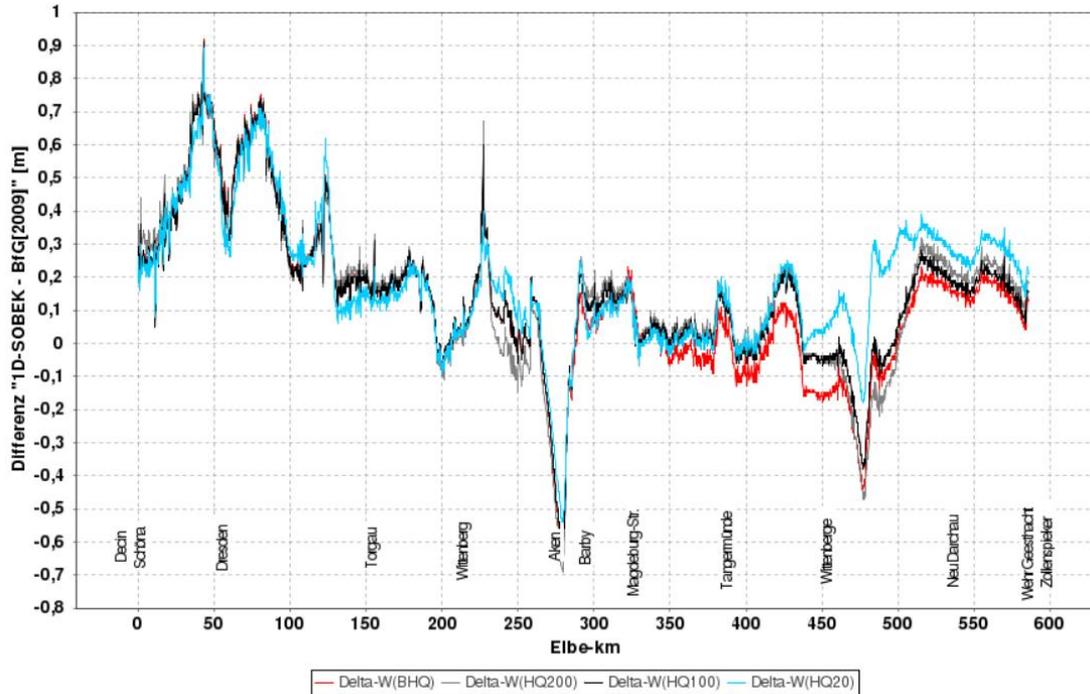
## 4.1 Wasserspiegellagen der Elbe aus der 1D-SOBEK-Modellierung

Abbildung 4-1 zeigt die mit dem 1D-SOBEK-Modell neu berechneten Wasserspiegellagen für ausgewählte Haupt- und Extremwerte des Abflusses. Diese Berechnungsergebnisse werden – ebenso wie die in Kapitel 4.3 vorgestellten, aus den 2D-Berechnungen zusammengesetzten Wasserspiegellagen – im Fachdienst FLYS der BfG (vgl. Kap. 3.1) hinterlegt.



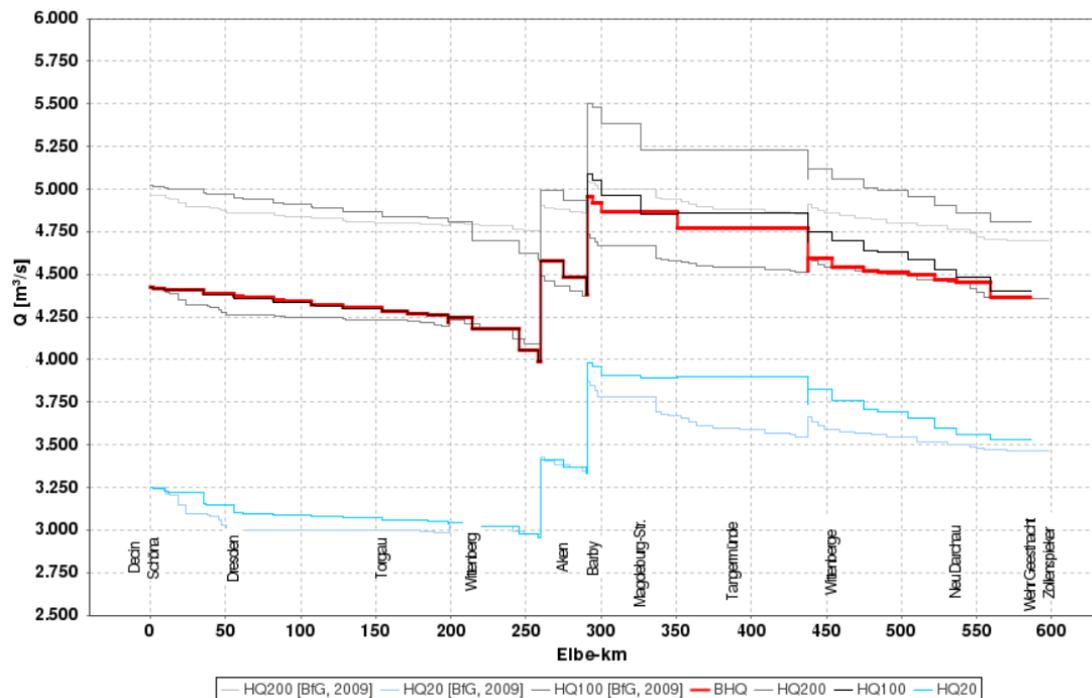
**Abbildung 4-1:** Mit dem 1D-SOBEK-Modell der Elbe berechnete Wasserspiegellagen für ausgewählte Haupt- und Extremwerte. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind im vorliegenden Diagramm nicht alle Wasserspiegellagen für die in Anhang 1 vorgestellten Abflusslängsschnitte dargestellt.

Die Differenzen zwischen den neu berechneten 1D-SOBEK-Wasserspiegellagen und jenen aus BfG (2009) sind in Abbildung 4-2 für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ illustriert.



**Abbildung 4-2:** Wasserspiegeldifferenzen zwischen dem neuen 1D-SOBEK-Modell und BfG (2009) für Abflusslängsschnitte mit gleichen Jährlichkeiten  $HQ_{20}$ ,  $HQ_{100}$ ,  $HQ_{200}$  und  $BHQ$ . Aufgrund der Neufestlegung der Extremwertstatistik sind zwar die Bezeichnungen der Jährlichkeiten identisch, jedoch nicht die ihnen zugeordneten Abflüsse (vgl. Abb. 4-3).

Abbildung 4-3 stellt für gleiche  $HQ_T$  die Unterschiede in den Abflusslängsschnitten dar, die sich aus der Neufestlegung der Extremwertstatistik durch die FGG ELBE (2018) und die darauf fußende Aktualisierung der gleichwertigen Abflusslängsschnitte ergeben.



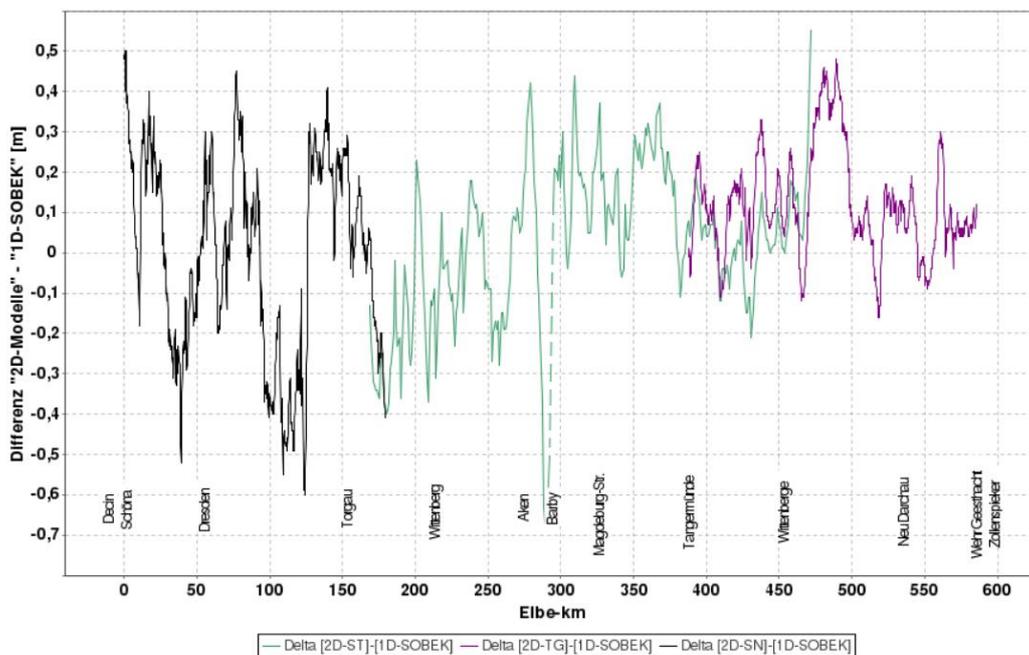
**Abbildung 4-3:** Abflusslängsschnitte aus BfG (2009) und Kapitel 3.1 (bzw. Anhang 1) für Jährlichkeiten  $HQ_{20}$ ,  $HQ_{100}$ ,  $HQ_{200}$  und für  $BHQ$ . In BfG (2009) sind  $HQ_{100}$  und  $BHQ$  identisch.

Deutlich wird in Abbildung 4-2, dass die neuen Berechnungsergebnisse überwiegend höher liegen als die alten: auf großen Strecken der Elbe bis zu 30 cm – eine plausible Größenordnung beim Vergleich zweier Modelle mit deutlich unterschiedlicher Aktualität –, auf dem sächsischen Gewässerabschnitt in der Spitze bis zu 80 cm, vereinzelt sogar 90 cm. Klar zu erkennen sind die Streckenabschnitte der noch nicht in den Modellierungen in BFG (2009) enthaltenen Deichrückverlegungen *Lödderitzer Forst* (zwischen Aken und Barby) und *Lenzen* (zwischen Wittenberge und Neu Darchau). Dort liegen die neu berechneten Wasserspiegellagen erwartungsgemäß niedriger.

Die starken Diskrepanzen der neuen 1D-Modellergebnisse zu denen aus BFG (2009) im sächsischen Elbeabschnitt konnten nur teilweise nachvollzogen werden. So weisen die Erkenntnisse aus der sächsischen 2D-Modellierung (Kap. 3.2.3, Abb. 3-5) ebenfalls darauf hin, dass die neu berechneten 1D-Wasserspiegellagen grundsätzlich zu hoch liegen. Lokal zeigt der Vergleich der 1D-Modellergebnisse jedoch durchaus auch stimmige Entwicklungstendenzen, bspw. resultieren aus der für den Gültigkeitszeitraum ab 2013 aktualisierten Abflusskurve für den Pegel Dresden ebenfalls höhere Wasserstände (bei gleichem Abfluss) als aus der Vorgängerkurve. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass das 1D-SOBEK-Modell auf der sächsischen Elbestrecke für den Bereich sehr hoher Abflüsse und Wasserstände detaillierter (als es im vorliegenden Projekt aufwandsbedingt möglich war) plausibilisiert werden sollte, um seine Berechnungsergebnisse belastbar einschätzen zu können.

## 4.2 Wasserspiegellagen des 1D-SOBEK-Modells und der 2D-Modelle im Vergleich

Exemplarisch für  $HQ_{100}$  zeigt Abbildung 4-4 die Wasserspiegellagendifferenzen zwischen den Ergebnissen des 1D-SOBEK-Modells und den Modellen 2D-SN, 2D-ST und 2D-TG (vgl. Kap. 3.2.3).

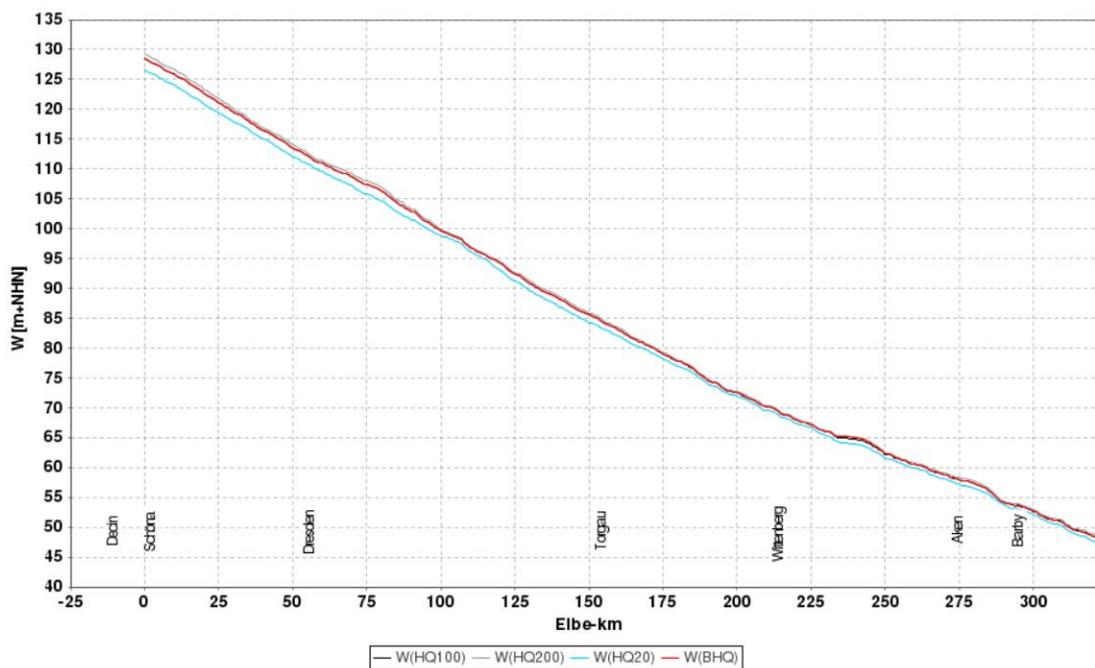


**Abbildung 4-4:** Wasserspiegellagendifferenzen bei  $HQ_{100}$  zwischen den Ergebnissen des 1D-SOBEK-Modells und den Modellen 2D-SN, 2D-ST und 2D-TG. Werte für die Strommitte.

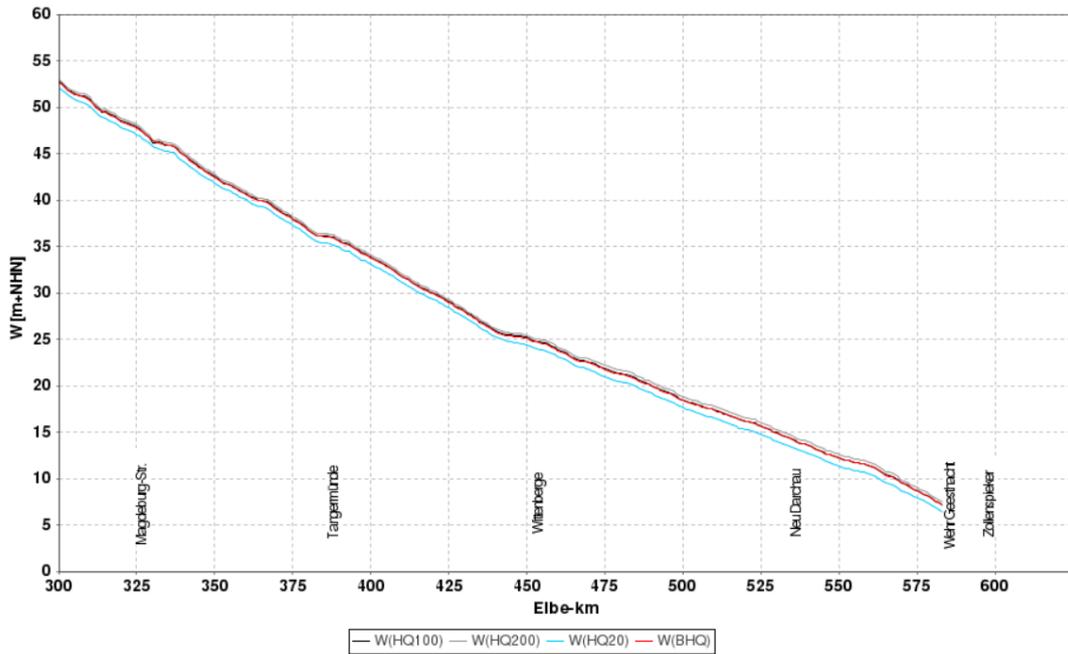
Die Differenzen bewegen sich zwischen ca. -70 cm und +50 cm, wobei die bedeutendsten Abweichungen wiederum im sächsischen Elbeabschnitt und an der Saale-Mündung (ST) zu finden sind. Die Erkenntnisse aus der Modellvalidierung (Kap. 3.2.2 und Anhang 2), der intensiven Befassung mit den vorliegenden Wasserspiegellagen in SCHRAMM ET AL. (2021; vgl. hierzu auch Kap. 3.2.3) sowie den Stellungnahmen in LTV & LFULG (2021), LHW (2021) und MLUK (2021) führten schließlich zum Beschluss der Elbeanliegerländer, die elbweiten Wasserspiegellagen für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ aus den vorliegenden 2D-Modell-Ergebnissen nach dem in Kapitel 3.3 geschilderten Vorgehen zusammenzusetzen.

### 4.3 Länderübergreifend festgelegte Wasserspiegellagen für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ

Abbildung 4-5 präsentiert die für die Abflussszenarien HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ an der Elbestrecke zwischen der tschechisch-deutschen Grenze (Elbe-km 0,0) und dem Wehr Geesthacht (Elbe-km 585,9) länderübergreifend abgestimmten Wasserspiegellagen aus 2D-Modellen. Eine tabellarische Aufbereitung der Ergebnisse je Flusskilometer findet sich in Anhang 4.



**Abbildung 4-5a (bis Elbe-km 325):** Darstellung der länderübergreifend abgestimmten Wasserspiegellagen der freifließenden Elbe zwischen der tschechisch-deutschen Grenze und dem Wehr Geesthacht für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ. *Höhensystem: DHHN2016. Werte für die Strommitte.*



Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

**Abbildung 4-5b (bis Elbe-km 600):** Darstellung der länderübergreifend abgestimmten Wasserspiegellagen der freifließenden Elbe zwischen der tschechisch-deutschen Grenze und dem Wehr Geesthacht für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ. *Höhensystem: DHHN2016. Werte für die Strommitte.*

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

## 5 Zusammenfassung, Ausblick und Empfehlungen

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

### 5.1 Zusammenfassung

Die FGG Elbe (Elbe-Rat) hat im Jahr 2018 basierend auf dem gemeinsam mit der BfG bearbeiteten Projekt *Homogenisierung der langen HQ-Reihen an der Elbe (1890-2013)* Beschlüsse sowohl zur zukünftig zu verwendenden hydrologischen Extremwertstatistik ( $HQ_T$ ) als auch zu den daraus abgeleiteten Orientierungswerten für die Bemessungsabflüsse (BHQ) getroffen (FGG ELBE 2018). Diese sollen u.a. als Grundlage für eine einheitliche, länderübergreifende Bemessung von Hochwasserschutzanlagen sowie zur Erstellung von Hochwassergefahren und -risikokarten gemäß HWRM-RL und für die Festlegung von Maßnahmen dienen. Auf Basis dieser Zahlen für  $HQ_T$  und BHQ waren als abschließendes Produkt des gemeinsamen Projekts von FGG Elbe und BfG durchgängige Wasserspiegellagen für die gesamte freifließende Elbe in Deutschland zu berechnen und ebenfalls länderübergreifend abzustimmen.

Die von der BfG mit dem 1D-SOBEK-Modell der Elbe für die Strecke zwischen der tschechisch-deutschen Grenze und dem Wehr Geesthacht ermittelten Wasserspiegellagen waren Ausgangspunkt für einen länderübergreifenden Abstimmungsprozess. In dessen Fokus standen die Güte des durchgehenden 1D-SOBEK-Modells (sowohl grundsätzlich als auch im Vergleich zu den abschnittsweise vorliegenden 2D-Modellen der Bundesländer) und die Unterschiede der neu berechneten Wasserspiegellagen im Vergleich zu den bisher bei den Bundesländern genutzten Grundlagen. Sowohl für die Bundesländer als auch für die BfG schuf dieser, über mehr als ein halbes Jahr intensiv vorgenommene, Austausch zu den Modellen und ihren Ergebnissen einen beiderseitigen Erkenntnisgewinn, der vielfach zu Verbesserungen der im Einsatz befindlichen Modellen geführt hat (oder zukünftig noch führen wird).

Für die Festlegung der länderübergreifenden Wasserspiegellagen für häufige ( $HQ_{20}$ ), mittlere ( $HQ_{100}$ ) und seltene ( $HQ_{200}$ ) Abflüsse sowie für den Bemessungshochwasserabfluss (BHQ) wurde als Ergebnis des Abstimmungsprozesses beschlossen, jeweils die Wasserspiegellagen aus den Berechnungen der derzeit von den Bundesländern betriebenen 2D-Modellen zu verwenden und miteinander zu verknüpfen. Diese 2D-Wasserspiegellagen werden gemeinsam mit den 1D-Ergebnissen der SOBEK-Berechnungen im Fachdienst FLYS der BfG abgelegt.

### 5.2 Ausblick und Empfehlungen

Mit Blick auf den im Jahr 2022 beginnenden 3. Zyklus zur Umsetzung der HWRM-RL legen die Beschlüsse des Elbe-Rats (siehe Kapitel 2.4) auch die Randbedingungen für die Überprüfung und Fortschreibung der Extremwertstatistik und der Bemessungsabflüsse (inkl. der Neuberechnung von Wasserspiegellagen) fest. So ist die Extremwertstatistik weiterhin gemeinsam bundesländerübergreifend zu ermitteln und festzulegen, wobei eine Überprüfung grundsätzlich alle 6 Jahre im Rahmen der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos nach HWRM-RL erfolgen soll.

Ein zwischen allen Elbeanliegerländern einvernehmlich abgestimmter Weg zur statistischen Einordnung künftiger Hochwasserextreme ist allerdings noch zu finden, da die Zahlen aus der vom Elbe-Rat beschlossenen Statistik hierzu nur begrenzt geeignet sind (Zustand ohne

Talsperren, Notwendigkeit der Umrechnung, Fortschreibung der Umrechnungsvorschriften aus BfG (2018) etc.).

Darüber hinaus besteht regionaler Abstimmungsbedarf noch bzgl. der zur Bemessung heranzuziehenden Wasserspiegellagen im Übergangsbereich zwischen der Binnen- und Tideelbe. Die naturgemäß unterschiedlichen Bemessungsansätze für Binnen- (vgl. vorliegender Bericht) und Tidegewässer (vgl. BAW 2018) führen für den Elbeabschnitt oberhalb von Geesthacht (Elbe-km 585,9) bis etwa Artlenburg/Lauenburg (ca. Elbe-km 570) derzeit noch zu teilweise deutlichen Höhenunterschieden (Dezimeter bis Meter) der Bemessungswasserspiegellagen. Ihre Relevanz ist von den betroffenen Bundesländern zu bewerten und ein robustes Vorgehen im Umgang mit dem Sachverhalt zu finden. Langfristig wäre zielführend, (Bemessungs-)Wasserspiegellagen (und Szenarien hierfür) für den relevanten Binnen- und Tidebereich abzustimmen oder sogar mit einem gemeinsamen / gekoppelten 2D-Modell zu berechnen.

Spätestens mit Vorliegen des neuen, derzeit im Rahmen eines weiteren gemeinsamen Bundesländer-Projekts in Erstellung befindlichen DGM-W der Elbe, wird eine aktuelle, homogene Datenbasis zur Verfügung stehen, um auch das in der BfG und der Hochwasservorhersage der Länder genutzte 1D-SOBEK-Modell umfassend zu aktualisieren und darüber hinaus für länderübergreifende Anwendungsfälle, die einer höher aufgelösten Modellgrundlage bedürfen, ein großräumiges 2D-Modell für die Elbe zu entwickeln.

## 6 Literatur

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

- BAW (2018): Modellierung von Sturmflutwasserständen in der Tideelbe. BAW-Bericht B3955.03.06.10006. Bundesanstalt für Wasserbau: Karlsruhe. **URL:** [https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/130536/Gutachten\\_der\\_BAW.pdf](https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/130536/Gutachten_der_BAW.pdf) (abgerufen am 16.8.2021)
- BELZ, J.-U., ILSE, J., OPPERMANN, R. (2008): Hochwasserstatistik für ausgewählte Elbepegel. BfG-Bericht 1589. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde
- BCE (2009): Erstellung des eindimensionalen Feststofftransportmodells für die Elbe. Dokumentation des hydraulischen Modells. Projektbericht im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde. Björnsen Beratende Ingenieure: Koblenz. (*unveröffentlicht*)
- BFG (2002): Das Auguthochwasser 2002 im Elbegebiet. Bundesanstalt für Gewässerkunde: Koblenz.
- BFG (2008): Auswertung digitaler Fernerkundungsaufnahmen des Elbe-Wasserlaufs (Datenauswertung Elbe). BfG-Bericht Nr. 1580. Bundesanstalt für Gewässerkunde: Koblenz.
- BFG (2009): Einheitliche Grundlage für die Festlegung der Bemessungswasserspiegellage der Elbe auf der freifließenden Strecke in Deutschland. BfG-Bericht Nr. 1650. Bundesanstalt für Gewässerkunde: Koblenz. **URL:** <http://doi.bafg.de/BfG/2014/BfG-1650.pdf> (abgerufen am 12.02.2020)
- BFG (2012): Bewertung von Einflüssen tschechischer und thüringer Talsperren auf Hochwasser an der Moldau und Elbe in Tschechien und Deutschland mittels Einsatz mathematischer Modelle. BfG-Bericht Nr. 1725. Bundesanstalt für Gewässerkunde: Koblenz. **URL:** <http://doi.bafg.de/BfG/2012/BfG-1725-DT.pdf> (abgerufen am 29.04.2019)
- BFG (2013): FLYS goes WEB: Eröffnung eines neuen hydrologischen Fachdienstes in der BfG. Kolloquium am 15./16. Mai 2013 in Koblenz. Veranstaltungen 4/2013, Koblenz, Mai 2013, 164 S. **URL:** [http://doi.bafg.de/BfG/2013/Veranst4\\_2013.pdf](http://doi.bafg.de/BfG/2013/Veranst4_2013.pdf) (abgerufen am 16.08.2021)
- BFG; FGG ELBE (2013): Vorhabensbeschreibung zum Projekt „Homogenisierung der langen HQ-Reihen (1890-2012) für deutsche Elbepegel“. Koblenz, Magdeburg: Bundesanstalt für Gewässerkunde, Flussgebietsgemeinschaft Elbe. (*unveröffentlicht*)
- BFG (2014): Das Hochwasserextrem des Jahres 2013 in Deutschland: Dokumentation und Analyse. BfG-Mitteilungen Nr. 31. Bundesanstalt für Gewässerkunde: Koblenz. **URL:** [http://doi.bafg.de/BfG/2014/BfG\\_Mitteilungen\\_31.2014.pdf](http://doi.bafg.de/BfG/2014/BfG_Mitteilungen_31.2014.pdf) (abgerufen am 09.05.2019)
- BFG (2015): 2D-Modellierung der Unteren Mittel-Elbe zwischen Wittenberge und Geesthacht. BfG-Bericht Nr. 1848. Bundesanstalt für Gewässerkunde: Koblenz. **URL:** <http://doi.bafg.de/BfG/2015/BfG-1848.pdf> (abgerufen am 29.04.2019)
- BFG (2018): Homogenisierung der langen HQ-Reihen (1890-2013) für deutsche Elbepegel hinsichtlich der Wirkung von tschechischen und thüringischen Talsperren. BfG-Bericht Nr. 1938. Bundesanstalt für Gewässerkunde: Koblenz. **URL:** <http://doi.bafg.de/BfG/2018/BfG-1938.pdf> (abgerufen am 29.04.2019)
- BFG (2018A): WAVOS Elbe – Verbesserung der Hochwasservorhersage. BfG-Bericht Nr. 1962. Bundesanstalt für Gewässerkunde: Koblenz. **URL:** <http://doi.bafg.de/BfG/2018/BfG-1962.pdf> (abgerufen am 12.02.2020)
- DELTARES (2019): SOBEK 1D/2D modelling suite for integral water solutions. Hydrodynamics, Rainfall-Runoff and Real-Time-Control. User Manual, 5. Mai 2019. Deltares: Delft. **URL:** [https://content.oss.deltares.nl/delft3d/manuals/SOBEK\\_User\\_Manual.pdf](https://content.oss.deltares.nl/delft3d/manuals/SOBEK_User_Manual.pdf) (abgerufen am 22.01.2020)
- ELBEMINISTERKONFERENZ (2006): Elbeerklärung zum vorsorgenden Hochwasserschutz. Erklärung des Bundesumweltministers und der für die Elbe zuständigen Landesminister auf der 3. Elbeministerkonferenz in Magdeburg am 10. November 2006
- EU (2007): Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. Amtsblatt der Europäischen Union L288/27 vom 06.11.2007
- FGG ELBE (2018): Beschlüsse der 31. Sitzung des Elbe-Rates vom 02.11.2018. Flussgebietsgemeinschaft Elbe: Magdeburg. (*unveröffentlicht*)
- GRAFE, M., HEILAND, P., KÜHL, A. (2010): Das INTERREG IV B-Projekt „LABEL - Adaptation to flood risk in the Labe-Elbe river basin“. Berichtsreihe des Forums zur Europäischen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie. Band 2. Tagungsband zur 2. Veranstaltung am 17. Juni 2010 in Kaiserslautern. Seite 99-1012

- HARTWIG, F. (2019): Das neue Hochwasservorhersagesystem an der Elbe, Vortrag beim 3. Dialog Hochwasserschutz des NLWKN am 15.08.2019 in Lüneburg. **URL:** [https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/146917/Das\\_neue\\_Wasserstandsvorhersagesystem\\_an\\_der\\_Elbe.pdf](https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/146917/Das_neue_Wasserstandsvorhersagesystem_an_der_Elbe.pdf) (abgerufen am 12.02.2020)
- HATZ, M., REEPS, T. (2021): Modellbasierte Untersuchungen zur Wirkung der raumgebenden Hochwasserschutzmaßnahmen des NHWSP im Flussgebiet der Elbe. Flussgebietsbericht im Rahmen des FuE-Vorhabens „Analyse der Wirkungen von Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms“. BfG-Bericht Nr. 2048. Bundesanstalt für Gewässerkunde: Koblenz. **URL:** <http://doi.bafg.de/BfG/2021/BfG-2048.pdf>
- HELMS, M., IHRINGER, J., MIKOVEC, R. (2017): Überarbeitung der Abflussreihen und Abflusstafeln für die Elbe (Zeitraum 1890-2006). Unveröffentlichter Entwurf des Endberichts im Auftrag der BfG. Institut für Wasser und Gewässerentwicklung des KIT. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (unveröffentlicht)
- HYDROTEC; BfG (2019): Dokumentation der Bearbeitungsschritte zur Validierung des SOBEK-Modells der Elbe. Tabellarische Auflistung mit Stand vom 18.12.2019 (unveröffentlicht)
- IKSE (2004): Dokumentation des Hochwassers vom August 2002 im Einzugsgebiet der Elbe. Internationale Kommission zum Schutz der Elbe: Magdeburg.
- IKSE (2007): Hydrologische Auswertung des Frühjahrshochwassers 2006 im Einzugsgebiet der Elbe. Internationale Kommission zum Schutz der Elbe: Magdeburg. **URL:** [https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user\\_upload/D/06\\_Publikationen/02\\_Hochwasserschutz/2007\\_IKSE-Hydrol-Auswertung-HW2006.pdf](https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user_upload/D/06_Publikationen/02_Hochwasserschutz/2007_IKSE-Hydrol-Auswertung-HW2006.pdf) (abgerufen am 09.02.2020)
- IKSE (2014): Hydrologische Auswertung des Hochwassers vom Juni 2013 im Einzugsgebiet der Elbe. Internationale Kommission zum Schutz der Elbe: Magdeburg. **URL:** [https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user\\_upload/D/06\\_Publikationen/02\\_Hochwasserschutz/2014\\_IKSE-Hydrol-Auswertung-HW\\_2013.pdf](https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user_upload/D/06_Publikationen/02_Hochwasserschutz/2014_IKSE-Hydrol-Auswertung-HW_2013.pdf) (abgerufen am 09.02.2020)
- KLOPSTRA, D., BARNEVELD, H. J., VAN NOORTWIJK, J. M. (1996): Analytisch model hydraulische ruwheid van overstromde moerasvegetatie. Tech. Rep. PR051, HKV consultants, Lelystad, The Netherlands. Commissioned by Rijkswaterstaat/RIZA, The Netherlands.
- KLOPSTRA, D., BARNEVELD, H. J., VAN NOORTWIJK, J. M., VAN VELZEN, E. H. (1997): Analytical model for hydraulic roughness of submerged vegetation. Presented at: The 27th Congress of the International Association for Hydraulic Research, San Francisco, 1997. Proceedings of Theme A. pages 775-780, American Society of Civil Engineers (ASCE), New-York, 1997. ISBN: 90-77051-03-1
- LANDESBETRIEB FÜR HOCHWASSERSCHUTZ UND WASSERWIRTSCHAFT SACHSEN-ANHALT (2020): Erarbeitung der fachlichen Grundlagen zur Umsetzung der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (EG-HWRM-RL) für die Elbe von km 168+000 bis km 472+000), Stufe 2: Hochwassergefahren- und Risikokarten, Szenarienrechnungen. LHW Sachsen-Anhalt
- LANDESBETRIEB FÜR HOCHWASSERSCHUTZ UND WASSERWIRTSCHAFT SACHSEN-ANHALT (2021): Stellungnahme zu TOP 4 des Protokollentwurfs über die „Vorstellung der Wasserspiegellagenberechnungen der BfG auf Grundlage der HQ<sub>T</sub>-Statistik des Homogenisierungsprojekts“ am 16.12.2020; 28.01.2021 (unveröffentlicht)
- LANDESTALSPERRENVERWALTUNG SACHSEN, LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (2021): Stellungnahme der Landestalsperrenverwaltung (LTV) und des Landeshochwasserzentrums Sachsen zu den vorgestellten Wasserspiegellagenberechnungen der BfG auf Grundlage der HQ<sub>T</sub>-Statistik des Homogenisierungsprojekts, 19.02.2021 (unveröffentlicht)
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND KLIMASCHUTZ BRANDENBURG (2021): Stellungnahme zur „Vorgestellten Wasserspiegellagenberechnungen der BfG auf Grundlage der HQ<sub>T</sub>-Statistik des Homogenisierungsprojekts“ am 16.12.2020, 08.02.2021 (unveröffentlicht)
- NLWKN (2020): Deichbestandsanalyse an der Unteren Mittel-Elbe von Schnackenburg bis Rönne / Geesthacht. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Norden. **URL:** [https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/169498/Deichbestandsanalyse\\_an\\_der\\_unteren\\_Mittel-Elbe\\_von\\_Schnackenburg\\_bis\\_Roenne\\_Geesthacht.pdf](https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/169498/Deichbestandsanalyse_an_der_unteren_Mittel-Elbe_von_Schnackenburg_bis_Roenne_Geesthacht.pdf) (abgerufen am 06.08.2021)
- SCHRAMM, W., PROMNY, M., HATZ, M. (2021): Berechnung von Wasserspiegellagen der unteren Mittel-Elbe für gewässerkundliche Haupt- und Extremwerte mit dem 2D-Modell der Elbe von Tangermünde bis Geesthacht (Stand: Dezember 2020) und vergleichende Betrachtungen mit weiteren Mess- und Modelldaten. Arbeitspapier mit Stand vom 15.06.2021, 54 S. (unveröffentlicht)

SCHRAMM, W., PROMNY, M., HATZ, M. (2021A): Dokumentation des Delft3D-Modells zwischen Tangermünde und Geesthacht (Stand: Dezember 2020). Bericht im Projekt „2D-Modellierung Tangermünde-Geesthacht zur Verbesserung der Hochwassersituation an der unteren Mittelelbe“ (in Vorbereitung)

STAATSEKRETÄRE (2008): Beschluss der Staatssekretäre der Länder zur Umsetzung der Elbeerklärung zum vorsorgenden Hochwasserschutz am 19. November 2008 in Speyer.

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

# 7 Anhang

Bundesanstalt für Gewässerkunde

## 7.1 Anhang 1: Gleichwertige Abflusslängsschnitte für die Elbe

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

**Tabelle A1. 1:** Abflusslängsschnitte der Elbe zw. Děčín u. Torgau (Zahlen auf volle [m³/s] gerundet)

BfG-Bericht 2103

Lfd. Nr.	Station/ Abflusswert	Pegel Schönau	Elbe einschl. Krimtsch	Elbe einschl. Lachsbach	Elbe einschl. Gottleuba	Elbe einschl. Wesenitz	Elbe einschl. Muggitz	Pegel Dresden (Vorgabe)	Elbe einschl. Weißeritz	Elbe einschl. Triebisch	Elbe einschl. Kätzer-Bach	Elbe einschl. Jahna	Pegel Riesa	Elbe einschl. Döllnitz	Elbe einschl. Dahle	Pegel Torgau (Vorgabe)
1	NM7Qmin (1991/2015)	81	81	81	81	82	82	82	84	85	87	88	88	89	91	92
2	MMQ (1991/2015)	108	108	108	109	109	109	109	112	115	117	120	120	122	125	126
3	GMQ (1991/2010)	117	117	117	118	118	118	118	120	122	124	126	126	127	129	130
4	NM7Qmittel (1991/2015)	118	118	118	119	119	119	119	122	125	127	129	130	131	134	135
5		162	162	163	163	163	163	163	168	173	176	180	180	183	187	189
6		177	177	178	178	178	178	179	183	187	190	194	194	197	200	203
7	MeQ (1991/2015)	237	237	238	238	238	239	239	242	245	247	249	250	251	254	255
8	MQ (1991/2015)	317	317	320	322	324	326	327	330	334	336	339	339	341	343	345
9		344	347	349	352	354	355	357	368	375	380	386	389	393	401	405
10		473	475	477	480	484	486	491	498	501	504	508	508	511	515	518
11		630	633	636	639	645	651	654	661	667	672	678	681	687	690	696
12		788	792	795	799	806	810	813	818	826	834	839	847	852	859	863
13	Q(BW10) (1991/2015)	947	952	956	961	969	974	983	990	997	1001	1007	1007	1011	1017	1020
14		1288	1293	1290	1279	1276	1244	1242	1210	1215	1210	1208	1203	1203	1196	1191
15		1522	1524	1512	1508	1472	1469	1466	1440	1438	1432	1430	1424	1424	1418	1410
16	HQ2 (1890/2013)	1715	1717	1701	1697	1650	1647	1643	1610	1608	1599	1589	1589	1589	1581	1570
17		2059	2063	2047	2042	1984	1990	1986	1952	1949	1941	1938	1931	1930	1923	1913
18	HQS (1890/2013)	2301	2310	2305	2287	2282	2277	2278	2180	2178	2169	2166	2159	2159	2151	2140
19		2434	2439	2434	2416	2411	2356	2347	2309	2306	2297	2294	2288	2285	2276	2265
20	HQ10 (1890/2013)	2764	2770	2764	2733	2682	2650	2600	2588	2589	2586	2579	2579	2578	2571	2560
21		2925	2934	2928	2906	2900	2835	2824	2778	2775	2764	2761	2751	2750	2740	2727
22	HQ20 (1890/2013)	3241	3244	3224	3218	3218	3149	3144	3100	3098	3089	3086	3079	3079	3078	3071
23		3539	3542	3535	3511	3504	3429	3417	3364	3360	3348	3344	3333	3331	3320	3304
24		3729	3733	3728	3706	3692	3614	3607	3546	3542	3529	3525	3513	3512	3500	3483
25	HQ50 (1890/2013)	3896	3900	3896	3882	3878	3836	3829	3800	3796	3784	3780	3769	3768	3756	3740
26		4153	4162	4160	4152	4128	4124	4122	4106	4101	4087	4082	4069	4068	4054	4035
27	HQ100 (1890/2013)	4410	4420	4418	4409	4407	4382	4380	4360	4358	4338	4333	4318	4317	4301	4280
28		4654	4663	4654	4651	4625	4623	4620	4602	4597	4581	4576	4561	4560	4545	4525
29	HQ200 (1890/2013)	5007	5018	5016	5006	5003	4975	4970	4950	4943	4920	4913	4893	4891	4869	4840
30	<b>O-BHQ</b>	4410	4418	4411	4409	4388	4386	4370	4385	4346	4340	4323	4322	4321	4304	4280

**Erläuterungen:**

- **rote Farbe:** Abflusszunahme entsprechend der Flächenanteile des Einzugsgebiets
- **blaue Farbe:** Abflussabnahme entsprechend der Streckenlängen zwischen den Pegeln
- **grüne Farbe:** Abflussentwicklung oberstrom von Schöna entsprechend der Einzugsgebietsanteile mit Bezug zum Pegel Dresden; in Bezug gesetzt zum jeweils nächstgelegenen Abflusslängsschnitt. Hiermit konnten auch Werte für den Pegel Děčín abgeschätzt werden.
- Die Vorgehensweise ist damit weitestgehend identisch mit der Vorgehensweise in BfG (2009).
- Für lfd. Nr. 15 in Děčín wird der aus einer Potenzialfunktion abgeleitete (interpolierte; vgl. Kap. 3.1) Zwischenwert 1.522 m³/s verwendet. Er erscheint plausibler als der offizielle Wert 1.300 m³/s und liegt fast identisch mit MHQ (1991/2015).
- Werte für Hrensko: Bei Hauptwerten sind die Werte entsprechend der Einzugsgebietsfläche extra-/intrapoliert, bei Extremwerten entsprechend offizieller Angaben des CHMU (Tschechisches Hydrometeorologisches Institut) mit Abflusszunahme zwischen Děčín und Hrensko)

**Tabelle A1. 2:** Abflusslängsschnitte der Elbe zw. Torgau u. Barby (Zahlen auf volle [m³/s] gerundet)

Lfd. Nr.	Station/ Abflusswert	Pegel Torgau (Vorgabe)	vor Mündung Weinske	Mündung Weinske	Pegel Pretzsch- Mauken (Orientierung)	vor Mündung schw. Elster	Mündung Schw. Elster (Pegel Elster)	Pegel Witten- berg (Vorgabe)	Pegel Vocke- rode (Orientierung)	Pegel Rosslau (Orientierung)	vor Mündung Mulde	Mündung Mulde (Pegel Dessau)	Pegel Aken (Vorgabe)	vor Mündung Saale	Mündung Saale	Pegel Barby (Vorgabe)
1	NM7Qmin (1991/2015)	92	92	92	92	92	93	93	93	93	93	113	113	113	153	153
2	MNQ (1991/2015)	126	126	126	126	126	137	137	137	137	137	168	168	168	218	218
3	GIQ (1991/2010)	130	130	130	130	130	140	140	140	140	140	166	166	166	217	217
4	NM7Qmittel (1991/2015)	135	135	135	135	135	147	147	147	147	147	176	176	176	225	225
5		189	189	189	189	189	206	206	206	206	206	252	252	252	327	327
6		203	203	203	203	203	221	221	221	221	221	264	264	264	338	338
7	MeQ (1991/2015)	255	255	255	255	255	280	280	280	280	280	329	329	329	405	405
8	MQ (1991/2015)	345	345	345	345	345	369	369	369	369	369	432	432	432	540	540
9		405	405	405	405	405	441	441	441	441	441	528	528	528	675	675
10		518	518	518	518	518	554	554	554	554	554	648	648	648	810	810
11		690	690	690	690	690	737	737	737	737	737	863	863	863	1080	1080
12		863	863	863	863	863	923	923	923	923	923	1080	1080	1080	1350	1350
13	Q(BW10) (1991/2015)	1020	1020	1020	1020	1020	1100	1100	1100	1100	1100	1220	1220	1220	1540	1540
14		1191	1191	1191	1191	1191	1262	1262	1262	1262	1262	1440	1440	1440	1836	1836
15		1410	1410	1410	1410	1410	1470	1470	1470	1470	1470	1672	1672	1672	2101	2101
16	HQ2 (1890/2013)	1570	1568	1568	1565	1565	1599	1599	1568	1557	1557	1829	1800	1769	2256	2240
17		1913	1910	1910	1907	1897	1945	1935	1909	1897	1897	2223	2190	2153	2697	2679
18	HQ5 (1890/2013)	2140	2138	2138	2134	2123	2181	2170	2142	2129	2129	2487	2450	2411	2990	2970
19		2265	2262	2262	2259	2248	2283	2273	2246	2233	2233	2581	2546	2508	3065	3065
20	HQ10 (1890/2013)	2560	2557	2557	2554	2541	2582	2570	2540	2526	2526	2829	2800	2848	3471	3450
21		2727	2724	2724	2720	2708	2747	2747	2710	2706	2706	3045	3008	2969	3574	3554
22	HQ20 (1890/2013)	3060	3057	3057	3053	3038	3043	3020	2977	2956	2956	3411	3370	3328	3982	3960
23		3304	3301	3301	3295	3278	3289	3260	3209	3184	3184	3573	3533	3492	4142	4142
24		3483	3480	3480	3475	3457	3464	3459	3459	3459	3459	3789	3747	3707	4340	4320
25	HQ50 (1890/2013)	3740	3737	3737	3730	3709	3718	3680	3618	3587	3587	4066	4020	3978	4610	4590
26		4035	4029	4029	4020	3988	4010	3955	3808	3808	3808	4350	4275	4201	4888	4858
27	HQ100 (1890/2013)	4280	4272	4272	4261	4220	4248	4180	4053	3989	3989	4579	4480	4381	5089	5050
28		4525	4517	4517	4506	4467	4480	4415	4293	4232	4232	4634	4538	4442	5322	5322
29	HQ200 (1890/2013)	4840	4836	4836	4829	4805	4805	4700	4625	4588	4588	4991	4930	4870	5499	5480
30	O-BHQ	4280	4272	4272	4261	4220	4248	4180	4053	3989	3989	4579	4480	4381	4953	4920

**Erläuterungen:**

- **orange Farbe:** für die Stationen zwischen Torgau und der Schwarzen Elster-Mündung wurden für Abflüsse < 1.500 m³/s die Werte des Pegels Torgau übernommen (entspricht Verfahren aus BfG 2009).
- **lila Farbe:** für die Stationen zwischen der Mündung der Schwarzen Elster und der Mündung der Mulde wurden für Abflüsse < 1.500 m³/s die Werte des Pegel Wittenberg übernommen (entspricht Verfahren aus BfG 2009).
- **hellblaue Farbe:** für die Stationen zwischen der Mündung der Saale und der Mündung der Mulde wurden für Abflüsse < 1.900 m³/s die Werte des Pegels Aken übernommen (entspricht Verfahren aus BfG 2009).
- Für die Pegel Wittenberg und Aken erfolgte keine Festlegung von Abflusswerten für die HQ-Statistik. Im Land Sachsen-Anhalt wurden die HQ<sub>T</sub>-Werte vom LHW auf Grundlage von BfG (2018) angepasst und für die zukünftige Verwendung festgelegt. Diese Werte sollten möglichst auch im Abflusslängsschnitt der Elbe Berücksichtigung finden. Um diese Anforderung einhalten zu können, wurde das in Kapitel 3.1 beschriebene Vorgehen gewählt.

**Tabelle A1. 3: Abflusslängsschnitte der Elbe zw. Barby u. Zollenspieker (Zahlen auf volle [m³/s] gerundet)**

Lfd. Nr.	Station/ Abflusswert	Pegel Barby (Vorgabe)	Vor Stadtstrecke Magdeburg (EUK)	Pegel Magdeburg (Vorgabe)	Pegel Niedgrupp (Orientierung)	Pegel Rogätz (Orientierung)	Pegel Tangermünde (Vorgabe)	Vor Mündung Havel	Zufluss Havel	Pegel Wittenberge (Vorgabe)	Pegel Schmalckenburg	Pegel Lenzen	Pegel Dömitz	Pegel Hitzacker	Pegel Neu Darchau (Vorgabe)	Pegel Boizenburg	Pegel Zollenspieker (Vorgabe)
1	NM7Qmin (1991/2015)	153	152	152	152	155	155	156	173	175	175	175	174	174	174	174	174
2	INQ (1991/2015)	218	222	222	222	225	225	226	259	258	259	259	261	262	262	262	262
3	GIQ (1991/2010)	217	219	219	219	219	219	220	249	251	252	252	254	255	255	255	255
4	NM7Qmittel (1991/2015)	225	229	229	229	232	232	233	265	267	268	268	270	271	271	271	271
5		327	333	333	333	338	338	338	384	387	388	388	392	393	393	393	393
6		338	344	344	344	348	348	350	397	401	402	402	405	406	407	407	407
7	MeQ (1991/2015)	405	410	410	410	430	430	432	522	527	532	532	544	550	550	550	550
8	MQ (1991/2015)	540	545	545	545	559	559	562	671	677	681	681	690	694	694	694	694
9		675	687	687	687	696	696	700	794	801	804	804	810	813	813	813	813
10		810	818	818	818	839	839	843	1006	1016	1021	1021	1036	1041	1041	1041	1041
11		1080	1090	1090	1090	1120	1120	1126	1338	1350	1359	1359	1380	1390	1390	1390	1390
12		1350	1363	1363	1363	1398	1398	1405	1677	1693	1702	1702	1725	1735	1735	1735	1735
13	Q(BW10) (1991/2015)	1540	1550	1550	1550	1600	1600	1609	1794	1810	1824	1824	1856	1870	1870	1870	1855
14		1836	1838	1838	1838	1847	1847	1858	1806	1837	1837	1837	1868	1883	1883	1888	1868
15		2101	2093	2093	2093	2103	2103	1957	2085	2068	2049	2049	2033	2014	2001	1985	1985
16	HQ2 (1890/2013)	2240	2224	2210	2210	2220	2220	2120	2242	2190	2175	2173	2163	2150	2140	2118	2118
17		2679	2654	2646	2646	2657	2657	2551	2671	2599	2570	2565	2547	2520	2501	2476	2476
18	HQ5 (1890/2013)	2970	2940	2940	2940	2950	2950	2825	2943	2860	2822	2815	2791	2756	2730	2704	2704
19		3065	3029	3013	3013	3063	3063	2912	3030	2949	2924	2919	2904	2881	2864	2834	2834
20	HQ10 (1890/2013)	3450	3403	3400	3400	3420	3420	3245	3369	3300	3250	3241	3209	3163	3130	3102	3102
21		3554	3507	3476	3476	3486	3486	3345	3459	3388	3346	3338	3310	3269	3240	3211	3211
22	HQ20 (1890/2013)	3960	3909	3890	3890	3900	3900	3737	3824	3760	3704	3693	3656	3600	3560	3527	3527
23		4142	4090	4030	4030	4038	4038	3895	3912	3861	3817	3766	3728	3691	3691	3691	3691
24		4320	4263	4197	4197	4205	4205	4060	4114	4070	4016	4005	3969	3915	3875	3836	3836
25	HQ50 (1890/2013)	4590	4533	4460	4460	4470	4470	4301	4349	4310	4252	4241	4201	4143	4100	4058	4058
26		4858	4787	4707	4707	4707	4707	4521	4481	4448	4425	4425	4362	4315	4251	4251	4251
27	HQ100 (1890/2013)	5050	4962	4850	4850	4860	4860	4688	4752	4700	4640	4627	4586	4525	4480	4401	4401
28		5322	5231	5133	5133	5139	5139	4950	5002	4950	4879	4864	4815	4744	4691	4632	4632
29	HQ200 (1890/2013)	5480	5387	5230	5230	5230	5230	5060	5114	5060	5005	4993	4955	4901	4860	4805	4805
30	O-BHQ	4920	4870	4870	4870	4770	4770	4520	4594	4545	4519	4514	4496	4469	4450	4367	4367

**Erklärung:**

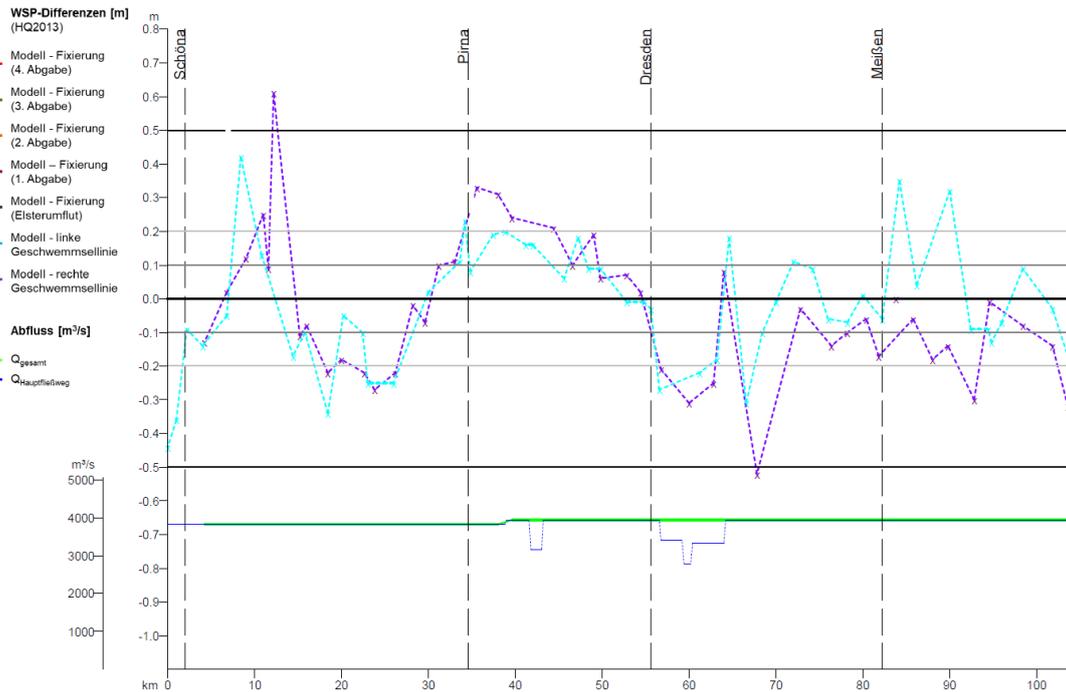
- grüne Farbe:** für die Station Elbe-km 300,6 wurden für Abflüsse < HQ<sub>2</sub> die Werte des Pegels Magdeburg übernommen. Für größere Abflüsse wurden die Abflussentwicklungsfaktoren aus BfG (2009) angesetzt. Achtung: Für HQ<sub>2</sub> würde mittels Abflussentwicklungsfaktoren an km 300,6 ein Abfluss < dem des Abflusses am Pegel Magdeburg generiert werden, weshalb hier ebenfalls der Wert für Magdeburg angesetzt.
- rote Farbe:** Station "vor Havelmündung" berechnet über die flächenmäßige Einzugsgebietentwicklung im Vgl. zu Pegel Tangermünde.
- hellblaue Farbe:** Station "Havelmündung" berechnet über die flächenmäßige Einzugsgebietentwicklung im Vgl. zu Pegel Wittenberge.
- lila Farbe:** Stationen "vor Havelmündung" und "Havelmündung" über FLYS abgeleitet aus den entsprechenden Abflusslängsschnitten in BfG (2009) (FLYS). Ergibt vergleichbare Ergebnisse wie mit den Abflussentwicklungsfaktoren, im hohen Abflussbereich sind die Sprünge zwischen Havelmündung und Pegel Wittenberge nicht ganz so groß (plausibler).
- dunkelblaue Farbe:** für den kleinsten Abfluss wird zwischen Wittenberge und Neu Darchau der Längsschnitt über die Streckenanteile ermittelt (siehe "Döcín - Torgau")
- orange Farbe:** Abflussentwicklung über flächenmäßige EZG-Entwicklung
- Für Nr. 14 wurde der urspr. über eine Potenzialfunktion abgeleitete Wert für Neu Darchau angepasst, da der abgeschätzte Wert (Q=1.769 m³/s) nicht in den Abflusslängsschnitt passte.
- Zwischen Wittenberge und Neu Darchau Festlegung von Werten über Abflussentwicklungsfaktoren bei Abflüssen > 2.000 m³/s. Pegel Boizenburg < 1.400 m³/s identisch wie Pegel Neu Darchau (entspricht BfG 2009).
- graue Farbe: Pegel Boizenburg > 1.400 m³/s berechnet über Abflussentwicklung in FLYS. Identische Werte für den Pegel Zollenspieker verwendet.

Bundesanstalt für Gewässerkunde

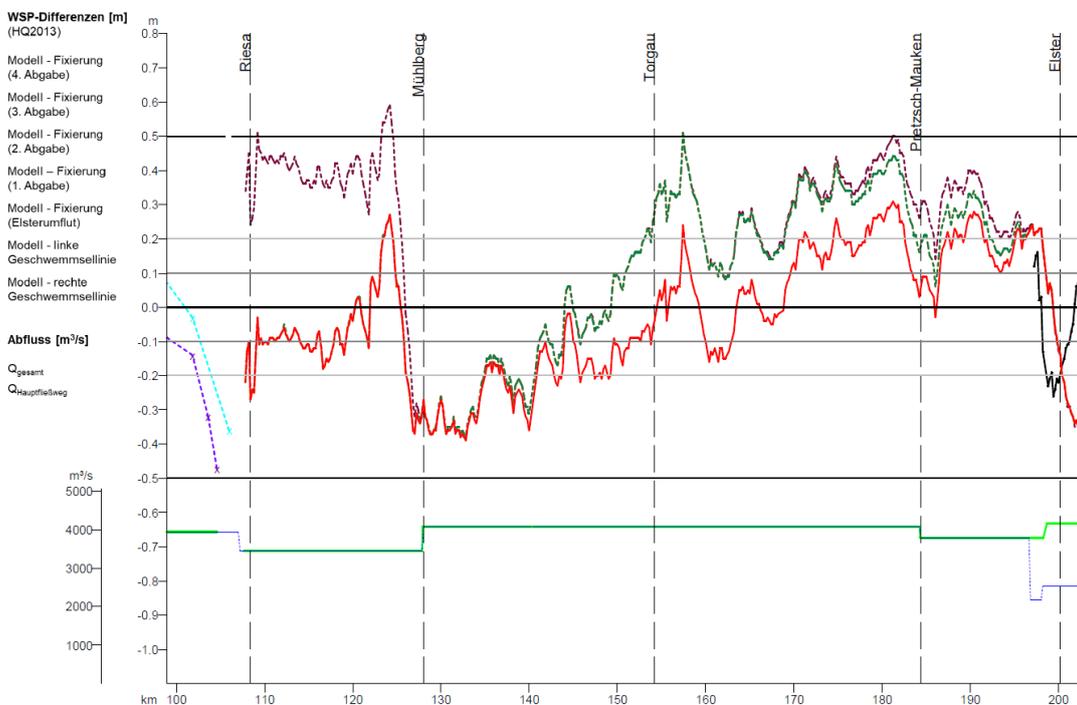
Bemessungswasser-spiegellagen der frei fließenden Elbe in Deutschland

BfG-Bericht 2103

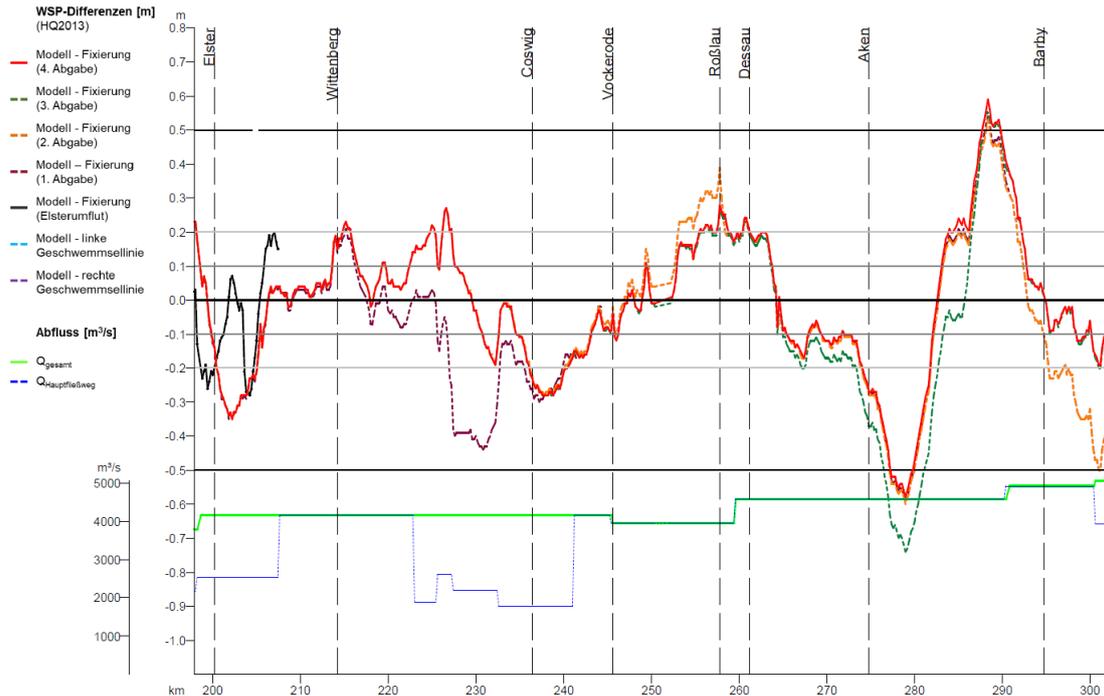
## 7.2 Anhang 2: Vertiefte stationäre Modellvalidierung des 1D-SOBEK-Modells für das Hochwasser vom Juni 2013



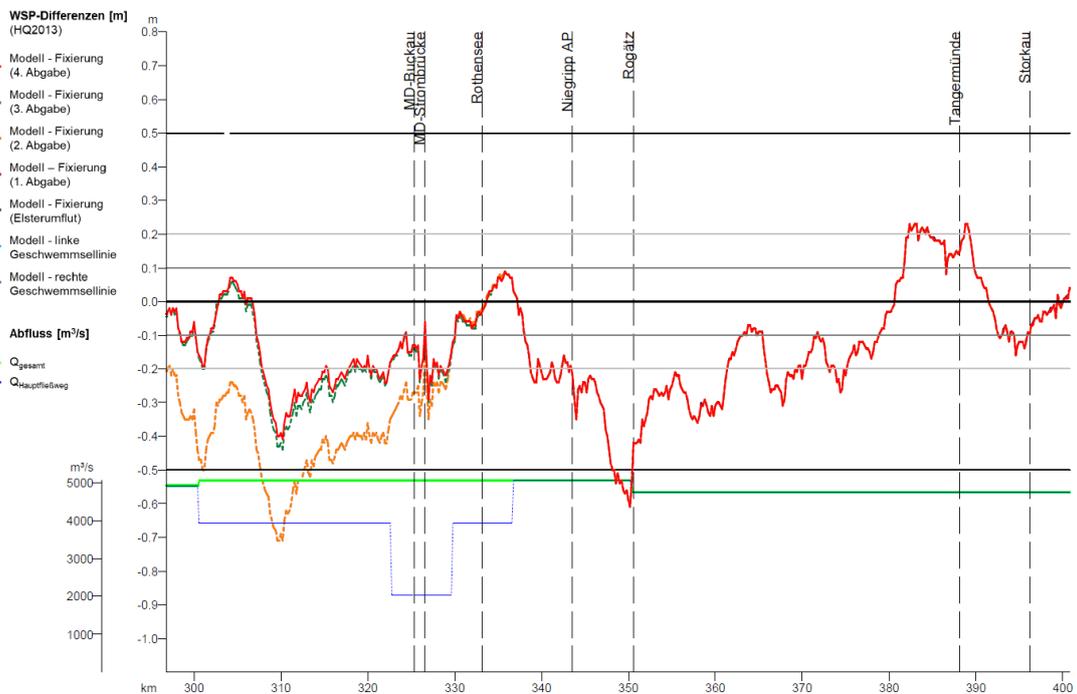
**Abbildung A.2 1:** Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 0 - 100. Zwischen den vier Schritten der Validierung (1.-4. Abgabe) wurden auf dieser Elbestrecke keine Veränderungen vorgenommen.



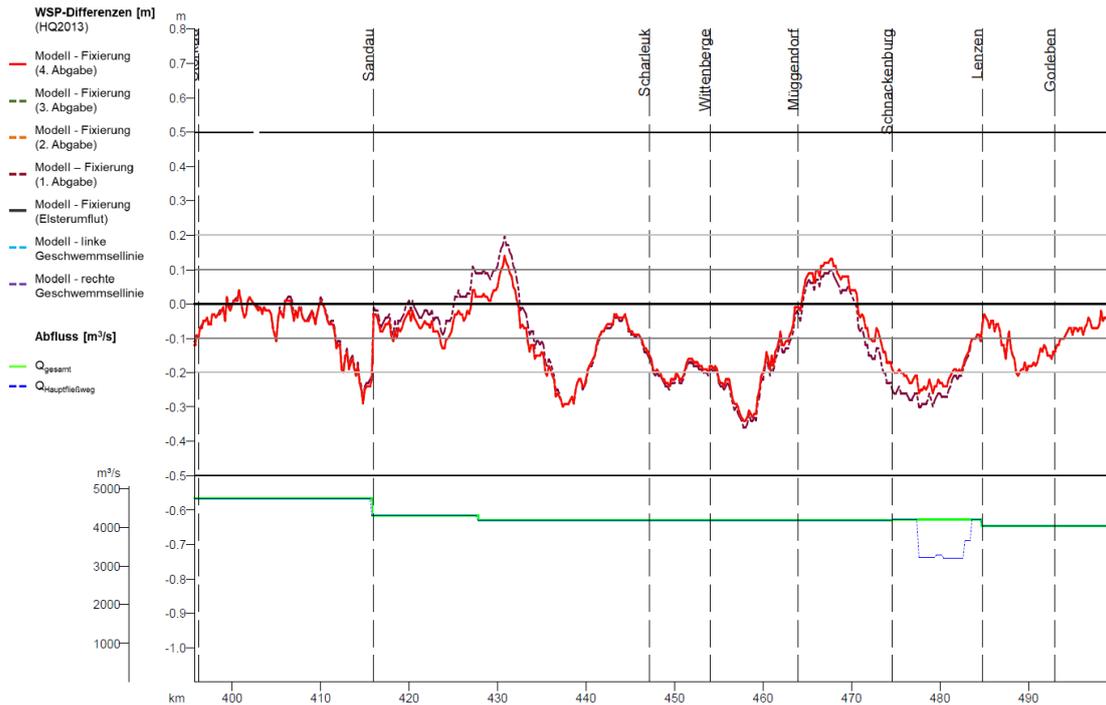
**Abbildung A.2 2:** Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 100 - 200. Folgende Plausibilisierungen bzw. Verbesserungen wurden vorgenommen: (a) Abflusskorrektur zw. Riesa u. Mühlberg aufgrund von Deichbrüchen durchgeführt; (b) Rauheitsanpassung bei hohen Abflüssen zw. Torgau u. Pretzsch-Mauken durchgeführt; (c) schmale durchströmte Profile bei Pretzsch-Mauken entdeckt.



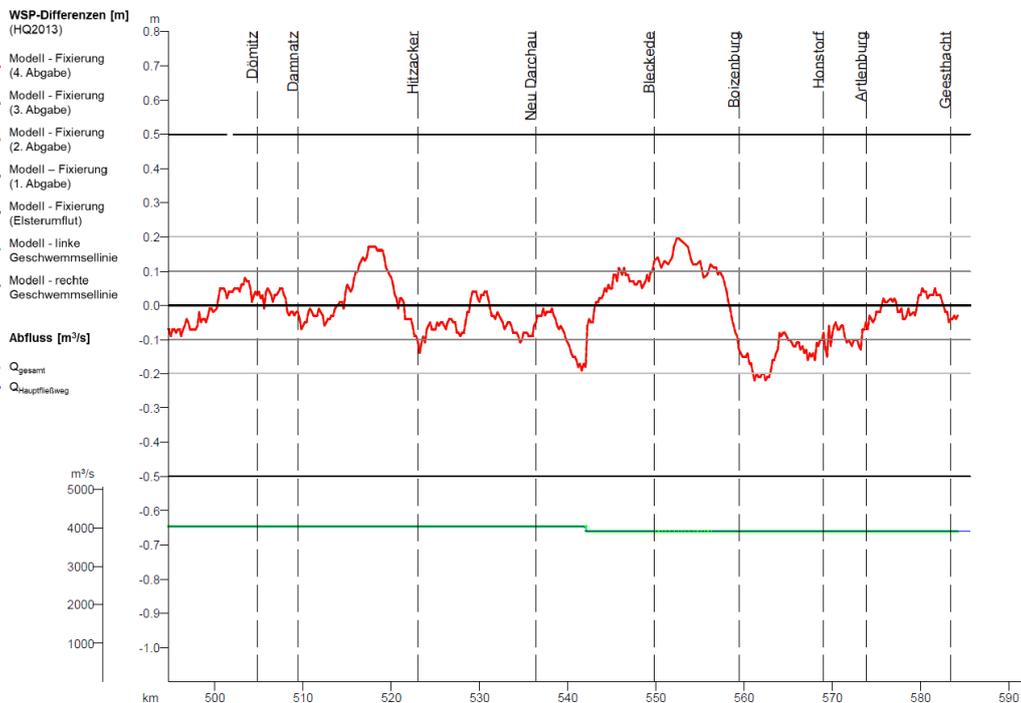
**Abbildung A.2 3:** Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 200 - 300. Folgende Plausibilisierungen bzw. Verbesserungen wurden vorgenommen: (a) Einfluss der Abflussaufteilungen zwischen ca. Elbe-km 195-240 überprüft; (b) im Bereich oberhalb der Mulde- und Saalemündung Einfluss der Rauheitsbelegung geprüft (geringer Effekt), jedoch geringe Breite des im Modell als „durchströmt“ definieren Bereichs entdeckt (Plausibilität); (c) Deichrückverlegung Lödderitzer Forst im Akener Bereich



**Abbildung A.2 4:** Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 300 - 400. Folgende Plausibilisierungen bzw. Verbesserungen wurden vorgenommen: (a) Rauheitsbelegung des Umflutkanals / der Alten Elbe überprüft (Verbesserung); (b) Einfluss des Abflusssprungs bei Elbe-km 415 aufgrund Abflusszuordnung in Fixierung geprüft (Verbesserung; Teilabschnittmodellierung nicht dargestellt).



**Abbildung A.2 5:** Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 400 - 500. Folgende Plausibilisierungen bzw. Verbesserungen wurden vorgenommen: (a) Deichrückverlegung bei Sandau (b) Abflusszuordnung an der Havelmündung (ca. Elbe-km 430-440) geprüft; (c) Korrektur der Abflusszuordnung für Bereich Schnackenburg (Abflussmessung anstatt Wert über Abflusstafel).



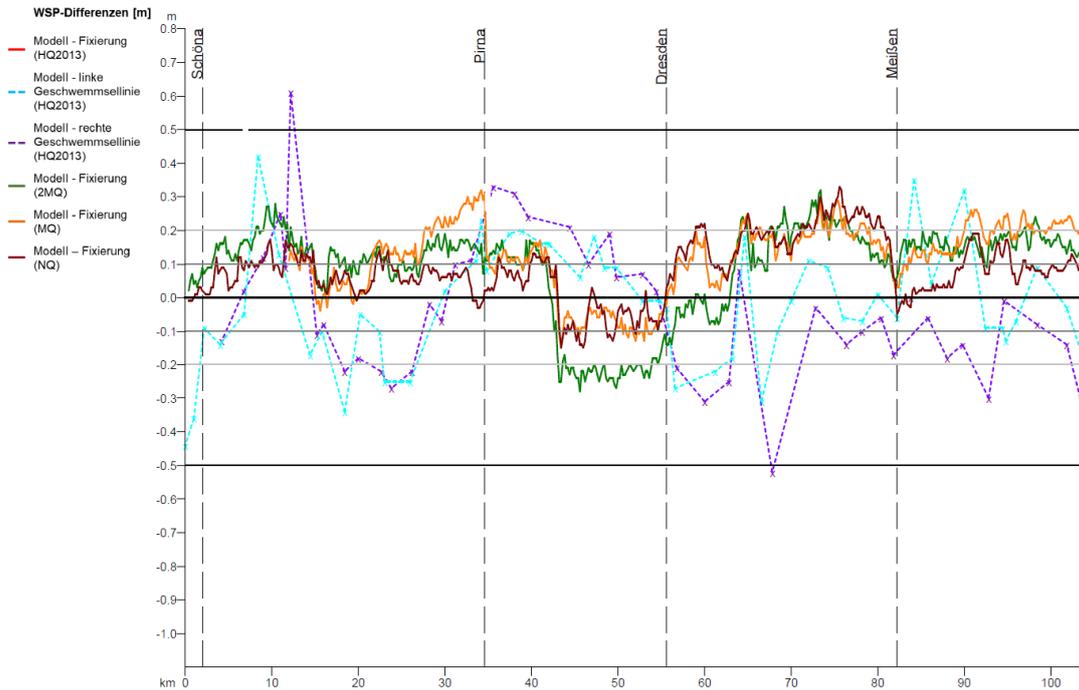
**Abbildung A.2 6:** Ergebnis der vertieften stationären Validierung des SOBEK-Modells anhand des Hochwassers vom Juni 2013 für die Elbestrecke von ca. Elbe-km 500 - 590. Zwischen den vier Schritten der Validierung (1.-4. Abgabe) wurden auf dieser Elbestrecke keine Veränderungen vorgenommen.

### 7.3 Anhang 3: Validierungsergebnisse für das 1D-SOBEK-Modell der Elbe für Niedrig-, Mittel- und Hochwasserereignisse

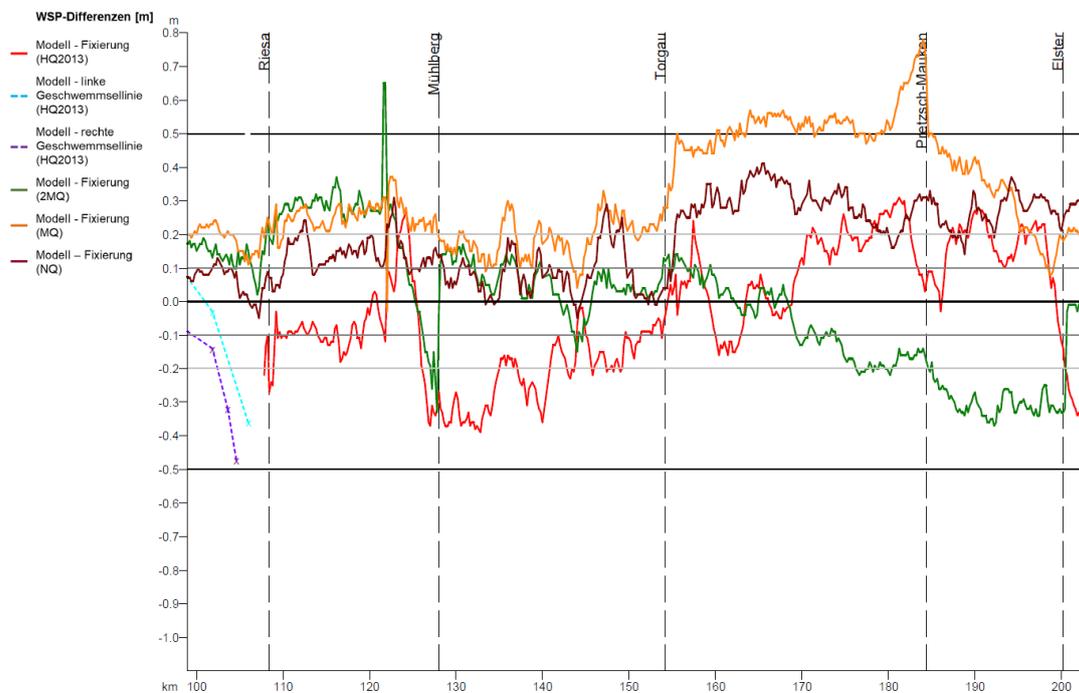
Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103



**Abbildung A.3 1:** Validierungsergebnisse (Wasserspiegeldifferenzen) für die Ereignisse vom August 2018 (NQ), vom März 2018 (MQ), vom Juni 2013 (nach Hochwasser; 2\*MQ) und vom Juni 2013 (Hochwasser; HQ); ca. Elbe-km 0 - 100

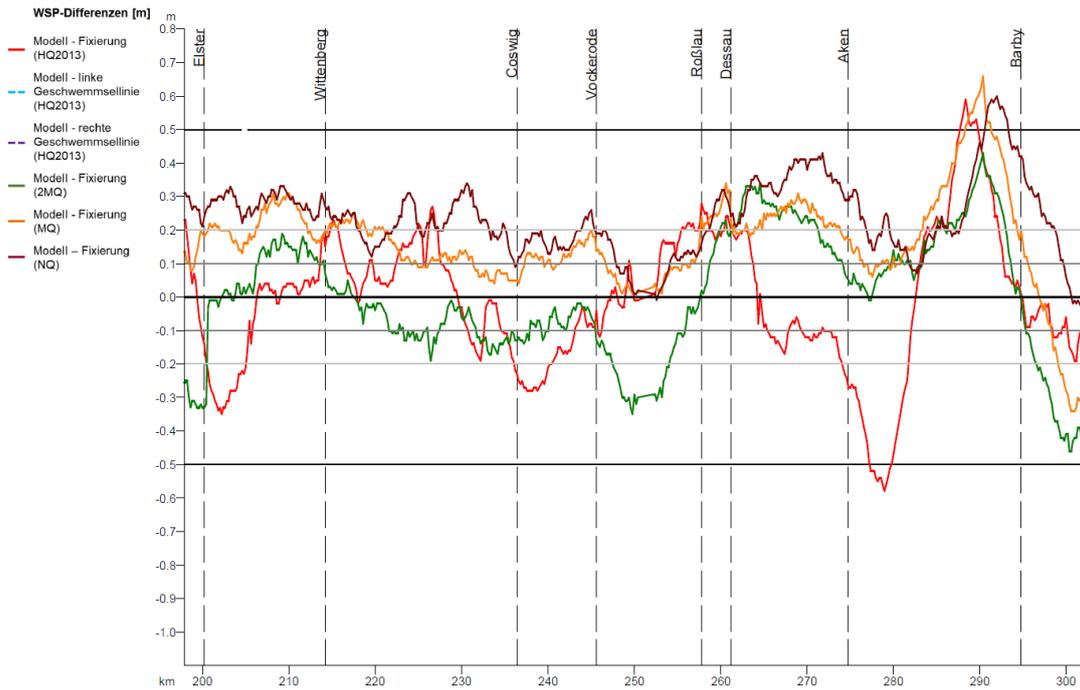


**Abbildung A.3 2:** Validierungsergebnisse (Wasserspiegeldifferenzen) für die Ereignisse vom August 2018 (NQ), vom März 2018 (MQ), vom Juni 2013 (nach Hochwasser; 2\*MQ) und vom Juni 2013 (Hochwasser; HQ); ca. Elbe-km 100 - 200

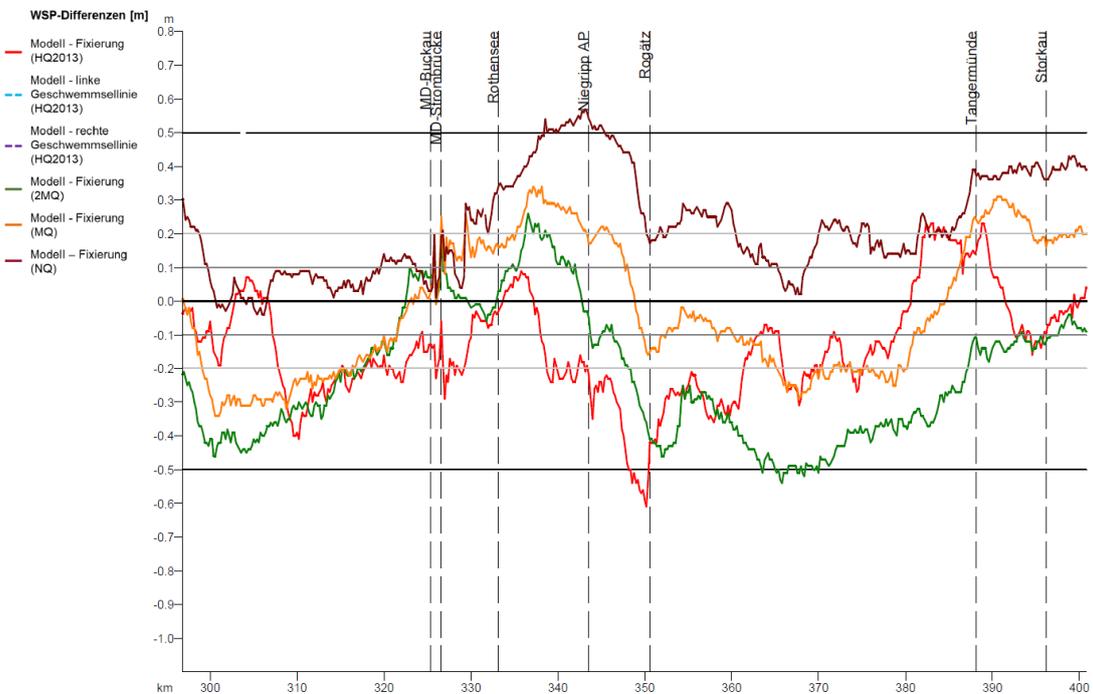
Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

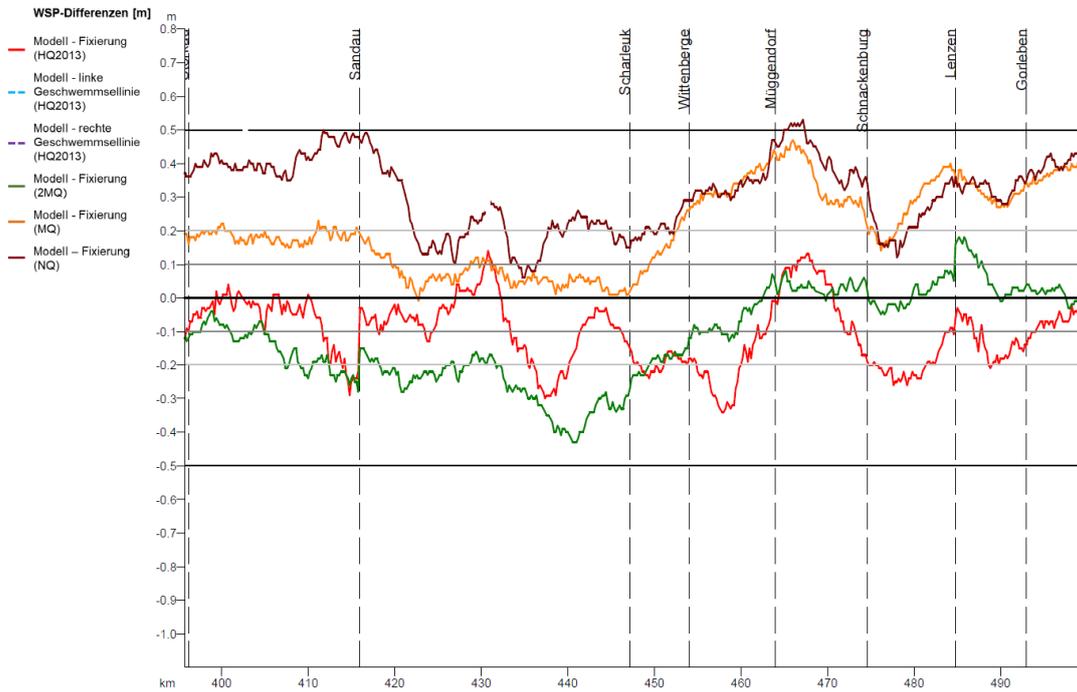
BfG-Bericht 2103



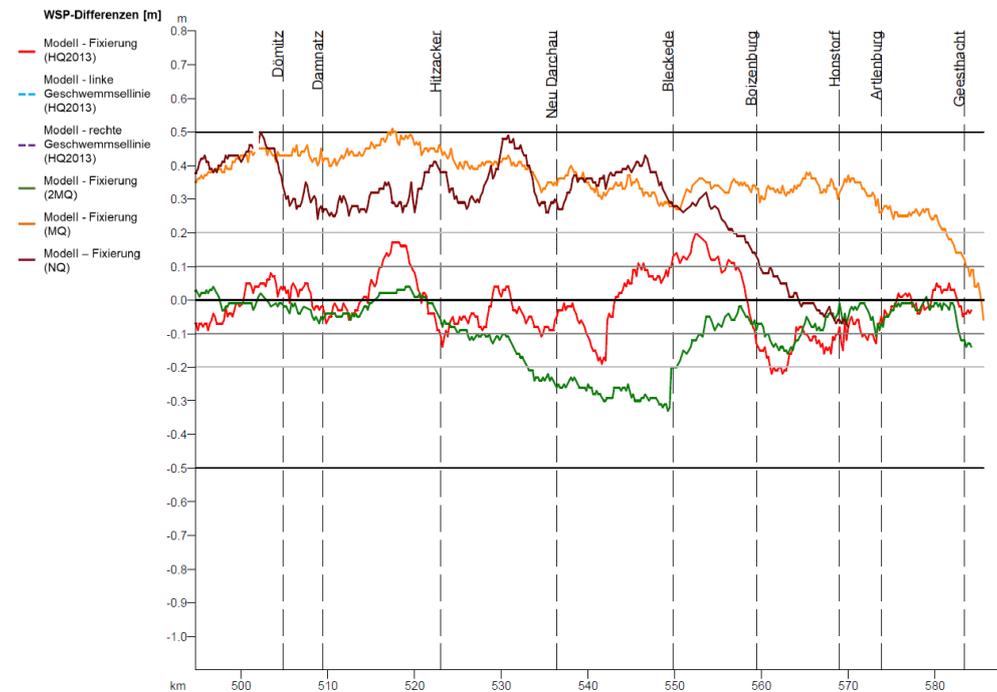
**Abbildung A.3 3:** Validierungsergebnisse (Wasserspiegeldifferenzen) für die Ereignisse vom August 2018 (NQ), vom März 2018 (MQ), vom Juni 2013 (nach Hochwasser; 2\*MQ) und vom Juni 2013 (Hochwasser; HQ); ca. Elbe-km 200 - 300



**Abbildung A.3 4:** Validierungsergebnisse (Wasserspiegeldifferenzen) für die Ereignisse vom August 2018 (NQ), vom März 2018 (MQ), vom Juni 2013 (nach Hochwasser; 2\*MQ) und vom Juni 2013 (Hochwasser; HQ); ca. Elbe-km 300 - 400



**Abbildung A.3 5:** Validierungsergebnisse (Wasserspiegeldifferenzen) für die Ereignisse vom August 2018 (NQ), vom März 2018 (MQ), vom Juni 2013 (nach Hochwasser; 2\*MQ) und vom Juni 2013 (Hochwasser; HQ); ca. Elbe-km 400 - 500



**Abbildung A.3 6:** Validierungsergebnisse (Wasserspiegeldifferenzen) für die Ereignisse vom August 2018 (NQ), vom März 2018 (MQ), vom Juni 2013 (nach Hochwasser; 2\*MQ) und vom Juni 2013 (Hochwasser; HQ); ca. Elbe-km 500 - 590

## 7.4 Anhang 4: Länderübergreifend abgestimmte Wasserspiegellagen für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ

**Tabelle A.4 1:** Länderübergreifend abgestimmte Wasserspiegellagen für die freifließende Elbe zwischen der tschechisch-deutschen Grenze und dem Wehr Geesthacht für HQ<sub>20</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>200</sub> und BHQ (Angaben in Strommitte)

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Elbe-km</b>	<b>W in m+NHN (DHHN2016)</b>			
0,000	126,59	128,54	129,35	128,54
1,000	126,35	128,25	129,03	128,25
2,000	126,08	127,94	128,70	127,94
<b>2,050</b>	<b>Pegel Schöna</b>			
<b>2,050</b>	<b>126,08</b>	<b>127,94</b>	<b>128,70</b>	<b>127,94</b>
3,000	125,85	127,73	128,50	127,73
4,000	125,59	127,48	128,24	127,48
5,000	125,34	127,20	127,95	127,20
6,000	125,01	126,85	127,58	126,85
7,000	124,71	126,55	127,28	126,55
8,000	124,53	126,38	127,10	126,38
9,000	124,30	126,16	126,89	126,16
10,000	124,02	125,90	126,62	125,90
11,000	123,74	125,58	126,28	125,58
12,000	123,48	125,33	126,03	125,33
13,000	123,10	125,05	125,81	125,05
14,000	122,92	124,84	125,58	124,84
15,000	122,39	124,21	124,91	124,21
16,000	122,17	124,00	124,69	124,00
17,000	121,88	123,71	124,39	123,71
18,000	121,61	123,48	124,17	123,48
19,000	121,22	123,09	123,78	123,09
20,000	120,90	122,69	123,35	122,69
21,000	120,50	122,34	123,01	122,34
22,000	120,22	122,06	122,74	122,06
23,000	119,97	121,79	122,44	121,79
24,000	119,66	121,48	122,13	121,48
25,000	119,40	121,17	121,78	121,17
26,000	119,12	120,85	121,45	120,85
27,000	118,83	120,55	121,15	120,55
28,000	118,53	120,21	120,79	120,21
29,000	118,19	119,81	120,38	119,81
30,000	117,94	119,52	120,07	119,52

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Elbe-km</b>	<b>W in m+NHN (DHHN2016)</b>			
31,000	117,71	119,22	119,74	119,22
32,000	117,50	118,98	119,48	118,98
33,000	117,31	118,77	119,26	118,77
34,000	117,05	118,49	118,97	118,49
35,000	116,58	117,97	118,43	117,97
36,000	116,25	117,61	118,06	117,61
37,000	115,96	117,39	117,84	117,39
38,000	115,69	117,14	117,59	117,14
39,000	115,35	116,72	117,14	116,72
40,000	115,11	116,52	116,95	116,52
41,000	114,85	116,30	116,73	116,30
42,000	114,58	116,06	116,49	116,06
43,000	114,22	115,69	116,12	115,69
44,000	113,93	115,40	115,84	115,40
45,000	113,61	115,15	115,62	115,15
46,000	113,32	114,87	115,36	114,87
47,000	112,99	114,59	115,11	114,59
48,000	112,67	114,26	114,77	114,26
49,000	112,39	113,93	114,43	113,93
50,000	112,10	113,54	113,99	113,54
51,000	111,84	113,33	113,80	113,33
52,000	111,61	113,07	113,54	113,07
53,000	111,34	112,85	113,32	112,85
54,000	111,08	112,52	112,98	112,52
55,000	110,82	112,22	112,66	112,22
<b>55,630</b>	<b>Pegel Dresden</b>			
<b>55,630</b>	<b>110,75</b>	<b>112,14</b>	<b>112,57</b>	<b>112,14</b>
56,000	110,55	111,87	112,29	111,87
57,000	110,15	111,44	111,85	111,44
58,000	109,95	111,30	111,71	111,30
59,000	109,72	111,10	111,53	111,10
60,000	109,55	110,97	111,41	110,97
61,000	109,24	110,63	111,08	110,63
62,000	109,04	110,44	110,90	110,44
63,000	108,78	110,18	110,65	110,18
64,000	108,53	109,94	110,40	109,94
65,000	108,29	109,70	110,17	109,70
66,000	108,04	109,47	109,95	109,47
67,000	107,78	109,26	109,75	109,26
68,000	107,67	109,19	109,68	109,19
69,000	107,47	109,03	109,53	109,03

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
Elbe-km	W in m+NHN (DHHN2016)			
70,000	107,16	108,69	109,18	108,69
71,000	106,83	108,38	108,89	108,38
72,000	106,53	108,10	108,62	108,10
73,000	106,25	107,83	108,37	107,83
74,000	105,92	107,52	108,07	107,52
75,000	105,77	107,43	108,00	107,43
76,000	105,60	107,31	107,89	107,31
77,000	105,39	107,13	107,73	107,13
78,000	105,13	106,86	107,46	106,86
79,000	104,88	106,62	107,22	106,62
80,000	104,60	106,32	106,92	106,32
81,000	104,35	106,02	106,63	106,02
82,000	103,98	105,59	106,18	105,59
83,000	103,66	105,24	105,82	105,24
84,000	103,20	104,74	105,28	104,74
85,000	102,88	104,36	104,89	104,36
86,000	102,57	104,01	104,54	104,01
87,000	102,33	103,82	104,36	103,82
88,000	101,99	103,46	103,93	103,46
89,000	101,74	103,17	103,63	103,17
90,000	101,49	102,85	103,29	102,85
91,000	101,36	102,76	103,21	102,76
92,000	101,12	102,48	102,92	102,48
93,000	100,77	102,08	102,50	102,08
94,000	100,38	101,50	101,85	101,50
95,000	100,17	101,29	101,64	101,29
96,000	99,91	101,02	101,37	101,02
97,000	99,63	100,65	100,96	100,65
98,000	99,32	100,26	100,55	100,26
99,000	99,06	99,95	100,21	99,95
100,000	98,85	99,66	99,88	99,66
101,000	98,70	99,48	99,68	99,48
102,000	98,54	99,30	99,49	99,30
103,000	98,29	99,00	99,17	99,00
104,000	98,14	98,87	99,03	98,87
105,000	97,90	98,68	98,84	98,68
106,000	97,75	98,50	98,64	98,50
107,000	97,52	98,21	98,38	98,21
108,000	97,03	97,70	97,91	97,70
109,000	96,48	97,15	97,34	97,15
110,000	96,13	96,81	96,99	96,81

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
Elbe-km	W in m+NHN (DHHN2016)			
111,000	95,87	96,52	96,67	96,52
112,000	95,63	96,24	96,38	96,24
113,000	95,40	96,11	96,24	96,11
114,000	95,04	95,87	96,01	95,87
115,000	94,80	95,53	95,66	95,53
116,000	94,55	95,30	95,47	95,30
117,000	94,18	95,09	95,31	95,09
118,000	93,63	94,81	95,09	94,81
119,000	93,43	94,62	94,87	94,62
120,000	93,10	94,24	94,47	94,24
121,000	92,77	93,92	94,13	93,92
122,000	92,15	93,34	93,54	93,34
123,000	91,89	93,11	93,32	93,11
124,000	91,46	92,57	92,79	92,57
125,000	91,25	92,35	92,61	92,35
126,000	91,04	92,19	92,50	92,19
127,000	90,72	91,99	92,36	91,99
128,000	90,39	91,67	92,05	91,67
129,000	90,02	91,24	91,62	91,24
130,000	89,65	90,85	91,24	90,85
131,000	89,47	90,68	91,07	90,68
132,000	89,10	90,27	90,66	90,27
133,000	88,78	89,92	90,30	89,92
134,000	88,56	89,69	90,07	89,69
135,000	88,27	89,49	89,89	89,49
136,000	88,06	89,28	89,68	89,28
137,000	87,77	88,99	89,40	88,99
138,000	87,55	88,77	89,19	88,77
139,000	87,30	88,59	89,02	88,59
140,000	86,87	88,21	88,65	88,21
141,000	86,70	87,96	88,40	87,96
142,000	86,49	87,72	88,15	87,72
143,000	86,25	87,45	87,87	87,45
144,000	85,87	87,06	87,49	87,06
145,000	85,55	86,75	87,13	86,75
146,000	85,32	86,49	86,88	86,49
147,000	85,08	86,29	86,69	86,29
148,000	84,81	86,01	86,40	86,01
149,000	84,57	85,77	86,15	85,77
150,000	84,29	85,50	85,89	85,50
151,000	84,11	85,35	85,75	85,35

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Elbe-km</b>	<b>W in m+NHN (DHHN2016)</b>			
<b>152,000</b>	83,96	85,22	85,62	85,22
<b>153,000</b>	83,83	85,09	85,48	85,09
<b>154,000</b>	83,48	84,69	85,07	84,69
<b>154,150</b>	<b>Pegel Torgau</b>			
<b>154,150</b>	<b>83,43</b>	<b>84,62</b>	<b>85,01</b>	<b>84,62</b>
<b>155,000</b>	83,13	84,22	84,57	84,22
<b>156,000</b>	82,90	83,95	84,26	83,95
<b>157,000</b>	82,72	83,79	84,12	83,79
<b>158,000</b>	82,47	83,50	83,81	83,50
<b>159,000</b>	82,23	83,32	83,64	83,32
<b>160,000</b>	81,99	83,08	83,40	83,08
<b>161,000</b>	81,70	82,78	83,10	82,78
<b>162,000</b>	81,38	82,46	82,77	82,46
<b>163,000</b>	81,15	82,21	82,51	82,21
<b>164,000</b>	80,81	81,80	82,08	81,80
<b>165,000</b>	80,61	81,58	81,85	81,58
<b>166,000</b>	80,33	81,33	81,58	81,33
<b>167,000</b>	80,11	81,07	81,31	81,07
<b>168,000</b>	79,93	80,90	81,13	80,90
<b>169,000</b>	79,74	80,67	80,88	80,67
<b>170,000</b>	79,53	80,43	80,63	80,43
<b>171,000</b>	79,28	80,14	80,29	80,14
<b>172,000</b>	79,04	79,89	80,07	79,89
<b>173,000</b>	78,74	79,60	79,79	79,60
<b>174,000</b>	78,51	79,35	79,55	79,35
<b>175,000</b>	78,14	79,02	79,26	79,02
<b>176,000</b>	77,90	78,82	79,09	78,82
<b>177,000</b>	77,68	78,60	78,85	78,60
<b>178,000</b>	77,45	78,28	78,50	78,28
<b>179,000</b>	77,18	78,01	78,20	78,01
<b>180,000</b>	77,02	77,86	78,03	77,86
<b>181,000</b>	76,83	77,69	77,84	77,69
<b>182,000</b>	76,63	77,46	77,63	77,46
<b>183,000</b>	76,40	77,21	77,43	77,21
<b>184,000</b>	76,09	76,87	77,17	76,88
<b>185,000</b>	75,78	76,54	76,83	76,55
<b>186,000</b>	75,49	76,19	76,44	76,20
<b>187,000</b>	75,19	75,82	76,04	75,83
<b>188,000</b>	74,84	75,40	75,57	75,40
<b>189,000</b>	74,60	75,15	75,33	75,16
<b>190,000</b>	74,03	74,62	74,83	74,62

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Elbe-km</b>	<b>W in m+NHN (DHHN2016)</b>			
191,000	73,80	74,39	74,61	74,39
192,000	73,64	74,24	74,46	74,25
193,000	73,51	74,12	74,34	74,13
194,000	73,19	73,76	73,98	73,77
195,000	72,85	73,37	73,58	73,38
196,000	72,51	72,96	73,14	72,97
197,000	72,32	72,75	72,94	72,77
198,000	72,21	72,67	72,87	72,69
199,000	72,09	72,61	72,82	72,62
200,000	71,92	72,50	72,73	72,52
201,000	71,73	72,33	72,56	72,35
202,000	71,47	72,06	72,28	72,07
203,000	71,27	71,84	72,06	71,85
204,000	71,09	71,64	71,86	71,65
205,000	70,75	71,32	71,54	71,33
206,000	70,49	71,06	71,28	71,07
207,000	70,29	70,86	71,08	70,87
208,000	69,94	70,49	70,71	70,49
209,000	69,66	70,19	70,40	70,19
210,000	69,59	70,20	70,43	70,20
211,000	69,53	70,18	70,42	70,18
212,000	69,33	70,00	70,25	70,00
213,000	69,13	69,80	70,03	69,80
214,000	68,71	69,33	69,55	69,33
<b>214,140</b>	<b>Pegel Wittenberg</b>			
<b>214,140</b>	<b>68,64</b>	<b>69,25</b>	<b>69,46</b>	<b>69,25</b>
215,000	68,43	69,01	69,21	69,01
216,000	68,28	68,85	69,05	68,85
217,000	68,10	68,68	68,87	68,68
218,000	67,94	68,51	68,70	68,51
219,000	67,59	68,14	68,32	68,14
220,000	67,39	67,94	68,11	67,94
221,000	67,23	67,78	67,94	67,77
222,000	67,10	67,64	67,79	67,63
223,000	66,93	67,47	67,62	67,47
224,000	66,81	67,35	67,49	67,35
225,000	66,69	67,22	67,35	67,21
226,000	66,45	66,96	67,09	66,96
227,000	65,96	66,47	66,62	66,47
228,000	65,77	66,28	66,44	66,28
229,000	65,59	66,15	66,32	66,16

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
Elbe-km	W in m+NHN (DHHN2016)			
230,000	65,35	65,98	66,16	65,98
231,000	65,22	65,87	66,06	65,88
232,000	65,01	65,68	65,88	65,69
233,000	64,56	65,29	65,51	65,37
234,000	64,40	65,22	65,41	65,25
235,000	64,29	65,18	65,37	65,22
236,000	64,25	65,17	65,36	65,20
237,000	64,15	65,10	65,30	65,14
238,000	64,07	65,03	65,24	65,08
239,000	64,00	64,98	65,19	65,03
240,000	63,91	64,90	65,11	64,95
241,000	63,81	64,81	65,02	64,86
242,000	63,72	64,73	64,94	64,78
243,000	63,60	64,63	64,84	64,68
244,000	63,37	64,40	64,61	64,45
245,000	63,10	64,12	64,31	64,15
246,000	62,76	63,73	63,91	63,76
247,000	62,52	63,45	63,61	63,48
248,000	62,29	63,00	63,31	63,17
249,000	61,98	62,65	62,95	62,81
250,000	61,55	62,15	62,42	62,26
252,000	61,44	62,04	62,31	62,15
253,000	61,05	61,63	61,89	61,70
254,000	60,89	61,49	61,74	61,54
255,000	60,68	61,30	61,56	61,34
256,000	60,54	61,17	61,43	61,19
257,000	60,43	61,07	61,33	61,09
258,000	60,13	60,72	60,96	60,74
259,000	60,03	60,61	60,85	60,63
260,000	59,89	60,49	60,74	60,51
261,000	59,73	60,35	60,60	60,37
262,000	59,62	60,26	60,52	60,28
263,000	59,50	60,16	60,42	60,18
264,000	59,25	59,93	60,21	59,95
265,000	58,78	59,47	59,76	59,49
266,000	58,67	59,38	59,67	59,40
267,000	58,51	59,23	59,53	59,26
268,000	58,33	59,08	59,38	59,10
269,000	58,18	58,93	59,24	58,95
270,000	58,06	58,81	59,12	58,83
271,000	57,88	58,64	58,95	58,66

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Elbe-km</b>	<b>W in m+NHN (DHHN2016)</b>			
272,000	57,64	58,38	58,68	58,40
273,000	57,49	58,22	58,53	58,24
274,000	57,36	58,10	58,41	58,12
274,750	<b>Pegel Aken</b>			
274,750	57,22	57,98	58,29	57,99
275,000	57,16	57,93	58,25	57,95
276,000	57,01	57,81	58,13	57,83
277,000	56,92	57,74	58,08	57,76
278,000	56,79	57,65	57,99	57,67
279,000	56,66	57,52	57,86	57,54
280,000	56,52	57,37	57,72	57,39
281,000	56,35	57,19	57,52	57,20
282,000	56,14	56,98	57,33	57,00
283,000	55,96	56,78	57,12	56,80
284,000	55,71	56,49	56,83	56,51
285,000	55,44	56,18	56,50	56,19
286,000	55,07	55,74	56,03	55,74
287,000	54,74	55,24	55,48	55,24
288,000	54,33	54,67	54,86	54,65
289,000	54,05	54,39	54,56	54,35
290,000	53,77	54,17	54,35	54,11
291,000	53,45	54,01	54,21	53,95
292,000	53,24	53,90	54,10	53,83
293,000	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
294,000	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
294,820	<b>Pegel Barby</b>			
294,820	53,04	53,65	53,87	53,58
295,000	53,02	53,63	53,85	53,56
296,000	52,86	53,47	53,69	53,40
297,000	52,70	53,30	53,53	53,24
298,000	52,51	53,11	53,34	53,04
299,000	52,30	52,91	53,13	52,83
300,000	52,08	52,69	52,93	52,62
301,000	51,88	52,51	52,74	52,43
302,000	51,62	52,22	52,45	52,15
303,000	51,35	51,93	52,16	51,86
304,000	51,06	51,65	51,88	51,58
305,000	50,87	51,46	51,69	51,39
306,000	50,73	51,34	51,58	51,27
307,000	50,57	51,23	51,47	51,15
308,000	50,43	51,14	51,39	51,06

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Elbe-km</b>	<b>W in m+NHN (DHHN2016)</b>			
309,000	50,28	51,02	51,28	50,94
310,000	50,07	50,80	51,06	50,72
311,000	49,68	50,37	50,62	50,29
312,000	49,37	50,04	50,28	49,96
313,000	49,08	49,75	49,99	49,68
314,000	48,94	49,62	49,86	49,54
315,000	48,79	49,47	49,72	49,39
316,000	48,58	49,30	49,55	49,21
317,000	48,43	49,16	49,42	49,08
318,000	48,27	49,02	49,29	48,94
319,000	48,00	48,76	49,02	48,67
320,000	47,81	48,55	48,82	48,47
321,000	47,61	48,38	48,65	48,30
322,000	47,48	48,28	48,55	48,19
323,000	47,39	48,18	48,45	48,10
324,000	47,23	48,02	48,30	47,94
325,000	47,06	47,86	48,13	47,77
326,000	46,84	47,61	47,87	47,53
<b>326,670</b>	<b>Pegel Magdeburg-Strombrücke</b>			
326,670	46,43	47,16	47,40	47,08
327,000	46,55	47,30	47,54	47,21
328,000	46,33	47,05	47,28	46,97
329,000	46,15	46,85	47,08	46,77
330,000	45,80	46,48	46,71	46,40
331,000	45,63	46,31	46,53	46,23
332,000	45,54	46,23	46,47	46,16
333,000	45,42	46,14	46,38	46,06
334,000	45,30	46,05	46,31	45,96
335,000	45,23	45,98	46,26	45,90
336,000	45,17	45,93	46,21	45,85
337,000	45,08	45,86	46,14	45,78
338,000	44,84	45,63	45,91	45,54
339,000	44,58	45,35	45,63	45,26
340,000	44,13	44,90	45,17	44,87
341,000	43,88	44,64	44,92	44,61
342,000	43,58	44,32	44,59	44,28
343,000	43,33	44,06	44,32	44,00
344,000	43,09	43,80	44,06	43,75
345,000	42,87	43,58	43,84	43,53
346,000	42,65	43,36	43,61	43,30
347,000	42,44	43,12	43,37	43,07

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
Elbe-km	W in m+NHN (DHHN2016)			
348,000	42,25	42,92	43,17	42,87
349,000	42,03	42,72	42,96	42,65
350,000	41,84	42,53	42,78	42,47
351,000	41,61	42,28	42,52	42,22
352,000	41,33	41,99	42,23	41,93
353,000	41,16	41,82	42,06	41,76
354,000	41,05	41,74	41,98	41,68
355,000	40,92	41,62	41,87	41,56
356,000	40,74	41,45	41,70	41,38
357,000	40,56	41,25	41,50	41,19
358,000	40,37	41,06	41,31	41,00
359,000	40,19	40,87	41,12	40,81
360,000	40,01	40,68	40,92	40,62
361,000	39,80	40,47	40,71	40,41
362,000	39,62	40,28	40,52	40,22
363,000	39,46	40,13	40,37	40,07
364,000	39,32	40,00	40,24	39,94
365,000	39,27	39,95	40,19	39,89
366,000	39,15	39,85	40,10	39,79
367,000	39,04	39,76	40,01	39,70
368,000	38,81	39,56	39,82	39,49
369,000	38,54	39,28	39,54	39,22
370,000	38,29	39,02	39,27	38,95
371,000	38,04	38,75	39,00	38,69
372,000	37,84	38,55	38,80	38,49
373,000	37,67	38,38	38,63	38,32
374,000	37,51	38,22	38,47	38,16
375,000	37,23	37,93	38,18	37,87
376,000	37,05	37,74	37,99	37,68
377,000	36,86	37,55	37,80	37,49
378,000	36,67	37,36	37,60	37,30
379,000	36,42	37,09	37,32	37,03
380,000	36,12	36,77	37,00	36,71
381,000	35,91	36,53	36,76	36,48
382,000	35,65	36,30	36,53	36,24
383,000	35,51	36,20	36,44	36,13
384,000	35,44	36,15	36,40	36,09
385,000	35,38	36,11	36,36	36,05
386,000	35,33	36,08	36,33	36,02
387,000	35,27	36,03	36,29	35,97
388,000	35,16	35,95	36,21	35,88

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Elbe-km</b>	<b>W in m+NHN (DHHN2016)</b>			
<b>388,260</b>	<b>Pegel Tangermünde</b>			
<b>388,260</b>	<b>35,11</b>	<b>35,91</b>	<b>36,17</b>	<b>35,85</b>
<b>389,000</b>	34,99	35,79	36,05	35,72
<b>390,000</b>	34,83	35,61	35,87	35,55
<b>391,000</b>	34,64	35,43	35,69	35,36
<b>392,000</b>	34,52	35,31	35,58	35,25
<b>393,000</b>	34,44	35,24	35,51	35,18
<b>394,000</b>	34,23	35,02	35,28	34,95
<b>395,000</b>	34,00	34,79	35,05	34,72
<b>396,000</b>	33,78	34,56	34,80	34,49
<b>397,000</b>	33,54	34,32	34,56	34,25
<b>398,000</b>	33,42	34,20	34,45	34,13
<b>399,000</b>	33,26	34,04	34,28	33,97
<b>400,000</b>	33,06	33,84	34,07	33,77
<b>401,000</b>	32,90	33,66	33,90	33,59
<b>402,000</b>	32,73	33,50	33,74	33,43
<b>403,000</b>	32,56	33,33	33,57	33,26
<b>404,000</b>	32,38	33,14	33,38	33,08
<b>405,000</b>	32,20	32,96	33,20	32,89
<b>406,000</b>	31,98	32,73	32,96	32,66
<b>407,000</b>	31,79	32,52	32,75	32,45
<b>408,000</b>	31,61	32,33	32,56	32,26
<b>409,000</b>	31,27	31,96	32,20	31,90
<b>410,000</b>	31,04	31,72	31,95	31,66
<b>411,000</b>	30,91	31,60	31,84	31,54
<b>412,000</b>	30,75	31,46	31,70	31,40
<b>413,000</b>	30,53	31,23	31,46	31,17
<b>414,000</b>	30,31	31,00	31,23	30,94
<b>415,000</b>	30,11	30,79	31,02	30,73
<b>416,000</b>	29,91	30,58	30,81	30,52
<b>417,000</b>	29,75	30,42	30,65	30,36
<b>418,000</b>	29,61	30,28	30,51	30,22
<b>419,000</b>	29,43	30,11	30,34	30,05
<b>420,000</b>	29,29	29,97	30,20	29,91
<b>421,000</b>	29,12	29,80	30,03	29,74
<b>422,000</b>	28,95	29,63	29,85	29,56
<b>423,000</b>	28,75	29,43	29,66	29,37
<b>424,000</b>	28,57	29,25	29,47	29,18
<b>425,000</b>	28,38	29,04	29,25	28,98
<b>426,000</b>	28,20	28,86	29,08	28,80
<b>427,000</b>	27,87	28,56	28,78	28,49

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Elbe-km</b>	<b>W in m+NHN (DHHN2016)</b>			
428,000	27,72	28,40	28,62	28,33
429,000	27,56	28,25	28,46	28,17
430,000	27,39	28,07	28,29	28,00
431,000	27,09	27,75	27,95	27,67
432,000	26,94	27,60	27,82	27,52
433,000	26,70	27,37	27,58	27,29
434,000	26,51	27,18	27,40	27,10
435,000	26,25	26,91	27,12	26,82
436,000	26,07	26,72	26,93	26,63
437,000	25,90	26,55	26,77	26,45
438,000	25,69	26,36	26,57	26,25
439,000	25,43	26,10	26,32	26,00
440,000	25,25	25,92	26,14	25,81
441,000	25,07	25,75	25,97	25,65
442,000	24,95	25,66	25,88	25,55
443,000	24,82	25,55	25,78	25,44
444,000	24,76	25,50	25,73	25,38
445,000	24,71	25,46	25,69	25,34
446,000	24,65	25,42	25,65	25,30
447,000	24,60	25,38	25,61	25,26
448,000	24,55	25,34	25,57	25,22
449,000	24,48	25,28	25,52	25,16
450,000	24,40	25,20	25,44	25,08
451,000	24,25	25,05	25,29	24,93
452,000	24,10	24,89	25,13	24,77
453,000	24,01	24,80	25,04	24,69
453,980	<b>Pegel Wittenberge</b>			
453,980	<b>23,89</b>	<b>24,69</b>	<b>24,98</b>	<b>24,57</b>
454,000	23,89	24,69	24,98	24,57
455,000	23,82	24,62	24,91	24,50
456,000	23,75	24,56	24,86	24,44
457,000	23,64	24,45	24,75	24,33
458,000	23,48	24,28	24,57	24,16
459,000	23,33	24,12	24,42	24,01
460,000	23,09	23,86	24,15	23,75
461,000	22,95	23,72	24,01	23,62
462,000	22,82	23,59	23,88	23,49
463,000	22,69	23,46	23,76	23,36
464,000	22,41	23,16	23,45	23,07
465,000	22,25	23,00	23,28	22,90
466,000	22,12	22,86	23,14	22,77

Bundesanstalt für  
Gewässerkunde

Bemessungswasser-  
spiegellagen der frei  
fließenden Elbe in  
Deutschland

BfG-Bericht 2103

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
Elbe-km	W in m+NHN (DHHN2016)			
467,000	21,99	22,72	23,01	22,64
468,000	21,90	22,66	22,95	22,57
469,000	21,86	22,63	22,93	22,54
470,000	21,68	22,51	22,82	22,41
471,000	21,56	22,41	22,74	22,31
472,000	21,44	22,30	22,63	22,20
473,000	21,24	22,09	22,42	22,00
474,000	21,13	22,00	22,33	21,91
475,000	20,97	21,83	22,16	21,74
476,000	20,83	21,71	22,04	21,62
477,000	20,71	21,60	21,93	21,51
478,000	20,58	21,47	21,80	21,38
479,000	20,50	21,39	21,73	21,30
480,000	20,44	21,34	21,69	21,25
481,000	20,35	21,25	21,61	21,16
482,000	20,27	21,17	21,52	21,08
483,000	20,17	21,07	21,43	20,99
484,000	20,02	20,92	21,28	20,84
485,000	19,88	20,77	21,12	20,68
486,000	19,71	20,59	20,93	20,50
487,000	19,54	20,42	20,76	20,33
488,000	19,40	20,28	20,62	20,20
489,000	19,32	20,21	20,56	20,13
490,000	19,12	20,00	20,34	19,92
491,000	18,96	19,83	20,17	19,75
492,000	18,83	19,70	20,05	19,63
493,000	18,68	19,56	19,91	19,49
494,000	18,49	19,38	19,73	19,30
495,000	18,39	19,28	19,63	19,20
496,000	18,30	19,19	19,55	19,12
497,000	18,16	19,04	19,39	18,97
498,000	17,92	18,77	19,11	18,71
499,000	17,76	18,59	18,93	18,53
500,000	17,64	18,48	18,82	18,42
501,000	17,46	18,31	18,65	18,25
502,000	17,36	18,21	18,55	18,16
503,000	17,27	18,12	18,47	18,07
504,000	17,16	18,03	18,37	17,97
505,000	17,06	17,93	18,27	17,87
506,000	16,87	17,74	18,08	17,68
507,000	16,77	17,65	18,01	17,60

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
<b>Elbe-km</b>	<b>W in m+NHN (DHHN2016)</b>			
508,000	16,67	17,58	17,94	17,52
509,000	16,59	17,52	17,89	17,47
510,000	16,46	17,41	17,79	17,35
511,000	16,33	17,27	17,64	17,21
512,000	16,21	17,14	17,52	17,09
513,000	16,08	17,01	17,39	16,96
514,000	16,00	16,94	17,32	16,89
515,000	15,84	16,77	17,15	16,72
516,000	15,71	16,64	17,02	16,60
517,000	15,59	16,53	16,91	16,49
518,000	15,44	16,37	16,75	16,33
519,000	15,35	16,29	16,67	16,25
520,000	15,26	16,20	16,58	16,16
521,000	15,20	16,14	16,52	16,11
522,000	15,12	16,06	16,44	16,02
523,000	15,02	15,96	16,34	15,93
524,000	14,86	15,78	16,15	15,74
525,000	14,73	15,64	16,02	15,61
526,000	14,60	15,51	15,88	15,48
527,000	14,44	15,35	15,72	15,32
528,000	14,35	15,27	15,64	15,24
529,000	14,17	15,06	15,43	15,03
530,000	14,05	14,94	15,30	14,91
531,000	13,87	14,75	15,11	14,72
532,000	13,76	14,63	15,00	14,61
533,000	13,64	14,52	14,88	14,49
534,000	13,48	14,34	14,70	14,32
535,000	13,34	14,20	14,56	14,18
536,000	13,20	14,06	14,42	14,04
<b>536,440</b>	<b>Pegel Neu Darchau</b>			
<b>536,440</b>	<b>13,12</b>	<b>13,97</b>	<b>14,33</b>	<b>13,95</b>
537,000	13,05	13,90	14,26	13,88
538,000	12,94	13,78	14,14	13,77
539,000	12,84	13,69	14,06	13,68
540,000	12,75	13,62	13,98	13,60
541,000	12,64	13,50	13,86	13,48
542,000	12,43	13,27	13,64	13,25
543,000	12,28	13,14	13,51	13,12
544,000	12,16	13,03	13,41	13,02
545,000	11,95	12,80	13,17	12,78
546,000	11,79	12,64	13,02	12,63

	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	BHQ
Elbe-km	W in m+NHN (DHHN2016)			
547,000	11,70	12,57	12,95	12,55
548,000	11,60	12,47	12,85	12,45
549,000	11,50	12,38	12,77	12,37
550,000	11,35	12,23	12,61	12,21
551,000	11,22	12,10	12,48	12,08
552,000	11,12	12,00	12,38	11,98
553,000	11,05	11,93	12,32	11,91
554,000	10,98	11,87	12,26	11,85
555,000	10,86	11,75	12,14	11,73
556,000	10,80	11,70	12,09	11,68
557,000	10,71	11,61	12,00	11,59
558,000	10,65	11,55	11,95	11,53
559,000	10,58	11,49	11,89	11,47
560,000	10,45	11,37	11,77	11,35
561,000	10,30	11,21	11,61	11,19
562,000	10,15	11,05	11,45	11,03
563,000	9,92	10,81	11,19	10,79
564,000	9,68	10,53	10,90	10,51
565,000	9,52	10,38	10,75	10,36
566,000	9,41	10,26	10,64	10,25
567,000	9,29	10,14	10,52	10,13
568,000	9,15	10,01	10,38	9,99
569,000	8,95	9,79	10,15	9,77
570,000	8,72	9,53	9,87	9,51
571,000	8,58	9,39	9,73	9,37
572,000	8,45	9,25	9,60	9,24
573,000	8,24	9,02	9,35	9,00
574,000	8,06	8,82	9,14	8,81
575,000	7,93	8,70	9,02	8,68
576,000	7,78	8,53	8,85	8,52
577,000	7,61	8,35	8,66	8,34
578,000	7,44	8,18	8,49	8,16
579,000	7,29	8,03	8,33	8,02
580,000	7,05	7,76	8,05	7,75
581,000	6,89	7,59	7,87	7,57
582,000	6,66	7,40	7,69	7,39
583,000	6,44	7,20	7,49	7,19
584,000	6,29	7,07	7,36	7,05
585,000	6,10	6,89	7,19	6,88