Gewässerrandstreifenprojekt "Untere Havelniederung zwischen Pritzerbe und Gnevsdorf"

Unterlage zur Genehmigungsplanung

Nachweis der Standsicherheit der zu entsiegelnden Ufer des Maßnahmenkomplexes 12 in der Stauhaltung Rathenow bei schiffsinduzierten Belastungen

im Auftrag des Naturschutzbundes Deutschland e. V.

Verfasser:
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Milbradt

Dipl.-Ing. Jan Feldmann

Redaktionelle Bearbeitung:
Dipl.-Ing. agr. Marianne Uden

© smile consult GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Die Unterlagen dürfen nur nach Zustimmung der smile consult GmbH kopiert, vervielfältigt oder in andere Sprachen übersetzt werden.

Hannover, den 22.05.2019



apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Milbradt

smile consult GmbH
Schiffgraben 11
30159 Hannover

Tel.: 0511 / 54 36 17 - 40
Fax: 0511 / 54 36 17 - 66

info@smileconsult.de
www.smileconsult.de

Inhaltsverzeichnis

1. VERANLASSUNG 7

2. EINZELMASSNAHMEN DECKWERKSENTSIEGELUNG DES MK 12 8

3. ANALYSE DER ZUR VERFÜGUNG STEHENDEN BASISDATEN 10
3.1. Charakterisierung der Deckwerksstrecken 10
3.2. Baugrund / Sedimentologische Daten 11
3.3. Schiffsverkehr 11
3.4. Wasserspiegellagen und Strömungsgeschwindigkeiten 12
3.5. Geplante Ufersicherung 13

4. NACHWEISE 14
4.1. Bemessungsstandard 15
4.2. Randbedingungen 15
4.3. Berechnung des erforderlichen Flächengewichtes 15
4.4. Nachweis gegen Oberflächenerosion 16

5. ZUSAMMENFASSUNG 19

6. LITERATURVERZEICHNIS 20

7. ANLAGEN ZUM BERICHT 21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bereiche der Deckwerksentsiegelung im MK 12 9

Abbildung 2: Querprofil bei UHW-km 84,4 rechts aus dem DGM mit Ersatztrapezprofil (aus GBB-Soft+) 10

Abbildung 3: Vorgehensweise bei der Ermittlung der erforderlichen Ufersicherung nach DWA-M 519 14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bereiche der Deckwerksentsiegelung im MK 12 10

Tabelle 2: Die SH Rathenow befahrende Schiffe und deren Abmessungen (entnommen aus Anlage 3) 12

Tabelle 3: Frequentierung der SH Rathenow durch Schiffe (entnommen aus Anlage 3) 12

Tabelle 4: Schiffstypen und angesetzte -geschwindigkeiten 15

Tabelle 5: Auszug aus dem DAW-M 519, Tabelle 5 16

Tabelle 6: Erfüllungsgrad der Bauweise 1 für alle Querprofile bei SoStau / WiStau und alle Schiffstypen 18

Abkürzungen

BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BinSchStrO	Binnenschifffahrtsstraßen-Ordnung
BOK	Böschungsoberkante
BS	Bemessungsschiff
DF	Deckwerksfuß
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWA-M 519	DWA-Merkblatt 519
FGS	Fahrgastschiff
GBB	Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen
GRP	Gewässerrandstreifenprojekt
HQ	Höchster Abfluss gleichartiger Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne
HS	Hotelschiff
IHC	IPP Hydro Consult GmbH, Cottbus
MAR 2008	BAW-Merkblatt „Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen“, Ausgabe 2008
MGS	Motorgüterschiff
MK	Maßnahmenkomplex
NABU	Naturschutzbund Deutschland e. V.
NHN	Normalhöhennull
OK	Oberkante
OP	Oberpegel
PEP	Pflege und Entwicklungsplan
SB	Sportboot
SH	Stauhaltung
SoStau	Sommerstau
TBU	technisch-biologische Ufersicherungen
UHW	Untere Havel-Wasserstraße
UK	Unterkante
UP	Unterpegel
WiStau	Winterstau

WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WSP	Wasserspiegel
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung

1. Veranlassung

Die smile consult GmbH wurde im Januar 2016 vom Naturschutzbund Deutschland e. V. - vertreten durch das NABU-Institut für Fluss- und Auenökologie - beauftragt, den Nachweis über die Standsicherheit der Havelufer nach der Entnahme von Deckwerken in der SH Rathenow bei schiffsinduzierten Belastungen zu führen.

Durch die smile consult GmbH wurde ein Nachweiskonzept für die Standsicherheit in der SH Garz entwickelt und mit dem WSA Brandenburg abgestimmt. Demgemäß werden in der SH Rathenow die Nachweise geführt. Im Nachweiskonzept wird - entsprechend den Zielen des GRP - bei der Beurteilung der Standsicherheit der zu entsiegelnden Uferabschnitte der Bemessungsstandard II nach DWA-M 519 zugrunde gelegt. Der Bemessungsstandard II kann angewendet werden, wenn Abstriche an der Uferstabilität zulässig sind, d. h. wenn Erosionen bzw. Uferverformungen in begrenztem Umfang hinnehmbar oder entsprechend den Projektzielen gewünscht sind.

Für die Nachweisführung wird die Software GBBSoft+ in der Version 3.3 verwendet. Im folgenden Bericht werden die Nachweise der Standsicherheit bei schiffsinduzierten Belastungen mit GBB-Soft+ für die Entnahme von Deckwerken des MK 12 dargestellt.

2. Einzelmaßnahmen Deckwerksentsiegelung des MK 12

Der MK 12 liegt im Land Brandenburg in der SH Rathenow bei Premnitz zwischen UHW-km 87,5 und UHW-km 90,8. und beinhaltet die in der Abbildung 1 gekennzeichneten Bereiche zur Entnahme von Deckwerken.

Die Auswahl der zu entfernenden Deckwerke erfolgte in einem mehrstufigen Prozess. Bereits im PEP wurden auf der Grundlage aktueller Bewuchssituationen und numerischer Modelluntersuchungen Deckwerksstrecken identifiziert, die potentiell zurückgebaut werden könnten. Bewertungsgrößen bei der Auswahl im PEP waren im Wesentlichen geringe prognostizierte Bodenschubspannungen aus den Abflussverhältnissen in der Havel und signifikante Akkumulationstendenzen der Sohle im Uferbereich. Autochthoner Bewuchs im Uferbereich sollte hierbei erhalten bleiben.

Im Rahmen der Konkretisierung und Genehmigungsplanung der Maßnahmenkomplexe wurden die im PEP identifizierten Deckwerksstrecken nochmals sowohl durch Ortsbegehungen als auch auf der Basis höher aufgelöster numerischer Simulationsmodelle geprüft und neu bewertet. Die im Rahmen der Maßnahmenoptimierung endgültig ausgewählten Deckwerksstrecken zur Entsiegelung, unter Aussparung vorhandener Bäume, wurden durch den Fachplaner so gestaltet, dass für die Böschungen die Gesamtstandsicherheit gegeben ist. In der Abbildung 1 sind die Maßnahmenbereiche und die charakteristischen Querprofile für die Berechnung eingezeichnet.

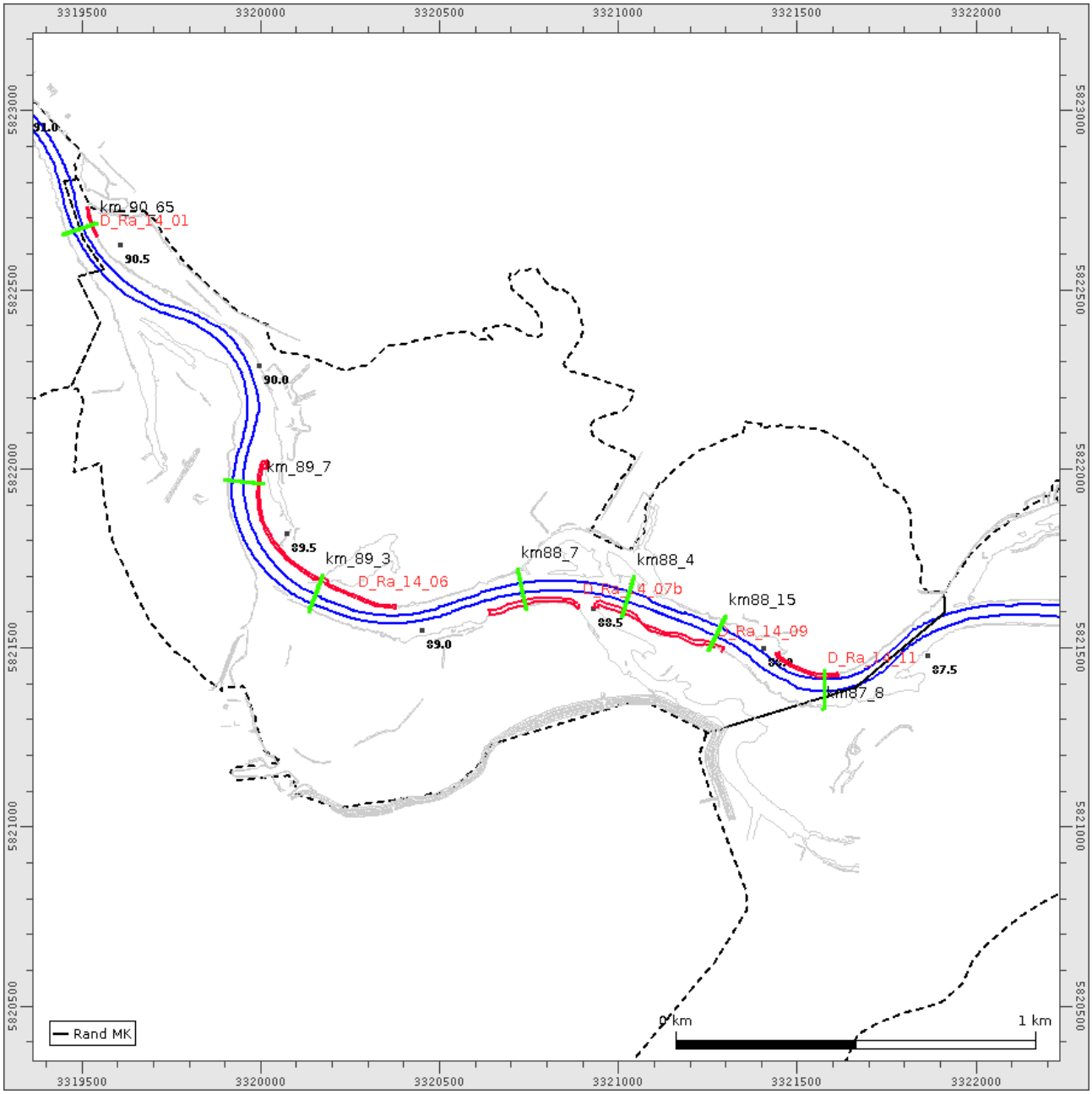


Abbildung 1: Bereiche der Deckwerksentsiegelung im MK 12
(Maßnahmenbereiche = rot, Querprofile = grün, Fahrrinne = blau)

3. Analyse der zur Verfügung stehenden Basisdaten

Die für die Nachweisführung und Nutzung der Software GBBSoft+ in der Version 3.3 notwendigen Basisdaten werden im Rahmen dieses Abschnittes dargestellt und bewertet.

3.1. Charakterisierung der Deckwerksstrecken

Die im Bearbeitungsgebiet des MK 12 befindlichen zurückzubauenden Deckwerke sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Die Deckwerksbezeichnungen wurden der Ausführungsplanung (IHC) entnommen.

Maßnahme	Einzel-maßnahme	UHW-km		Uferseite	Mittlere OK Deckwerk	Mittlerer DF
		von	bis		m ü NHN	m ü NHN
Deckwerks-entsiegelung	D_Ra_14_01	90,61	90,65	rechts	27,80	27,00
	D_Ra_14_06	89,07	89,75	rechts	28,10	25,80
	D_Ra_14_07b	88,53	88,66	links	27,95	25,00
	D_Ra_14_09	88,30	88,44	links	27,70	24,50
	D_Ra_14_11	87,60	87,93	rechts	28,05	27,00

Tabelle 1: Bereiche der Deckwerksentsiegelung im MK 12

Im Hinterland der Deckwerke erstrecken sich stabile Grünland- und Hochstaudenfluren, die Ufer sind zum Teil mit Röhricht und Gehölzen bewachsen. Es gibt weder ufernahe Bebauungen noch Verkehrswege. Die Ufer haben auch keine Hochwasserschutzfunktion.

Die Deckwerke reichen von der Böschungskrone über die Böschung bis in die Sohlbereiche der Unteren Havel. Sie bestehen aus geschüttetem Natursteinschotter in den Größen von 60 bis 500 mm. Unterhalb der Deckwerke befindet sich jeweils eine Lage Geotextil.

Der Böschungsverlauf des gewachsenen Bodens sowie die Böschungsneigung bzw. Böschungsausprägung sollen bei dem Rückbau möglichst nicht verändert werden.

Die zurückzubauenden Uferbereiche haben eine Böschungsneigung von mind. 1 : 3 oder flacher. Die Ersatztrapezprofile werden auf der Basis der Naturprofildaten in GBBSoft+ automatisch erzeugt (siehe beispielhaft Abbildung 2). In der Anlage 2 sind die erzeugten Ersatztrapezprofile für alle Querprofile dargestellt.

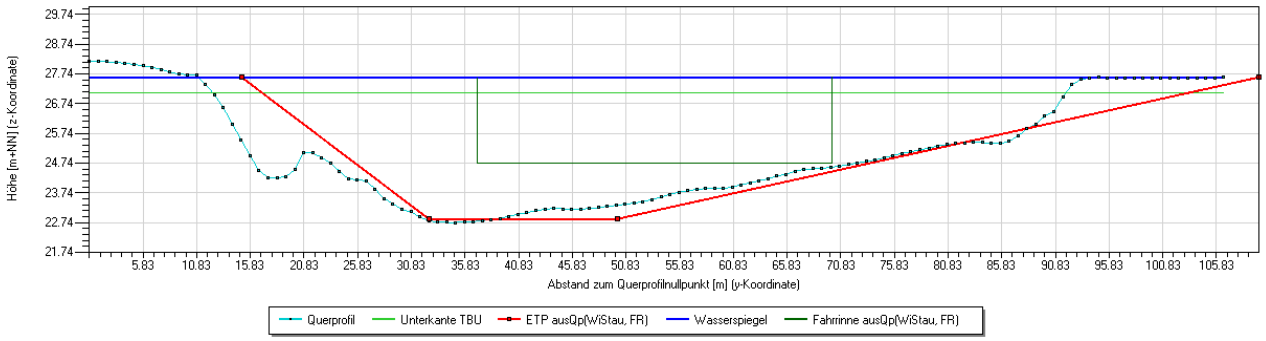


Abbildung 2: Querprofil bei UHW-km 87,8 rechts aus dem DGM mit Ersatztrapezprofil (aus GBB-SOFT+)

3.2. Baugrund / Sedimentologische Daten

Sowohl im Rahmen des PEP als auch der konkreten wasserbaulichen Planungen wurden umfangreiche Bodenproben im Bereich der Deckwerksentnahmestrecken genommen. Im Ergebnis der Bodenuntersuchungen kann von einem homogenen Bodenkörper, überwiegend bestehend aus Bodenmaterial vom Typ B2 Sand, ausgegangen werden, dem nach dem Merkblatt MAR 2008 der BAW folgende Kennwerte zugeordnet werden:

- Wichte $\gamma = 19\ kN/m^3$
- Wichte unter Wasser $\gamma' = 11\ kN/m^3$
- Reibungswinkel $\varphi' = 35°$
- Kohäsion $c = 0\ kN/m^2$
- Durchlässigkeitsbeiwert $k = 1{,}4 \cdot 10^{-4}\ m/s$

Der Durchlässigkeitsbeiwert $k = 1{,}4 \cdot 10^{-4}$ m/s ist der Mittelwert aus den Sedimentproben im MK 12.

Als mittlerer Korndurchmesser wird der jeweils an den Deckwerken gemessene verwendet.

3.3. Schiffsverkehr

Statistische Entwicklung des Schiffsverkehrs

Bis zur Deutschen Einheit war die Havel eine wichtige Wasserstraße. In den letzten 25 Jahren hat der Güterschiffsverkehr jedoch stark abgenommen.

Eine Analyse der aktuellen Flottenstruktur wurde vom NABU-Institut für Fluss- und Auenökologie im Jahr 2015 durchgeführt (siehe Anlage 3) und mit dem WSA Brandenburg abgestimmt. In den Tabellen 2 und 3 sind die wesentlichen Daten, wie Schiffstypen mit Abmessungen, Motorleistung, Geschwindigkeiten und Frequentierungen, zusammengefasst (siehe auch Anlage 3).

In der SH Rathenow entfallen 80 % der Schiffsfrequentierungen auf kleine und mittlere und 14 % auf große SB. Weitere 2,2 % entfallen auf kleine FGS. Die verbleibenden 3,6 % können MGS, HS und FGS zugeteilt werden.

Insgesamt ist der Schiffsverkehr auf der Havel mit durchschnittlich 14 Schiffsfahrten pro Tag (davon 13 SB) sehr gering, so dass der Bemessungsstandard II nach DWA-M 519 angesetzt werden kann.

Belastungsklasse	Schiffsabmessung [m]				Geschwindigkeit [km/h]			Befahrungszeitraum [Monate]	S4 MK 8 - 12
	L	B	T_B	T_H	v_m	v_h	v_a		
BS BinSchStrO	100,00	8,25	2,00*	2,00*	4	9	12		x
BS WSV	83,00	9,50	1,40	1,40	4	9	12		x
SB mittel	6,00	2,00	0,30	0,30		12		4 - 10 (7)	x
SB groß	12,50	4,00	1,00	1,00		12		4 - 10 (7)	x
FGS klein	25,30	4,70	1,00	1,00	4	9	12	4 - 10 (7)	x
FGS / HS mittel	68,50	8,10	1,00	1,00	4	9	12	4 - 10 (7)	x
HS groß	82,00	9,50	1,15	1,15	4	9	12	4 - 10 (7)	x
MGS leer	82,00	9,00	0,70	1,40	4	9	12	1 - 12 (12)	x
MGS teilbeladen, Abladetiefe bis 2,0 m	82,00	9,00	2,00	2,00	4	9	12	1 - 12 (12)	x
MGS vollbeladen, Abladetiefe über 2,2 m	82,00	9,00	2,20	2,20	4	9	12	1 - 12 (12)	x

Tabelle 2: Die SH Rathenow befahrende Schiffe und deren Abmessungen (entnommen aus Anlage 3)

Belastungsklasse	S4 MK 8 - 12			
	Frequentierung		Anteil an der Gesamtbefahrung	
	pro Jahr	pro Tag	relativ	in %
SB mittel	4.165	11,411	0,8011	80,11%
SB groß	735	2,014	0,1414	14,14%
FGS klein	117	0,321	0,0225	2,25%
FGS / HS mittel	16	0,044	0,0031	0,31%
HS groß	6	0,016	0,0012	0,12%
MGS leer	88	0,241	0,0169	1,69%
MGS teilbeladen, Abladetiefe bis 2,0 m	53	0,145	0,0102	1,02%
MGS vollbeladen, Abladetiefe über 2,2 m	19	0,052	0,0037	0,37%
Summe	5.199	14,244	1,0000	100,00%

Tabelle 3: Frequentierung der SH Rathenow durch Schiffe (entnommen aus Anlage 3)

3.4. Wasserspiegellagen und Strömungsgeschwindigkeiten

Die Wasserspiegellagen in der UHW werden im Wesentlichen durch die Stauziele und für eher kurze Zeiträume durch auftretende Hochwasser bestimmt. Die Schiffsfrequentierungen beschränken sich aufgrund des hohen SB-Anteils im Wesentlichen auf die Zeit von April bis Oktober. In der SH Rathenow findet von November bis März (WiStau-Periode) fast nur Güterverkehr statt (siehe Anlage 3, Flottenstruktur Rathenow).

Für die Nachweise sind demnach der Wasserstand während der SoStau-Periode sowie der Wasserstand während des Stauwechsels im Frühjahr und Herbst relevant. Der Fall SoStau (Q = 50 m³/s) hat einen niedrigen Wasserstand, einen kleinen Fließquerschnitt und eine geringe Fließgeschwindigkeit. Während des WiStaus (Q = 98 m³/s) treten dagegen hohe Wasserstände, große Fließquerschnitte und höhere Fließgeschwindigkeiten auf.

Die Wasserspiegellagen und Strömungsgeschwindigkeiten wurden für die SH Rathenow unter Berücksichtigung der in diesem Zeitraum auftretenden mittleren Durchflüsse berechnet. Die Strömungsgeschwindigkeiten und Wasserstände in der Flussmitte und am Ufer sind für die betrachteten Zustände in der Anlage 4 für alle Querprofile zusammengestellt.

3.5. Geplante Ufersicherung

Es ist vorgesehen, das Deckwerk bis zum SoStau-Niveau (OP Rathenow 26,97 m ü NHN, UP Bahnitz 27,15 m ü NHN) zu entsiegeln. Unterhalb dieses Niveaus soll das Deckwerk bis zum Deckwerksfuß erhalten bleiben. In Anbetracht der typischen Uferbewuchssituation der UHW und der Projektziele soll eine Ufersicherung mit Röhricht verwendet werden, die der Bauweise 1 des Merkblattes DWA-M 519 entspricht.

Der Anschluss der Ufersicherung an das vorhandene Deckwerk soll mit grobem Kies gesichert werden (statt mit einer Vegetationswalze). Das Röhricht wird im Frühjahr vor Ort angepflanzt. Aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens und des relativ konstanten Stauziels während der Wachstumsperiode (welches unterhalb der bepflanzten Bereiche liegt) wird davon ausgegangen, dass das Röhricht bis zum Herbst gut anwachsen kann.

Die Ufersicherung soll folgendermaßen erstellt werden:

1. Entnahme der Deckwerkssteine in den Entsiegelungsbereichen von der BOK bis zum SoStau-Niveau
2. Herstellung Rohplanum, Neigung flacher 1:3
3. Verlegung Kokosgewebematten 20 x 2 m² längs zur Fließrichtung als Böschungsschutz, Maschenweite 2 cm
4. Angleichung des Übergangsbereiches zwischen verbleibendem Deckwerk und entsiegelten Bereichen mit Kies der Korngröße 20 – 64 mm
5. Beschweren des Kokosgewebes mit Filterkies 2 – 8 mm, Schichtdicke 10 cm
6. Vernageln und Fixieren der Matten mit Holzpflöcken, Länge 50 cm, 1 Pflock pro m²
7. Abstreuen der Fläche mit Flusssediment, Schichtdicke 10 cm
8. Ansähen von Rohrglanzgras
9. Einsetzen von Schilfpflanzen, 4 Stück pro m²
10. Überwachen des Anwuchses

4. Nachweise

Entsprechend dem derzeitigen Kenntnisstand und unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse an der UHW, als staugeregelte Wasserstraße mit zum Teil geringen Abflüssen, geringer regulärer Verkehrsbelastung und seltenen und zeitlich begrenzten Sonderbefahrungen, orientiert sich die Nachweisführung der lokalen Standsicherheit am DWA-M 519. Die Abbildung 3 zeigt die Vorgehensweise zur Ermittlung der erforderlichen Ufersicherung. Der globale Standsicherheitsnachweis wird gesondert geführt.

Die Nachweise der lokalen Standsicherheit werden unter Zuhilfenahme der Software GBBSoft+ in der Version 3.3 geführt. Dabei wird das Programmmodul zur Bemessung technisch-biologischer Ufersicherung genutzt.

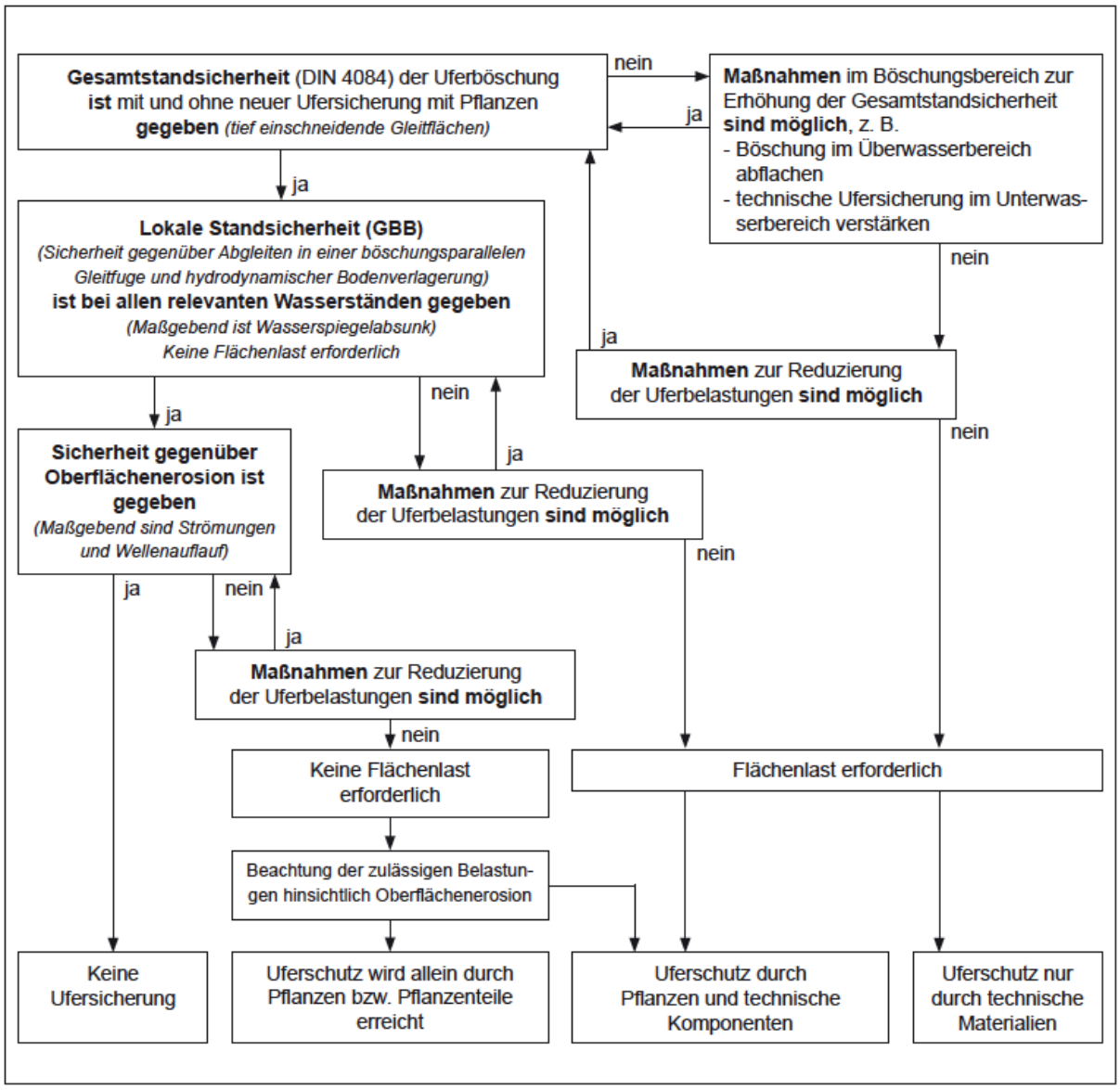


Abbildung 3: Vorgehensweise bei der Ermittlung der erforderlichen Ufersicherung nach DWA-M 519

4.1. Bemessungsstandard

Da die zu entsiegelnden Uferabschnitte weder Hochwasserschutzfunktion haben noch eine ufernahe Bebauung aufweisen und es nur wenige Schiffsbewegungen pro Tag gibt, kann nach DWA-M 519 der Bemessungsstandard II zugrunde gelegt werden. Der Bemessungsstandard II kann angewendet werden, wenn Uferverformungen in begrenztem Umfang hinnehmbar sind.

4.2. Randbedingungen

Für die Nachweisführung werden folgende Vorgaben berücksichtigt:

- bei den Berechnungen mit GBBSoft+ werden alle auf dem Havelabschnitt verkehrenden Schiffstypen berücksichtigt
- für jeden Maßnahmenbereich wird ein charakteristisches Querprofil ausgewählt und mit GBBSoft+ berechnet
- Bemessungsstandard II: das Bemessungsschiff fährt mit 90 % der kritischen Schiffsgeschwindigkeit oder mit 42 % der installierten Motorleistung bei Talfahrt
- Wasserspiegel im Sommer und Frühjahr / Herbst (SoStau / WiStau)
- Aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens wird angenommen, dass die Schiffe in der Fahrachse fahren
- Berg- und Talfahrt
- zulässige Höchstgeschwindigkeit der Schiffe
  (bei einem Wasserstand > 130 cm am UP Rathenow dürfen alle Schiffe stromab 12 km/h fahren)

Schiffstyp	Angesetzte Schiffsgeschwindigkeit [km/h]		
	Sommer	Frühjahr	
		Bergfahrt	Talfahrt
MGS, FGS, HS	9	9	12
SB	12	12	12

Tabelle 4: Schiffstypen und angesetzte -geschwindigkeiten

4.3. Berechnung des erforderlichen Flächengewichtes

Die Nachweise der Sicherheit gegen hydrodynamische Bodenverlagerung und Abgleiten der Böschung in einer oberflächennahen Gleitfläche werden mit GBBSoft+ geführt. Für SB sind diese Nachweise aufgrund der geringen Schiffslängen nicht relevant.

Nach GBBSoft+ ist auch bei den MGS, HS und FGS keine Deckschichtdicke gegen hydrodynamische Bodenverlagerung und Abgleiten nötig. Nach Bemessungsstandard II ist somit eine Ufersicherung ohne relevantes Flächengewicht, d. h. eine Ufersicherung, die nur aus Pflanzen besteht, anwendbar.

4.4. Nachweis gegen Oberflächenerosion

Die UHW ist ein staugeregelter Fluss mit geringen Wasserspiegelschwankungen und flachen Böschungen. In der DWA-M 519, Tabelle 5, werden für kategorisierte Bauweisen die zugehörigen Belastungsgrenzen dargestellt (siehe Tabelle 5).

Bauweisen gemäß Steckbriefen (siehe Anhang A.2)	Belastungsgrenzen der Bauweise gegenüber Oberflächenerosion (Mittelwerte im Bereich der Ufersicherung): Untergrenze – Obergrenze, Mittelwert, *Neuauswertung/Neuberechnung GERSTGRASER (1998)* sofern vorhanden			Bemerkungen
	Fließgeschwindigkeit, Rückströmung, Wiederauffüllungsströmung v [m/s]	Schubspannung τ [N/m²]	Höhe schiffserzeugter, überwiegend mitlaufender Wellen H[m] – i. d. R. die Heckwellenhöhe (nach GBB (2010), siehe Bild 20)	
1. Vegetationswalze mit anschließender Röhrichtmatte	1,3 – 2,3 **1,9, *2,3***	25 – 65 **45, *65***	0,15 – 0,55 **0,30, *0,45***	Größtwert: Äquivalenz zum Geotextil auf Buschlage, 16 Monate alt
2. Begrünte Böschungsschutzmatte mit Rasen	1,1 – 1,4 **1,3**	10 – 40 **30**	0,10 – 0,20 **0,20**	Größtwert: Äquivalenz zum Geotextil mit Steckhölzern
3. Begrünte Böschungsschutzmatte mit Steckhölzern	1,5 – 1,9 **1,6**	40 – 60 **50**	0,20 – 0,35 **0,25**	
4. Flechtzaun	1,6 – 2,2 **1,9, 1,6** *(1,9 ohne, 1,6 bei Kolkbildung)*	15 – 60 **30,15** *(bis 60 ohne, 15 bei Kolkbildung)*	0,10 – 0,50 **0,25, 0,15** *(bis 0,5 ohne,0,15 bei Kolkbildung)*	große Differenzen in den Angaben, Problem: Kolke bei Hinterspülung
5. Lebendfaschine auf Lagebauten (Weidenwippe)	1,3 – 2,5 **2,1, *2,3***	50 – 120 **80, *80***	0,15 – 0,60 **0,45, *0,45***	Größtwerte: Äquivalenz Faschinen auf Buschlage,

Tabelle 5: Auszug aus dem DAW-M 519, Tabelle 5

Mit GBBSoft+ werden für jeden zu entsiegelnden Deckwerksbereich 1 bis 2 maßgebende Querprofile bei SoStau und WiStau berechnet. Mit dem Programmmodul TBU von GBBSoft+ wird die Standfestigkeit gegen Strömungsgeschwindigkeiten, Schubspannungen und Schiffswellen nach DWA-M 519 für die Bauweise 1 bemessen. Die Tabelle mit den Profildaten der zu entsiegelnden Deckwerksabschnitte liegt als Anlage 4 bei. Die GBBSoft+ Steuerungsdateien *.bmfx liegen als Anlage 5 und die Ergebnisprotokolle als Anlage 6 bei.

Die Tabelle 6 stellt die Ergebnisse der Berechnungen mit GBBSoft+ als Erfüllungsgrade für die Querprofile nach Bauweise 1 sowie die relevanten Schiffsklassen zusammen und zeigt, inwieweit die Ufersicherung nach DWA-M 519 / Bauweise 1 die Belastungen durch Schiffsverkehr erträgt. Es werden drei Zeitpunkte unterschieden: kritischer Anfangszustand, eingewachsener Zustand nach einem Jahr und bester Zustand. Für diese 3 Zeitpunkte werden jeweils die Nachweise geführt. Ein Erfüllungsgrad von über 100 % ist standsicher. In der Tabelle 6 sind Erfüllungsgrade von unter 100 % gelb gekennzeichnet. Es werden für jedes Bemessungsprofil die Wasserspiegel für SoStau und WiStau betrachtet. Wenn der Nachweis unkritisch ist, werden alle Schiffstypen zusammen

betrachtet, ansonsten werden die Schiffstypen in folgende Klassen eingeteilt:

- MGS beladen, Abladetiefe 2,2 m
- die großen, selten fahrenden Schiffe: FGS, HS, MGS unbeladen, Abladetiefe 1,4 m
- die kleinen, häufig fahrenden Schiffe: SB groß, SB mittel, FGS klein

Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass die Ufersicherung unter Anwendung der Bauweise 1 die Belastung durch Strömung und Schubspannung bei allen Schiffstypen auch bereits im kritischen Anfangsstadium aufnehmen kann.

Bei der Belastung durch Wellen werden 3 Bereiche unterschieden, in denen die kritische Wellenhöhe dauerhaft ertragen werden kann:

Kritischer Anfangszustand	Wellenhöhe < 0,15 m
Eingewachsener Zustand nach einem Jahr	Wellenhöhe < 0,30 m
Bester Zustand	Wellenhöhe < 0,55 m

Das mit Röhricht bewachsene Ufer (nach Bauweise 1) ist für kleine und große SB, die 94 % des Gesamtverkehrs ausmachen, schon im kritischen Anfangszustand standfest.

Für die Schiffe MGS, HS und FGS liegt der Erfüllungsgrad für die Belastung durch Wellen im kritischen Anfangszustand an den Querprofilen zwischen 40 % und 60 %. Das voll beladene MGS mit Abladetiefe 2,2 m hat an 3 Querprofilen im eingewachsenen Zustand nach einem Jahr einen Erfüllungsgrad von 80 – 100 %. Diese Schiffsklasse hat aber nur 70 Fahrten im Jahr. Aufgrund der geringen Häufigkeit kann davon ausgegangen werden, dass der Anwuchs des Röhrichts nicht gefährdet ist. Im angewachsenen besten Zustand kann das Röhricht der Belastung sicher widerstehen.

MGS (unbeladen mit einer Abladetiefe von 1,4 m), HS und FGS haben bei eingewachsenem Röhricht nach einem Jahr einen Erfüllungsgrad von 106 % oder höher.

Die Bauweise 1 kann nach dem ersten Jahr die Belastung durch den vorhanden Schiffsverkehr aufnehmen.

Die Belastung durch MGS und HS tritt im Durchschnitt nur alle 2 Tage mit einer Fahrt auf. Durch ein Monitoring während des 1. Jahres können eventuelle Schäden durch Wellenbelastung erkannt und behoben werden.

MK 12	Bemes-sungs-ufer	WSP	Schiffsklasse	(v_Str,zul / v_Str,vorh) * 100%			(tau_Str,zul / tau_Str,vorh) * 100%			(H_Str,zul / H_Str,vorh) * 100%			Absunk [cm]	Maßgebender Bemessungsfall	Erforderliche Deckschichtdicke [cm]	Eignung hinsichtlich Ingenieur-Biologie
				Kritischer Anfangszustand	Eingewachsener Zustand (1 Jahr)	Bester Zustand	Kritischer Anfangszustand	Eingewachsener Zustand (1 Jahr)	Bester Zustand	Kritischer Anfangszustand	Eingewachsener Zustand (1 Jahr)	Bester Zustand				
Profil 87,8	rechts	SoStau	MGS voll	155	227	275	6250	11250	16250	42	85	155	35	MGS	0,0	zu empfehlen
	rechts		FGS, HS, MGS leer	170	249	301				53	106	193	27	HS	0,0	zu empfehlen
	rechts		SB mittel/groß, FGS klein	431	629	762	6250	11250	16250	118	236	433	11	SB mittel	0,0	zu empfehlen
	rechts	WiStau	MGS voll	143	209	253	6250	11250	16250	44	88	162	33	MGS	0,0	zu empfehlen
	rechts		FGS, HS, MGS leer	168	246	297				53	106	194	26	HS	0,0	zu empfehlen
	rechts		SB mittel/groß, FGS klein	433	633	767	6250	11250	16250	140	281	515	5	SB mittel	0,0	zu empfehlen
Profil 88,15	links	SoStau	FGS, HS, MGS	188	275	333	4167	7500	10833	57	114	209	25	MGS	0,0	zu empfehlen
	links		SB mittel/groß, FGS klein	325	475	575	4167	7500	10833	118	235	432	6	SB mittel	0,0	zu empfehlen
	links	WiStau	FGS, HS, MGS	188	275	333	4167	7500	10833	59	118	216	24	MGS	0,0	zu empfehlen
	links		SB mittel/groß, FGS klein	539	787	953	4167	7500	10833	119	238	436	6	SB mittel	0,0	zu empfehlen
Profil 88,4	links	SoStau	FGS, HS, MGS	223	327	395	4167	7500	10833	63	125	229	22	MGS	0,0	zu empfehlen
	links		SB mittel/groß, FGS klein	325	475	575	4167	7500	10833	124	248	454	6	SB mittel	0,0	zu empfehlen
	links	WiStau	FGS, HS, MGS	223	326	395	4167	7500	10833	66	133	243	21	MGS	0,0	zu empfehlen
	links		SB mittel/groß, FGS klein	325	475	575	4167	7500	10833	127	254	466	6	SB mittel	0,0	zu empfehlen
Profil 88,7	links	SoStau	MGS voll	154	225	272	3125	5625	8125	45	90	165	33	MGS	0,0	zu empfehlen
	links		FGS, HS, MGS leer	201	294	356	3125	5625	8125	58	116	213	24	HS	0,0	zu empfehlen
	links		SB mittel/groß, FGS klein	260	380	460	3125	5625	8125	120	239	439	7	SB mittel	0,0	zu empfehlen
	links	WiStau	MGS voll	187	274	331	3125	5625	8125	49	99	181	31	MGS	0,0	zu empfehlen
	links		FGS, HS, MGS leer	225	329	398	3125	5625	8125	59	118	216	27	HS	0,0	zu empfehlen
	links		SB mittel/groß, FGS klein	260	380	460	3125	5625	8125	121	243	445	7	SB mittel	0,0	zu empfehlen
Profil 89,3	rechts	SoStau	FGS, HS, MGS	174	254	308	3125	5625	8125	60	121	222	23	MGS	0,0	zu empfehlen
	rechts		SB mittel/groß, FGS klein	260	380	460	3125	5625	8125	138	277	507	5	SB mittel	0,0	zu empfehlen
	rechts	WiStau	FGS, HS, MGS	172	251	304	3125	5625	8125	60	120	220	23	MGS	0,0	zu empfehlen
	rechts		SB mittel/groß, FGS klein	260	380	460	3125	5625	8125	141	283	518	5	SB mittel	0,0	zu empfehlen
Profil 89,7	rechts	SoStau	FGS, HS, MGS	170	248	301	6250	11250	16250	57	114	208	25	MGS	0,0	zu empfehlen
	rechts		SB mittel/groß, FGS klein	433	633	767	6250	11250	16250	141	282	518	5	SB mittel	0,0	zu empfehlen
	rechts	WiStau	FGS, HS, MGS	193	281	341	6250	11250	16250	63	126	231	22	MGS	0,0	zu empfehlen
	rechts		SB mittel/groß, FGS klein	433	633	767	6250	11250	16250	143	286	524	5	SB mittel	0,0	zu empfehlen
Profil 90,65	rechts	SoStau	MGS voll	154	225	273	4167	7500	10833	40	80	147	36	MGS	0,0	zu empfehlen
	rechts		FGS, HS, MGS leer	168	246	298	4167	7500	10833	54	108	199	26	HS	0,0	zu empfehlen
	rechts		SB mittel/groß, FGS klein	325	475	575	4167	7500	10833	121	242	444	10	SB mittel	0,0	zu empfehlen
	rechts	WiStau	MGS voll	172	251	304	4167	7500	10833	47	94	173	31	MGS	0,0	zu empfehlen
	rechts		FGS, HS, MGS leer	211	308	372	4167	7500	10833	58	116	213	24	HS	0,0	zu empfehlen
	rechts		SB mittel/groß, FGS klein	433	633	767	4167	7500	10833	125	250	458	8	SB mittel	0,0	zu empfehlen

Tabelle 6: Erfüllungsgrad der Bauweise 1 für alle Querprofile bei SoStau / WiStau und alle Schiffstypen

5. Zusammenfassung

Ausgehend von den Zielen des GRP wurde bei der Beurteilung der Standsicherheit der zu entsiegelnden Uferabschnitte der Bemessungsstandard II nach DWA-M 519 verwendet.

Neben den Modellergebnissen aus den hydraulischen und morphodynamischen Nachweisen, den NABU-Berichten zur Flottenstruktur und dem Uferbewuchs kam für die Nachweisführung die Software GBB-Soft+ in der Version 3.3 zum Einsatz.

Die durchgeführten Berechnungen mit GBB-Soft+ zeigen, dass für alle geplanten Böschungen nach Rückbau der Steinschüttungen kein Flächengewicht als Erosionsschutz notwendig ist. Nach Bemessungsstandard II ist infolgedessen eine Ufersicherung ohne relevantes Flächengewicht, d. h. eine Ufersicherung, die nur aus Pflanzen besteht, anwendbar. Somit wird eine Ufersicherung nach DWA-M 519 / Bauweise 1 einsetzbar.

Die Berechnungen mit der Software GBB-Soft+ zeigen, dass die Ufersicherung nach Bauweise 1 die Belastungen durch die häufig fahrenden Sportboote auch schon im kritischen ersten Jahr aufnehmen kann. Für den Motorgüter- oder Hotelschiffsverkehr sind die Belastungen durch Wellen im ersten Jahr zu hoch. Allerdings ist die Häufigkeit von Schiffsdurchfahrten mit 1 Fahrt alle 2 Tage sehr gering. Die Belastungen durch das MGS mit einer Abladetiefe von 2,2 m (70 Fahrten / Jahr) kann die Ufersicherung mit Röhricht erst im voll eingewachsenen Zustand sicher aufnehmen. Die Belastungen durch alle anderen Schiffe kann die Ufersicherung nach DWA-M 519 / Bauweise 1 im eingewachsenen Zustand (nach einem Jahr) sicher aufnehmen.

Durch ein Monitoring im Bereich der Deckwerksentsiegelungen sollte der Anwuchserfolg des Röhrichts und eventuelle Uferveränderungen überwacht werden, damit ggf. regulierend eingegriffen werden kann.

Die erwartete Entwicklung eines Schilfgürtels und der Aufwuchs von Unterwasserpflanzen führen langfristig zu einer stabilen Uferkonfiguration und weiteren ökologischen Aufwertung.

6. Literaturverzeichnis

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW): Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (GBB). Abrufbar unter http://www.baw.de/de/die_baw/publikationen/merkblaetter/index.php.html, 2010.

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW): Merkblatt „Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (MAR)“. Ausgabe 2008.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): Merkblatt 519 „Technisch-biologische Ufersicherungen an großen und schiffbaren Binnengewässern“. Stand Oktober 2014.

Naturschutzbund Deutschland e. V. (NABU): Aktuelle Flottenstruktur in den Stauhaltungen Grütz, Garz und Rathenow der Unteren Havel. Unveröffentlichter Bericht des NABU-Instituts für Fluss- und Auenökologie, 2014.

PEP Gewässerrandstreifenprojekt: „Untere Havelniederung zwischen Pritzerbe und Gnevsdorf“. Endbericht 2008.

smile consult GmbH: Gewässerrandstreifenprojekt „Untere Havelniederung zwischen Pritzerbe und Gnevsdorf“ – Nachweiskonzept: Standsicherheit in der Stauhaltung Garz. Stand Dezember 2014.

7. Anlagen zum Bericht

Anlage 1: Übersichtsplan Deckwerksentsiegelung

Anlage 2: Ersatztrapezprofile

Anlage 3: Analyse Flottenstruktur SH Rathenow

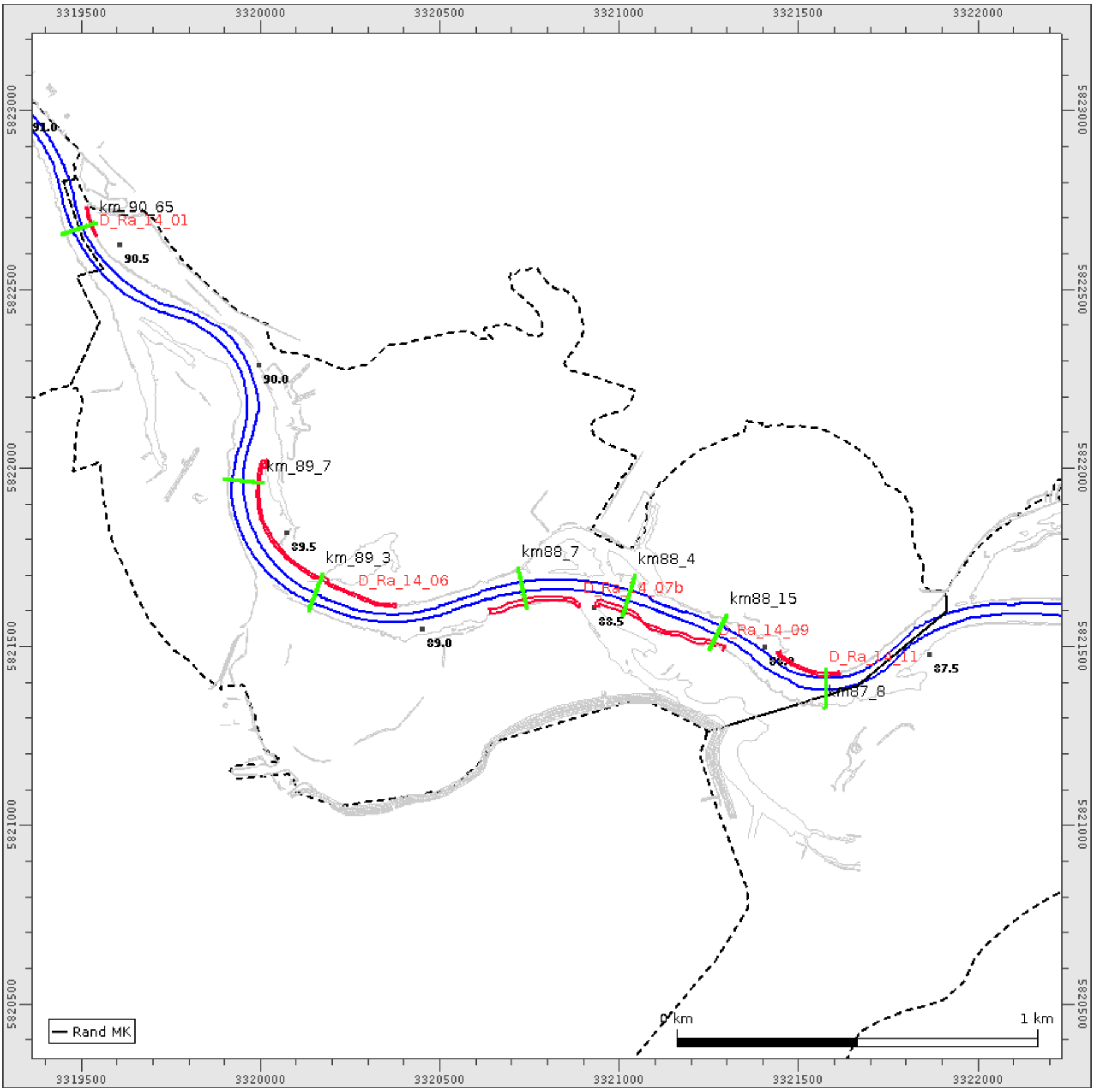
Anlage 4: *Profildaten der zu entsiegelnden Deckwerksabschnitte*

Anlage 5: GBBSOFT+ Steuerungsdateien *.bmfx

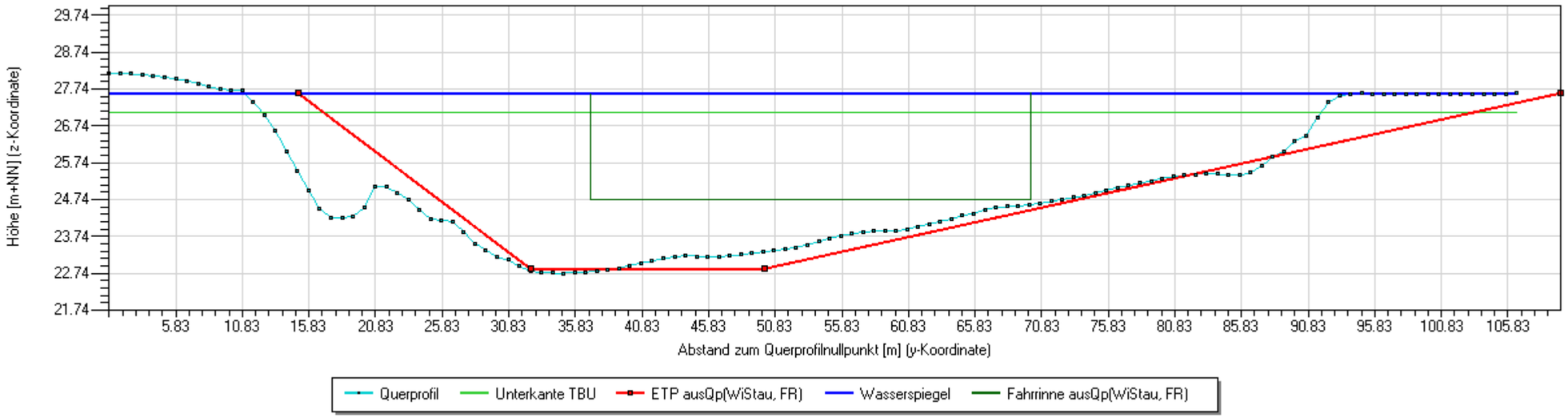
Anlage 6: GBBSOFT+ Ergebnisprotokolle

Anlagen 3 bis 6 liegen diesem Bericht gesondert in elektronischer Form bei.

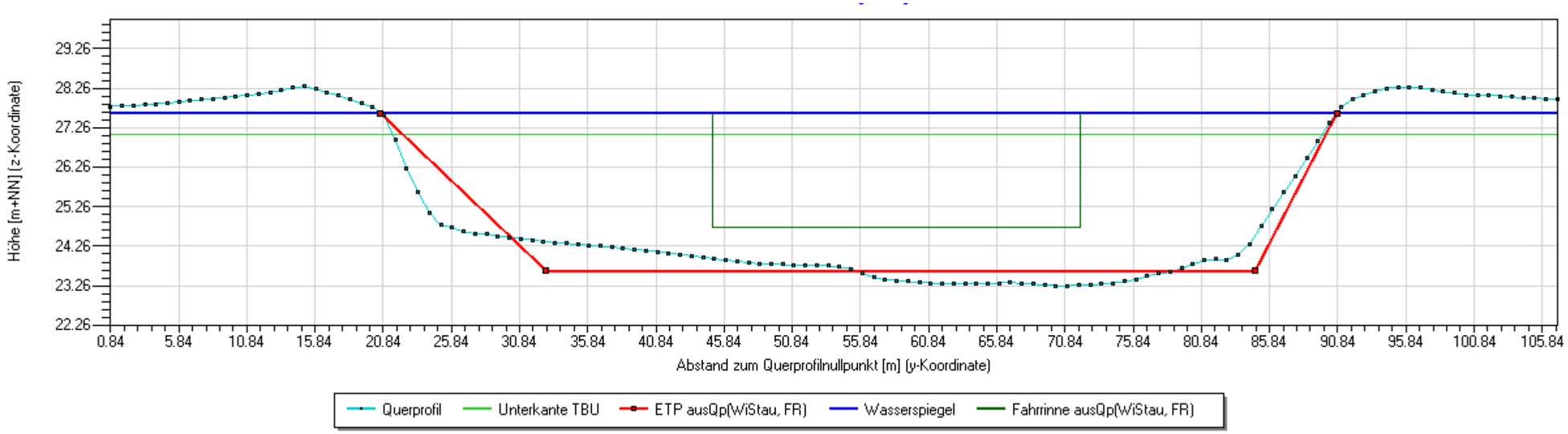
Übersichtsplan Deckwerksentsiegelung



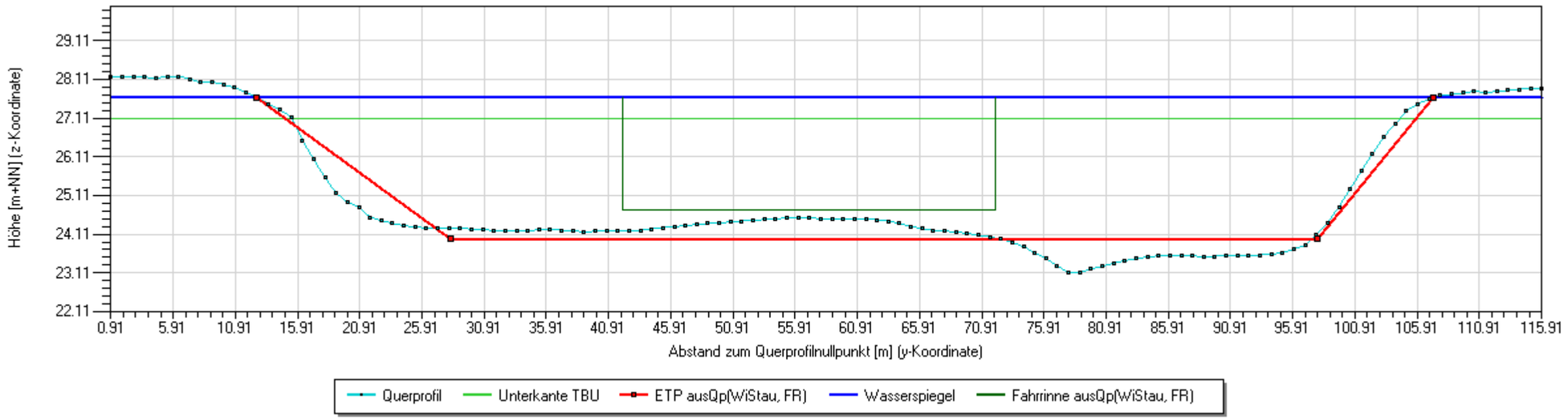
Ersatztrapezprofile



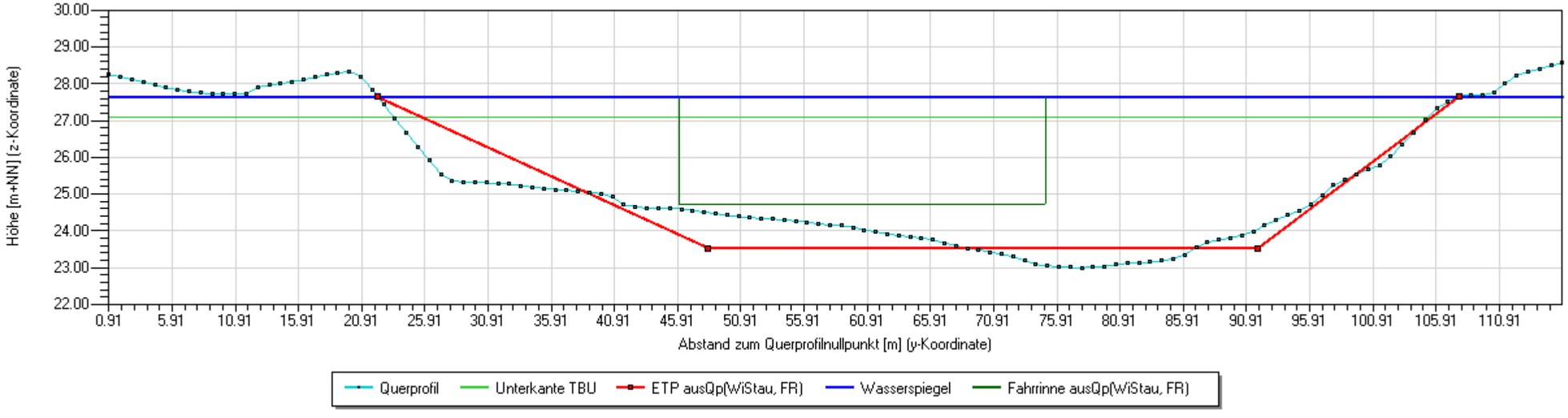
Querprofil bei UHW-km 87,8 aus dem DGM mit Ersatztrapezprofil aus GBB-Soft+, Bemessungsufer rechts



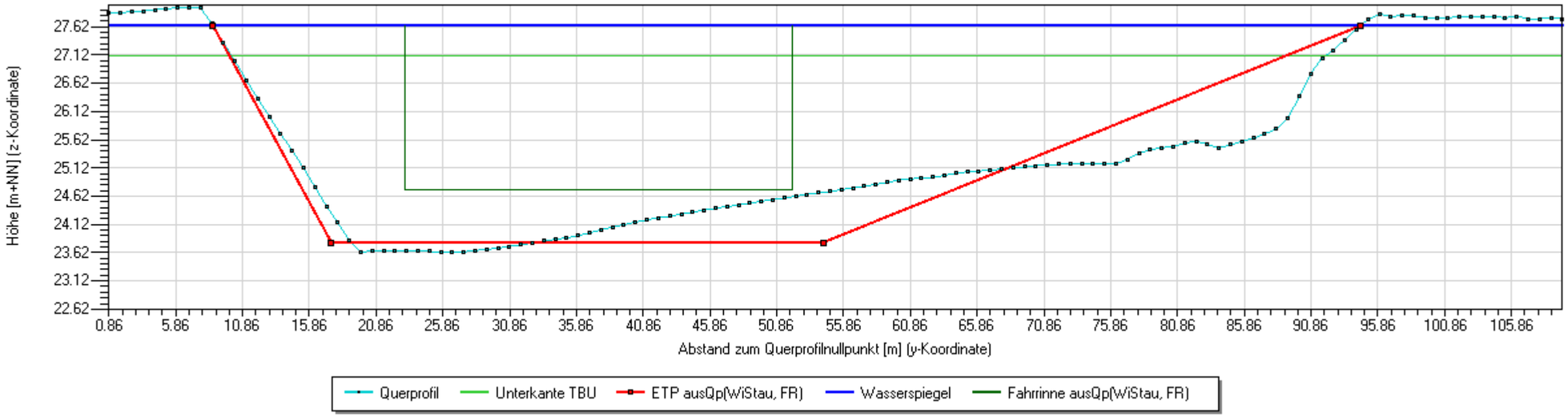
Querprofil bei UHW-km 88,15 aus dem DGM mit Ersatztrapezprofil aus GBB-Soft+, Bemessungsufer links



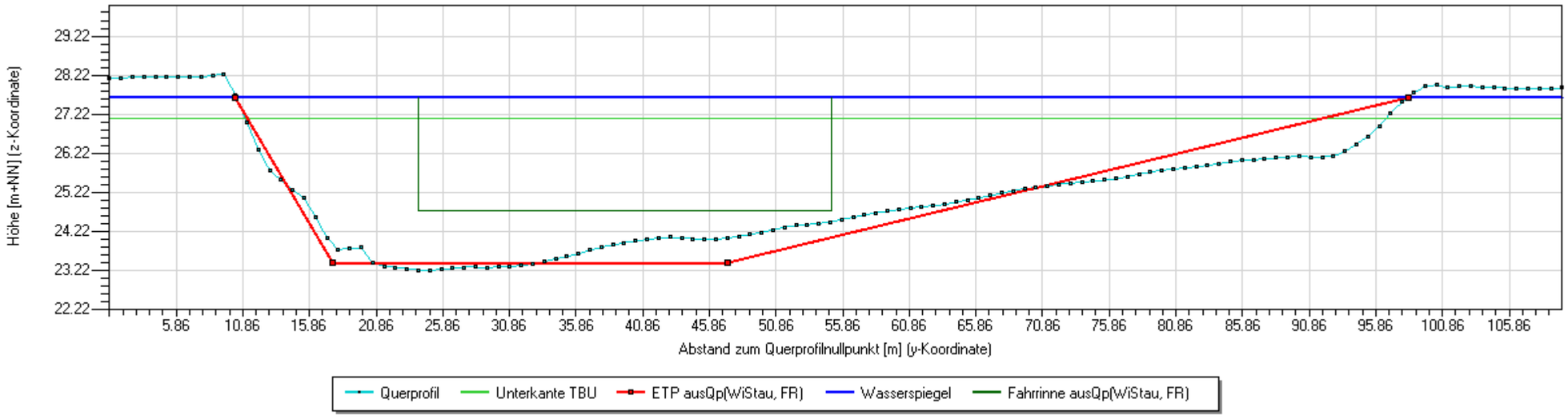
Querprofil bei UHW-km 88,4 aus dem DGM mit Ersatztrapezprofil aus GBB-Soft+, Bemessungsufer links



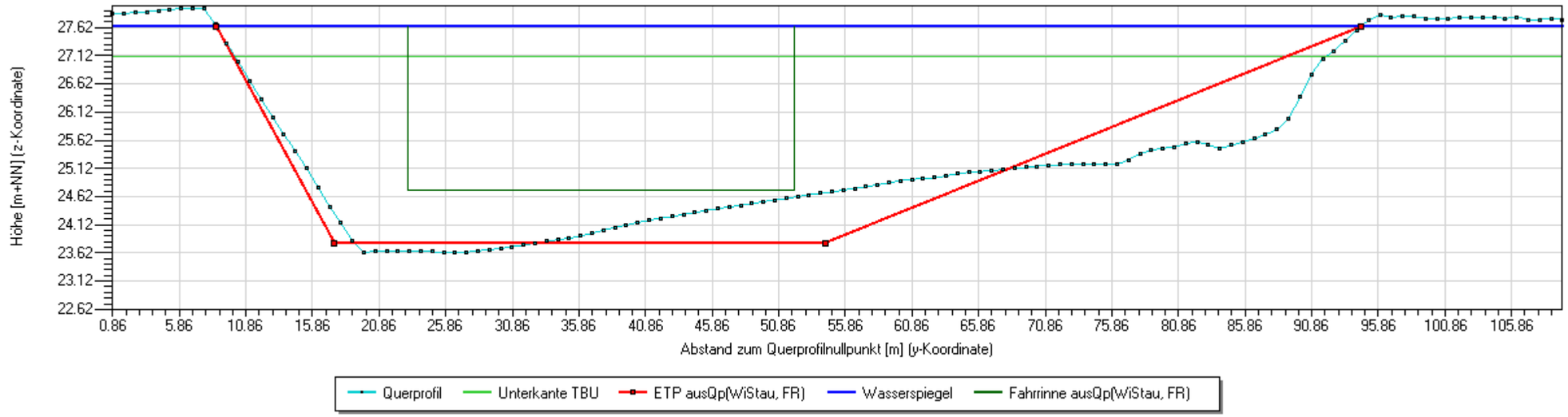
Querprofil bei UHW-km 88,7 aus dem DGM mit Ersatztrapezprofil aus GBB-Soft+, Bemessungsufer links



Querprofil bei UHW-km 89,3 aus dem DGM mit Ersatztrapezprofil aus GBB-Soft+, Bemessungsufer rechts



Querprofil bei UHW-km 89,7 aus dem DGM mit Ersatztrapezprofil aus GBB-Soft+, Bemessungsufer rechts



Querprofil bei UHW-km 90,65 aus dem DGM mit Ersatztrapezprofil aus GBB-Soft+, Bemessungsufer rechts