

Vorhabenträger:



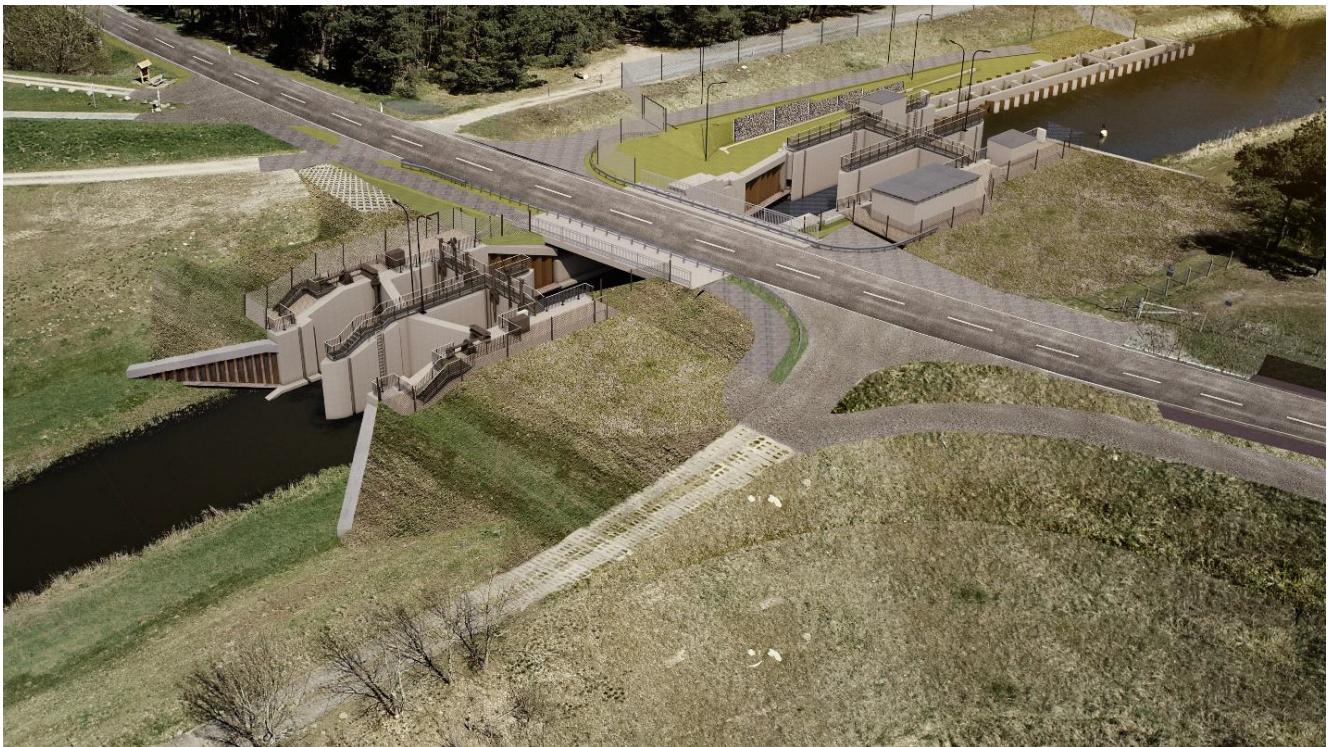
NLWKN  
Betriebsstelle Lüneburg  
Adolph-Kolping-Str. 6  
21337 Lüneburg



NLStBV  
Geschäftsbereich Lüneburg  
Am Alten Eisenwerk 2d  
21339 Lüneburg

## **Wiederherstellung der Hochwasserschutzfunktion des Wehres Wehningen**

**Ersatzneubau der Hochwasserschutz- und Wehranlage mit  
Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit und  
Ersatzneubau der Straßenbrücke im Zuge der B 195**



### **Nachrichtliche Anlage zur Synopse**

- Hydraulische Berechnungen im Rahmen der  
Erweiterung und Erhöhung der Wehranlage  
Wehningen -**

# Hydraulische Berechnungen im Rahmen der Erweiterung und Erhöhung der Wehranlage Wehningen Az: L1 62026-06-1401

für den  
NLWKN – Betriebsstelle Lüneburg  
Adolph-Kolping-Str. 6, 21337 Lüneburg

## Bericht

erstellt von



ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und  
Umwelttechnik mbH  
Turpinstraße 19, 52066 Aachen

Aachen, den 13.03.2018

## Impressum

Hydraulische Berechnungen im Rahmen der Erweiterung und Erhöhung der Wehranlage Wehningen  
Az: L1 62026-06-1401  
Bericht

Wir danken allen Beteiligten für die Hilfestellungen bei der Bearbeitung und die jederzeit freundliche und kooperative Zusammenarbeit.

Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. Barbara Fröhlings

M.S. Dipl.-Ing. Joachim Steinrücke (Projektleiter)

Aachen, den 13.03.2018

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes, der Anlagen und ggf. mitgelieferter Projekt-CDs außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Auftragsgebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Umwelttechnik mbH,  
Turpinstraße 19, 52066 Aachen

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Modellerstellung</b>	<b>2</b>
2.1	Netzerstellung	2
2.2	Randbedingungen	3
<b>3</b>	<b>Hydraulische Berechnungen</b>	<b>5</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Modellbereich Löcknitz mit Elbe (Quelle Hintergrundkarte: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, © 2018)	2
Abbildung 2.2:	Modellausschnitt des 2D-Hydraulikmodells (Geländehöhen, 3fach überhöht) der Löcknitz mit Mündungsbereich in der Elbe	3
Abbildung 3.1:	Längsschnitt der Löcknitz für NQ in der Löcknitz mit verschiedenen Elbwasserständen	5
Abbildung 3.2:	Längsschnitt der Löcknitz für $Q_{30}$ in der Löcknitz mit verschiedenen Elbwasserständen	6
Abbildung 3.3:	Längsschnitt der Löcknitz für MQ in der Löcknitz mit verschiedenen Elbwasserständen	6
Abbildung 3.4:	Längsschnitt der Löcknitz für $Q_{330}$ in der Löcknitz mit verschiedenen Elbwasserständen	7
Abbildung 3.5:	Längsschnitt der Löcknitz für MHQ in der Löcknitz mit verschiedenen Elbwasserständen	7
Abbildung 3.6:	Längsschnitt der Löcknitz für $HQ_{100}$ in der Löcknitz mit verschiedenen Elbwasserständen	8
Abbildung 3.7:	Längsschnitt der Löcknitz mit Wasserspiegellagen für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz mit mittleren Verhältnissen in der Elbe	9
Abbildung 3.8:	Wasserstände der Löcknitz am Wehr Wehningen (Wehr vollständig geöffnet) für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe	10

Abbildung 3.9:	Fließgeschwindigkeiten der Löcknitz am Wehr Wehningen (Wehr vollständig geöffnet) für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe (50 m oberhalb des Bauwerks)	12
Abbildung 3.10:	Fließgeschwindigkeiten der Löcknitz am Wehr Wehningen (Wehr vollständig geöffnet) für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe (im Bauwerk)	13
Abbildung 3.11:	Fließgeschwindigkeiten der Löcknitz am Wehr Wehningen (Wehr vollständig geöffnet) für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe (50 m unterhalb des Bauwerks)	14
Abbildung 3.12:	Fließgeschwindigkeiten der Löcknitz kurz oberhalb der Mündung in die Elbe für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe	15

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Randbedingungen der hydraulischen Simulationen (Elbwasserstände, Löcknitzabflüsse)	4
Tabelle 3.1:	Wasserstände 10 m oberhalb des Wehrs Wehningen für verschiedene Abflusskombinationen	10
Tabelle 3.2:	Wasserstände 10 m unterhalb des Wehrs Wehningen für verschiedene Abflusskombinationen	11

# 1 Einleitung

Die im Mündungsbereich der Löcknitz gelegene Wehranlage Wehningen mit integrierter Brückenplatte für die Bundesstraße B 195 reguliert einerseits den Wasserstand in der Löcknitz, andererseits hat sie die Aufgabe, die Löcknitz vor Elbe-Hochwässern zu schützen. Das Elbehochwasser im Jahr 2013 wies Wasserstände auf, die im Bereich der Wehranlage Wehningen in der Vergangenheit noch nicht vorgekommen sind. Das Land Niedersachsen, vertreten durch den Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz – Betriebsstelle Lüneburg –, beabsichtigt daher, die Wehranlage Wehningen instandzusetzen, zu erweitern bzw. umzubauen.

Als Basis für die Planungen sollen in dieser Untersuchung hydraulische Aspekte mit Hilfe eines 2D-Modells analysiert werden. Die wesentliche Fragestellung lautet hier:

- Welche Wasserstände stellen sich vor und hinter der Wehranlage mit vollständig geöffnetem Wehr bei unterschiedlichen Abflüssen in der Löcknitz und unterschiedlichen Elbe-Wasserständen ein?



## 2 Modellerstellung

Die Modellerstellung teilt sich in zwei Schritte. In einem ersten Schritt wird die Geometrie abgebildet, hierzu wird das sogenannte Rechnetz erzeugt. Um die Fließwiderstände abzubilden, werden die örtlichen Rauheiten in Form von „Kst-Werten“ im Rechnetz ergänzt. Im zweiten Schritt werden die Randbedingungen (z.B. Abflüsse und Unterwasserstände) für die jeweiligen Rechenläufe angefügt.

### 2.1 Netzerstellung

Der betrachtete Bereich umfasst die Löcknitz ab der Landesgrenze bis zur Mündung in die Elbe. Außerdem wurde ein kurzer Abschnitt der Elbe innerhalb der Elbdeiche modelliert, um die Unterwasserverhältnisse hydraulisch korrekt abzubilden. In Abbildung 2.1 ist der modellierte Bereich dargestellt.

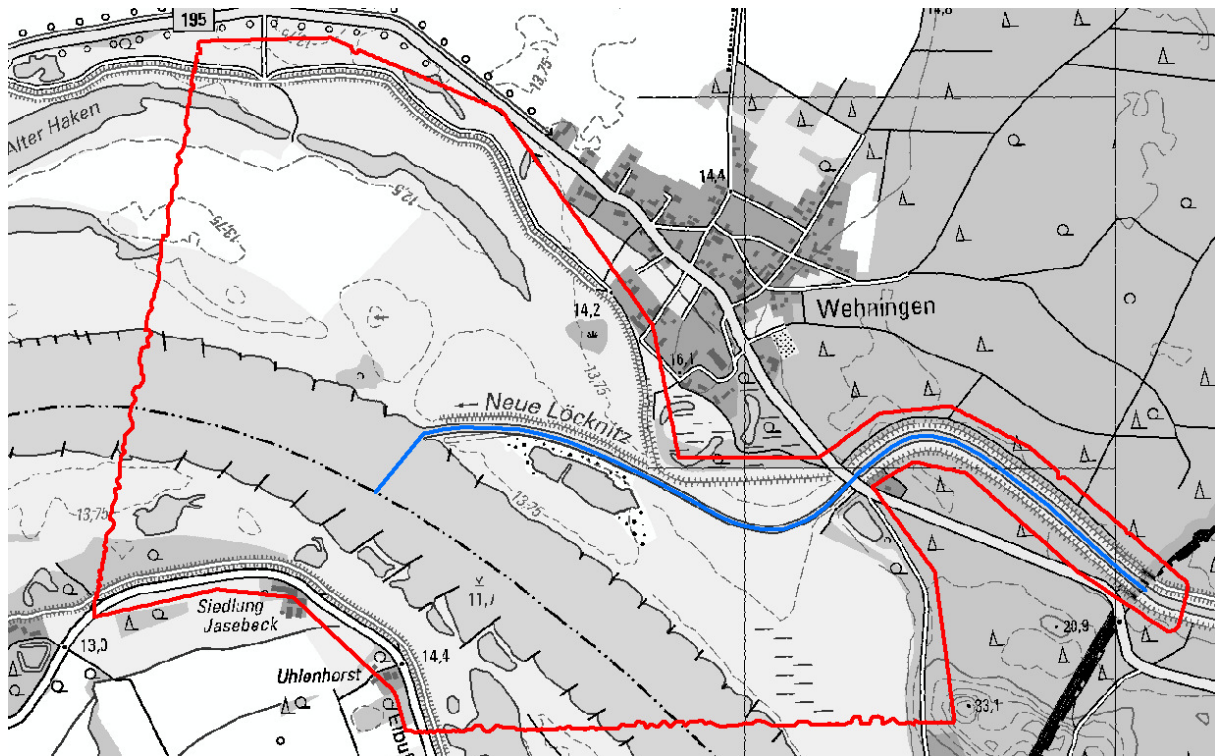


Abbildung 2.1: Modellbereich Löcknitz mit Elbe (Quelle Hintergrundkarte: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, © 2018)

Basis für die Netzgenerierung war:

- DGM für die Bereiche außerhalb des Flusslauchs der Löcknitz.
- Vermessung der Löcknitz vom Ingenieurbüro Rauchenberger GmbH im Dezember 2017

Das Wehr wurde vereinbarungsgemäß im vollständig geöffneten Zustand abgebildet.

In Abbildung 2.2 ist ein Teil des Rechennetzes dargestellt. Die Rauheit der Löcknitz wurde dabei mit einem  $k_{st}$ -Wert von  $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  angesetzt. Das Vorland wurde in Abhängigkeit der Landnutzung mit Rauheiten zwischen 10 und  $29 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  abgebildet.

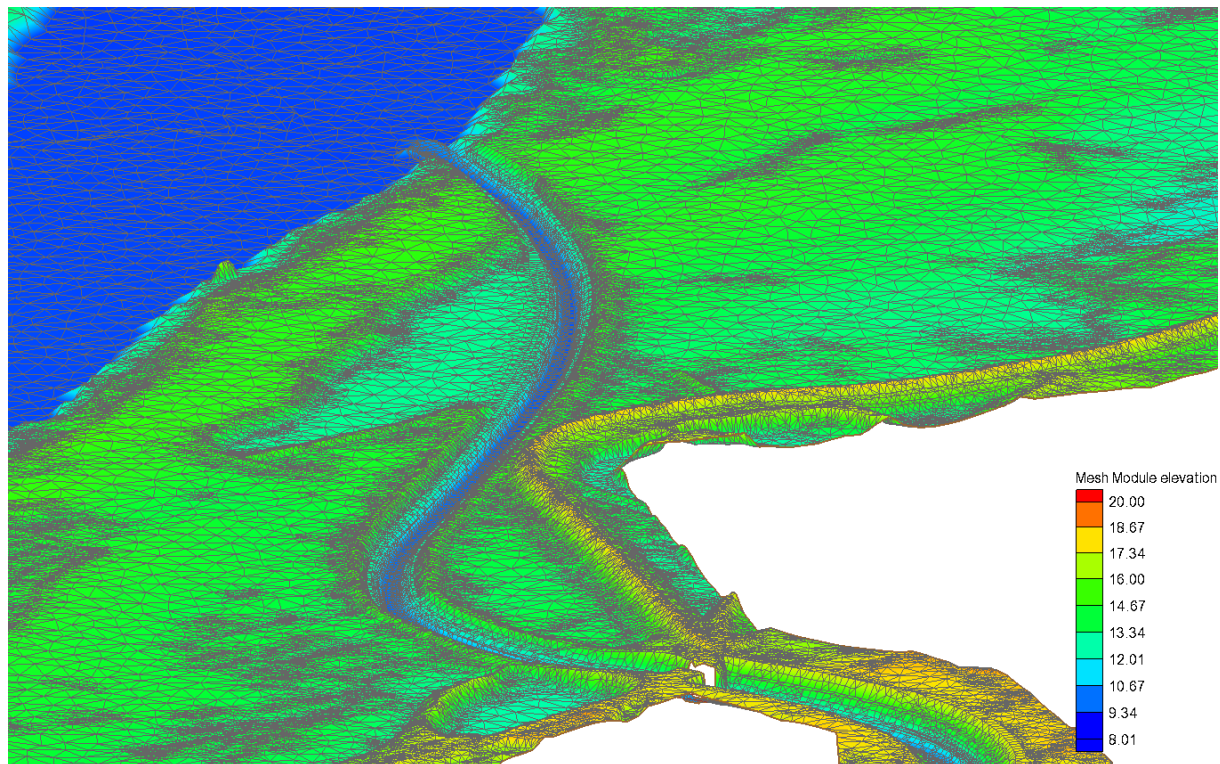


Abbildung 2.2: Modellausschnitt des 2D-Hydraulikmodells (Geländehöhen, 3fach überhöht) der Löcknitz mit Mündungsbereich in der Elbe

## 2.2 Randbedingungen

Die Fließverhältnisse im hier betrachteten Abschnitt der Löcknitz werden maßgeblich durch die Elbwasserstände und den Abfluss in der Löcknitz bestimmt. Zur Simulation eines „Szenarios“ sind somit der Elbwasserstand und der Eigenabfluss der Löcknitz zu definieren. Elbe und Löcknitz sind hydrologisch nicht vollständig unabhängig, dennoch wurden Elbwasserstände und Löcknitzabfluss nach Rücksprache frei „kombiniert“, sodass aus den resultierenden Ergebnissen die Wasserstände für die maßgebenden Szenarien abgeleitet werden können.

Ausgehend von unterschiedlichen Elbwasserständen wurden die Abflüsse in der Löcknitz variiert und so die sich einstellenden Wasserspiegellagen und Fließgeschwindigkeiten berechnet.

Die Wasserstände der Elbe wurden von den Niedrigwasserständen bis hin zu Hochwasserständen bis  $+16,00 \text{ mNNH}$  variiert. Die Wasserstandsdaten der Elbe für die verschiedenen Jährlichkeiten wurden aus dem Datensystem FLYS der BfG ermittelt. Für die im FLYS nicht vorhandenen unterjährlichen Abflüsse  $NQ$ ,  $Q_{30}$  und  $Q_{330}$  wurden die Wasserstände aus dem Gewässerkundlichen Jahrbuch (DGJ 2014) ermittelt. Diese unterjährlichen Abflüsse wurden der mittleren Dauerlinie des DGJ 2014, Elbegebiet, Teil III, Untere Elbe ab der Havelmündung



für den Pegel Neu-Darchau / Elbe entnommen. Die zugehörigen Wasserstände an der Löcknitzmündung wurden interpoliert / extrapoliert.

Durch die Planungsgemeinschaft „Krebs und Kiefer – IRS“ wurden „Vorgaben für die num.-hydr. Modellierung, 08.12.2017“ zusammengestellt. In der Tabelle 1 sind in diesen Vorgaben auch die maßgeblichen Abflüsse dargestellt. Seitens der Planungsgemeinschaft wurde darauf hingewiesen, dass dies aufgrund fehlender Pegel / Abflussdaten keine verlässlichen Abflusswerte sind. Es wurde vereinbart, die Abflusswerte als Spektrum zu verwenden, die Zuordnung zu einer Jährlichkeit sei nicht erforderlich. Ungeachtet dieser Unsicherheit ist in Tabelle 2.1 das Abflussspektrum aufgeführt. Die Jährlichkeit ist als grobe Schätzung zu verstehen.

Die Berechnungen wurden jeweils für einen stationären Zustand durchgeführt. Durch die Kombinationen der sieben Elbwasserstände und der sechs Eigenabflüsse der Löcknitz ergeben sich 42 Szenarien, sie sind in Tabelle 2.1 zusammengefasst.

Tabelle 2.1: Randbedingungen der hydraulischen Simulationen (Elbwasserstände, Löcknitzabflüsse)

Elbe			Löcknitzabflüsse					
	Abfluss [m³/s]	Wasserstand [DHHN_2016]	ca. NQ [m³/s]	ca. Q <sub>30</sub> [m³/s]	ca. MQ [m³/s]	ca. Q <sub>330</sub> [m³/s]	ca. MHQ [m³/s]	ca. HQ100 [m³/s]
NQ	145	9.48	0.18	1.17	4.97	9.04	20.60	45.00
Q30	281	10.20	0.18	1.17	4.97	9.04	20.60	45.00
MQ	708	11.63	0.18	1.17	4.97	9.04	20.60	45.00
Q330	1 340	12.98	0.18	1.17	4.97	9.04	20.60	45.00
MHQ	2 128	14.41	0.18	1.17	4.97	9.04	20.60	45.00
HQ10	3 128	15.58	0.18	1.17	4.97	9.04	20.60	45.00
HQ100	3 519	16.96	0.18	1.17	4.97	9.04	20.60	45.00

Zur Plausibilisierung des Modells war vorgesehen, die Pegeldata des Unterwassers am Wehr heranzuziehen. Vom Staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg wurden dem NLWKN die Wasserstandszeitreihen als Rohdaten zur Verfügung gestellt. Die Zeitreihe wurde analysiert, die Werte sind zeitweilig offensichtlich falsch, zum Teil erscheinen sie unplausibel, da sie z.B. den bei der Vermessung erfassten Wasserspiegellagen widersprechen. Die Zeitreihe wurde daher nicht zur Plausibilisierung des Modells verwendet.

Zur Plausibilisierung des Modells konnte daher nur auf sonstige Daten wie die Wasserstände bei der Vermessung und Fotos zurückgegriffen werden. Die Simulationsergebnisse passen sehr gut zu diesen sonstigen Daten, leider decken diese nur vergleichsweise kleine Abflüsse ab.

### 3 Hydraulische Berechnungen

Mit dem so erstellten Modell wurden die hydraulischen Berechnungen durchgeführt. Hieraus ergeben sich die in den folgenden Abbildungen dargestellten Wasserspiegellagen.

Jede Abbildung enthält die Längsschnitte der Löcknitz für einen festen Abfluss in der Löcknitz und verschiedene Unterwasserstände in der Elbe.

Bei mittleren und höheren Elbwasserständen ist der Wasserspiegel in der Löcknitz von der Mündung bis zum Wehr ausgespiegelt. Nur bei einem gleichzeitigen Hochwasser in der Löcknitz (MHQ, HQ<sub>100</sub>) tritt am Wehr ein geringer Aufstau auf. Bei niedrigen Elbwasserständen und mittleren bis hohen Abflüssen in der Löcknitz fällt der Wasserspiegel der Löcknitz zur Elbe hin ab.

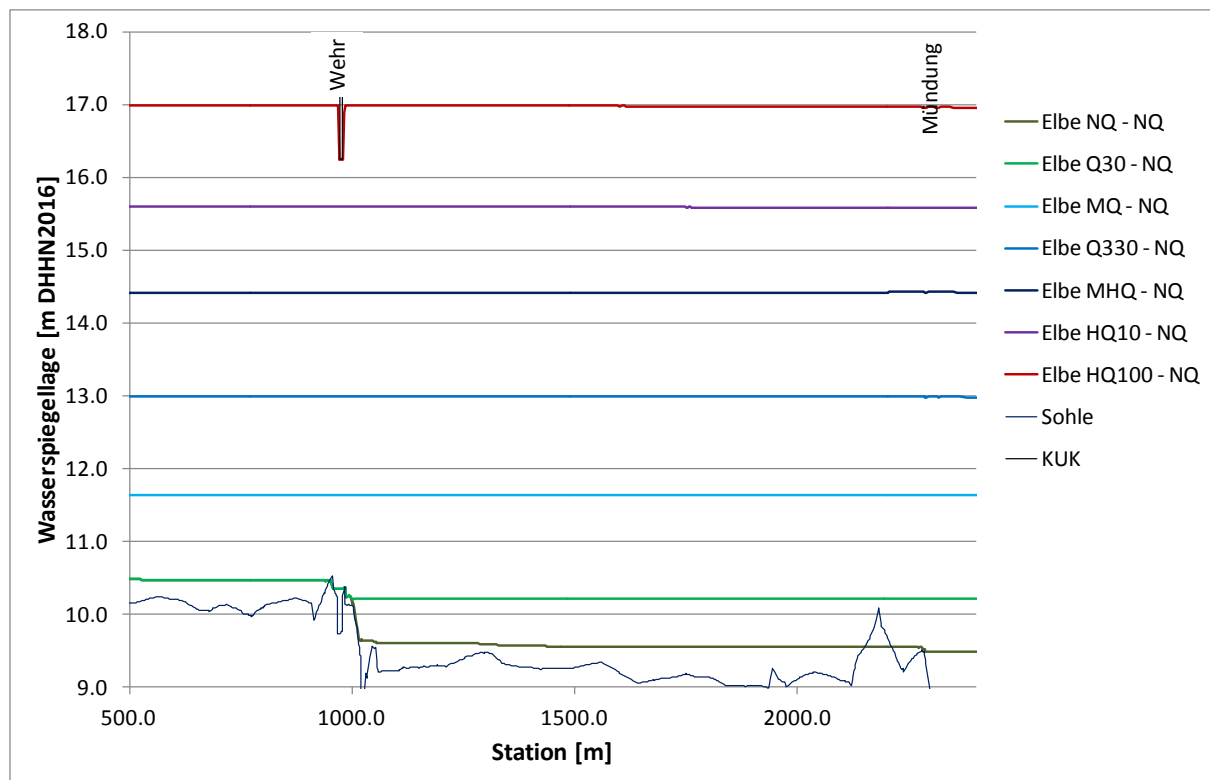


Abbildung 3.1: Längsschnitt der Löcknitz für NQ in der Löcknitz mit verschiedenen Elbwasserständen

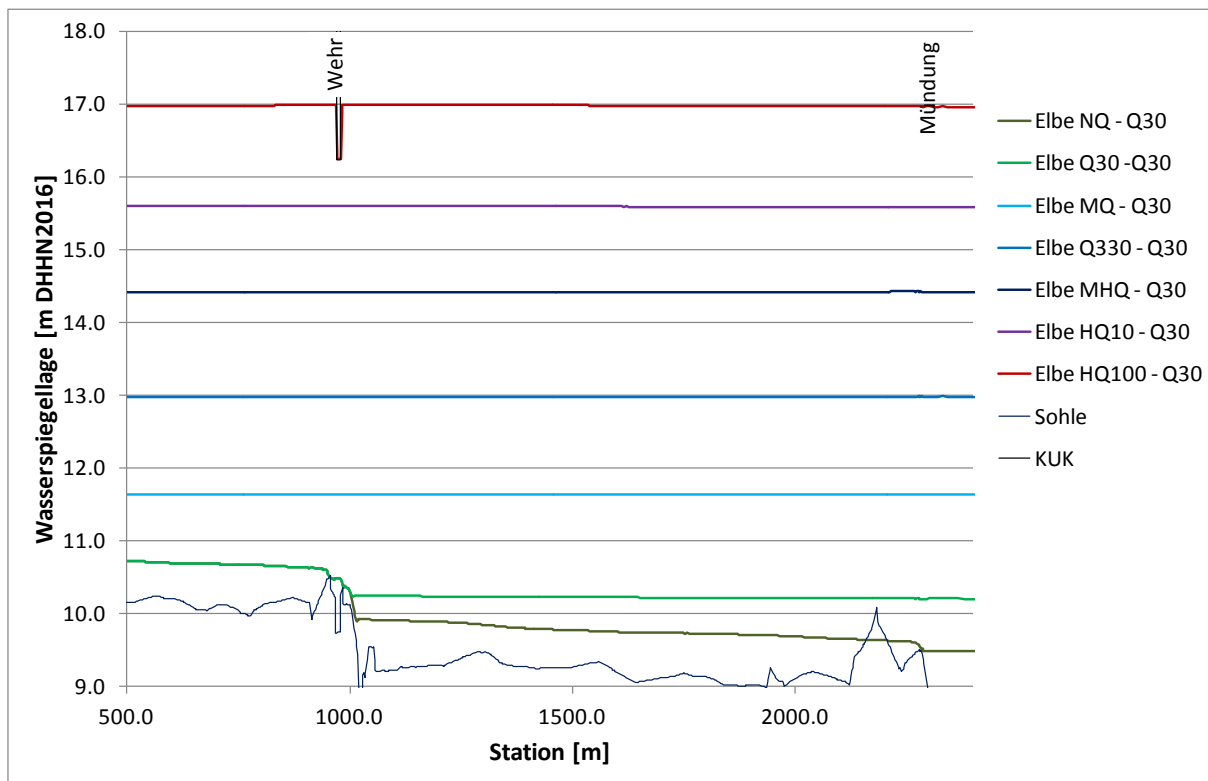


Abbildung 3.2: Längsschnitt der Loecknitz für  $Q_{30}$  in der Loecknitz mit verschiedenen Elbwasserständen

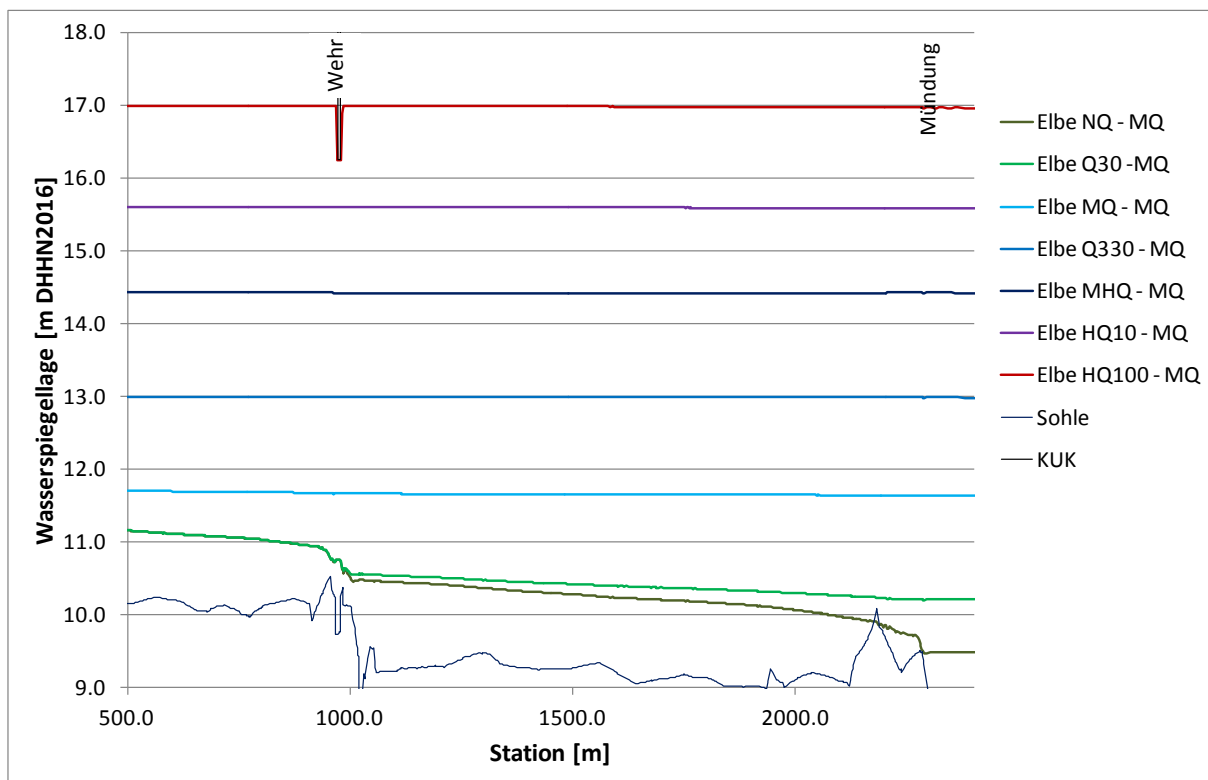


Abbildung 3.3: Längsschnitt der Loecknitz für MQ in der Loecknitz mit verschiedenen Elbwasserständen

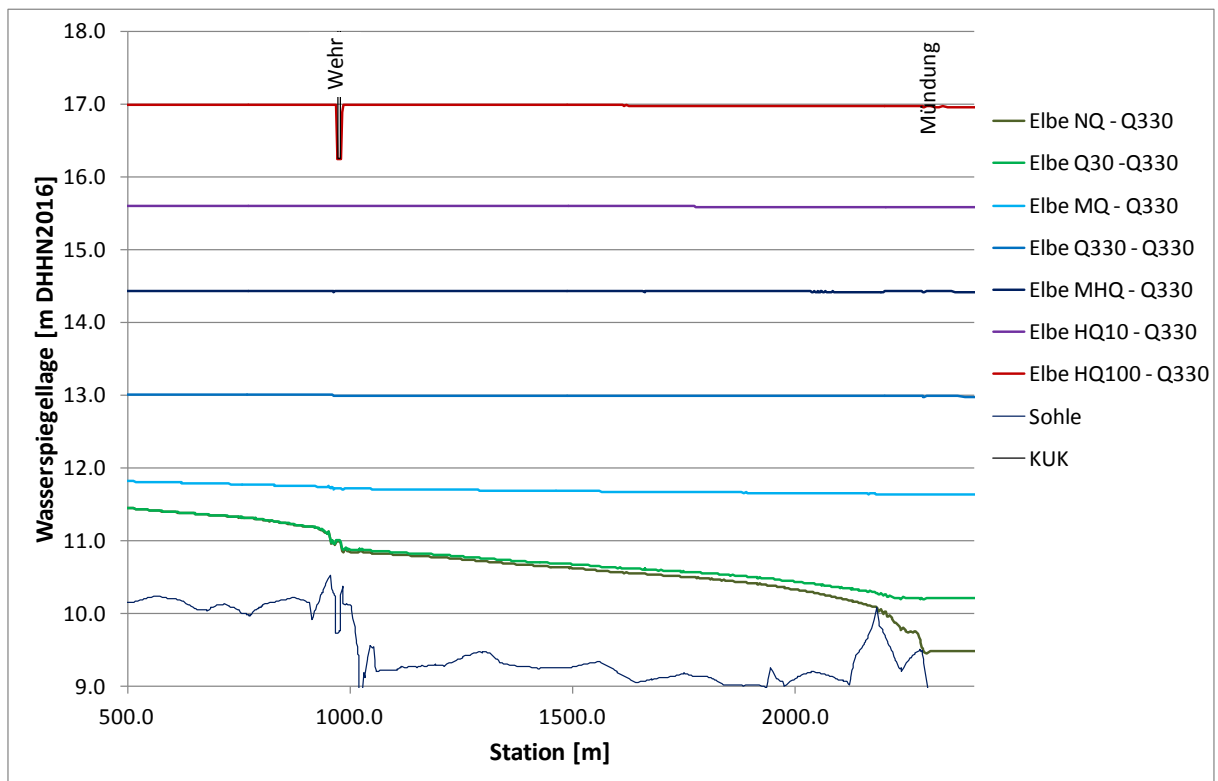


Abbildung 3.4: Längsschnitt der Loecknitz für  $Q_{330}$  in der Loecknitz mit verschiedenen Elbwasserständen

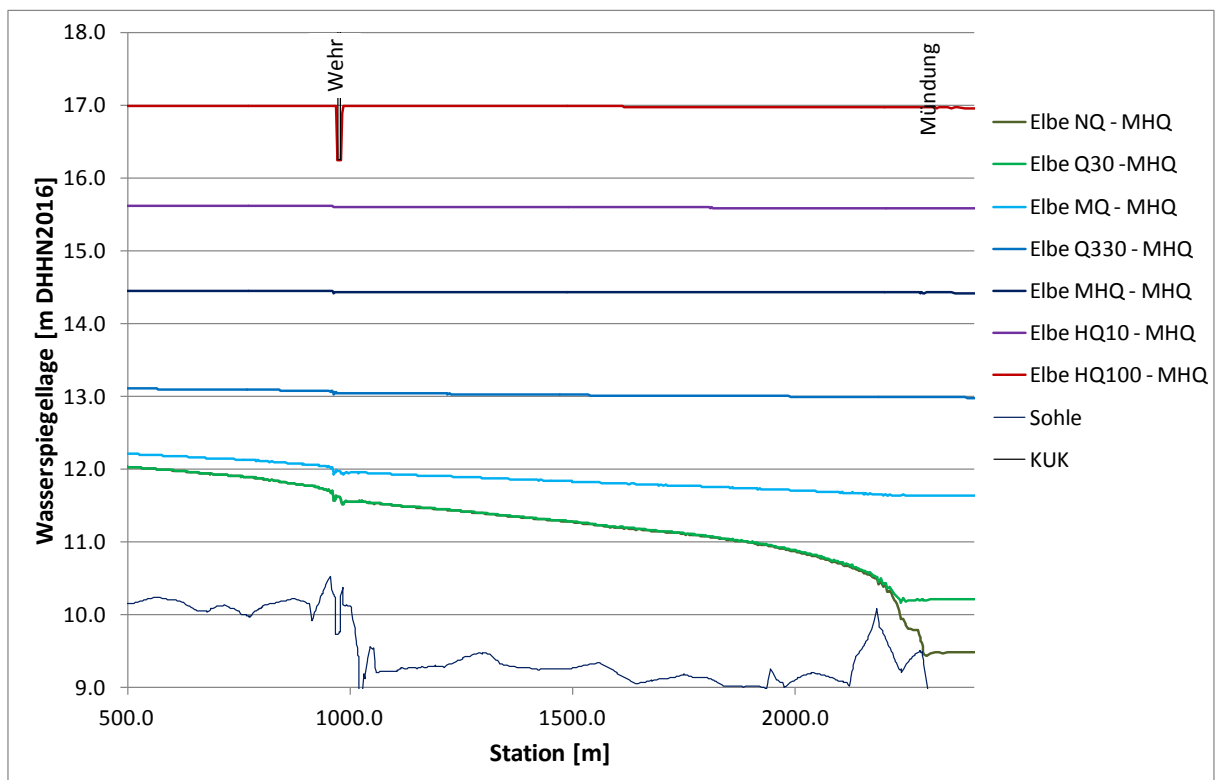


Abbildung 3.5: Längsschnitt der Loecknitz für MHQ in der Loecknitz mit verschiedenen Elbwasserständen

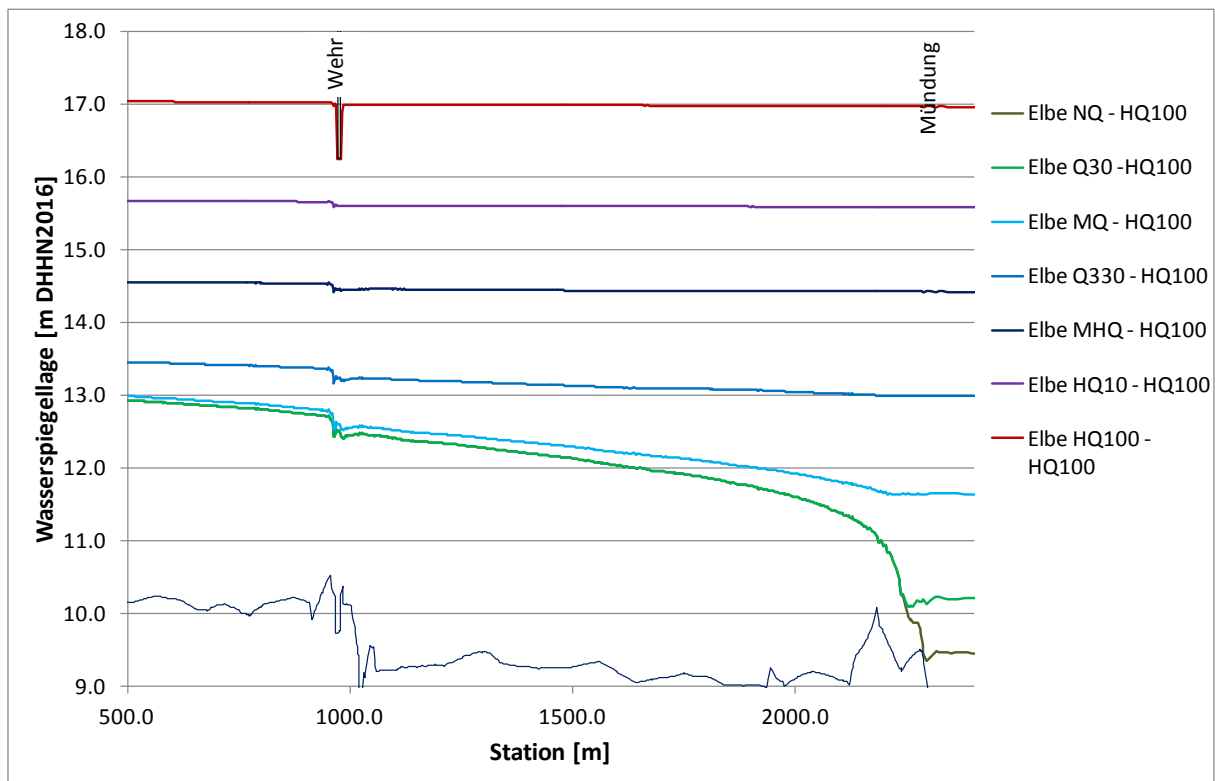


Abbildung 3.6: Längsschnitt der Löcknitz für  $HQ_{100}$  in der Löcknitz mit verschiedenen Elbwasserständen

In der folgenden Abbildung 3.7 sind die Wasserstände in der Löcknitz für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und mittlere Elbwasserstände aufgetragen. Hier ist bei Abflüssen ab  $Q_{330}$  ein steigender Wasserspiegel in der Löcknitz zu erkennen. Bei  $HQ_{100}$  und in Ansätzen auch bei MHQ bedingt das Bauwerk auch noch einen zusätzlichen Aufstau.



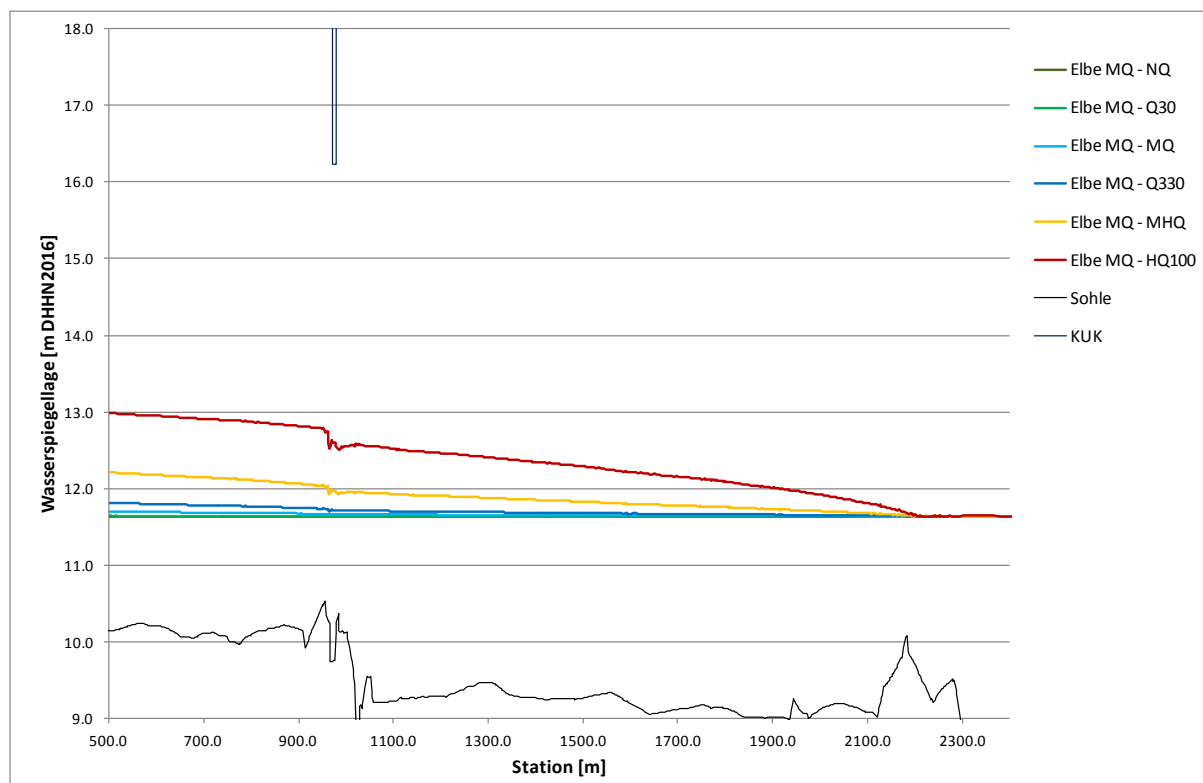


Abbildung 3.7: Längsschnitt der Löcknitz mit Wasserspiegellagen für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz mit mittleren Verhältnissen in der Elbe

Zur besseren Übersicht sind in Abbildung 3.8 die Wasserstände am Bauwerk (10 m ober- und unterhalb) in Abhängigkeit der Wasserstände in der Elbe und der Abflüsse in der Löcknitz aufgetragen.

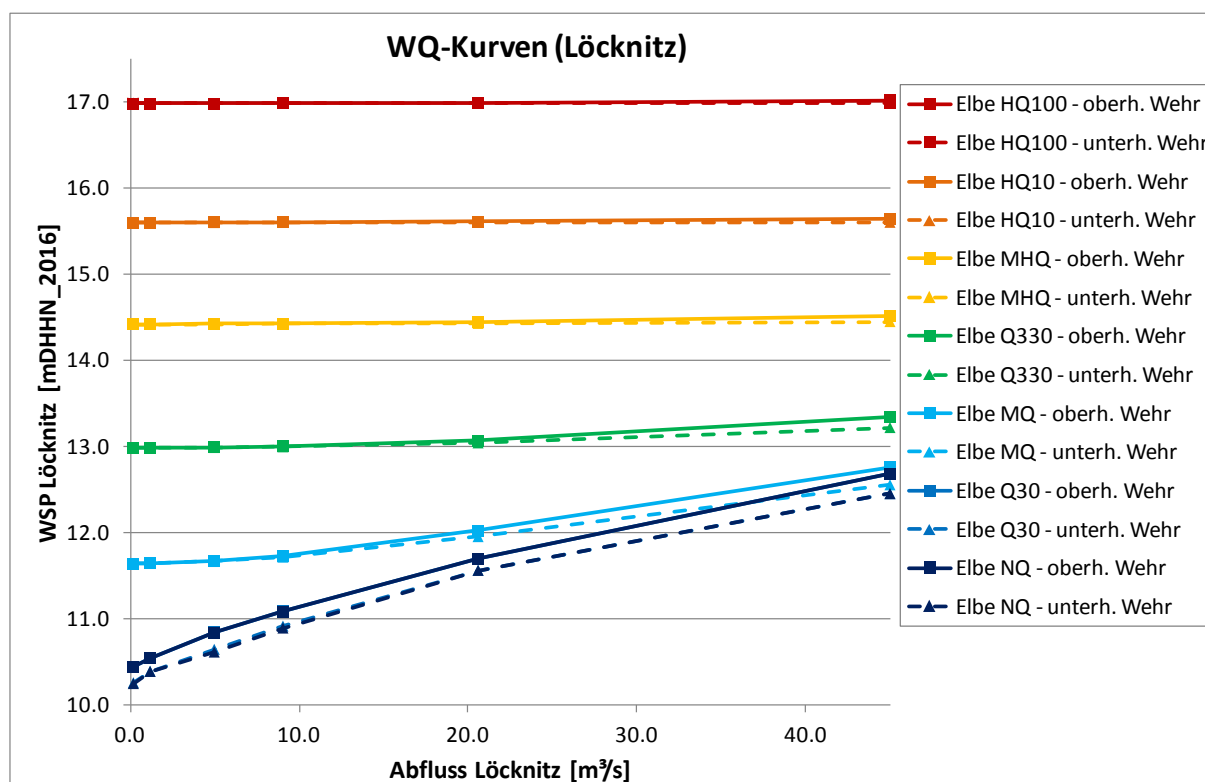


Abbildung 3.8: Wasserstände der Löcknitz am Wehr Wehningen (Wehr vollständig geöffnet) für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe

In Tabelle 3.1 und Tabelle 3.2 sind die berechneten Wasserstände am Wehr für verschiedene Abflusskombinationen aufgeführt.

Tabelle 3.1: Wasserstände 10 m oberhalb des Wehrs Wehningen für verschiedene Abflusskombinationen

	Elbe NQ	Elbe Q <sub>30</sub>	Elbe MQ	Elbe Q <sub>330</sub>	Elbe MHQ	Elbe HQ <sub>10</sub>	Elbe HQ <sub>100</sub>
Löcknitz NQ	10,44	10,44	11,64	12,98	14,42	15,60	16,98
Löcknitz Q <sub>30</sub>	10,53	10,53	11,64	12,98	14,42	15,60	16,98
Löcknitz MQ	10,83	10,84	11,67	12,99	14,42	15,60	16,98
Löcknitz Q <sub>330</sub>	11,07	11,08	11,73	13,00	14,42	15,60	16,98
Löcknitz MHQ	11,69	11,69	12,02	13,07	14,44	15,61	16,99
Löcknitz HQ <sub>100</sub>	12,68	12,68	12,76	13,34	14,51	15,64	17,02

Tabelle 3.2: Wasserstände 10 m unterhalb des Wehrs Wehningen für verschiedene Abflusskombinationen

	Elbe NQ	Elbe Q <sub>30</sub>	Elbe MQ	Elbe Q <sub>330</sub>	Elbe MHQ	Elbe HQ <sub>10</sub>	Elbe HQ <sub>100</sub>
Löcknitz NQ	10,24	10,25	11,64	12,98	14,42	15,60	16,98
Löcknitz Q <sub>30</sub>	10,38	10,39	11,64	12,98	14,42	15,60	16,98
Löcknitz MQ	10,61	10,64	11,66	12,98	14,42	15,60	16,98
Löcknitz Q <sub>330</sub>	10,89	10,91	11,71	12,99	14,42	15,60	16,98
Löcknitz MHQ	11,56	11,56	11,95	13,04	14,43	15,60	16,98
Löcknitz HQ <sub>100</sub>	12,45	12,45	12,55	13,22	14,45	15,60	16,99

Die Fließgeschwindigkeiten in der Löcknitz nehmen mit steigendem Abfluss in der Löcknitz zu. Mit steigendem Wasserstand in der Elbe steigt durch Rückstau der durchflossene Querschnitt in der Löcknitz, sodass die Fließgeschwindigkeiten mit steigendem Wasserstand der Elbe bei gleichem Abfluss in der Löcknitz abnehmen. Im Bauwerk selbst sind die Fließgeschwindigkeiten der Löcknitz aufgrund des hier geringeren Querschnittes teilweise deutlich höher als im Gewässer ober- und unterhalb.

In Abbildung 3.9 bis Abbildung 3.11 sind die Geschwindigkeiten an einem Punkt 50 m oberhalb, im Bauwerk und 50 m unterhalb des Bauwerks für die verschiedenen Abflusskombinationen aufgetragen. Da die Geschwindigkeiten innerhalb des jeweiligen Querprofils variieren, sind die hier an einem Punkt ermittelten Geschwindigkeiten als Orientierung für die Fließgeschwindigkeiten im Querprofil zu verstehen.

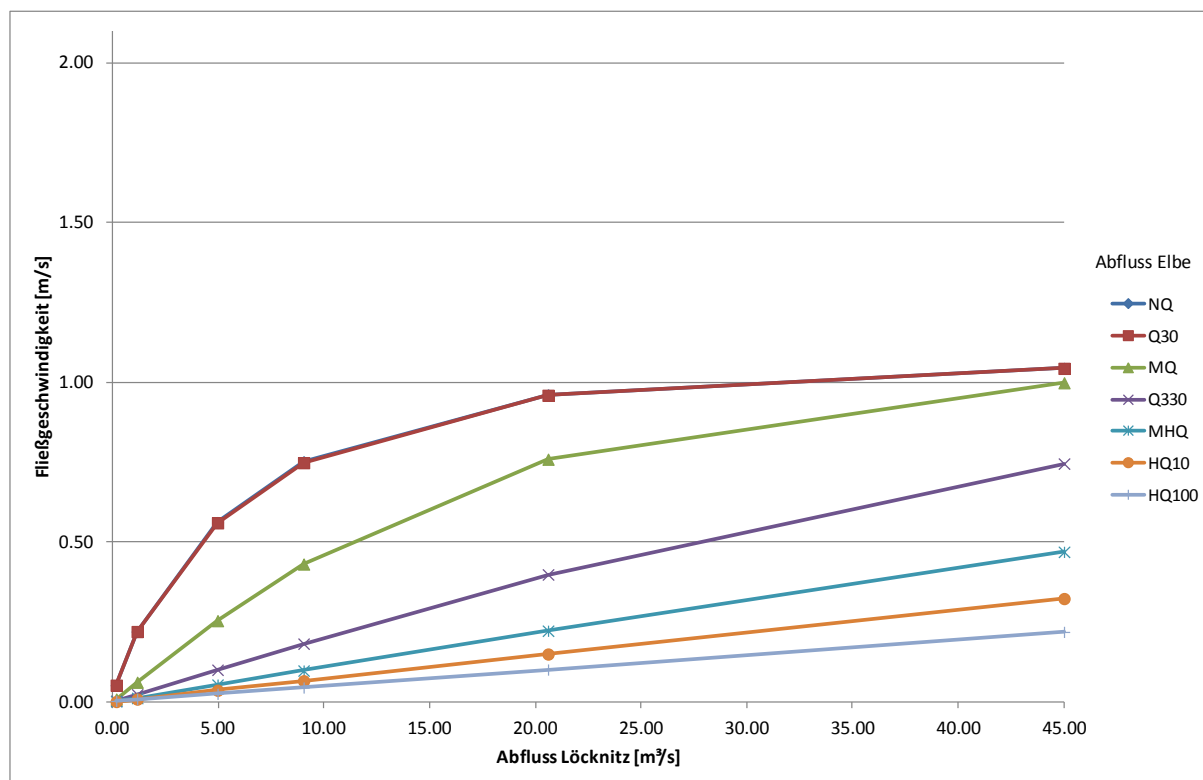


Abbildung 3.9: Fließgeschwindigkeiten der Löcknitz am Wehr Wehningen (Wehr vollständig geöffnet) für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe (50 m oberhalb des Bauwerks)

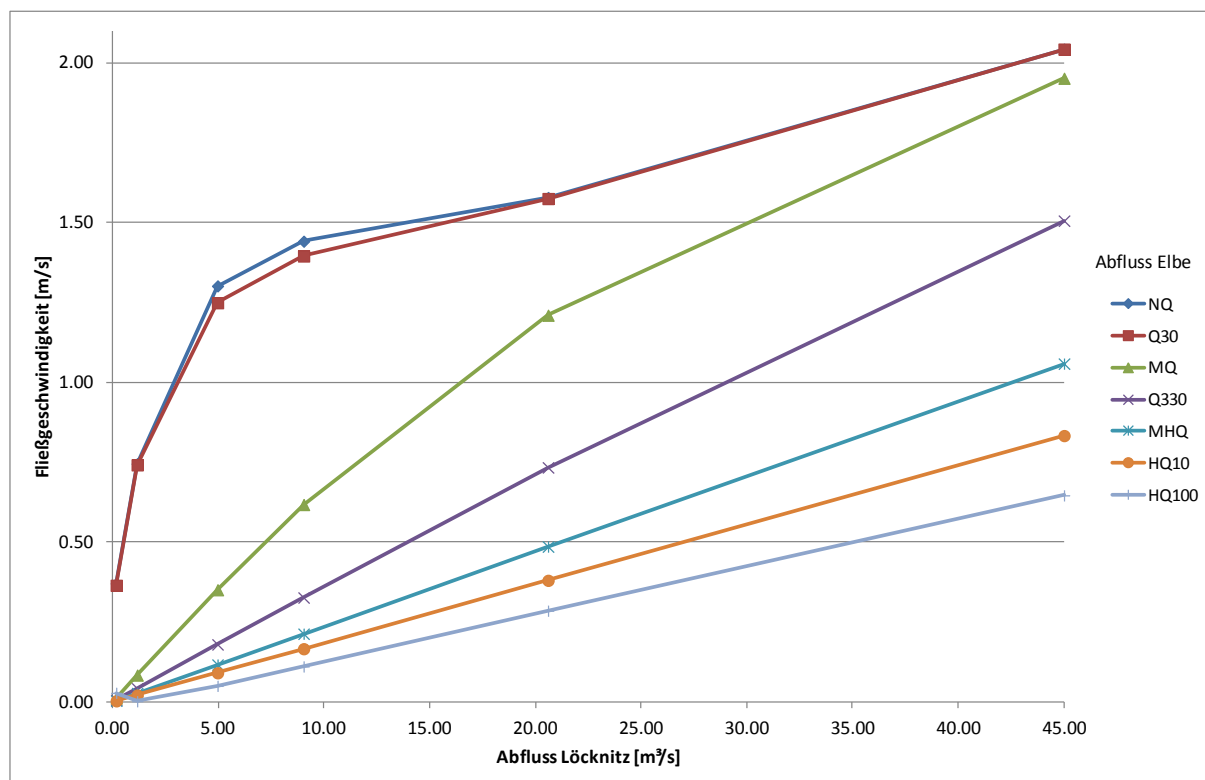


Abbildung 3.10: Fließgeschwindigkeiten der Löcknitz am Wehr Wehningen (Wehr vollständig geöffnet) für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe (im Bauwerk)



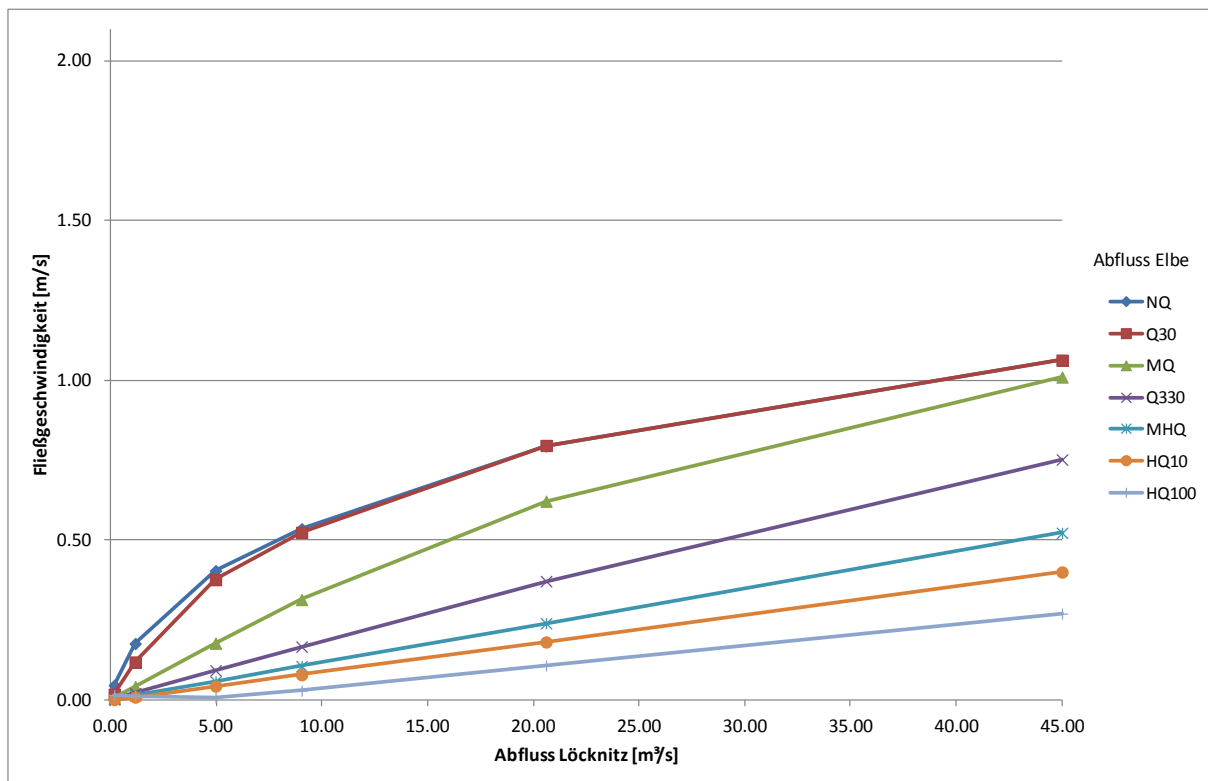


Abbildung 3.11: Fließgeschwindigkeiten der Löcknitz am Wehr Wehningen (Wehr vollständig geöffnet) für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe (50 m unterhalb des Bauwerks)

Im heutigen Zustand treten in der Löcknitz ober- und unterhalb des Wehres Wehningen maximal Geschwindigkeiten von ca. 1 m/s auf. Im Bauwerk liegen die maximalen Geschwindigkeiten bei ca. 2 m/s.

Die Größenordnung der Geschwindigkeiten, die in der Löcknitz unterhalb des Wehres auftreten ist charakteristisch für den gesamten Bereich der Löcknitz unterhalb des Wehres. Nur im mündungsnahen Bereich steigen die Fließgeschwindigkeiten bei größeren Abflüssen in der Löcknitz und gleichzeitig niedrigen Elbwasserständen deutlich an. Abbildung 3.12 zeigt die auftretenden Fließgeschwindigkeiten kurz oberhalb der Mündung der Löcknitz für verschiedene Abflusskombinationen. Die Fließgeschwindigkeiten steigen hier bei einem Abfluss in der Löcknitz von 45 m³/s und niedrigen Elbwasserständen bis auf ca. 3,5 m/s an.

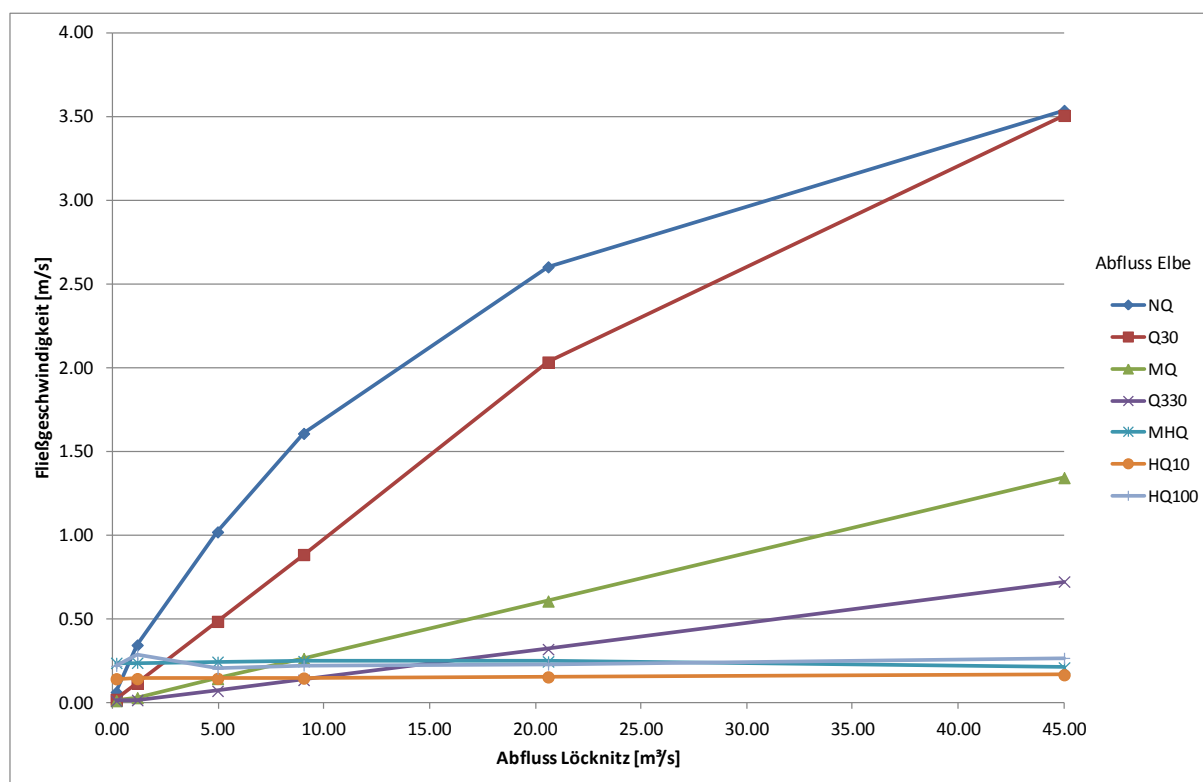


Abbildung 3.12: Fließgeschwindigkeiten der Löcknitz kurz oberhalb der Mündung in die Elbe für verschiedene Abflüsse in der Löcknitz und in der Elbe