

I. VERANLASSUNG UND ZIELSTELLUNG

Im Jahr 2019 wurde das Institut für Wasserwirtschaft und Umweltschutz (IWU) mit hydraulischen Berechnungen im Bereich der unteren Mittel-Elbe beauftragt. Schwerpunkt der hydraulischen Berechnungen war es, den Einfluss der uferbegleitenden Vegetation und der Vorlandvegetation, insbesondere der Sträucher und Gehölze, auf die Wasserspiegellage bei Extremhochwasser einzuschätzen. Zunächst wurde die hydraulische Wirkung von Gehölzentnahmen untersucht, die einen möglichst hohen Wasserspiegelabsenk bei Extremhochwasser erzielen sollten. Aus den Gehölzentnahmen wurde ein Strömungskorridor abgeleitet, der für Hochwasserabflüsse freigehalten werden soll. Ergänzend wurde die hydraulische Wirkung von Kohärenzmaßnahmen untersucht, die gegensätzlich zu den Gehölzentnahmen wirken. Besonderes Augenmerk in den Untersuchungen wurde darauf gelegt, den Großbewuchs lagegenau zu verorten und die Rauheitswirkung der Elbevegetation hydraulisch möglichst genau einzuschätzen. Der so entwickelte Auenstrukturplan soll die Ansprüche von Wasserwirtschaft und Naturschutz zusammenführen und eine abgestimmte Entwicklung der Vegetation an der Elbe und auf dem Vorland ermöglichen.



Abb. 1: Geographische Einordnung des Modellgebietes [LAGB LSA, 2017 (verändert)]

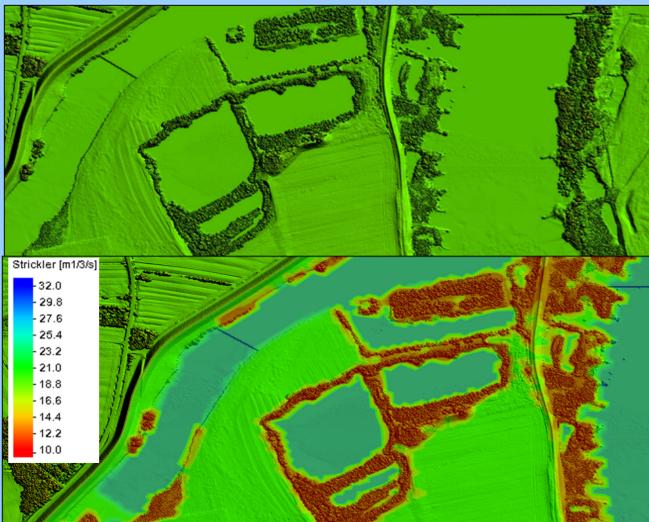


Abb. 2: Ausschnitt aus dem Digitalen Oberflächenmodell (oben), Detaillierte Rauheitszuweisung im Computermodell (unten)

II. DATENGRUNDLAGEN

- DOM 1x1m aus dem Jahr 2015 im Bereich Niedersachsen und Gerinnepeilungen aus den Jahren 2016/2017 (WSA Magdeburg, WSA Lauenburg)
- Fließgeschwindigkeitsmessungen für das Hochwasser 2013 (Elbe-km 453,9, Elbe-km 482,7, Elbe-km 490,5, Elbe-km 510,9, Elbe-km 519,9, Elbe-km 541,4, Elbe-km 552, Elbe-km 560,9) aufgenommen durch das Ingenieurbüro Schmid, übergeben durch das WSA Magdeburg
- Abflussdaten und Wasserspiegelfixierungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) aus dem Online Portal FLYS

III. MODELLAUFBAU & KALIBRIERUNG

Das Untersuchungsgebiet wurde innerhalb der festgelegten Modellgrenzen mit Hilfe eines Gitternetzes aus dreieckigen Elementen abgebildet und wies folgende Eigenschaften auf:

Abschnitt	Fließstrecke	Gittereigenschaften
Elbe-km 451,0 (Wittenberge) bis Elbe-km 585,9 (Wehr Geesthacht)	rd. 135 km	2.188.828 Elemente 1.106.200 Knotenpunkte rd. 10 bis 14 m Kantenlänge

Geländebegehungen und -befahrungen sowie eine Schiffsbereisung auf der Elbe im Untersuchungsgebiet zeigten, dass an der Elbe aus hydraulischer Sicht wiederkehrende charakteristische Vegetationstypen vorliegen. Aus hydraulischer Sicht war es besonders wichtig das Widerstandsverhalten der verschiedenen Vegetationstypen in der Strömung zu erfassen. Voruntersuchungen zeigten, dass die Güte der hydraulischen Berechnungen maßgeblich von der Aktualität der Datengrundlagen abhängen. Aus diesem Grund wurden verschiedene Verfahren getestet, wobei ein Vegetations-Identifizierungsverfahren auf der Grundlage eines Digitalen Oberflächenmodells (DOM) die besten Ergebnisse lieferte. Die Kalibrierung des Modells erfolgte für das Hochwasser 2013. Für das Hochwasser 2013 lagen 97% der berechneten Werte in einem minimalen Toleranzbereich von ± 10 cm gegenüber der Messung.

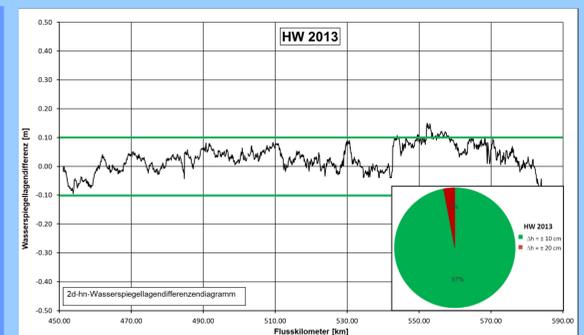


Abb. 3: Wasserspiegeldifferenzendiagramm HW 2013, Kalibrierung mit prozentualer Abweichung zwischen berechneten und gemessenen Wasserspiegellagen

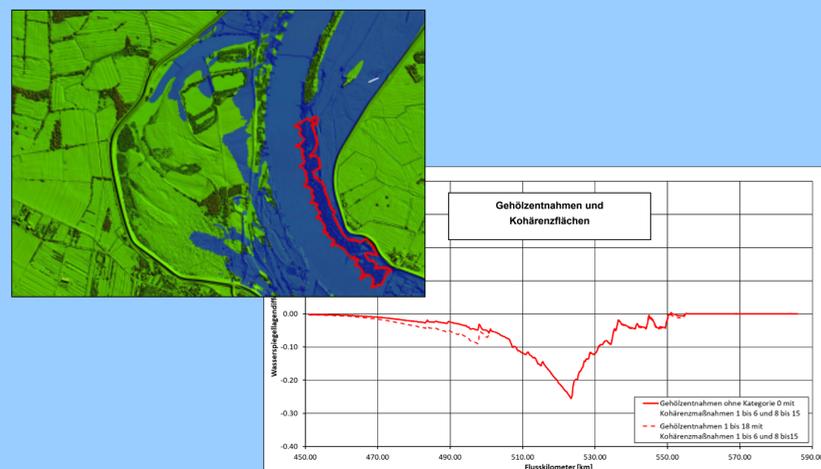


Abb. 4: Abgeleiteter Hochwasser-Strömungskorridor (oben) und Wasserspiegellagendifferenzendiagramm mit Wasserspiegelabsenk durch die Gehölzentnahmen und die Kohärenzflächen (unten)

V. BERECHNUNGSERGEBNISSE

Die hydraulischen Berechnungen lieferten umfangreiche und detaillierte Ergebnisse zu den Fließgeschwindigkeits- und Abflussverhältnissen in der Elbe und auf dem Elbe-Vorland. Deutlich wurde, dass es Bereiche gibt, die maßgeblich zum Hochwasserabfluss beitragen, wie der Elbe-Hauptstrom und Bereiche, die nur wenig zum Hochwasserabfluss beitragen, wie bspw. das linke Vorland der Elbe in Abb. 4. In Bereichen mit einer hohen Fließgeschwindigkeit hat die Vegetation einen deutlich größeren Einfluss auf die Hochwasserströmung, da der Wasserkörper stärker abgebremst werden kann als in Bereichen mit geringen Fließgeschwindigkeiten. Um die für den Hochwasserabfluss maßgeblichen Strömungsbereiche abgrenzen zu können, wurde die Fließgeschwindigkeit als berechenbares physikalisches Kriterium herangezogen. Mit dieser Herangehensweise wurden die Flächen, auf denen Fließgeschwindigkeiten $v > 0,3$ m/s vorlagen, als maßgeblicher Hochwasser-Strömungskorridor für Hochwasserabflüsse festgelegt.

VI. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Für die niedersächsische Elbe wurden umfangreiche hydraulische 2d-hn-Berechnungen zur hydraulischen Wirkung von Gehölzentnahmen und Kohärenzflächen durchgeführt, um den Einfluss von Gehölz auf die Wasserspiegellage bei Extremhochwasser zu quantifizieren. Die Untersuchungen zeigten, dass die hydraulische Einzelwirkung der Gehölzentnahmen und der Kohärenzflächen z.T. deutlich unterschiedliche Ergebnisse lieferte. So variierten die durch Gehölzentnahme erzielten Wasserspiegelabsenkungen zwischen weniger als 1 cm bis über 10 cm. Die durch die Kohärenzmaßnahmen zu erwartenden Wasserspiegelanstiege wirkten in die gegensätzliche Richtung. Erst eine Auswahl von Gehölzentnahmestellen, die über die gesamte Fließstrecke der Elbe möglichst hohe Wasserspiegelabsenkungen hervorrufen, in Kombination mit Kohärenzmaßnahmen, die eine möglichst geringe Wasserspiegelanhebung verursachen, konnte ein hydraulisch optimiertes Ergebnis erzielt werden. Abschließend konnte somit aus der Kombination von 18 Gehölzentnahmen in Verbindung mit 13 Kohärenzmaßnahmen auf der gesamten Fließstrecke der niedersächsischen Elbe ein Wasserspiegelabsenk von $\Delta h_{\max} = 25,5$ cm für das HW 2013 bei Elbe-km 523,4 erzielt werden.