

Tagesordnung *Informations- und Austauschtermin AG Nebeneiben am 09.11.2023*

1. Begrüßung und Einführung (14:00 – 14:45 Uhr)
 - Begrüßung
 - Überblick Nebeneiben und Rückblick auf letztes Treffen am 15.09.2022 (WSA EN)
2. Ergebnisse der Forschungs Kooperation (TUHH) (14:45 – 15:45 Uhr)
 - Überblick Forschungs Kooperation
 - Aktuelle morphologische Entwicklung ausgewählter Nebeneiben 2019-2022
 - Auswirkungen von Maßnahmen in der Pagensander NE und Haseldorfer BE auf die Hydrodynamik
3. Kaffeepause (15:45 – 16:00 Uhr)
4. Poster-Session und Diskussion (16:00 – 17:00 Uhr)
5. Gemeinsame Abschlussdiskussion im Plenum (17:00 – 17:30 Uhr)

Für lebendige Wasserstraßen.

Reaktivierung von Nebenelben / Systemverständnis Nebenelben



WSV.de

Wasserstraßen- und
Schifffahrtsverwaltung
des Bundes



**Kurzer Rückblick für den
Abschlussstermin „Forschungs-
kooperation Nebenelben“**

Hamburg, 9. November 2023

Ingo Entelmann, WSA Elbe-Nordsee

Systembetrachtung / Reaktivierung Nebenelben

langjährige gewässerkundliche
Systembetrachtung WSV u.a.
(inkl. Beweissicherungen)

<https://www.forum-tideelbe.de> → **Ergebnisse
Maßnahme Nebenelben**



Ergebnis für die Reaktivierung der Nebenelben

2016 - 2020
Forum Tideelbe
AG Nebenelben

2019 -2023
„Erweiterung des
Systemverständnisses
Nebenelben“
(Auftrag WSA – TUHH)



www.portal-tideelbe.de
→ **Projekte**
→ **Systemverständnis
Nebenelben**

Schwarztonnensander
NE (realisiert)

Pagensander NE /
Haseldorfer BE
(Systemstudien
TUHH)

WWF-Projekt
Krautsand (in
Planung)

**Maßnahmen zur
Reaktivierung**

Alte Süderelbe
(Forum Tideelbe)

aktuell / zukünftig:
weitere Projekte / Studien /
Untersuchungen (WWF, SLE, BAW, ...)

Forum Tideelbe (2016 - 2020)

- *„Aufgabe des Forums [Tideelbe] war es Lösungen zu finden, die [die] nachteilige Tidedynamik dämpfen und gleichzeitig wieder mehr hochwertige Tide-Lebensräume an der Unterelbe [...] schaffen.“*
(Zitat Abschlussbericht Forum Tideelbe)
- Betrachtung zur Reaktivierung Nebenelben in Arbeitsgruppe Nebenelben des Forums
 - exemplarisch vertiefte Betrachtung für Pagensander NE
 - BAW-Modelluntersuchung zur Maßnahme „Rinnenbaggerung“, im Ergebnis u.a. geringfügige Verringerung Stromauftransporte in Hauptrinne
 - Machbarkeit aufgrund Eingriffs in Flachwasserbereiche NE aber nicht gegeben
- Ausblick Ergebnisbericht Forum Tideelbe S. 65:
„[...] vertiefte Variantenbetrachtung, die darauf abzielt, die Maßnahme auf die Vereinbarkeit von strombaulichen und ökologischen Belangen zu optimieren. Hierzu soll im Rahmen der Forschungskooperation [...] ein Beitrag geleistet werden“
- IBP-Maßnahme A.4.2 HH/SH
„Prüfung der Möglichkeiten einer naturschutzfachlichen Aufwertung von naturfernen Nebenelben mit dem Ziel eines vielfältigen, naturnahen Strömungsmusters“

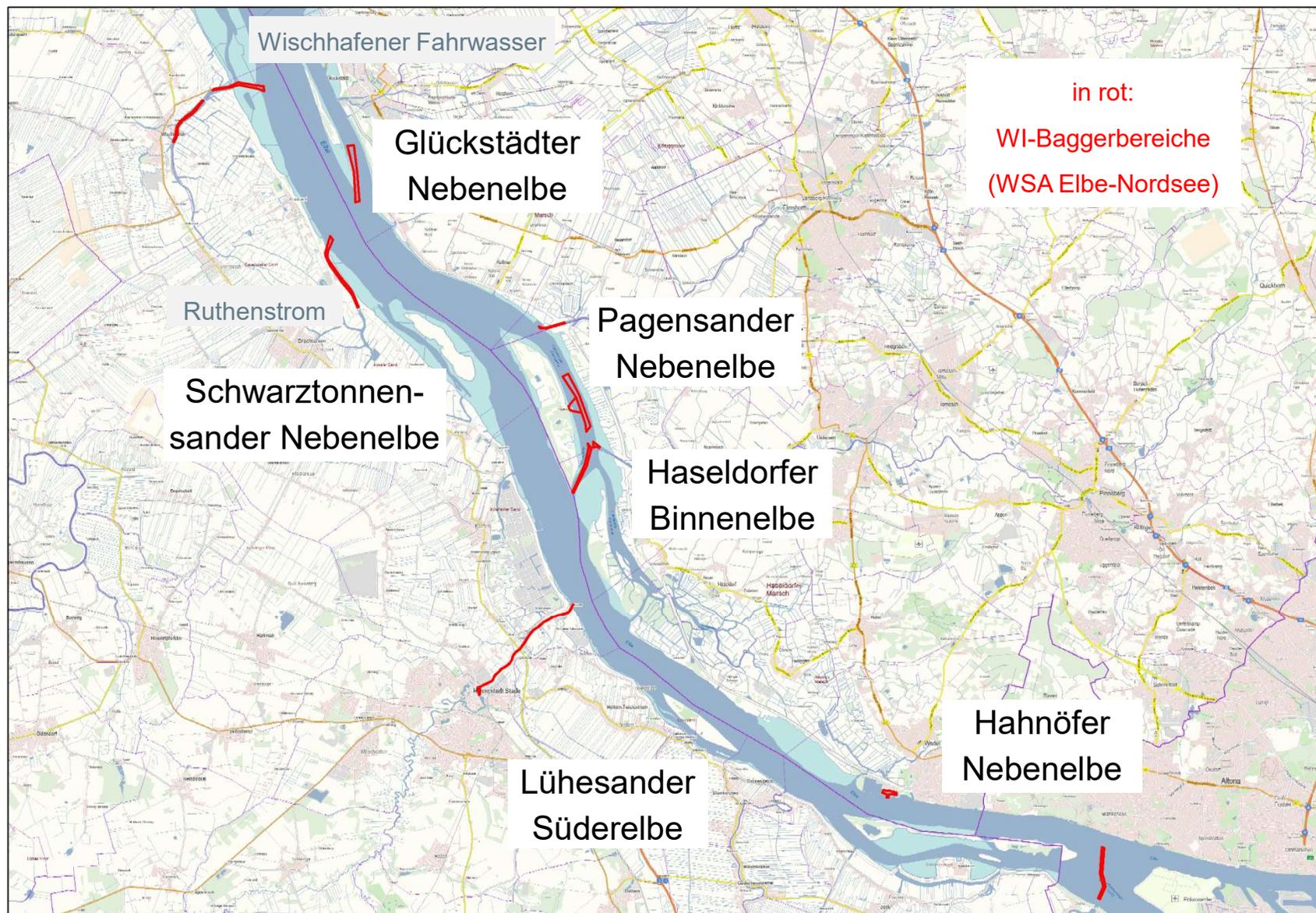
Arbeitsziele Forschungsk Kooperation (2019 - 2023)

- Rückblick / Zusammenfassung historische Entwicklung Nebenelben (aus Daten und Literatur)
- Beobachtung aktuelle morphologische Entwicklung ausgewählter Nebenelben mittels gesonderter Vermessung (IWB) über vier Jahre
 - Hahnöfer Nebenelbe
 - Pagensander Nebenelbe
 - Haseldorfer Binnenelbe
 - Lühesander Süderelbeinkl. Betrachtung Ungenauigkeiten / Unsicherheiten bei Beurteilung der morphologischen Entwicklung
- gemeinsame Durchführung von div. Messkampagnen als Beitrag zum Systemverständnis Nebenelben
- HN-Modellierung für Pagensander NE / Haseldorfer BE
 - einsatzbereites kalibriertes und validiertes Modell
 - Bewertung / Darstellung Strömungsmuster
 - Untersuchung und Bewertung von Maßnahmen

Für lebendige Wasserstraßen.



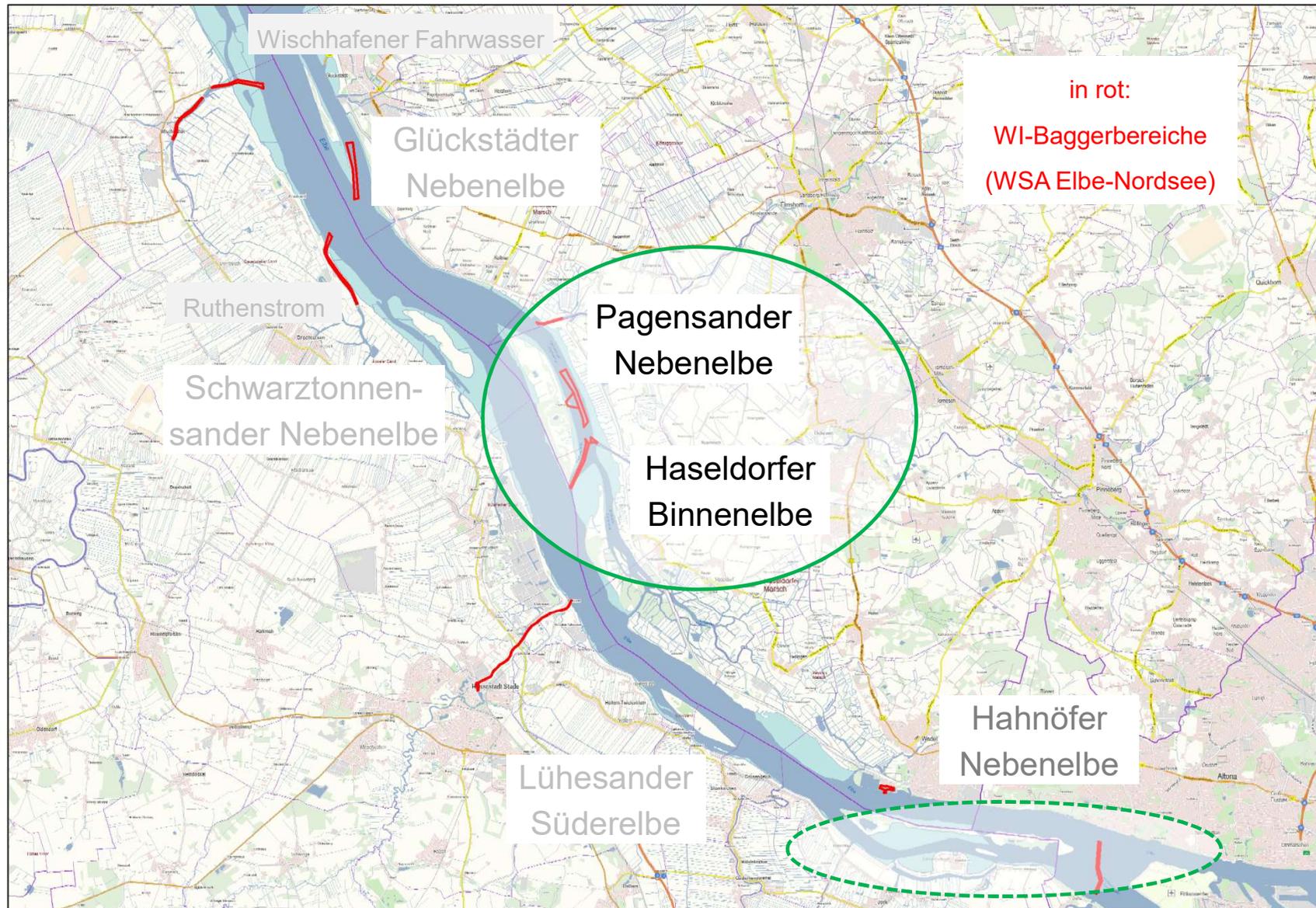
Nebenelben - Übersicht



Für lebendige Wasserstraßen.



Nebeneiben - Übersicht



Info-/Austauschtermin 15.9.22

Auswertung der Diskussion - Motivation

Motivation

Entwicklung im System Pagensander NE/Haseldorfer BE geht bislang nur in eine Richtung, d.h.

- vor allem Flachwasserflächen gehen verloren,
- Watten wachsen immer weiter auf und die
- Strömungsdiversität nimmt ab

Es sollte das Ziel sein, den wertvollen Systemzustand zu erhalten, indem der Entwicklung der letzten Jahrzehnte entgegengewirkt wird.

Info-/Austauschtermin 15.9.22

Auswertung der Diskussion - Ziele

Ziele

- Herstellung von stabilen, wenig unterhaltungsintensiven Flachwasserzonen (wirken u.a. positiv auf Sauerstoffeintrag, Lebensraum für Fische) aus Watt- und Tiefwasserflächen
- Stabil = Stabilisierung in einem dynamischen Gleichgewicht
- Begünstigung von vielfältigen Strömungsmustern mit Fließgeschwindigkeiten im mittleren Bereich (interessanter Bereich 0,3 bis 0,6 m/s)

Strittig

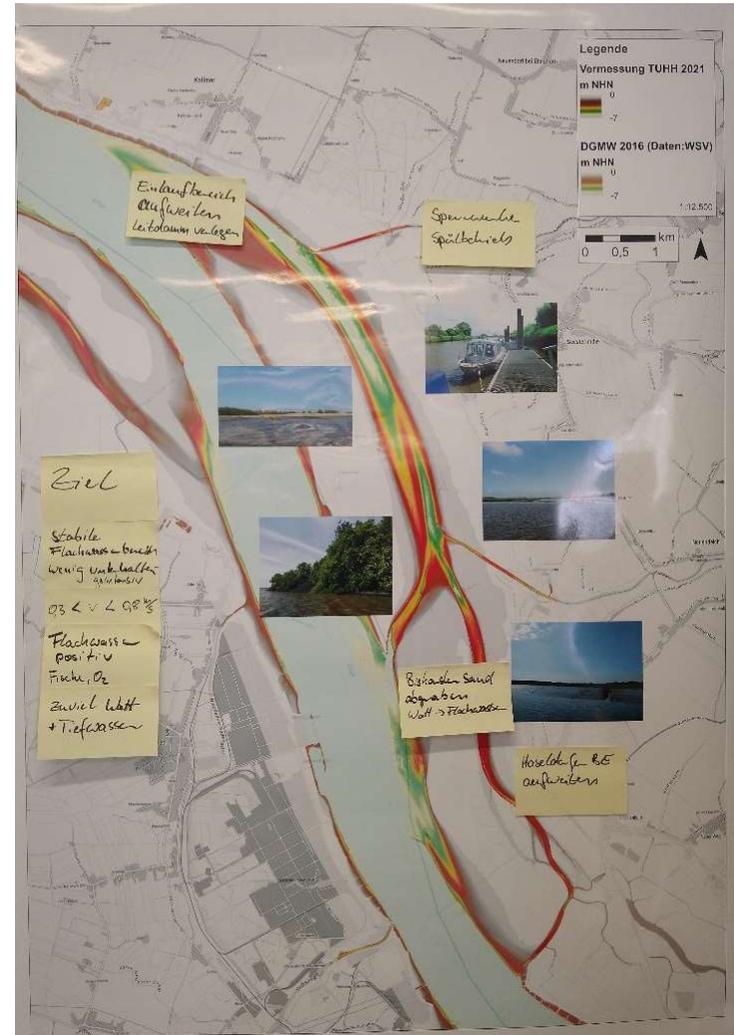
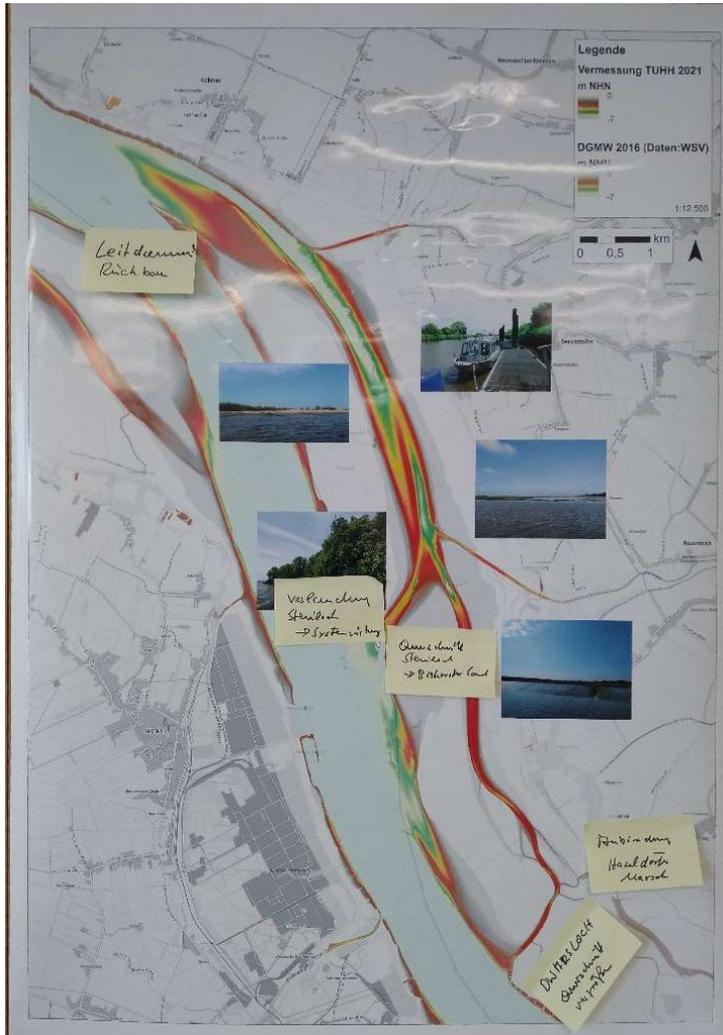
- Umgang mit Wattflächen als schützenswerten Biotopen (Zerstörungs- und Veränderungsverbot nach §30 BNatSchG)

Für lebendige Wasserstraßen.



Info-/Austauschtermin 15.9.22

Diskussion/Priorisierung möglicher Maßnahmen für IWB-Modelluntersuchung



Info-/Austauschtermin 15.9.22

Auswertung der Diskussion - Maßnahmen

- Dwarssloch: Aufweiten zwischen Elbe und Hafen, ggf. Haseldorfer Marsch anschließen
- Dwarssloch: lokale Aufweitung im Bereich des Kolks nahe der Elbe (hier befand sich einst ein Sperrwerk)
- Haseldorfer Binnenelbe: Aufweiten zwischen Hafen und Pagensander NE
- Steinloch: Aufweiten durch Abgrabung von Teilen des Bishorster Sandes auf Niveau von Flachwasser (MTnw-2m)
- Steinloch: Szenario Unterhaltung eingestellt und Querschnitt entsprechend verringert
- Leitdamm Pagensand Nord: zurückbauen bzw. verlegen mit dem Ziel mehr vom Flutstrom in die Pagensander NE zu leiten
- Einlaufbereich Pagensand Nord: aufweiten, mit dem Ziel mehr vom Flutstrom in die Pagensander NE zu leiten
- Übergangsbereich Pagensand Süd zum Steinloch: Aufweitung des Querschnitts ähnlich der Rinne, die bereits von der BAW untersucht wurde, jedoch in abgewandelter Form
- Sperrwerke Krückau und Pinnau: Spülbetrieb zur Räumung der Mündungsbereiche Krückau und Pinnau
- weitere Ideen zur Beeinflussung der Strömung durch Steuerungsbauwerke, wie z.B. Spülschleusen

Info-/Austauschtermin 15.9.22 Diskussion/Priorisierung möglicher Maßnahmen für IWB-Modelluntersuchung

Querschnittsaufweitung

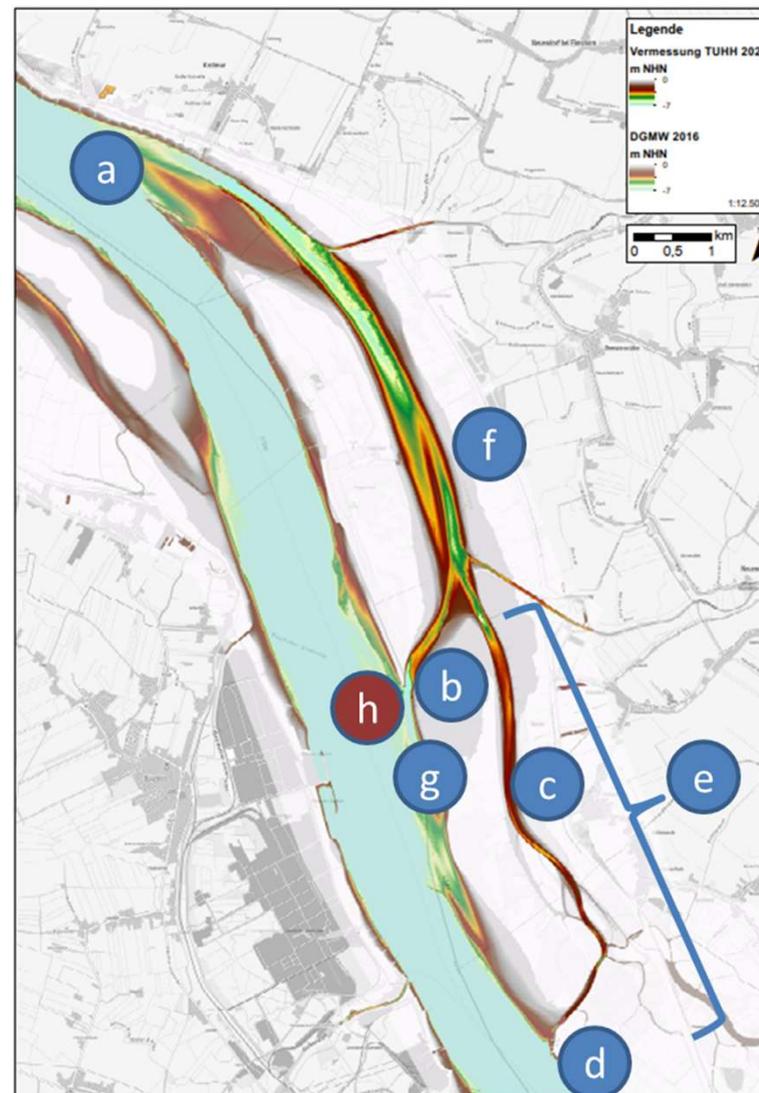
- a) Pagensand-Nord
(Aufweitung Einlaufbereich,
kein Rückbau Leitdamm)
- b) Steinloch (klein)
- c) Haseldorfer Binnenecke
- d) Dwarzloch
- e) Kombination b) + c) + d)
- f) südl. Pagensander NE/Steinloch
(Rinne in Anlehnung an BAW (2020),
modifiziert nach Vorschlag Master-Arbeit C.
Wöbking)
- g) Steinloch (groß)

Querschnittseinengung

- h) Steinloch
(reduzierte Unterhaltung)

Anlagensteuerung

- i) Spülbetrieb Sperrwerke/Spülschleusen



Mögliche Fragestellungen für die heutige Diskussion

- Bewertung der Verhandlungsprozesse in den Nebenebenen
- **Bewertung Strömungsverteilungen im Bereich der Pagensander NE und Haseldorfer BE? (Vielfältig und naturnah? Veränderungen durch untersuchte Maßnahmen?)**
- **Beeinflussung/Veränderung Verhandlungsprozesse durch die untersuchten Maßnahmen (Ableitung aus Modellergebnissen)?**
- **naturschutzfachliche / naturschutzrechtliche Aspekte (zu den Maßnahmen)**
- Fortführung der derzeitigen jährlichen Unterhaltungspraxis (Baggerungen) im Bereich der Pagensander Nebenebene
- Projektabschluss / Abschlussbericht: weitere Verwendung und Nutzung der Ergebnisse aus der Forschungskooperation

Tagesordnung *Informations- und Austauschtermin AG Nebelben am 09.11.2023*

1. Begrüßung und Einführung (14:00 – 14:45 Uhr)
 - Begrüßung
 - Überblick Nebelben und Rückblick auf letztes Treffen am 15.09.2022 (WSA EN)
2. **Ergebnisse der Forschungs Kooperation (TUHH) (14:45 – 15:45 Uhr)**
 - **Überblick Forschungs Kooperation**
 - **Aktuelle morphologische Entwicklung ausgewählter Nebelben 2019-2022**
 - **Auswirkungen von Maßnahmen in der Pagensander NE und Haseldorfer BE auf die Hydrodynamik**
3. Kaffeepause (15:45 – 16:00 Uhr)
4. Poster-Session und Diskussion (16:00 – 17:00 Uhr)
5. Gemeinsame Abschlussdiskussion im Plenum (17:00 – 17:30 Uhr)

Systemverständnis Nebenebenen

Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebenebenen als Beitrag für die Verbesserung des Verständnisses im Gesamtsystem Tideelbe

Informations- und Austauschtermin Nebenebenen
Hamburg, 09.11.2023

Diogo Mees Delfes Varela
Edgar Nehlsen, Peter Fröhle
Institut für Wasserbau
Technische Universität Hamburg

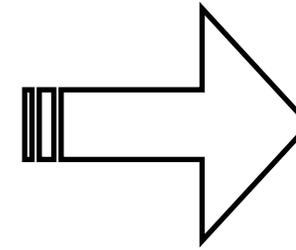
Inhalt

- Kurzer Überblick zum Forschungsvorhaben
- Ergebnisse zur aktuellen morphologischen Entwicklung ausgewählter Nebelben im Zeitraum 2019-2022
- Ergebnisse zu den Auswirkungen von Maßnahmen in der Pagensander NE und Haseldorfer BE auf die Hydrodynamik

Hintergrund und Ziel

- WSA EN ist zuständig für die Unterhaltung der Nebeneiben zwischen Elbe-km 638,9 und 689,1
 - Nautische und wasserwirtschaftliche Anforderungen
 - Strombau- und Sedimentmanagement
 - Einbeziehung von Umweltbelangen
 - Integrierter Bewirtschaftungsplan (IBP)
 - Schutzgebietsnetz Natura 2000

- Kooperationsvertrag TUHH – WSA EN vom 15.04.2019
 - Institutionalisation der Zusammenarbeit
 - Fokus: Bessere Einschätzung der morphologischen Entwicklung der Nebeneibensysteme
→ Verbesserung des Verständnisses für die gesamte Tideelbe
 - **Forschungsvorhaben: Systemverständnis Nebeneiben 15.04.19 – 30.06.23**
 - Zusätzlich: weitere Forschungsarbeiten und/oder Untersuchungen im Bereich Nebeneiben und Nebenflüsse

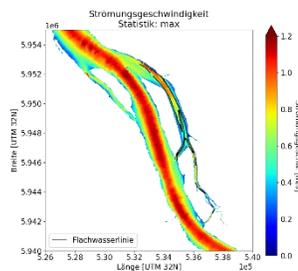
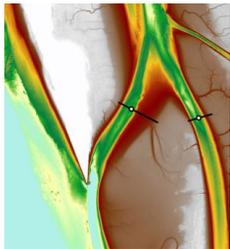


Leitgedanke:
**Vereinbarkeit Strombau
und Naturschutz**



Forschungsvorhaben *Systemverständnis Nebelnelben*

Konkrete Arbeiten und Ziele



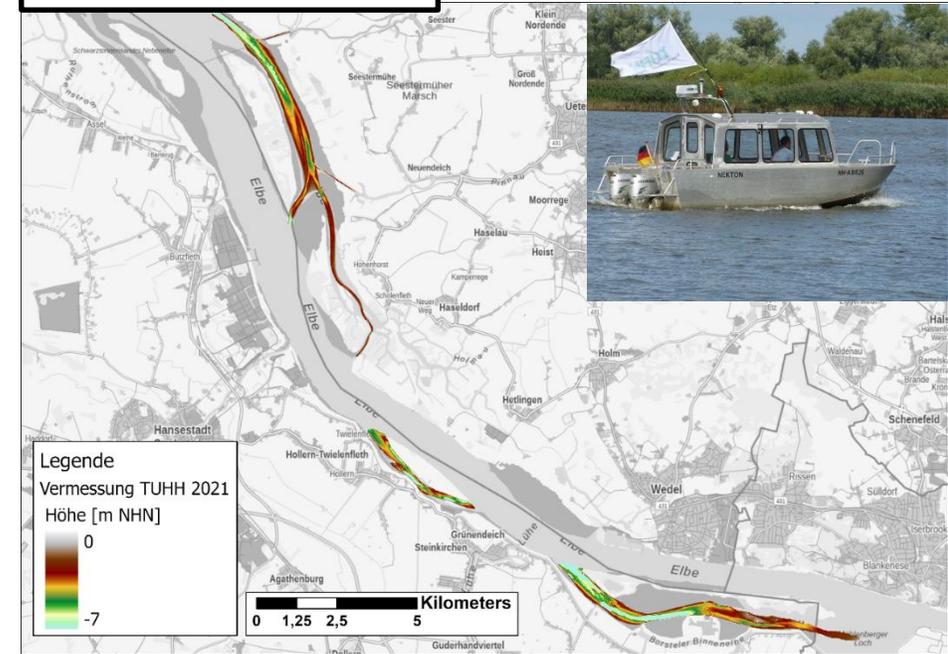
- Messung und Datenaufbereitung
 - Jährliche Vermessung der Bathymetrie, konsistente Aufbereitung bestehender Daten
 - Ergänzende Messungen: Strömungen, Sedimente, Watttopographie
 - **belastbar(er)e Ergebnisse zur morphologischen Entwicklung von Nebelnelbensystemen**
- Kritische Betrachtung Mess- und Datengenauigkeit
 - Messungenauigkeit, Datenauswertung/ Methoden
 - **Ungenauigkeiten bei der Beurteilung morphologischer Entwicklungen in Nebelnelbensystemen**
- Aufbau und Anwendung HN-Modell Pagensander Nebelnelbe
 - Aufbau hochauflösendes Modell
 - Bewertung IST-Zustand
 - Maßnahmenuntersuchung
 - **Hochauflösende Informationen zur Hydrodynamik**
 - **Schaffung weiterer Impulse zur Verbesserung des hydrologischen und morphologischen Prozessverständnisses**

Messungen

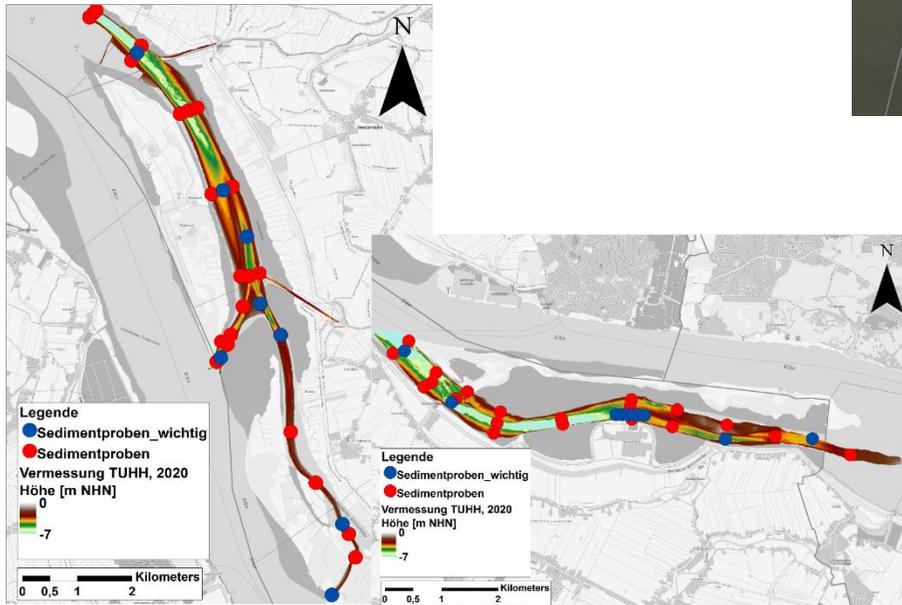
Drohnenbefliegung



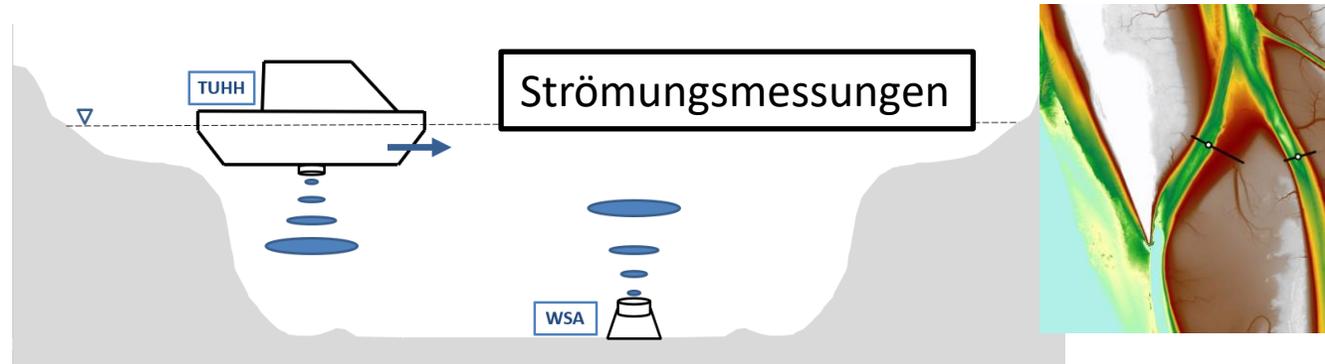
Fächerlotpeilungen



Sedimentbeprobung

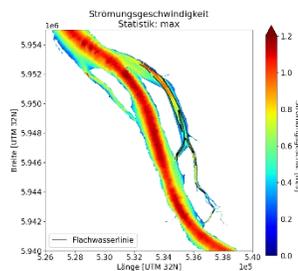
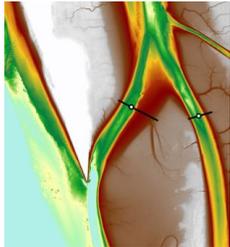


Strömungsmessungen



Forschungsvorhaben *Systemverständnis Nebelben*

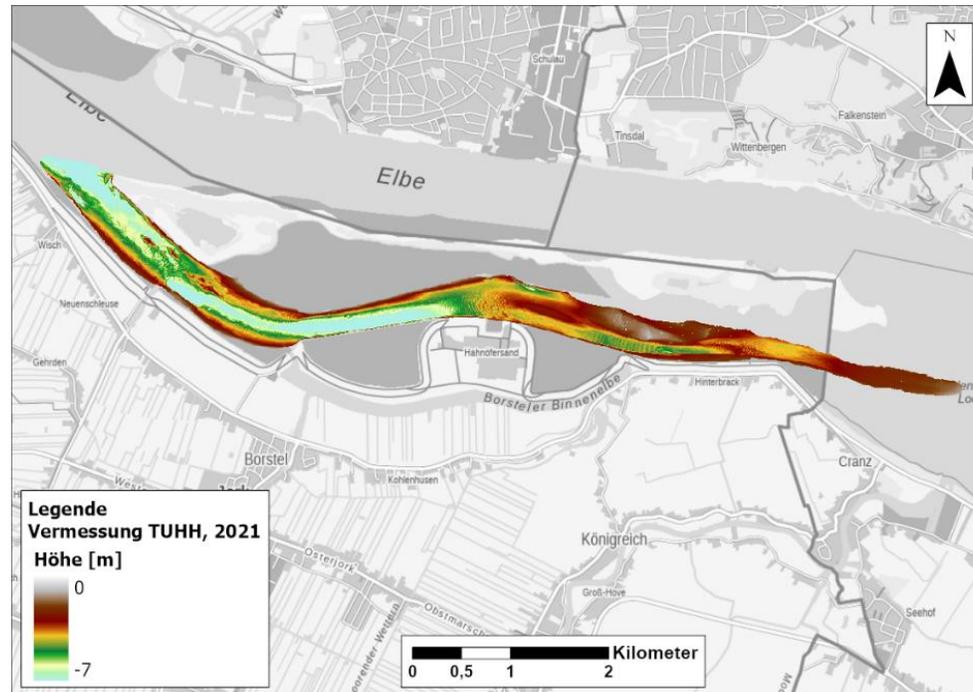
Konkrete Arbeiten und Ziele



- Messung und Datenaufbereitung
 - Jährliche Vermessung der Bathymetrie, konsistente Aufbereitung bestehender Daten
 - Ergänzende Messungen: Strömungen, Sedimente, Watttopographie
 - **belastbar(er)e Ergebnisse zur morphologischen Entwicklung von Nebelbensystemen**
- Kritische Betrachtung Mess- und Datengenauigkeit
 - Messungenauigkeit, Datenauswertung/ Methoden
 - **Ungenauigkeiten bei der Beurteilung morphologischer Entwicklungen in Nebelbensystemen**
- Aufbau und Anwendung HN-Modell Pagensander Nebelbe
 - Aufbau hochauflösendes Modell
 - Bewertung IST-Zustand
 - Maßnahmenuntersuchung
 - **Hochauflösende Informationen zur Hydrodynamik**
 - **Schaffung weiterer Impulse zur Verbesserung des hydrologischen und morphologischen Prozessverständnisses**

Inhalt

- Kurzer Überblick zum Forschungsvorhaben
- **Ergebnisse zur aktuellen morphologischen Entwicklung ausgewählter Nebelben im Zeitraum 2019-2022**
- Ergebnisse zu den Auswirkungen von Maßnahmen in der Pagensander NE und Haseldorfer BE auf die Hydrodynamik

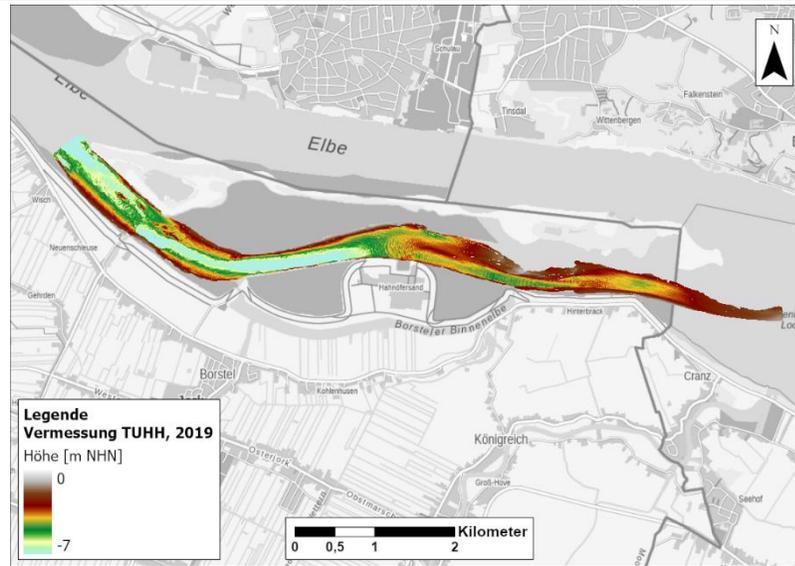


Stand der Arbeiten

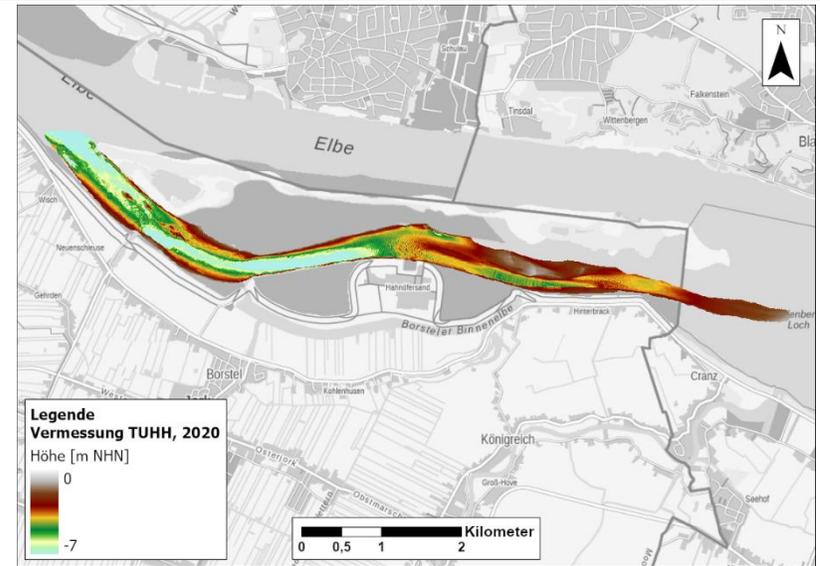
AKTUELLE MORPHOLOGISCHE ENTWICKLUNG AUSGEWÄHLTER NEBENELBEN

Hahnöfer NE

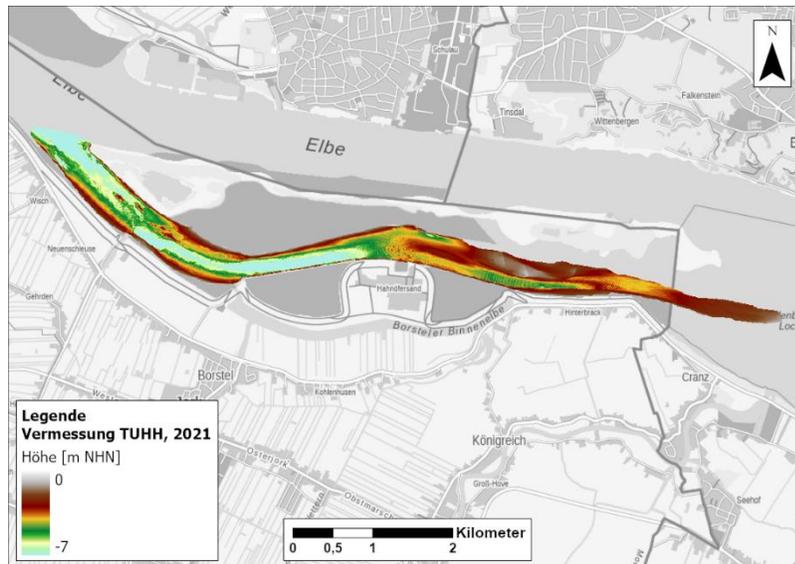
TUHH,
2019



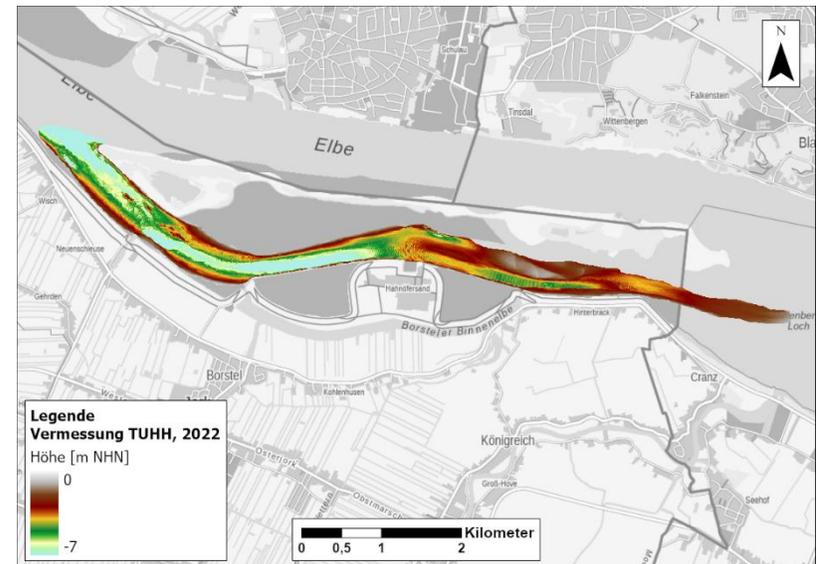
TUHH,
2020



TUHH,
2021



TUHH,
2022



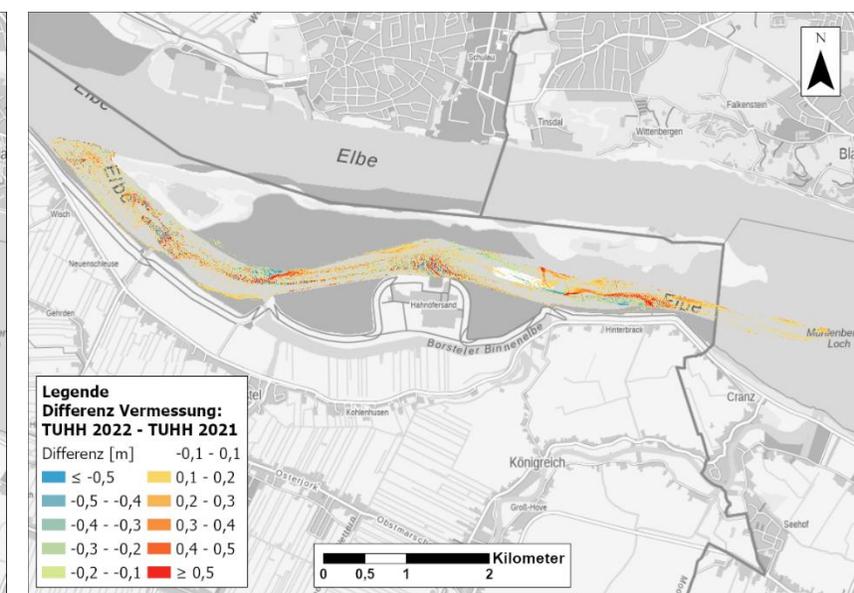
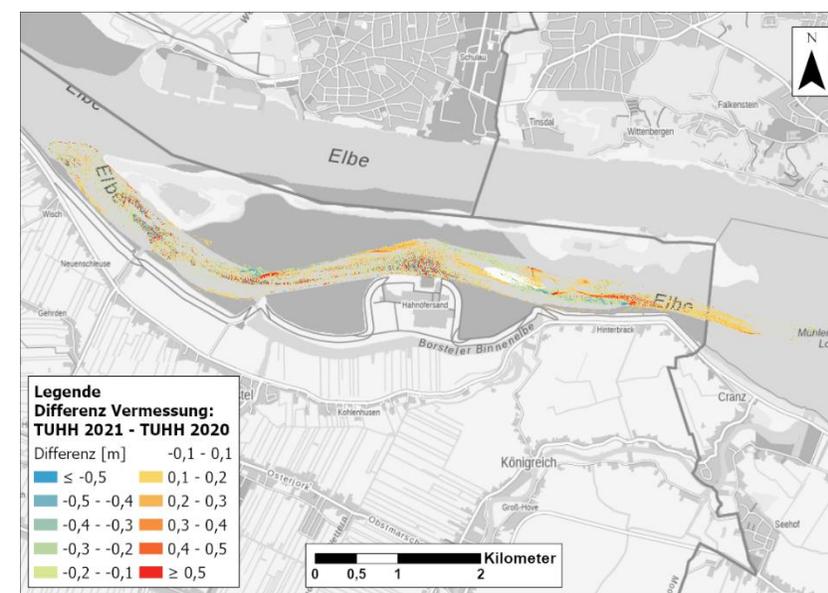
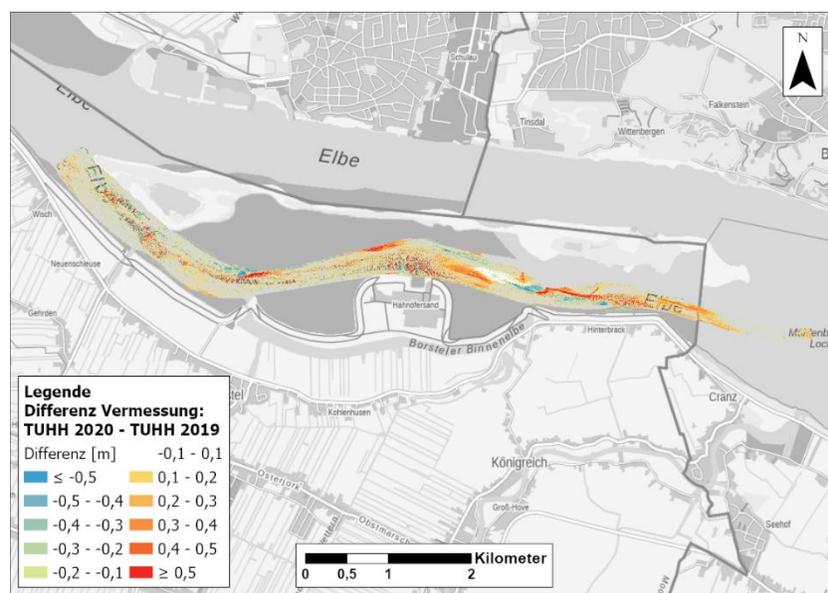
Erosions-/Depositionsprozesse (räumliche Analyse)

Legende: Rot → **Deposition**
Blau → **Erosion**

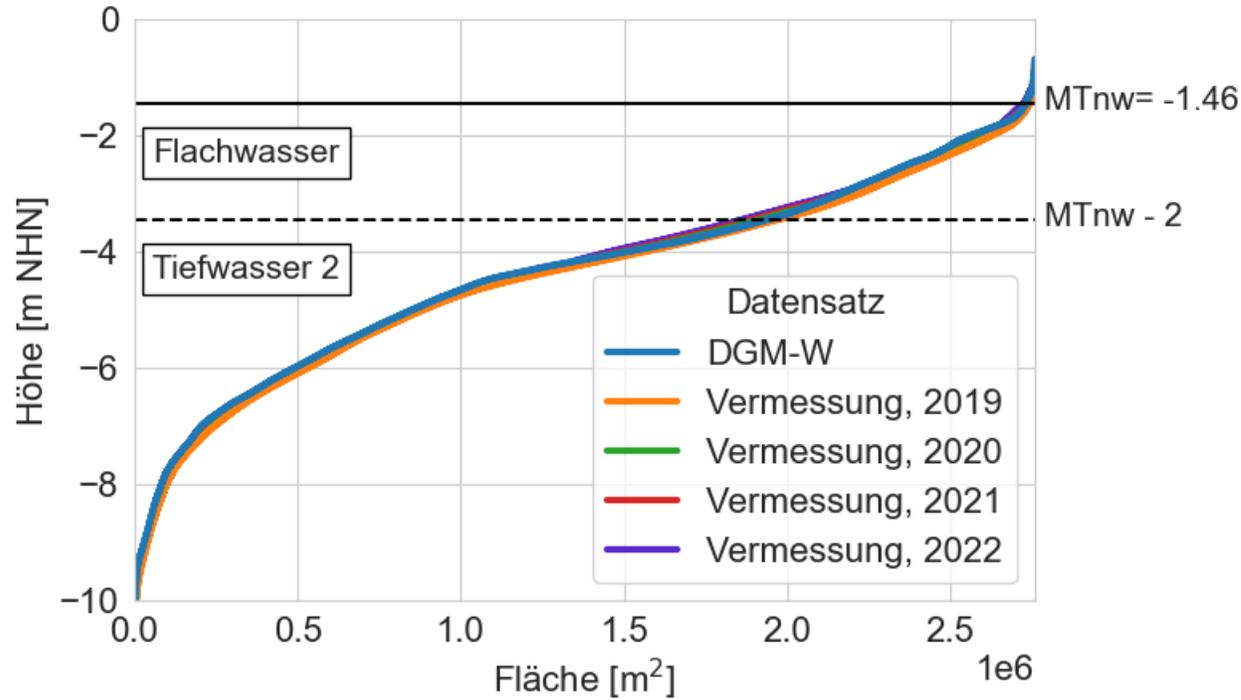
Differenz: 2020 - 2019

Differenz: 2021 - 2020

Differenz: 2022 - 2021



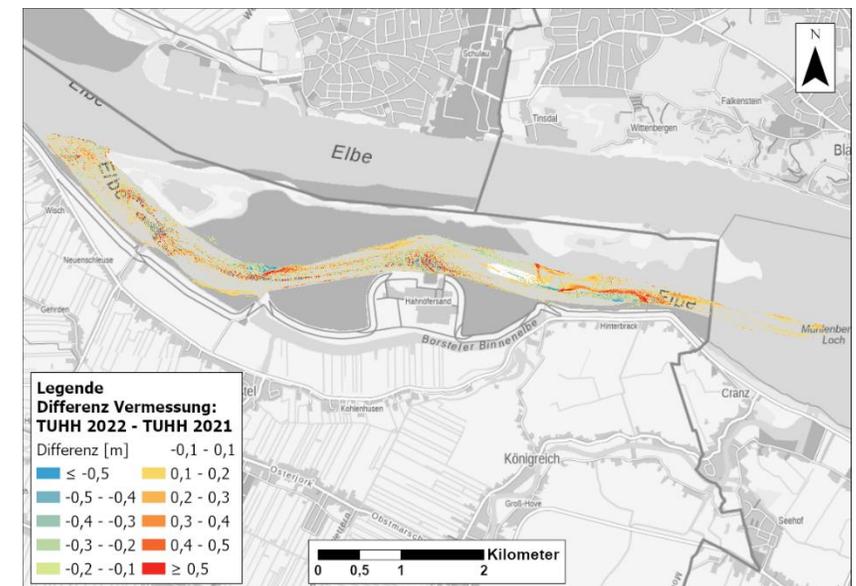
Erosions-/Depositionsprozesse (statistische Analyse)



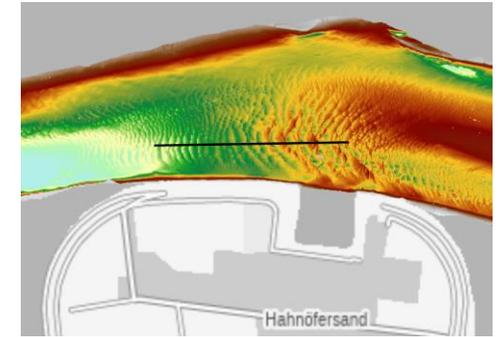
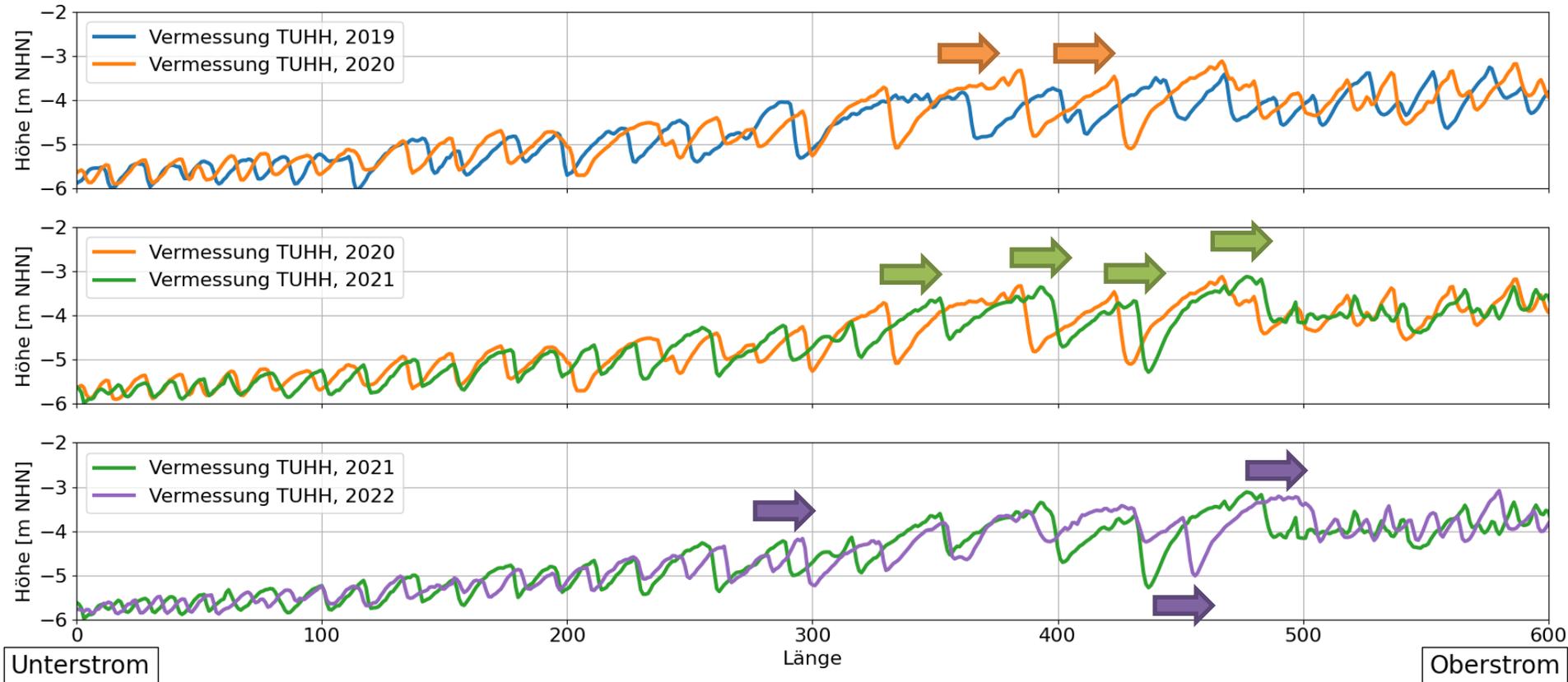
Tidekennwerte vom Pegel Schulau
Auf Basis des Zeitraums 2010 – 2020

Für die betrachteten Bereiche gilt für den Zeitraum 2019 - 2022:

- Leichte Abnahme der Tiefwasserfläche
- Leichte Zunahme der Flachwasserfläche
- Insgesamt: schwache Verlandungstendenz



Unterwasserdünen

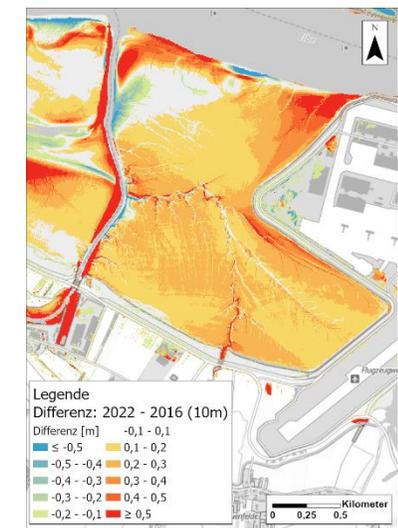
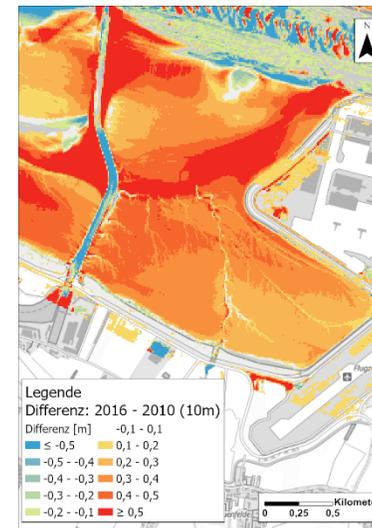
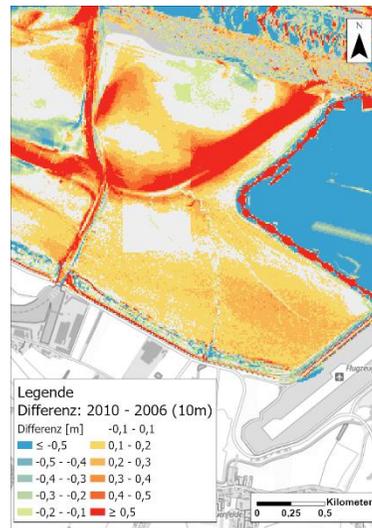
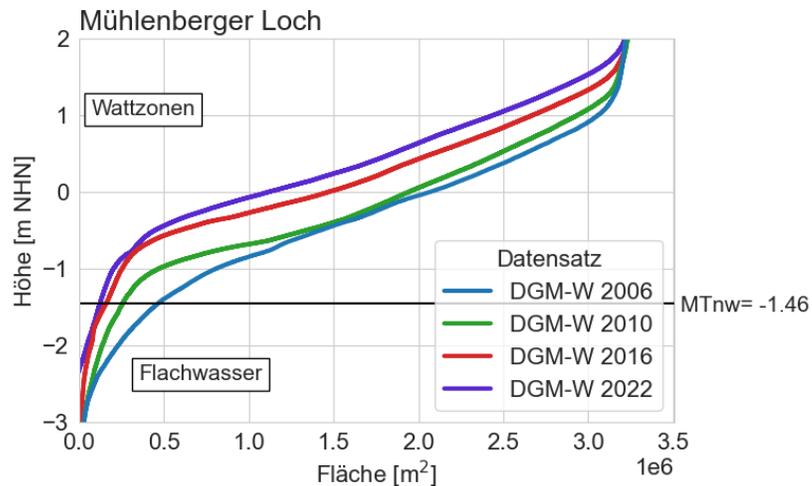
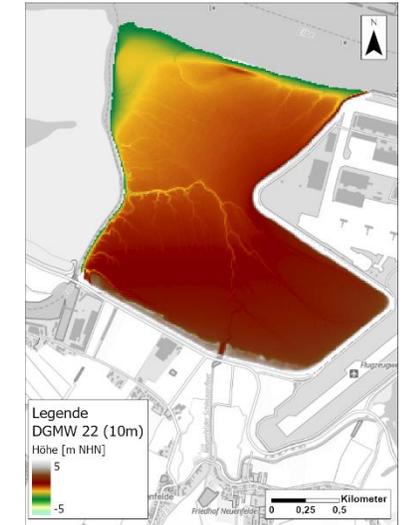
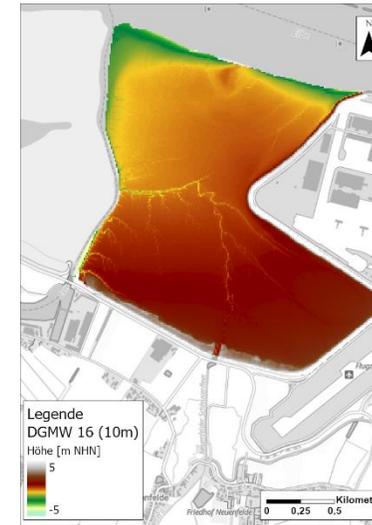
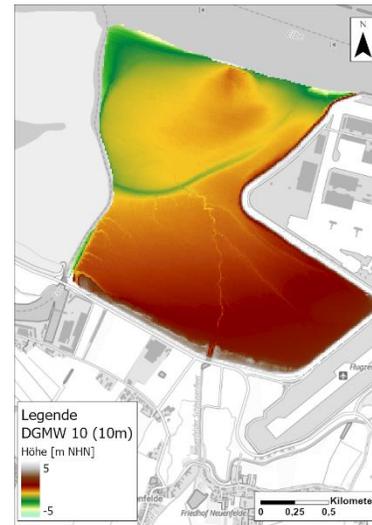
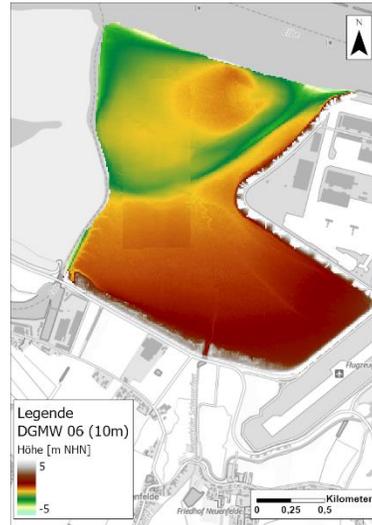


- Höhe: bis ca. 1 m
- Wellenlänge: 10-40 m
- Verlagerung stromauf:
 - 2019-2020: $\cong 12$ m/a
 - 2020-2021: $\cong 16$ m/a
 - 2021-2022: $\cong 6$ m/a

Mühlenberger Loch

Entwicklung 2006 - 2022

- Verlandung Ausgleichsrinne 2006 – 2016
- Deutlicher Verlandungstrend 2010 – 2016
- Abgeschwächter Verlandungstrend 2016 - 2022



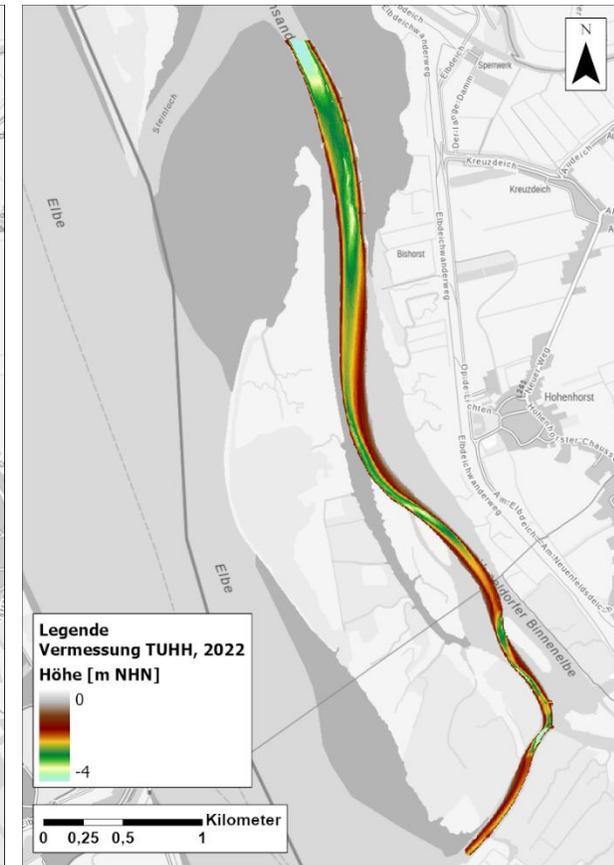
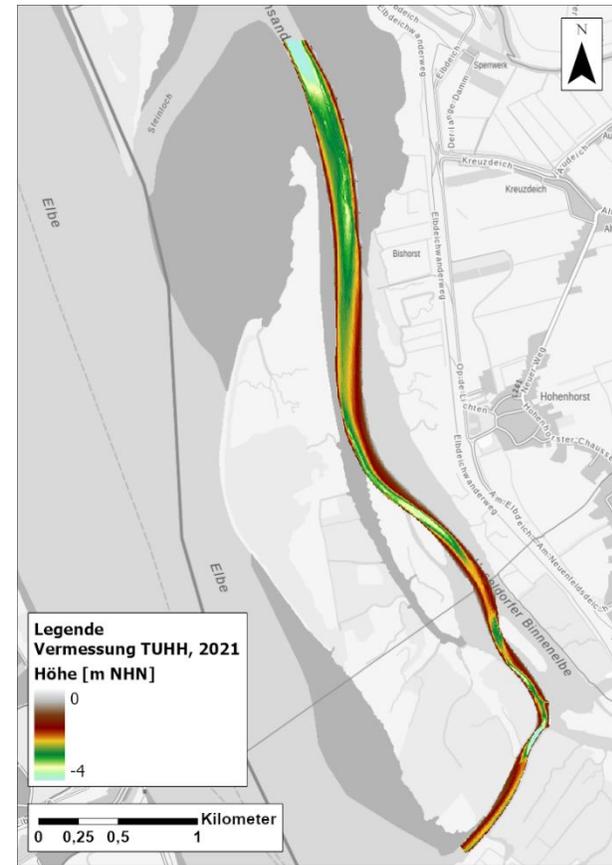
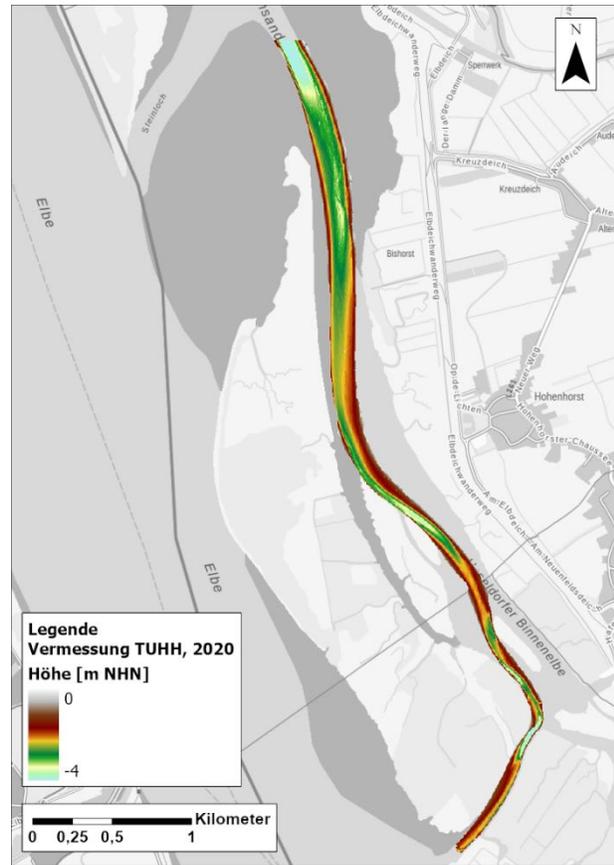
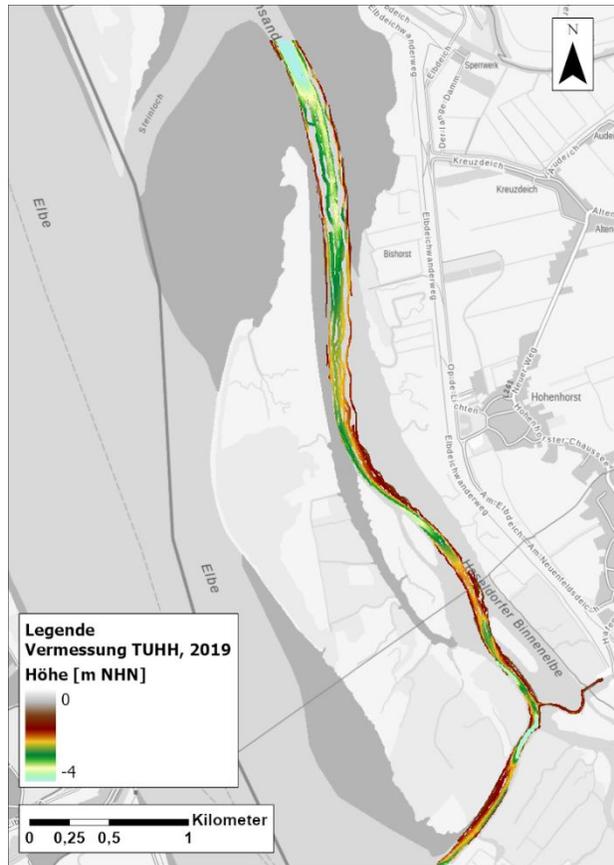
Haseldorfer BE

Vermessung TUHH, 2019

Vermessung TUHH, 2020

Vermessung TUHH, 2021

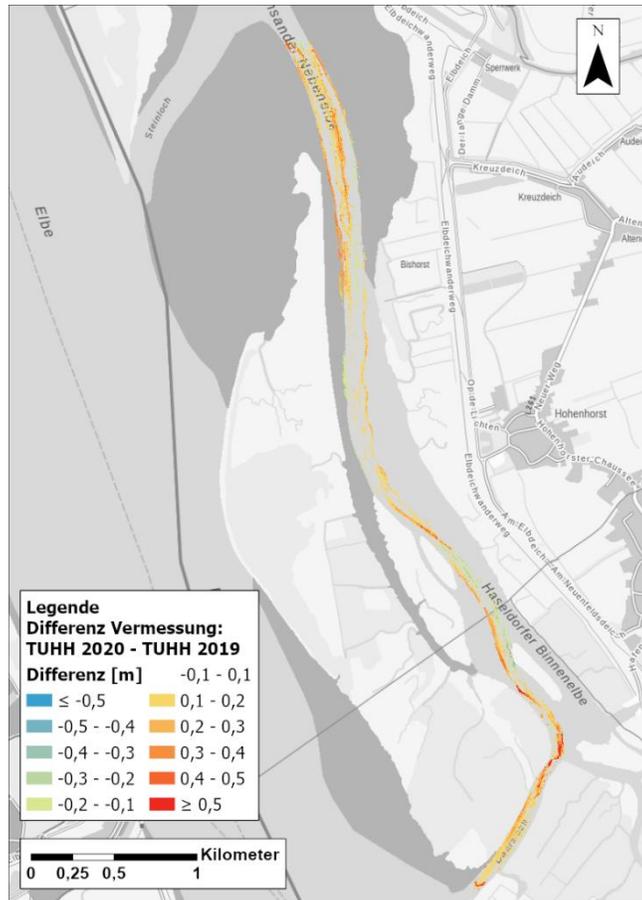
Vermessung TUHH, 2022



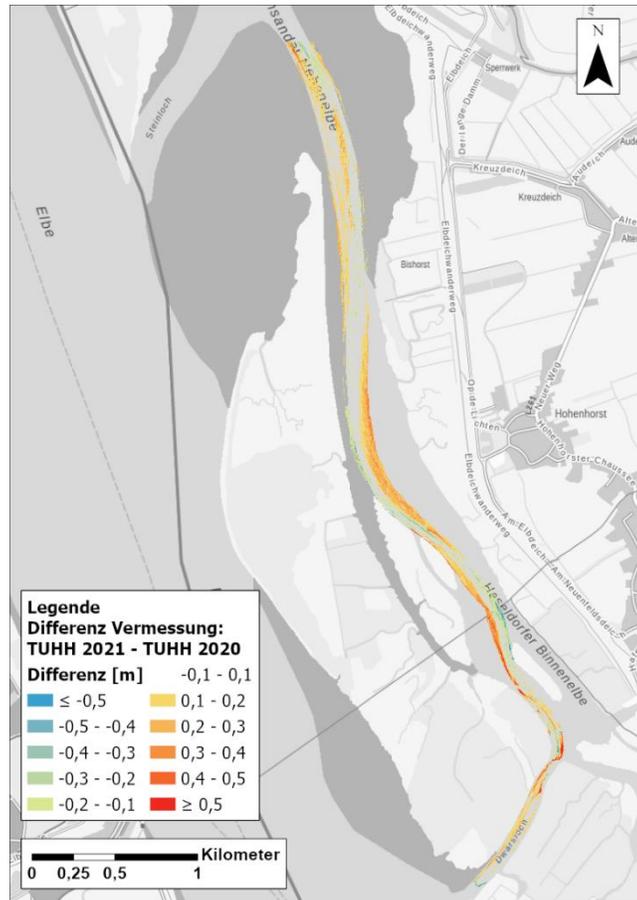
Erosions-/Depositionsprozesse (räumliche Analyse)

Legende: Rot → Deposition
Blau → Erosion

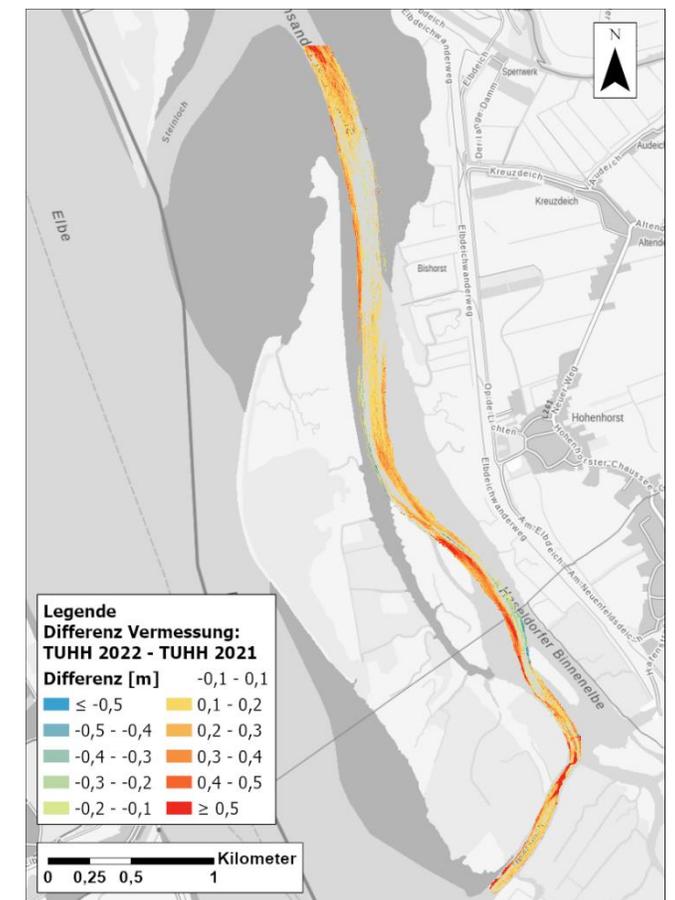
Differenz: 2020 - 2019



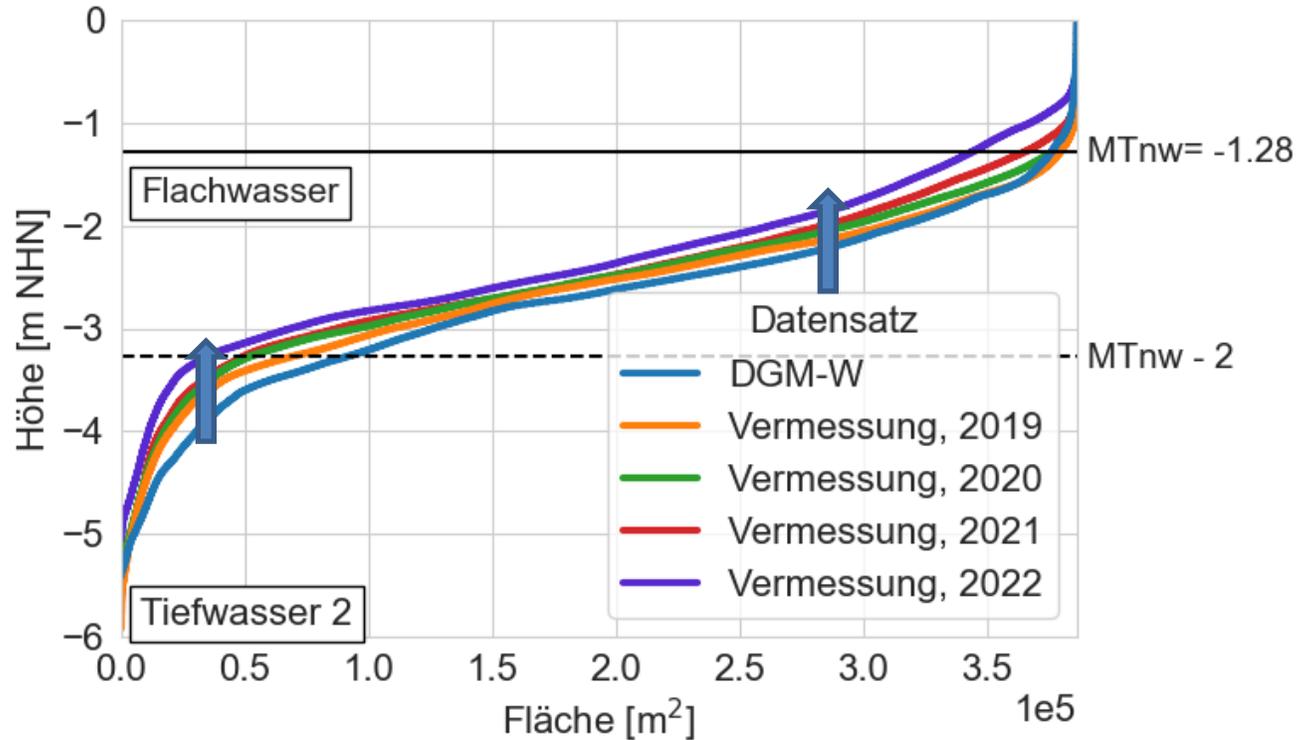
Differenz: 2021 - 2020



Differenz: 2022 - 2021



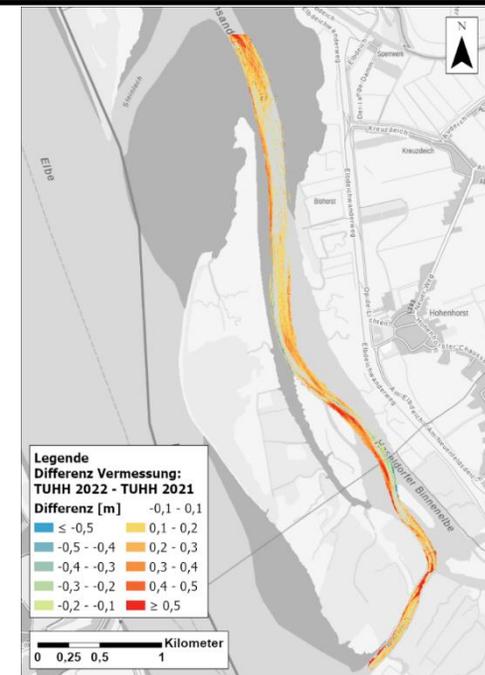
Erosions-/Depositionsprozesse (statistische Analyse)



Tidekennwerte vom Pegel Schulau
Auf Basis des Zeitraums 2010 – 2020

Für die betrachteten Bereiche gilt für den Zeitraum 2019 - 2022:

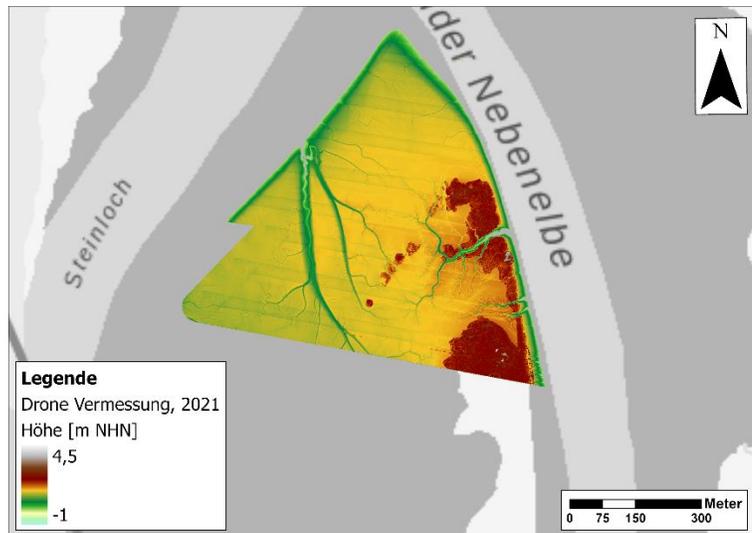
- Abnahme der Tiefwasserfläche
- Zunahme der Flachwasserfläche
- Insgesamt: Verlandungstendenz



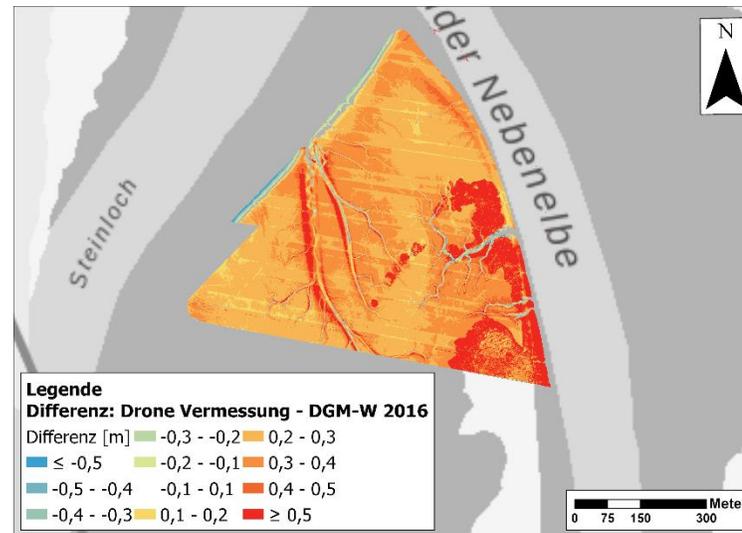
Bishorster Sand

- Vorherrschendes Ablagerungsmuster zwischen 2016 und 2021
 - Erosion: Böschung im Bereich Steinloch, Teile Prielsystem
 - Verlandung: Wattflächen, Böschung im Bereich der Spitze sowie im Bereich Haseldorfer BE
- Insgesamt: Verlagerung in Richtung Haseldorfer Binnenelbe

Vermessung 2021



Differenz: 2021 - 2016



0m Isolinien



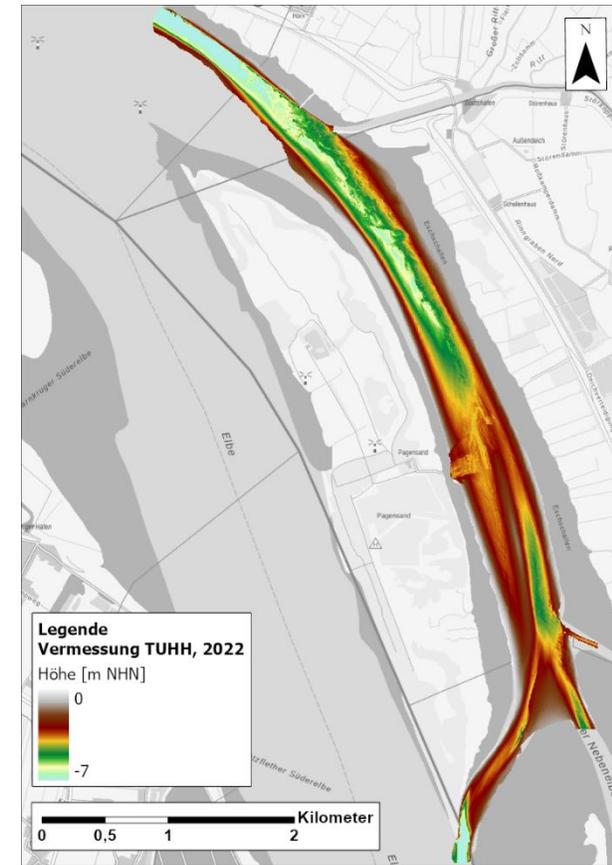
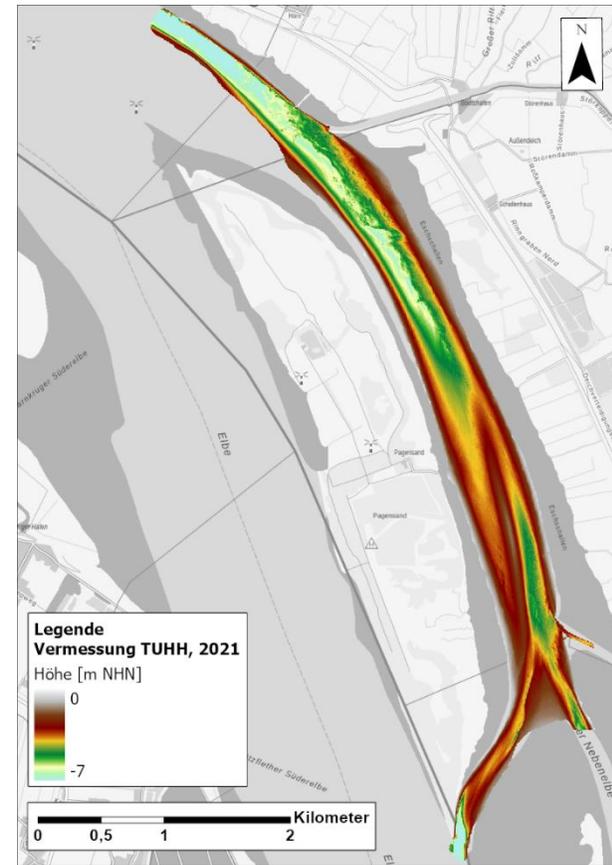
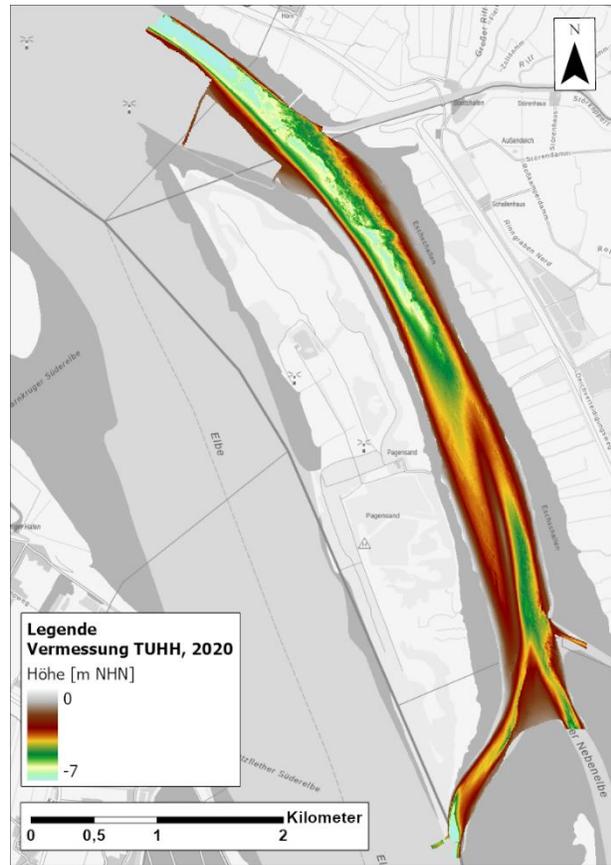
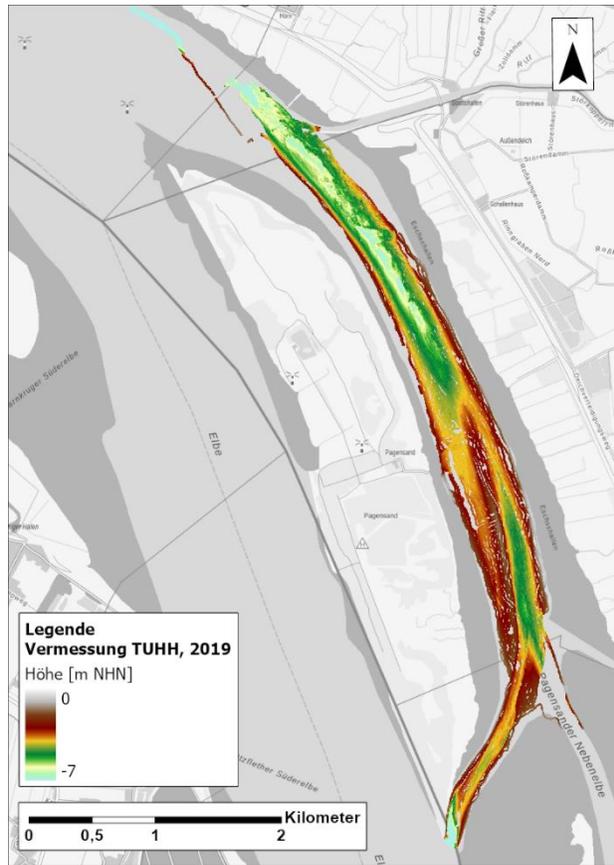
Pagensander NE

Vermessung TUHH, 2019

Vermessung TUHH, 2020

Vermessung TUHH, 2021

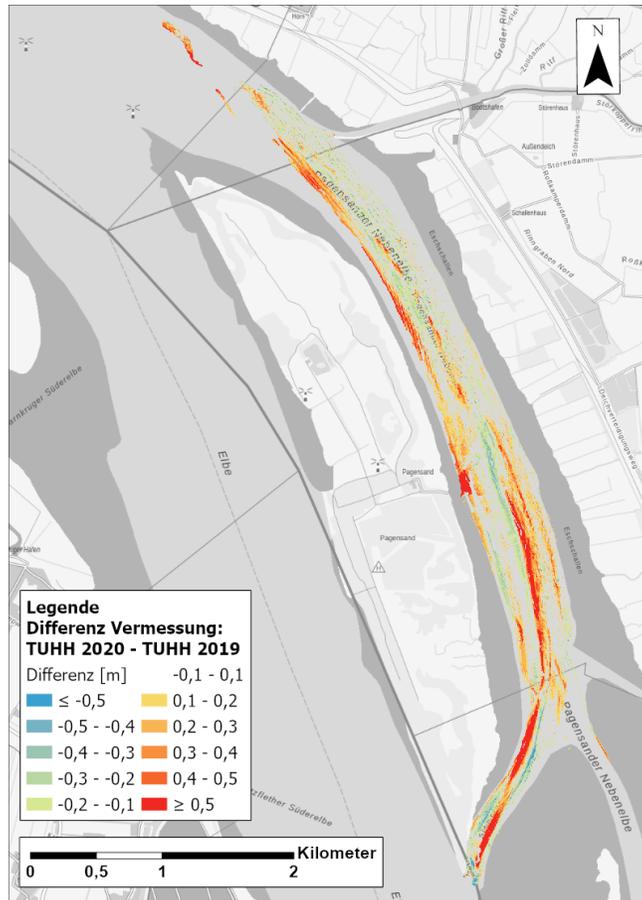
Vermessung TUHH, 2022



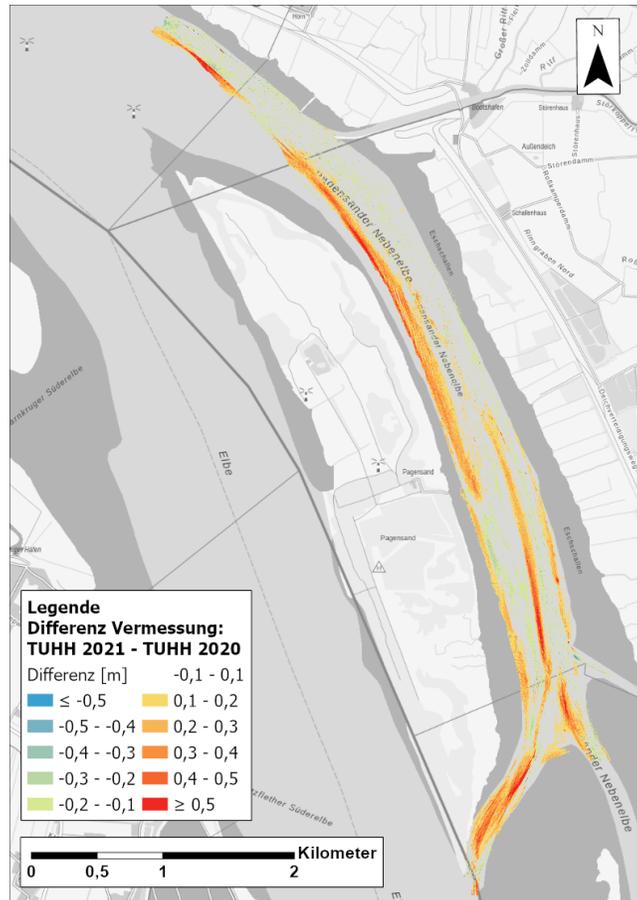
Erosions-/Depositionsprozesse (räumliche Analyse)

Legende: Rot → **Deposition**
Blau → **Erosion**

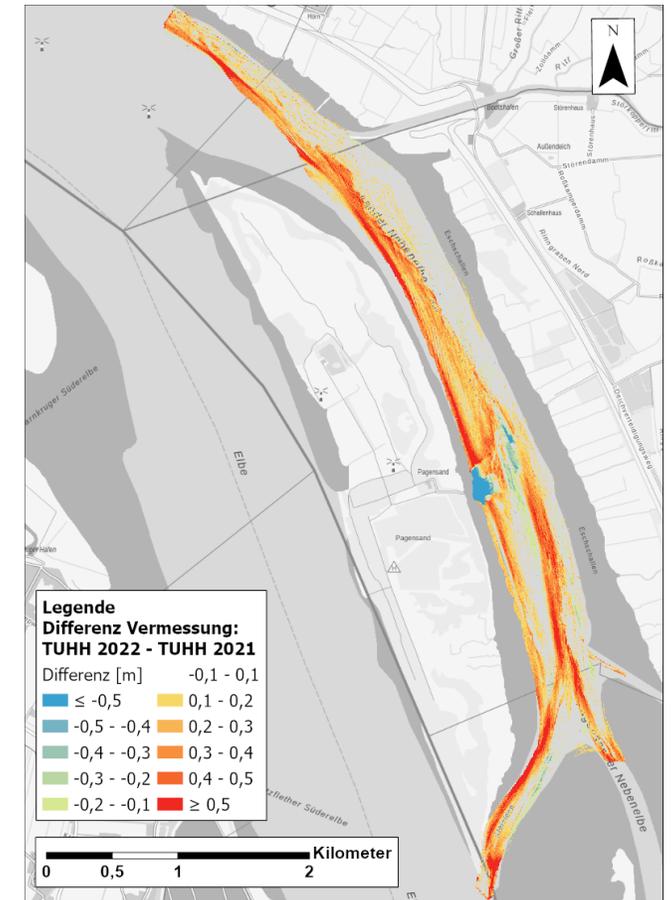
Differenz: 2020 - 2019



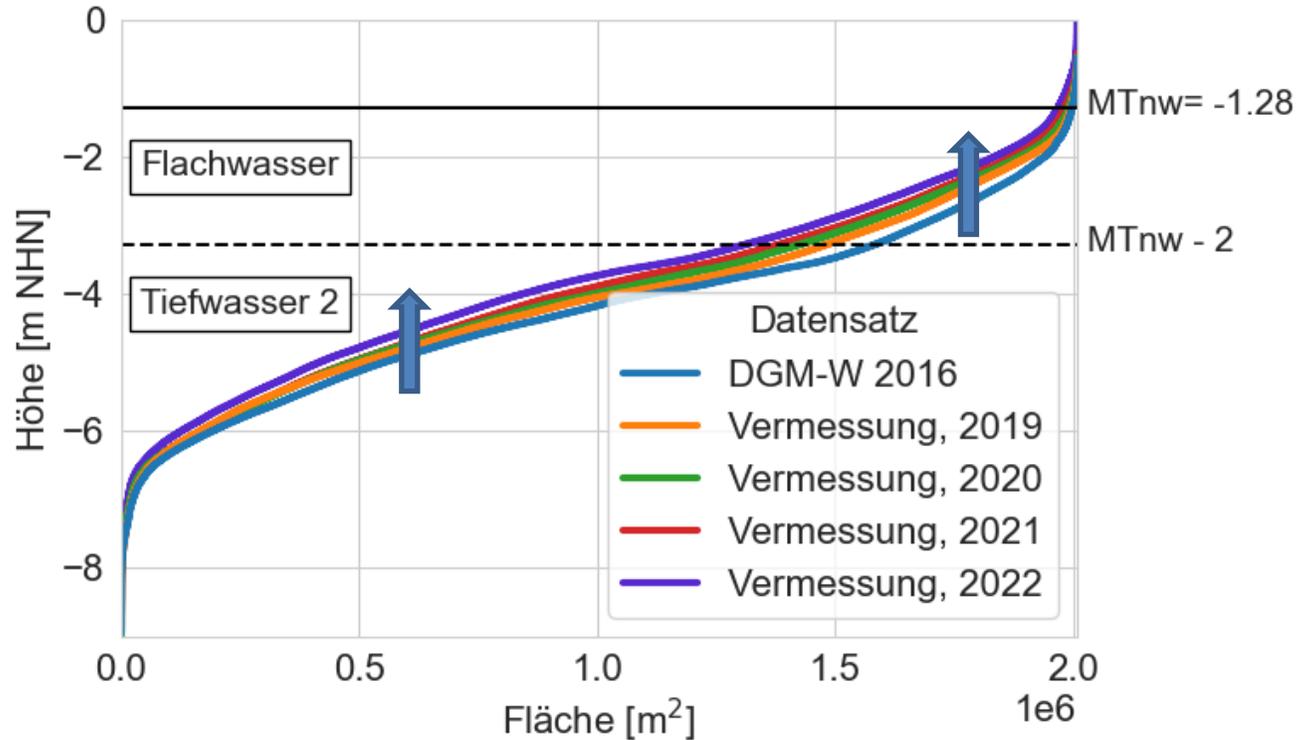
Differenz: 2021 - 2020



Differenz: 2022 - 2021



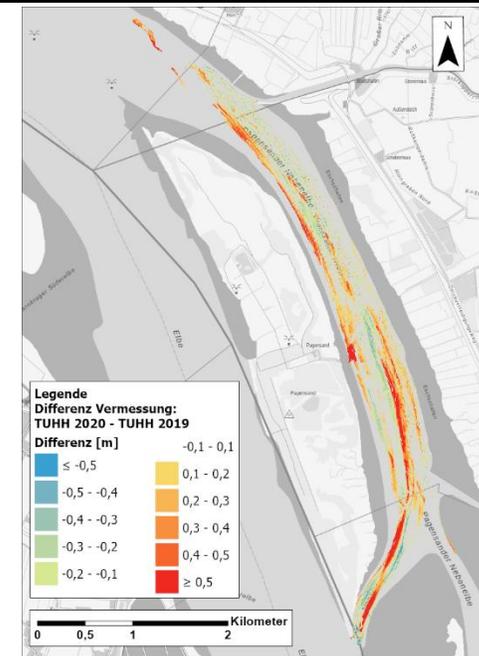
Erosions-/Depositionsprozesse (statistische Analyse)



Tidekennwerte vom Pegel Schulau
Auf Basis des Zeitraums 2010 – 2020

Für die betrachteten Bereiche gilt für den Zeitraum 2019 - 2022:

- Abnahme der Tiefwasserfläche
- Zunahme der Flachwasserfläche
- Insgesamt: Verlandungstendenz



Zusammenfassung: morphologische Entwicklung (2019-2022) anhand der Morphozonen

Nebeneibe	Tiefwasser 2	Flachwasser	Wattflächen	Insgesamt
Hahnöfer Nebeneibe	Leichte Abnahme (-1,3%/a bis -2,6%/a)	Leichte Zunahme (2,8%/a bis 5,9%/a)	k.A.	Schwacher Verlandungstrend
Mühlenberger Loch (2016-2022)	Nicht vorhanden	Keine Tendenz (Laserscan-Daten)	Keine Tendenz (Laserscan-Daten)	Fortschreitende Sedimentation auf Wattflächen
Lühesander Süderelbe	Tendenz uneindeutig (-1,1%/a bis 0,2%/a)	Tendenz uneindeutig (-0,7%/a bis 4,7%/a)	k.A.	Keine Tendenz (stabil)
Haseldorfer Binnenelbe	Abnahme (-5,1%/a bis -29,9%/a)	Tendenz uneindeutig (-2,5%/a bis 4,5%/a)	Tendenz Zunahme	Verlandungstrend
Pagensander Nebeneibe	Leichte Abnahme (-5,2%/a bis -3,0%/a)	Zunahme (6,1%/a bis 10,2%/a)	Tendenz Zunahme (Drohnenmessung)	Verlandungstrend

FRAGEN ZUR MORPHOLOGISCHEN ENTWICKLUNG?

Inhalt

- Kurzer Überblick zum Forschungsvorhaben
- Ergebnisse zur aktuellen morphologischen Entwicklung ausgewählter Nebeneiben im Zeitraum 2019-2022
- **Ergebnisse zu den Auswirkungen von Maßnahmen in der Pagensander NE und Haseldorfer BE auf die Hydrodynamik**

AUSWIRKUNGEN VON MAßNAHMEN IN DER PAGENSANDER NE UND HASELDORFER BE AUF DIE HYDRODYNAMIK

Untersuchte Maßnahmen

Querschnittsaufweitung

- a) Pagensand-Nord
- b) Steinloch (klein)
- c) Haseldorfer Binnenelbe
- d) Dwarsloch
- e) Kombination b) + c) + d)
- f) Südl. Pagensander NE/Steinloch
 - BAW (2020) – Modifiziert
- g) Steinloch (groß)

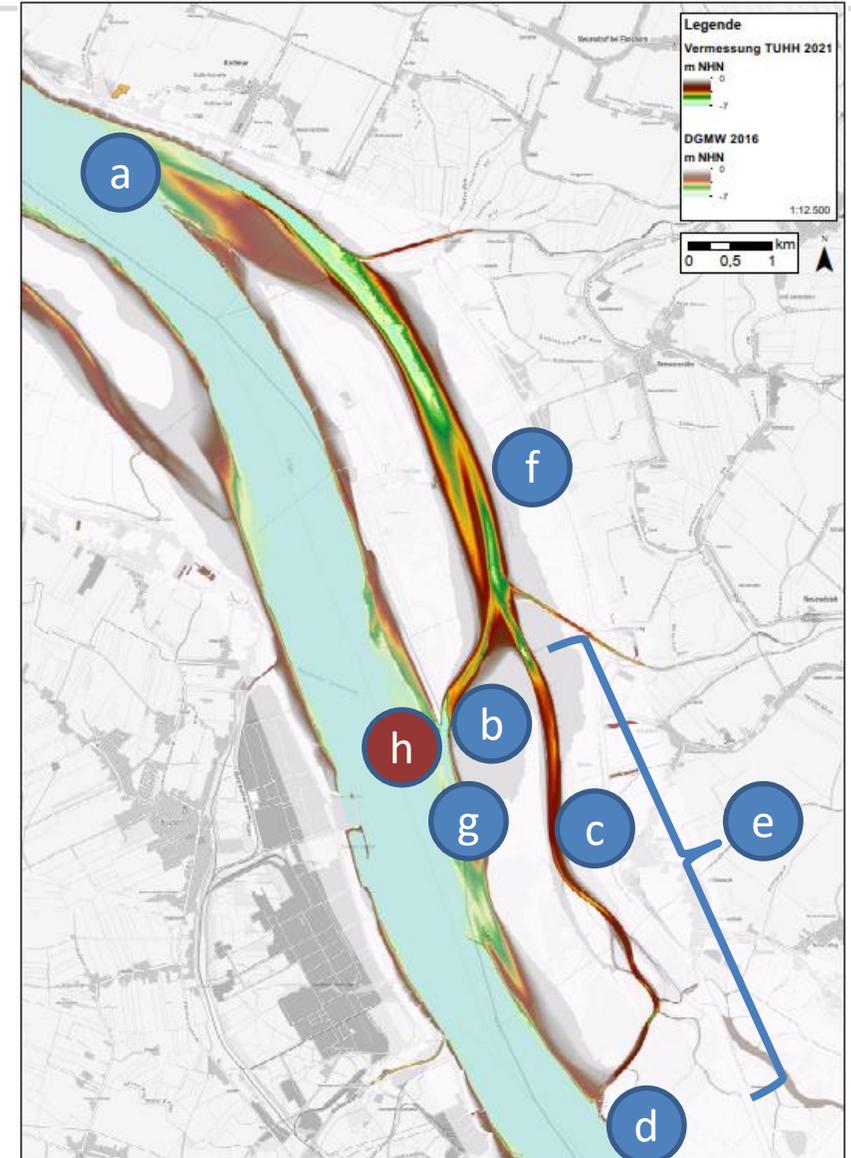
Querschnittseinengung

- h) Steinloch
 - Red. Unterhaltung

Anlagensteuerung

- i) ~~Spülbetrieb Sperrwerke / Spülschleusen~~

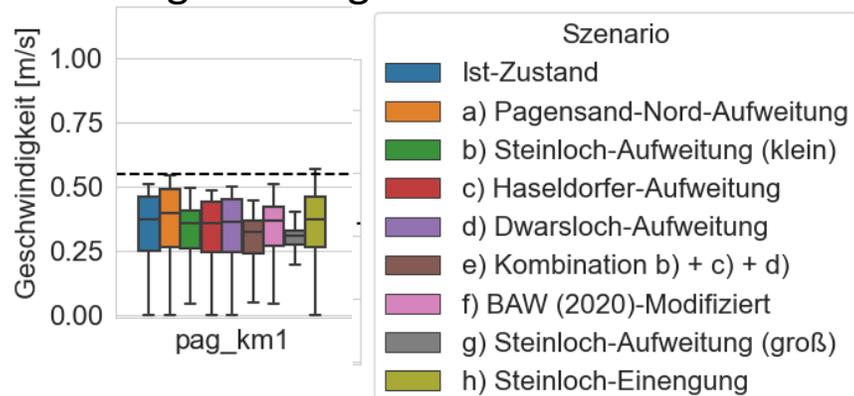
Für Details siehe Steckbriefe



Hinweise Poster-Session

Boxplot

- zusätzliche Informationen zur Strömungsverteilung
- ermöglicht Vergleich der Maßnahmen



Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebelnelben

Maßnahme a)
Pagensand-Nord - Aufweitung

Maßnahme: Umwandlung von Wattbereichen in Flachwasserbereiche (NHN-3,28 m)
Volumenänderung [Tsd. m³]: -930
Flächenänderung [Tsd. m²]: Watt: -65 / Flachwasser: 65 / Tiefwasser 2: 0

Einflüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit

Strömungsgeschwindigkeit

- Zunahme der Ebbestromungsgeschwindigkeit im Bereich der Ufer bei Pagensand Nord und im Steinloch, Abnahme der Ebbestromungsgeschwindigkeit im Bereich der Rinne
- Abnahme der Flutstromungsgeschwindigkeit im Bereich der Rinne bei Pagensand Nord und im Steinloch, Zunahme der max. Flutstromungsgeschwindigkeit in der zentralen Pagensander NE

Fischfauna

- Tendenzielle Verbesserung für rheophile Arten durch vielfältigere Strömungsmuster im Bereich Steinloch
- Beeinflussung der Lebensbedingungen für rheophile Arten durch homogenere Strömungsmuster im Bereich Pagensand-Nord

Morphologie

- Verlust von Wattflächen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Pagensand-Nord
- Verlandungstendenz insbesondere in vertieften Bereich zu erwarten

Institut für Wasserbau
Technische Universität Hamburg

Maßnahmensteckbrief

Beschreibung der Maßnahme

- Bathymetrie
- Volumenänderung
- Auswirkungen Morphozonen

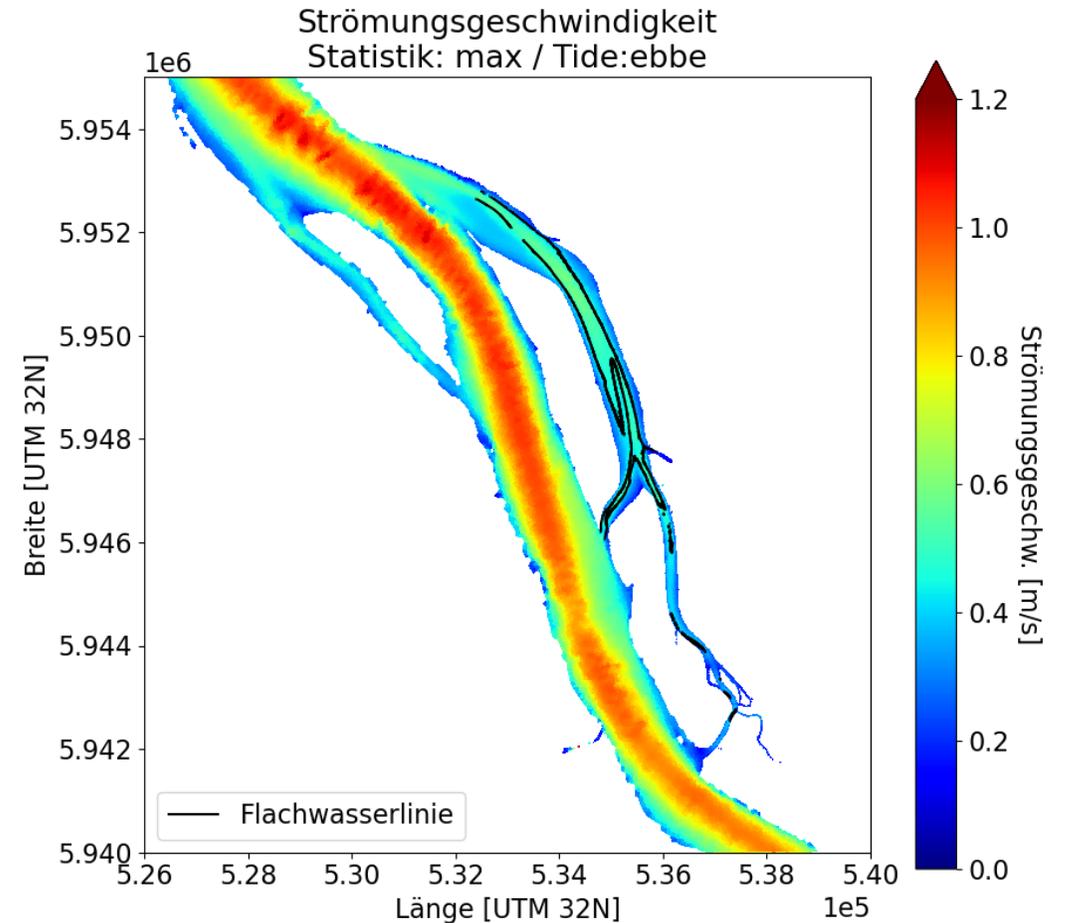
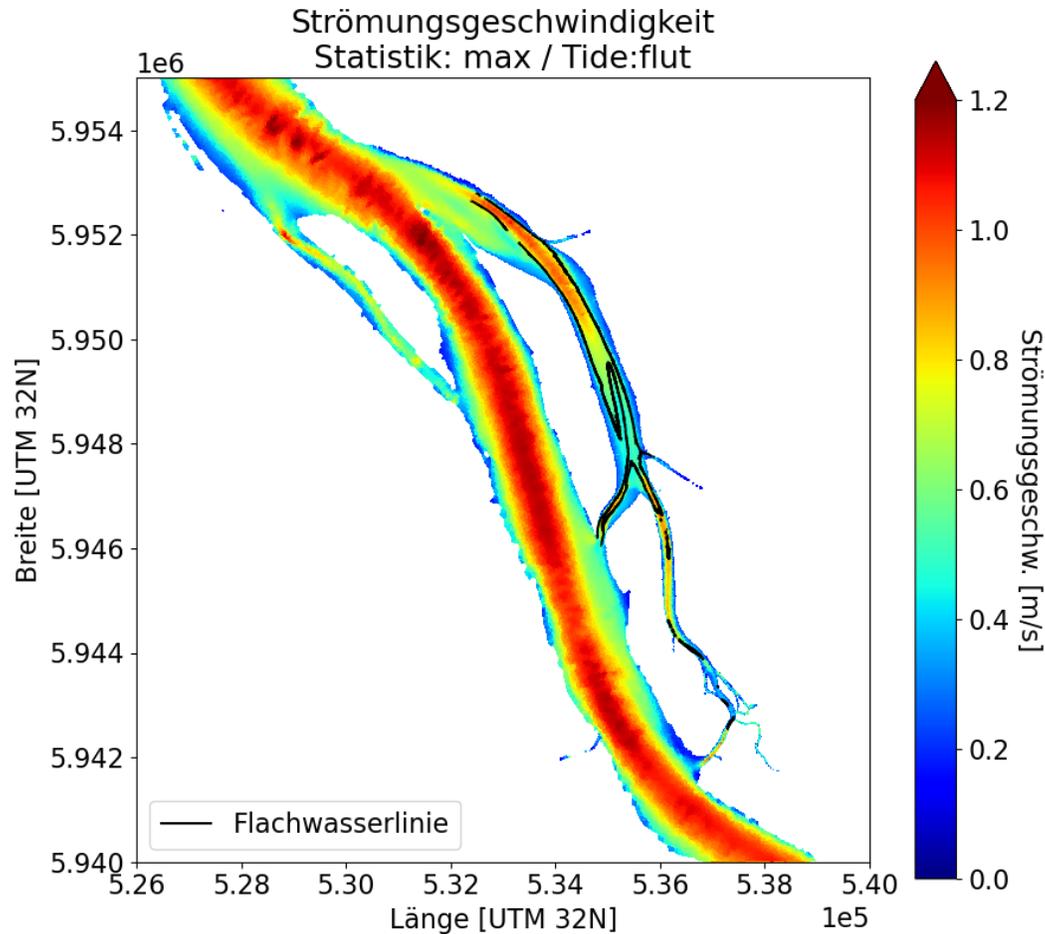
- Modellierte Auswirkungen Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand

Analyse und Bewertung

- Liegt im Entwurf vor (graue Schriftfarbe)
- Soll heute diskutiert werden

Strömungsgeschwindigkeit (Flut und Ebbe)

Grundlage: Spring-Nipp-Zyklus (01.09. - 15.09.2021)



Grundlage: Spring-Nipp-Zyklus (01.09. - 15.09.2021)

Strömungsgeschwindigkeit (Flut und Ebbe)

Hauptstrom

- Weitgehend ausgeglichenes Verhältnis

Übergang Hauptstrom zu NE

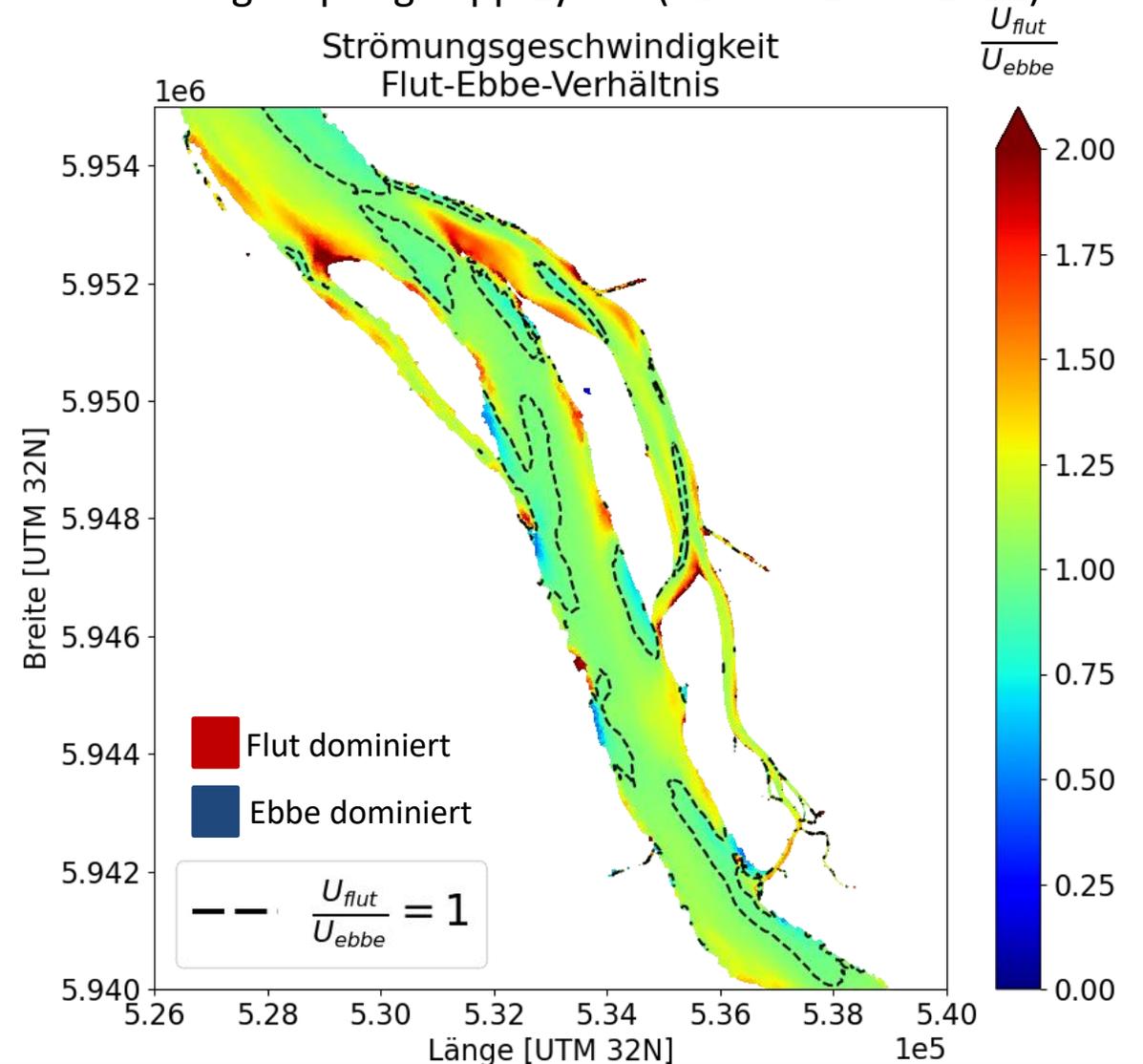
- Ebbstromdominanz

Pagensander NE und Haseldorfer BE

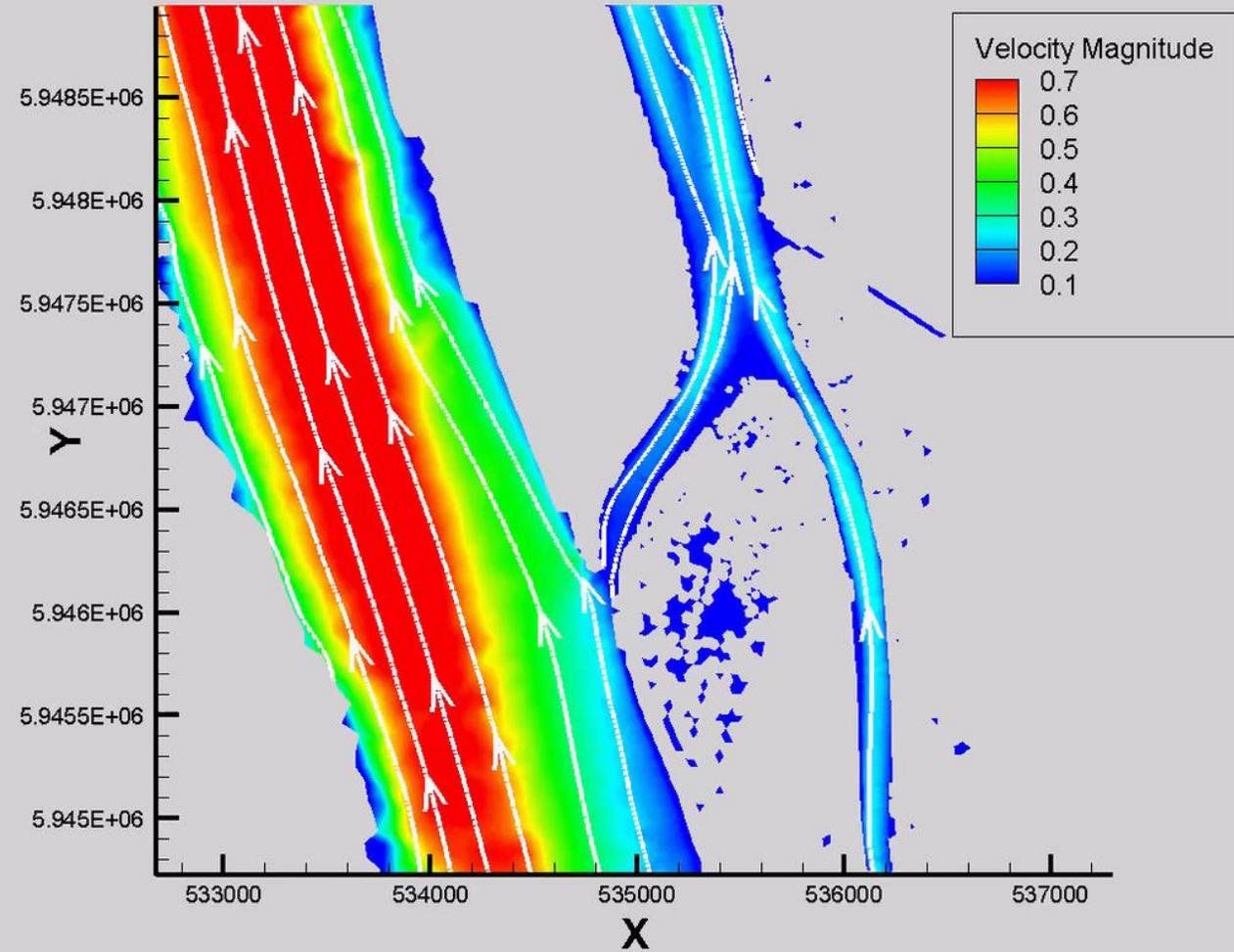
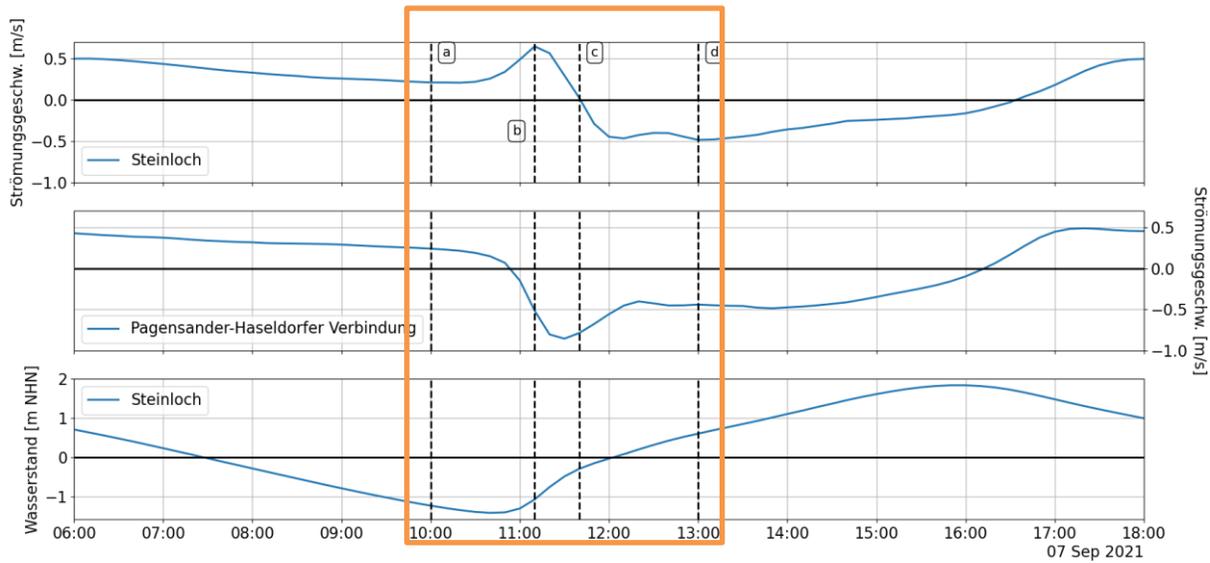
- Überwiegend Flutstromdominanz

Einzelne Bereiche

- Deutliche Flutstromdominanz ($>1,5$)
 - Stromaufseitige Verbindung zwischen Pagensander NE und Hauptstrom
 - Mündungsbereiche Nebenflüsse
 - Bishorster Sand / Steinloch
 - Dwarsloch

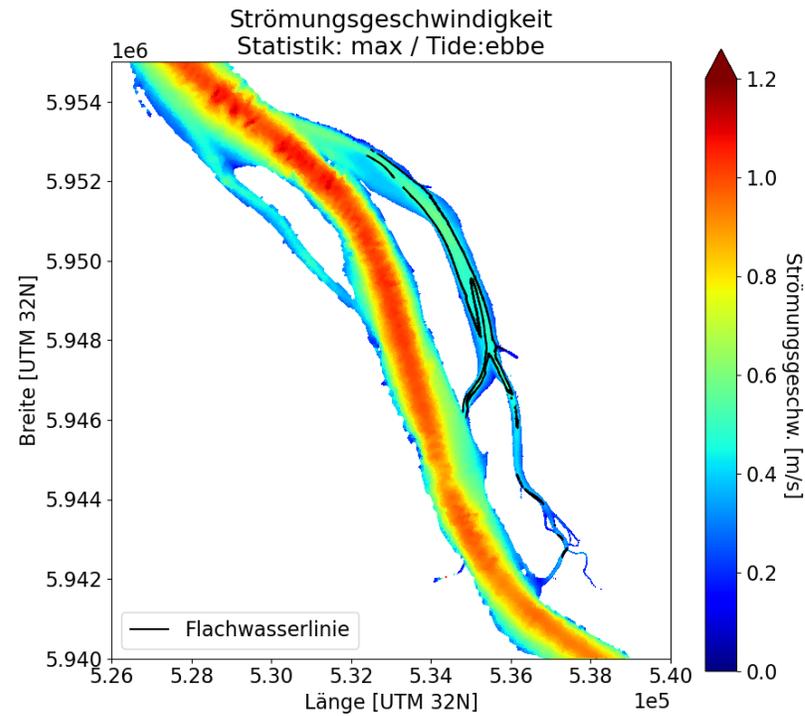
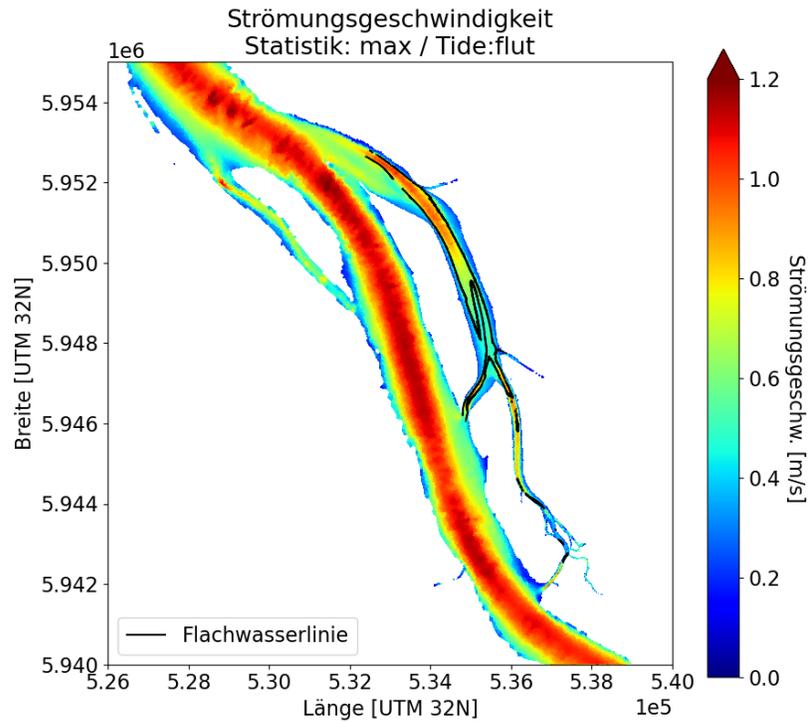


Strömungsdetail Steinloch

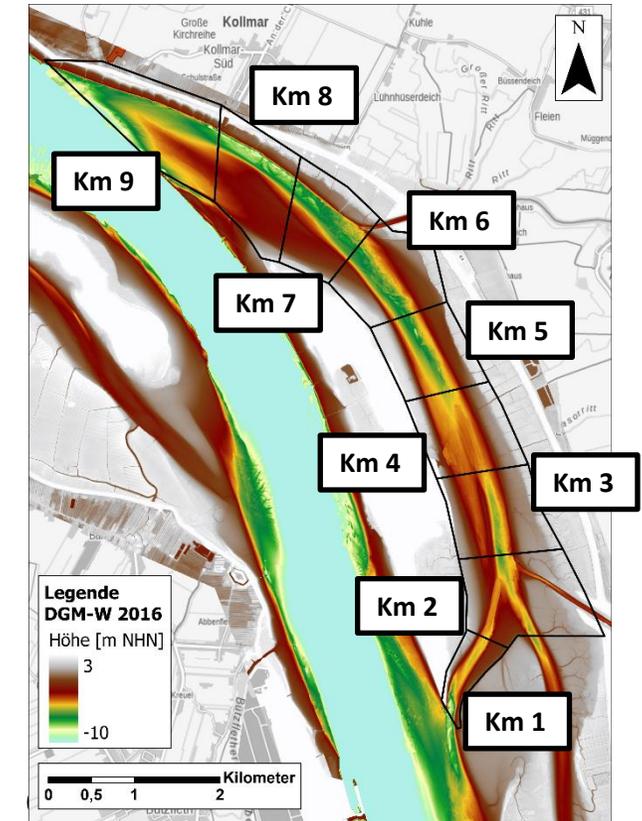


INTEGRIERTE DARSTELLUNG DER STRÖMUNGSMUSTER

Pagensander NE

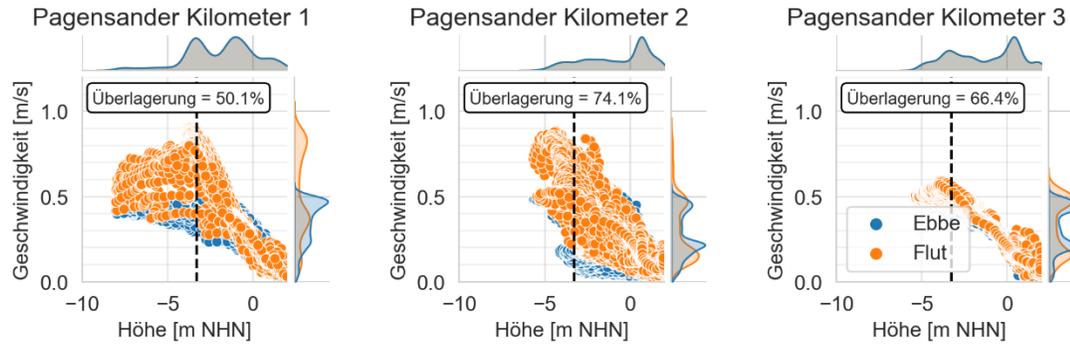


Einteilung in Abschnitte

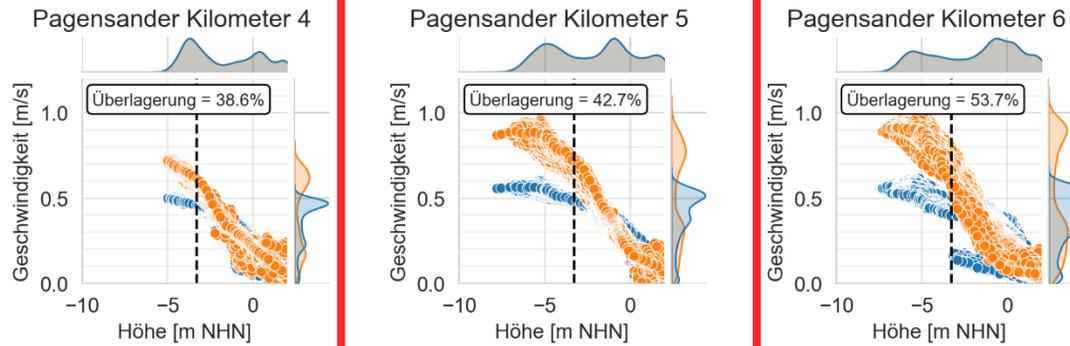


V_{max}

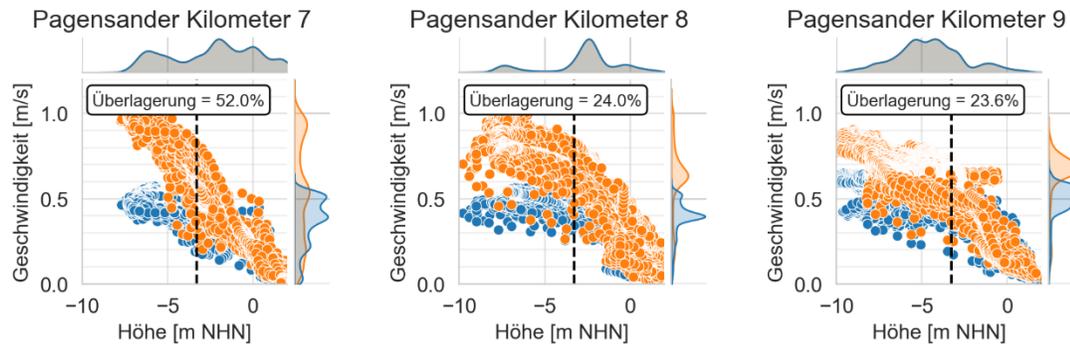
Süd



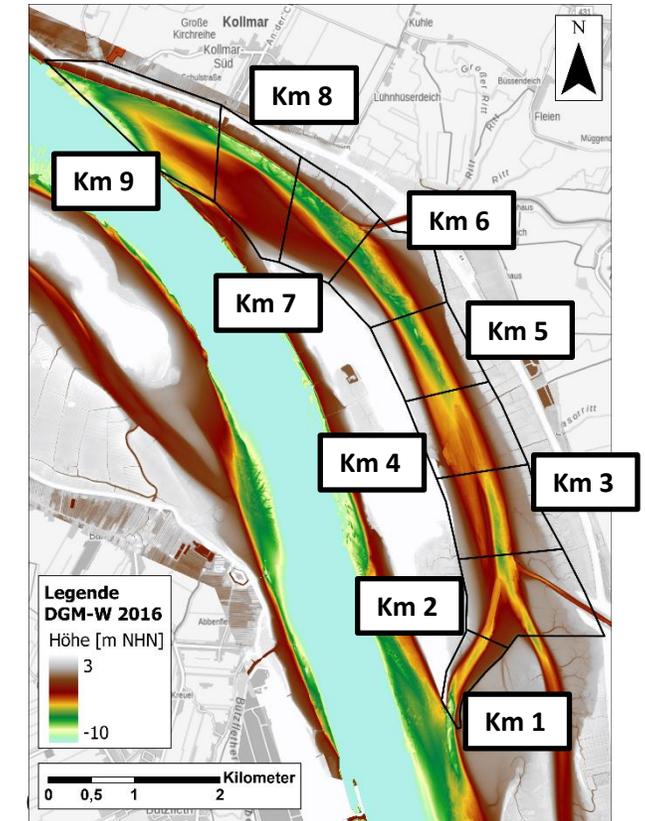
Mitte



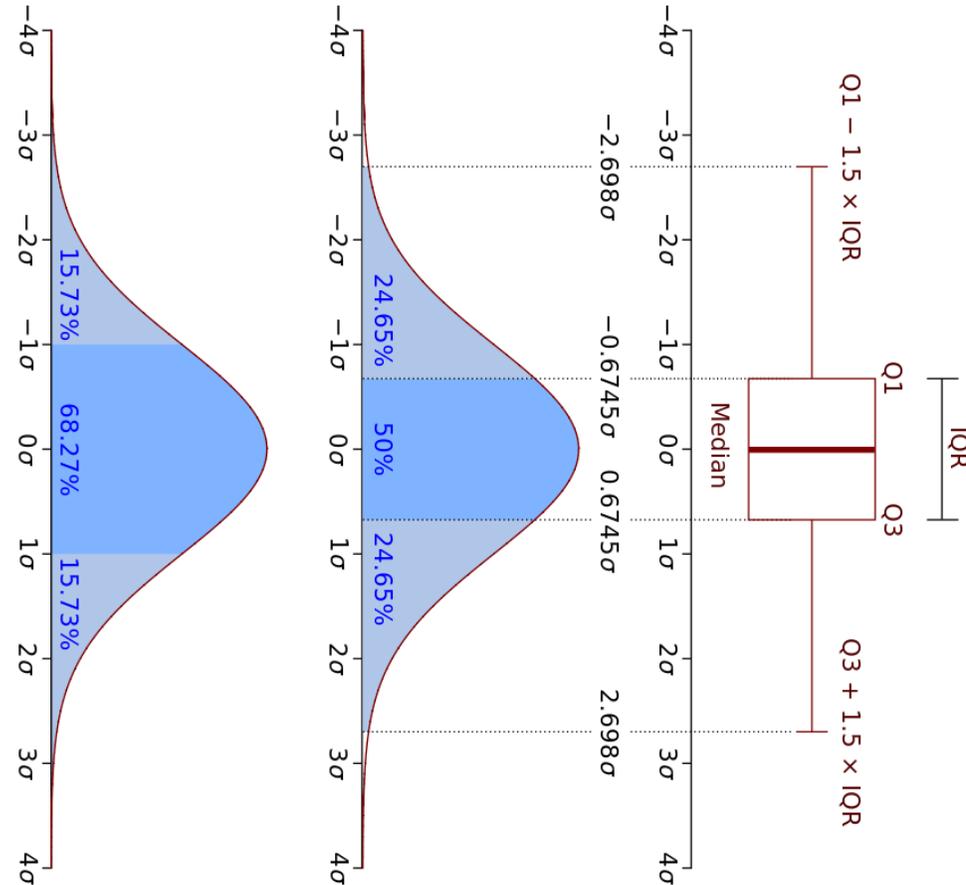
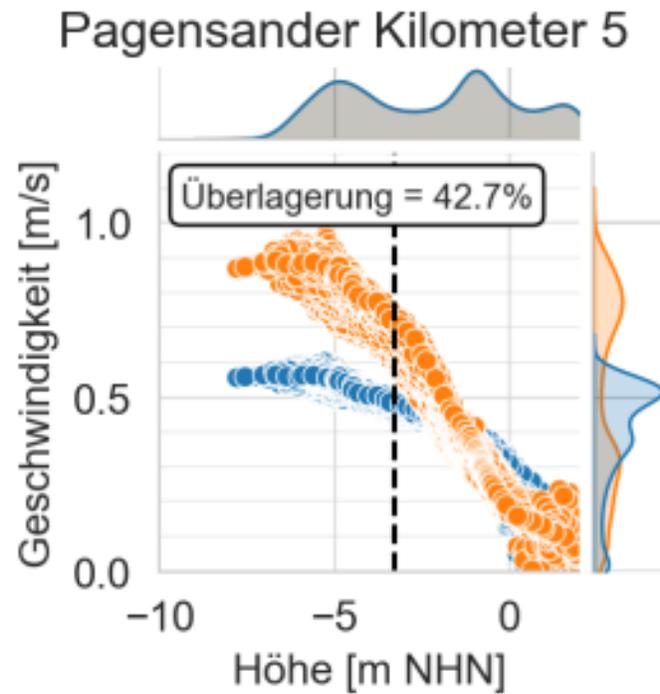
Nord



Einteilung in Abschnitte



Box-Whisker Plot



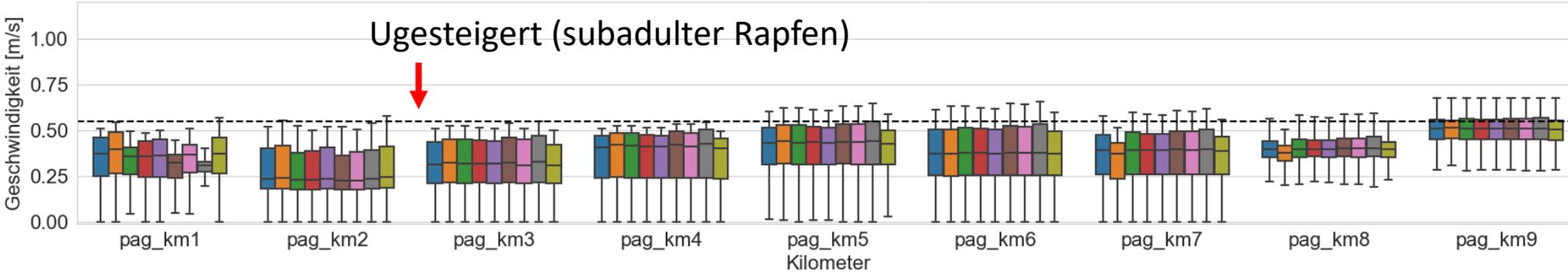
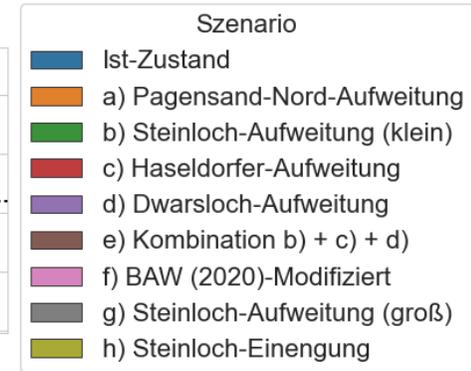
By Jhguch at en.wikipedia, CC BY-SA 2.5,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14524285>

Strömungsmuster in der Pagensander NE – maximale Geschwindigkeiten

Ebbe

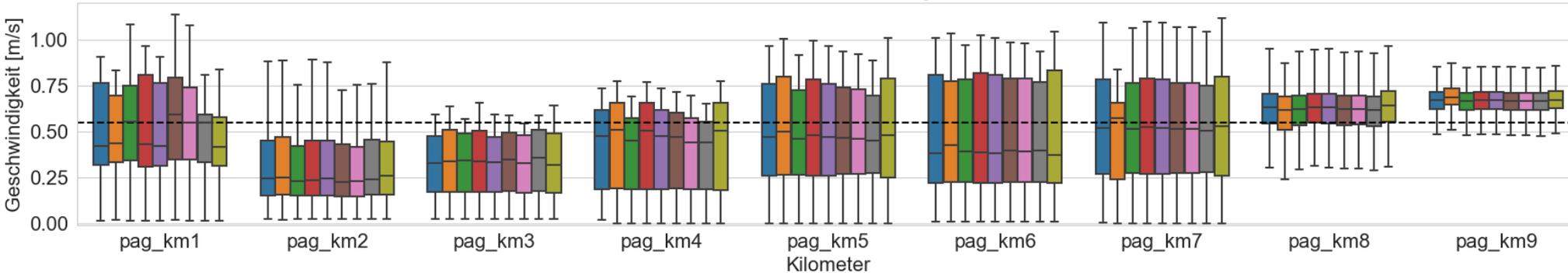
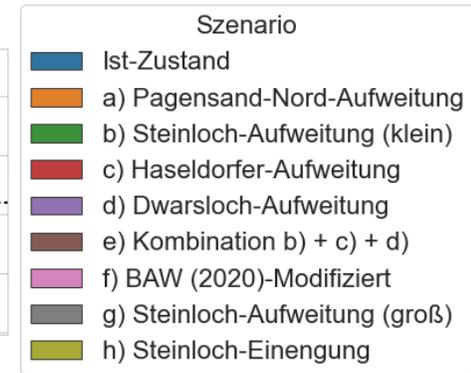
Maximale Geschwindigkeit

Ugesteigert (subadulter Rapfen)



Flut

Maximale Geschwindigkeit



Fischfauna - Schwimmgeschwindigkeiten

- 2 Schwimmgeschwindigkeiten DWA (2010):
 - Dauergeschwindigkeit (Udauer): kann länger als 200 Minuten nahezu ermüdungsfrei ausgehalten werden
 - Gesteigerte Geschwindigkeit (Ugesteigert) kann mindestens 200 Minuten lang nahezu ermüdungsfrei ausgehalten werden
- Auswahl von 6 Fischarten auf Grundlage des Natura 2000-Programms (IBP-Arbeitsgruppe)
- Vorkommen in der Untereibe bzw. Pagensander NE nachgewiesen durch FGG Elbe (2020)

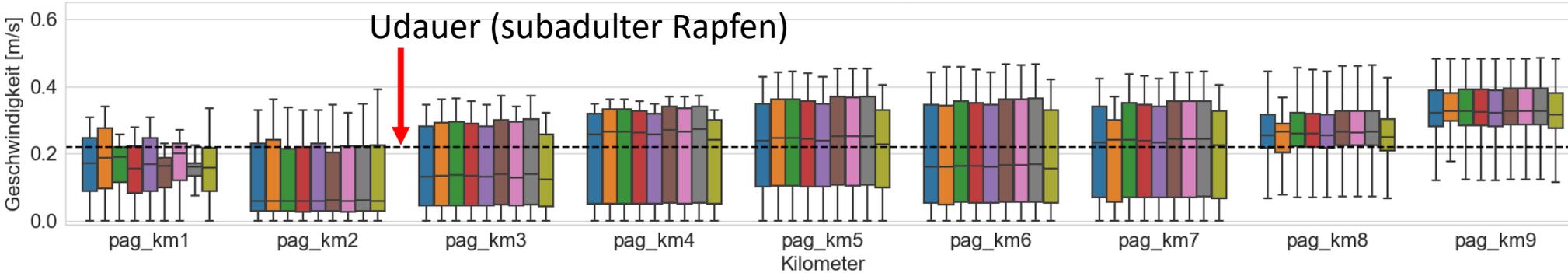
Fisch	Lebensphase	Udauer [m/s]	Ugesteigert [m/s]
Finte (<i>Alosa fallax</i>)	Adult	0,48 – 1,1	1,2 – 2,75
Rapfen (<i>Leuciscus aspius</i>)	Subadult	0,22 – 0,32	0,55 – 0,8
Flussneunauge (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	Adult	0,32 – 0,8	0,8 – 2
Meerneunauge (<i>Petromyzon marinus</i>)	Adult	1,2 – 1,6	3 – 4
Schnäpel (<i>Coregonus oxyrinchus</i>)	Subadult	0,34 – 0,58	0,85 – 1,45
Lachs (<i>Salmo salar</i>)	Subadult	0,3 – 0,98	0,75 – 2,45

Strömungsmuster in der Pagensander NE – mittlere Geschwindigkeiten

Ebbe

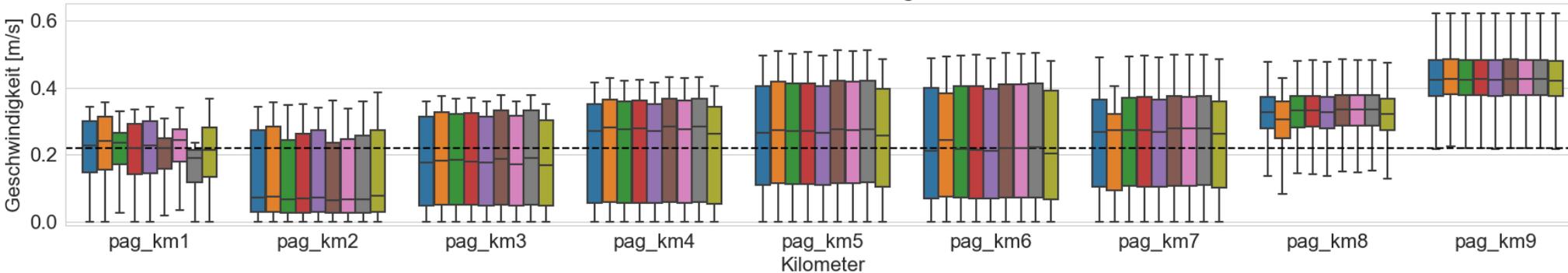
Mittlere Geschwindigkeit

Udauer (subadulter Rapfen)

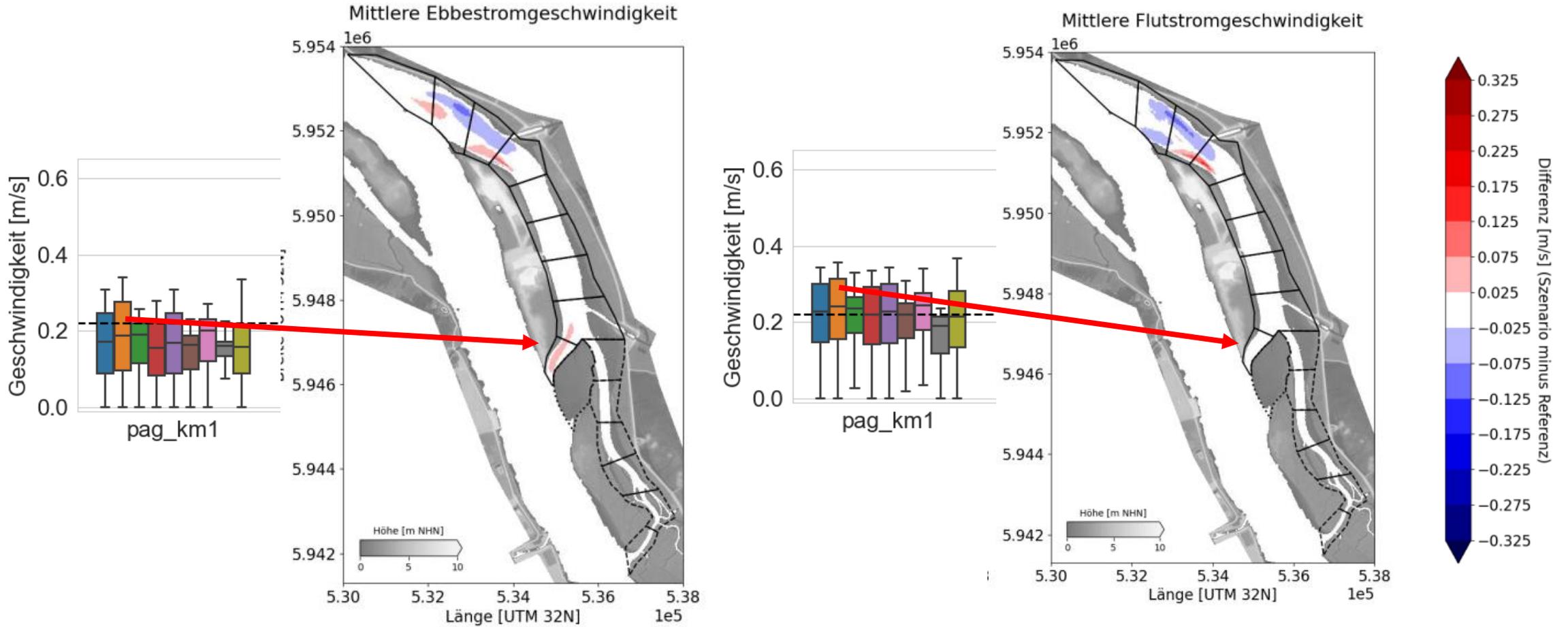


Flut

Mittlere Geschwindigkeit



Steckbrief – Beispiel Aufweitung Pagensand Nord



FRAGEN ZU DEN AUSWIRKUNGEN VON MAßNAHMEN AUF DIE HYDRODYNAMIK?

ZUSAMMENFASSUNG

Morphologische Entwicklung (2019 - 2022) in den betr. Nebeneiben (Zusammenfassung und Bewertung)

- Vielfältige Morphologie
 - Hahnöfer NE: große Tiefenvariation, teilw. Sohlstrukturen, heterogene Sedimentvert. (Grobsand bis Schluff)
 - Lühesander SE: große Tiefenvariation, teilw. Sohlstrukturen, überw. Fein- und Mittelsand
 - Haseldorfer BE: geringere Tiefenvariation, überw. Schluff
 - Pagensander NE: große Tiefenvariation, überw. Feinsand und Schluff
- Individuelle morphologische Entwicklung

○ Hahnöfer NE: schw. Verlandungstrend	Tiefwasserflächen ↘	Flachwasserflächen ↗	Wattflächen X
○ Lühesander SE: morphologisch stabil	Tiefwasserflächen →	Flachwasserflächen →	Wattflächen X
○ Haseldorfer BE: Verlandungstrend	Tiefwasserflächen ↓	Flachwasserflächen →	Wattflächen ↑
○ Pagensander NE: Verlandungstrend	Tiefwasserflächen ↘	Flachwasserflächen ↑	Wattflächen ↑

Strömungsverteilung und Auswirkungen der Maßnahmen in der Pagensander NE (Zusammenfassung und Bewertung - 1)

- Räumliche und zeitliche Strömungsmuster sind bereits sehr vielfältig (s. Strömungs- und Boxplots)
- Untersuchte Maßnahmen
 - beeinflussen das Strömungsgeschehen und die Sedimentdynamik
 - wirken aufgrund der gewählten Größenordnungen insbesondere lokal
- Maßnahmen bewirken lokal Verbesserungen (im Sinne der Ökologie und des Strombaus) des Strömungs- und/oder Sedimentationsgeschehens
- Durch die Maßnahmen (Aufweitungen) können Sedimente gezielt gefangen werden
 - Verlandungstrend in anderen Bereichen wird reduziert
 - Gezieltere Entnahme möglich
 - Pufferwirkung kann durch aktives Management gesteuert und langfristig erhalten werden
- Auswirkungen auf das Gesamtsystem Tideelbe (hier insb. auf den Stromauftransport) sind erwartungsgemäß von untergeordneter Größenordnung

Tagesordnung *Informations- und Austauschtermin AG Nebeneiben am 09.11.2023*

1. Begrüßung und Einführung (14:00 – 14:45 Uhr)
 - Begrüßung
 - Überblick Nebeneiben und Rückblick auf letztes Treffen am 15.09.2022 (WSA EN)
2. Ergebnisse der Forschungs Kooperation (TUHH) (14:45 – 15:45 Uhr)
 - Überblick Forschungs Kooperation
 - Aktuelle morphologische Entwicklung ausgewählter Nebeneiben 2019-2022
 - Auswirkungen von Maßnahmen in der Pagensander NE und Haseldorfer BE auf die Hydrodynamik
3. Kaffeepause (15:45 – 16:00 Uhr)
4. **Poster-Session und Diskussion (16:00 – 17:00 Uhr)**
5. Gemeinsame Abschlussdiskussion im Plenum (17:00 – 17:30 Uhr)

POSTERSESSION (CA. 60 MIN)

Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebelnelben

Maßnahme a)
Pagensand - Nord - Aufweitung

Maßnahme: Umwandlung von Wattbereichen in Flachwasserbereiche (NHN 3,28 m)
Volumenänderung [Tsd. m³]: -930
Flächenänderung [Tsd. m²]: Watt: -65 / Flachwasser: 65 / Tiefwasser 2: 0

Einflüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit

Strömungsgeschwindigkeit

- Erhöhter Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Abnahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der max. Fließtiefe gegenüber dem Zustand der Unterhaltung

Fischfauna

- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung
- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung

Morphologie

- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Pagensand-Nord
- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Pagensand-Nord

Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebelnelben

Maßnahme b)
Steinloch – Aufweitung (klein)

Maßnahme: Vergrößerung des Querschnitts im Steinloch um ca. 30-50 %, ohne Verlust von Flachwasserbereichen
Volumenänderung [Tsd. m³]: +80
Flächenänderung [Tsd. m²]: Watt: -104 / Flachwasser: 104 / Tiefwasser 2: 0

Einflüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit

Strömungsgeschwindigkeit

- Erhöhter Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Abnahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der max. Fließtiefe gegenüber dem Zustand der Unterhaltung

Fischfauna

- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung
- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung

Morphologie

- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch
- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch

Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebelnelben

Maßnahme c)
Haseldorfer BE - Aufweitung

Maßnahme: Vergrößerung des Querschnitts um ca. 50 % in der gesamten Haseldorfer BE, Vertiefung um ca. 1 m im nördlichen Bereich
Volumenänderung [Tsd. m³]: -1.000
Flächenänderung [Tsd. m²]: Watt: -167 / Flachwasser: 100 / Tiefwasser 2: 67

Einflüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit

Strömungsgeschwindigkeit

- Erhöhter Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Abnahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der max. Fließtiefe gegenüber dem Zustand der Unterhaltung

Fischfauna

- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung
- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung

Morphologie

- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Haseldorfer BE
- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Haseldorfer BE

Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebelnelben

Maßnahme d)
Dwarsloch - Aufweitung

Maßnahme: Vergrößerung des Querschnitts um ca. 30 % und Vertiefung um ca. 1 m im gesamten Dwarsloch
Volumenänderung [Tsd. m³]: -260
Flächenänderung [Tsd. m²]: Watt: -38,5 / Flachwasser: 0,5 / Tiefwasser 2: 38

Einflüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit

Strömungsgeschwindigkeit

- Erhöhter Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Abnahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der max. Fließtiefe gegenüber dem Zustand der Unterhaltung

Fischfauna

- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung
- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung

Morphologie

- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Dwarsloch
- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Dwarsloch

Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebelnelben

Maßnahme e)
Kombination b) + c) + d)

Maßnahme: Vergrößerung des Querschnitts im Steinloch, der Haseldorfer BE und im Dwarsloch, kein Verlust von Flachwasserbereichen
Volumenänderung [Tsd. m³]: -1.700
Flächenänderung [Tsd. m²]: Watt: -300 / Flachwasser: 200 / Tiefwasser 2: 100

Einflüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit

Strömungsgeschwindigkeit

- Erhöhter Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Abnahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der max. Fließtiefe gegenüber dem Zustand der Unterhaltung

Fischfauna

- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung
- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung

Morphologie

- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch
- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch

Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebelnelben

Maßnahme f)
BAW (2020) – Modifiziert

Maßnahme: Ähnlich wie BAW (2020), jedoch ohne Verlust von Flachwasserflächen, Vergrößerung des Querschnitts im Steinloch um ca. 30-50 %
Volumenänderung [Tsd. m³]: -650
Flächenänderung [Tsd. m²]: Watt: -105 / Flachwasser: 105 / Tiefwasser 2: 0

Einflüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit

Strömungsgeschwindigkeit

- Erhöhter Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Abnahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der max. Fließtiefe gegenüber dem Zustand der Unterhaltung

Fischfauna

- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung
- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung

Morphologie

- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch
- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch

Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebelnelben

Maßnahme g)
Steinloch – Aufweitung (groß)

Maßnahme: Vergrößerung des Querschnitts im Steinloch um ca. 50-100 %, ohne Verlust von Flachwasserbereichen
Volumenänderung [Tsd. m³]: -1.200
Flächenänderung [Tsd. m²]: Watt: -300 / Flachwasser: 300 / Tiefwasser 2: 0

Einflüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit

Strömungsgeschwindigkeit

- Erhöhter Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Abnahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der max. Fließtiefe gegenüber dem Zustand der Unterhaltung

Fischfauna

- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung
- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung

Morphologie

- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch
- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch

Erweiterung des Systemverständnisses im Bereich der Nebelnelben

Maßnahme h)
Steinloch - Einengung

Maßnahme: Verminderter Querschnitt um ca. halbe Wassertiefe (Verlängerung bei Einstellung der Unterhaltung)
Volumenänderung [Tsd. m³]: 200
Flächenänderung [Tsd. m²]: Watt: 75 / Flachwasser: 25 / Tiefwasser 2: -100

Einflüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit

Strömungsgeschwindigkeit

- Erhöhter Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Abnahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der Extremwertgeschwindigkeit im Bereich der Unterhaltung
- Zunahme der max. Fließtiefe gegenüber dem Zustand der Unterhaltung

Fischfauna

- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung
- Erhöhte Artenvielfalt für rheobiontische Arten durch vergrößerte Strömungsräume im Bereich der Unterhaltung

Morphologie

- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch
- Verlust von Vertiefungen zugunsten von Flachwasserflächen im Bereich Steinloch

Ergebnisse der Postersession => Gruppenarbeit und Diskussion

- Auswirkungen der Maßnahmen im Hinblick auf Strömungsgeschwindigkeiten, Fischfauna und Morphologie wurden in der Gruppenarbeit bestätigt.
- Maßnahmen im Bereich Steinloch wurden von mehreren Teilnehmern in der Diskussion als zielführend erachtet
- Begriffe Strömungsdiversität und morphologisches Gleichgewicht müssen im Rahmen konkreter Maßnahmenplanungen näher definiert und sofern möglich quantifiziert werden
- Von der Gruppe wurde die Bedeutung des Funktionsraums herausgehoben im Hinblick auf:
 - Flachwasserzonen
 - Sind Rückzugs- bzw. Fluchräume für Fische, insbesondere für schwächere Schwimmer und heranwachsende Fische
 - Wichtig für den physikalischen Sauerstoffeintrag in die Tideelbe
 - Wattgebiete
 - Sind Rast- und Rückzugsflächen für die Avifauna
- Herangehensweise
 - Lösungsmöglichkeit zum Umgang mit dem vorgenannten Konflikt (Flachwasser vs. Watt) gegeben, indem der Lebensraumtyp (LRT) Ästuarien ganzheitlich betrachtet wird
 - Zudem Gesamtschau aller Nebelben im System Tideelbe
 - Maßnahmen weiterentwickeln und weiter priorisieren
 - Umsetzung starten, im Kleinen anfangen und Maßnahmen pilotieren

Gruppenarbeit und Diskussion -2

- Vorschläge für weitere Auswertungen im Vorhaben Systemverständnis Nebeneiben
 - Auswirkung der Maßnahmen auf die Stauwasserdauer
 - Baukastenprinzip prüfen: Lassen sich die Ergebnisse der Maßnahme e, die eine Zusammensetzung aus b, c und d ist, linear überlagern?
 - Boxplots der Strömungen explizit für Flachwasserbereiche (Ist-Zustand)
- Empfehlungen für weitere Untersuchungen
 - Hydromorphologische Parameter in Bewertung einbeziehen, z.B. Verhältnis Breite/Tiefe
 - Sedimentbudget für Teilräume
 - Schadstoffbelastungen betrachten
 - Auswirkungen auf einzelne Arten (z.B. Stint)