

Schnellbericht zu den Befliegungen vom 05.11.2024 und vom 18.02.2025

Die Längsprofile entlang des Elbeästuars von der Nordsee bis zum Wehr Geesthacht sind wichtige Bestandteile des Koordinierten Elbemessprogramms (KEMP) der Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe). Nur sie ermöglichen es, zu einem bestimmten Zeitpunkt einen ganzheitlichen Blick auf die Gewässergütesituation im Bereich der Tideelbe zu gewinnen.

Die Daten der sechs jährlichen Befliegungen per Hubschrauber sorgen mit zunehmender Dauer für eine valide Darstellung möglicher Trends und für die Lokalisierung bestimmter Phänomene, welche entweder typisch sind für Ästuar allgemein oder für die Tideelbe im Speziellen. Hierbei sind die Folgen der umfassenden, anthropogenen Überformung der Tideelbe (z. B. Verbreiterung und Vertiefung der Schifffahrtsrinne, Eindeichungen, Wehrbau) mit zu bedenken.

Diese Phänomene sind:

- eine saisonal deutlich ungleich verteilte Situation des **Sauerstoffhaushalts** als Folge von Einträgen von Nährstoffen aus dem Oberlauf und einer sehr dynamisch ablaufenden Folge von Algenblüten und deren Mineralisation,
- die Ausbildung einer natürlichen **Trübungszone** beim Aufeinandertreffen von Süß- und Meerwasser, welche durch den anthropogenen Eingriff in das Sedimentregime überlagert werden kann und
- die Oberwasser abhängige Verlagerung des **Brackwassers**, einhergehend mit großen Schwankungen des Salzgehalts innerhalb einer Gezeitenperiode, welche die Nutzung des Wassers für Bewässerungszwecke einschränken können.

Diese Gewässercharakteristiken lassen sich durch die Längsprofile (Vor-Ort-Messungen und rasch verfügbare Untersuchungsdaten im Labor) darstellen. Darin liegt auch der eigentliche Sinn dieser sogenannten Schnellberichte, welche nach relativ kurzer Zeit die interessierte Öffentlichkeit als auch die Fachwelt über den aktuellen gewässerphysikalischen und -chemischen Zustand des Elbeästuars informieren.

Später erhobene Labor-Daten – insbesondere Nährstoffe, Schwermetalle und gewässergüterrelevante summarische Kenngrößen wie BSB, TOC und Chlorophyll – können im Fachinformationssystem der FGG Elbe (<https://www.elbe-datenportal.de>) abgerufen werden.

Dieser Schnellbericht fasst die beiden „Winterprofile“ aus dem November 2024 und dem Februar 2025 aus Effizienzgründen zusammen. Diese beiden Erhebungen im

hydrologischen „Winter“ lassen insbesondere Erkenntnisse über das Nährstoffangebot zu, welche sich im Laufe der folgenden Vegetationsperiode in der Regel nachteilig auf den Sauerstoffhaushalt auswirkt. Das Reservoir an verfügbaren Nährstoffen wie Stickstoff, Phosphor und auch Silikat ist entscheidend für das Ausmaß späterer Algenmassenentwicklungen, die in den Sommermonaten immer wieder als eindeutig ursächlich für das elbetypische **Sauerstofftal** zu identifizieren sind.

Die rasch verfügbaren Untersuchungsergebnisse der hier berichteten beiden Längsprofile sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgelistet.

Leider konnte das Längsprofil im November 2024 infolge Nebels nicht in das äußere Elbeästuar vordringen, so dass hier eine Datenlücke zu vermelden ist. Dies ist aus den vorgenannten Gründen (Bedeutung des Nährstoffangebots im Winter) bedauerlich, ließ sich aus Aspekten der Logistik und insbesondere der Arbeitssicherheit nicht umgehen.

Anders im Februar 2025. Bei bestem - zwar eiskalten - Winterwetter unter klarem Himmel und bei Windstille konnten alle Messstellen problemlos angefliegen und beprobt werden.

Oberwasser:

Wie stets in diesen Schnellberichten geht der erste Blick auf die quantitative hydrologische Situation unmittelbar vor Eintritt der Elbe in den tidebeeinflussten Bereich. Der von der Wasserschiffahrtsverwaltung betriebene Referenzpegel hierfür liegt bei Neu Darchau (Fluss-km 536,4 unterhalb der Grenze D/CZ). Der Zustrom aus der Mittel-elbe – hier als Wasserstand dargestellt – entsprach im November nahezu exakt dem aktuellen, langjährigen Mittel. Im Februar 2025 lag der Zufluss hingegen etwas niedriger als in anderen Monaten der Vorjahre (Abbildung 1).

Entsprechend der derzeit gültigen Abflusstabeln ergeben sich daraus Abflüsse von 460 m³/s im November 2024 und 580 m³/s im Februar 2025.

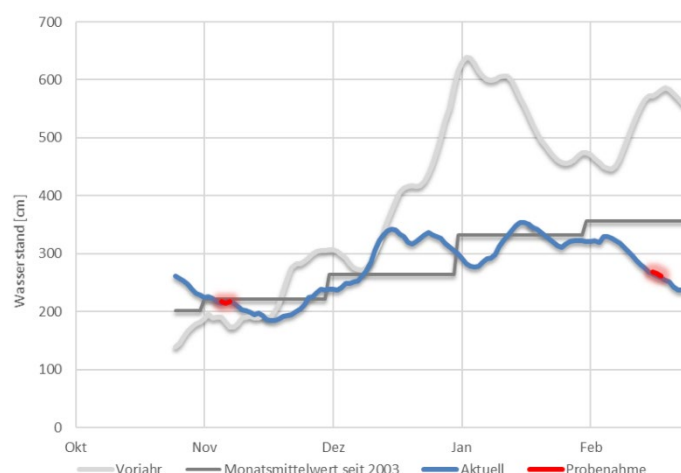


Abbildung 1: Wasserstand der letzten vier Monate am Pegel Neu Darchau (Quelle: WSV) im Vergleich zum Vorjahr und den Monatsmittelwerten seit 2003. Rot: Situation zu den Zeitpunkten der Probenahmen.

Festzuhalten ist, dass sich der Oberwasserzustrom in den letzten Monaten recht eng an den Mittelwerten der letzten 20 Jahre hält. Im letzten Jahr gab es in den Monaten Januar und Februar dagegen deutlich höhere Abflüsse von mehr als 2.000 m³/s.

Dieser Oberwasserzustrom mit im saisonalen Wechsel von etwa 250 m³/s bis etwa 1.400 m³/s (inneres 90 %-Quantil) mag im Vergleich zum tidebedingt hin und her fließenden Wasser des Ästuars als marginal erscheinen. In Höhe Stade etwa umfasst das bewegte Wasservolumen deutlich mehr als 10.000 m³/s. Dennoch ist dieser Zustrom von Oberwasser ein eindeutige Kausalitätsfaktor für z. B. die Lage der Brackwasserzone.

Obere Brackwassergrenze:

In diesen Schnellberichten wird die obere Brackwassergrenze (stromaufwärts bei Ebbstrom) als derjenige Ort festgelegt, an dem die Salinität den Wert von 1 ‰ erreicht. Liegt dieser Ort zwischen zwei Messstellen, wird er durch lineare Interpolation schätzungsweise lokalisiert.

Die beiden folgenden Abbildungen illustrieren dieses Vorgehen anhand der Längsprofile im November 2024 und im Februar 2025.

Da sich die Abflussverhältnisse im Oberstrom an den letzten beiden Längsprofilen nur unwesentlich unterscheiden, liegen auch die konventionell ermittelten oberen Brackwassergrenzen mit Fluss-km 685,2 (November 2024) und Fluss-km 683,9 (Februar 2025) recht nah beieinander.

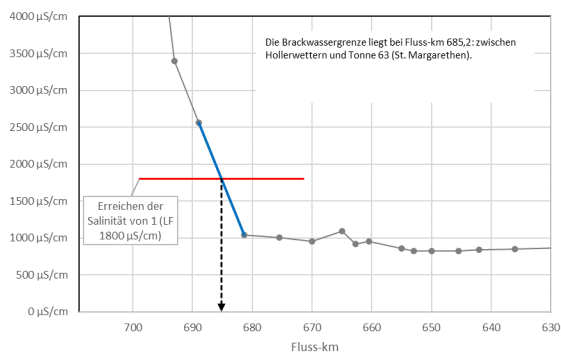


Abbildung 2: Ermittlung der oberen Brackwassergrenze am 05.11.2024

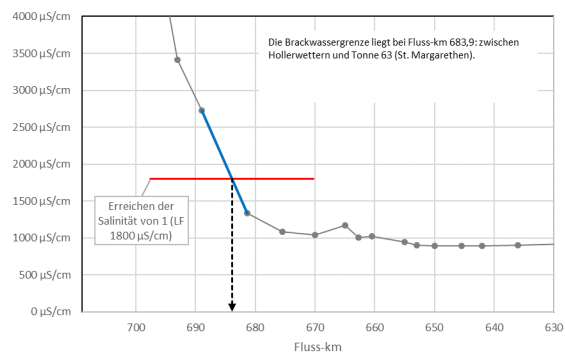


Abbildung 3: Ermittlung der oberen Brackwassergrenze am 18.02.2025

Die oben erwähnte Kausalität von Oberwasserzustrom und der Lage der oberen Brackwassergrenze geht aus Abbildung 4 hervor. Die ausgewählte Modellfunktion (eine simple Potenz der Form $y = a \cdot x^b$) ergibt danach ein Bestimmtheitsmaß von rund 86 % bzw. einen geschätzten Einfluss anderer nicht berücksichtigter Faktoren von etwa 14 % (diese „anderen Faktoren“ wie etwa Wind, morphologische Strukturen oder auch Abweichungen von der jeweiligen Gezeitenphase können in diesen Schnellberichten nicht weiter berücksichtigt werden).

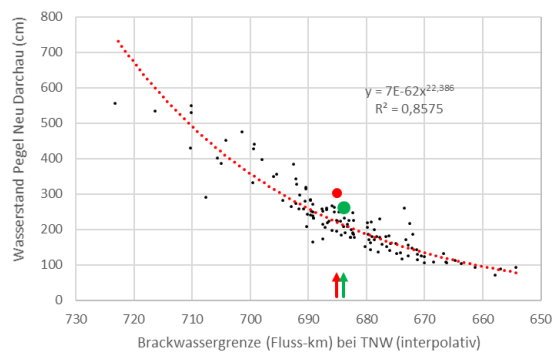


Abbildung 4: Lage der oberen Brackwassergrenze bei Ebbstrom in Abhängigkeit vom Oberwasserzustrom. Die farbigen Punkte markieren die Berechnungen für den 05.11.2024 (grün) bzw. für den 18.02.2025 (rot).

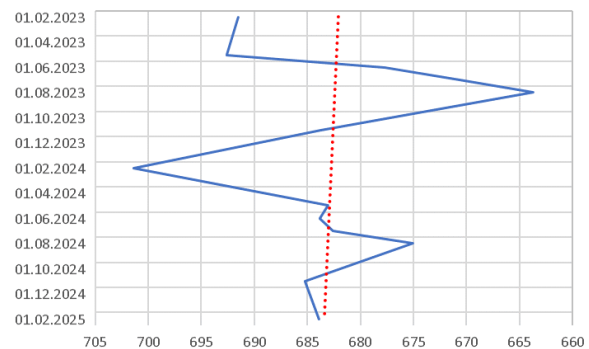


Abbildung 5: Obere Brackwassergrenze in den letzten beiden Jahren (ab Februar 2023) mit einer Trendlinie nach linearer Regression.

Abbildung 5 zeigt die Lage der berechneten oberen Brackwassergrenze der letzten 24 Monate (13 Messungen) einschließlich einer per linearer Regression berechneten Trendgeraden. Zu erkennen ist, dass die obere Brackwassergrenze in einem sich über 40 km erstreckenden Strombereich etwa zwischen Kollmar und der Oste-Mündung zu lokalisieren war.

Trübungszone

Die Trübungszone in einem Ästuar resultiert aus dem Aufeinandertreffen von Salz- und Süßwasser, bei dem das Sedimentationsverhalten von Feststoffteilchen beeinflusst wird. Erklärbar ist es, da sich die beiden Wasserarten nicht sofort homogen vermischen, sondern es zu einer Unterschichtung des Süßwassers durch das mit höherer Dichte versehene Salzwasser kommt. Die Lage der Trübungszone ist demnach - ähnlich der Brackwassergrenzen - ein Indiz für das tidebedingt und unterschiedlich stromaufwärts gerichtete Eindringen von Meerwasser.

Die messtechnische Erfassung beruht auf dem Verfahren der abfiltrierbaren bzw. suspendierten Stoffe mittels Glasfaserfilter einer Anfangs-Porenweite von rund 1 µm.

Abbildung 6 zeigt den charakteristischen Verlauf des Stromabschnitts erhöhter Trübung. Die eindeutig höchste Konzentration an suspendierten Stoffen zeigte sich am 18.02.2025 ungefähr bei Fluss-km 690 und damit recht nah an den früheren Erfahrungswerten. Die vorherige Messung am 05.11.2024 zeigte diese Ausprägung ähnlich, aber nicht ganz so eindeutig.

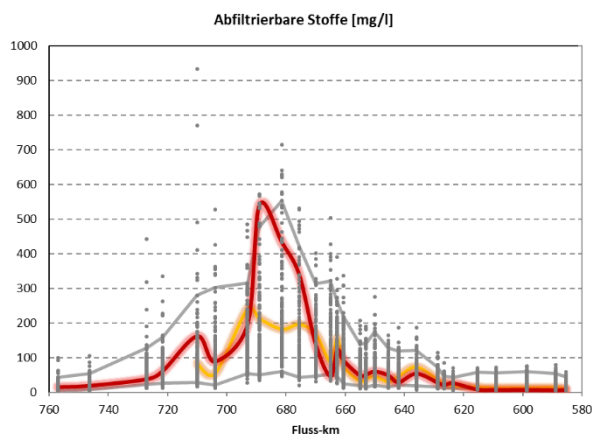


Abbildung 6: Ausbildung der Trübungszone am 05.11.2024 (orange) und am 18.02.2025 (rot). Frühere Daten (graue Punkte) mit [5 %-95 %]-Interperzentilbereich (graue Linien).

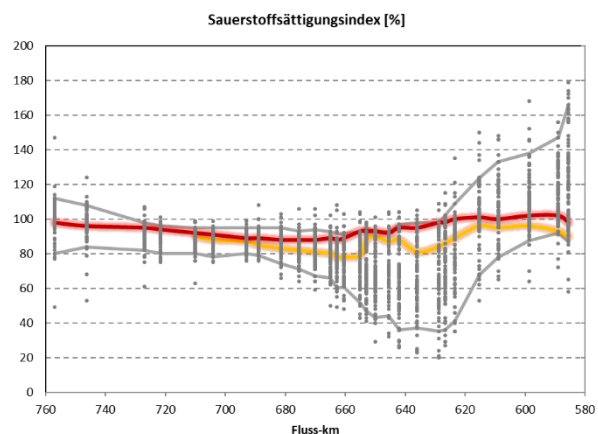


Abbildung 7: Längsverteilung des Sauerstoffgehalts (als Sauerstoffsättigung). Siehe auch Erklärung der Darstellung in Abbildung 6.

Sauerstoffhaushalt

Das größte und auch so von der Öffentlichkeit wahrgenommene Problem im Elbe-Ästuar ist das sogenannte Sauerstofftal innerhalb sowie unterhalb des Hamburger Hafens. Die Kausalitätskette hierfür ist anhand der Messdaten recht eindeutig. Die von der Mittel-elbe nährstoffbedingten Algenblüten werden in den tidebeeinflussten Strombereich ab Geesthacht eingetragen. Dort sedimentiert ein Teil der Algen während der Kenterphase zum Gewässergrund. Ein anderer Teil wird durch das Zooplankton gefressen (Grazing). Letztendlich stellen die Algen infolge von Lichtmangel (Dominanz der aphotische Zone innerhalb des Gewässertiefenprofils) die Photosynthese ein und sterben bei Eintritt in den seeschifftiefen Bereich des Hafengebietes sukzessive ab. Anschließend sorgen sie als Detritus durch ihre Mineralisation für eine rasche Abnahme des Sauerstoffgehalts.

Dieses Phänomen wird in seiner gewässerökologischen Deutlichkeit lediglich im hydrologischen Sommer (ab Mai) deutlich. Im Winter ist das Algenwachstum allein durch niedrige Wassertemperaturen derart begrenzt, dass der physikalische Eintrag von Luftsauerstoff in das Gewässer (Wiederbelüftung) die O_2 -Zehrung ausgleicht (siehe dazu die langjährige Visualisierung in Abbildung 10).

Folgerichtig ist das Sauerstofftal an den Messtagen im November 2024 und insbesondere im Februar 2025 nicht erkennbar (Abbildung 7). Im Februar lag über die gesamte Strecke des Ästuars die Sauerstoffsättigung nahe der idealen 100 %.

Weitere Hinweise:

- Entlang der Flugroute am 18.02.2025 konnten 41 Robben und ein Seeadler im unteren Bereich des Elbe-Ästuars gezählt werden.
- Das nächste Längsprofil ist plangemäß für den 13. Mai 2025 vorgesehen.

Verfasser*innen:

Ulrich Wiegel, NLWKN Betriebsstelle Stade

Dr. René Schwartz, BUKEA Hamburg

Dr. Anette Kock, LFU Flintbek

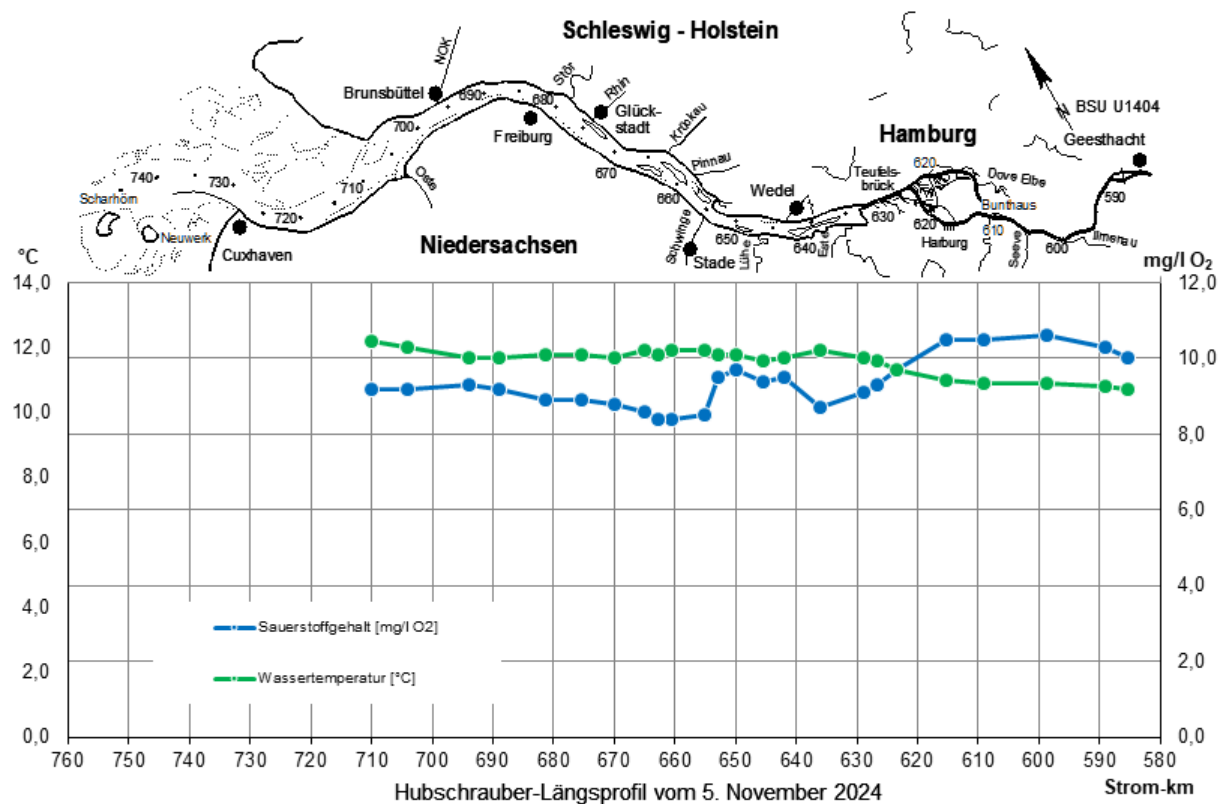
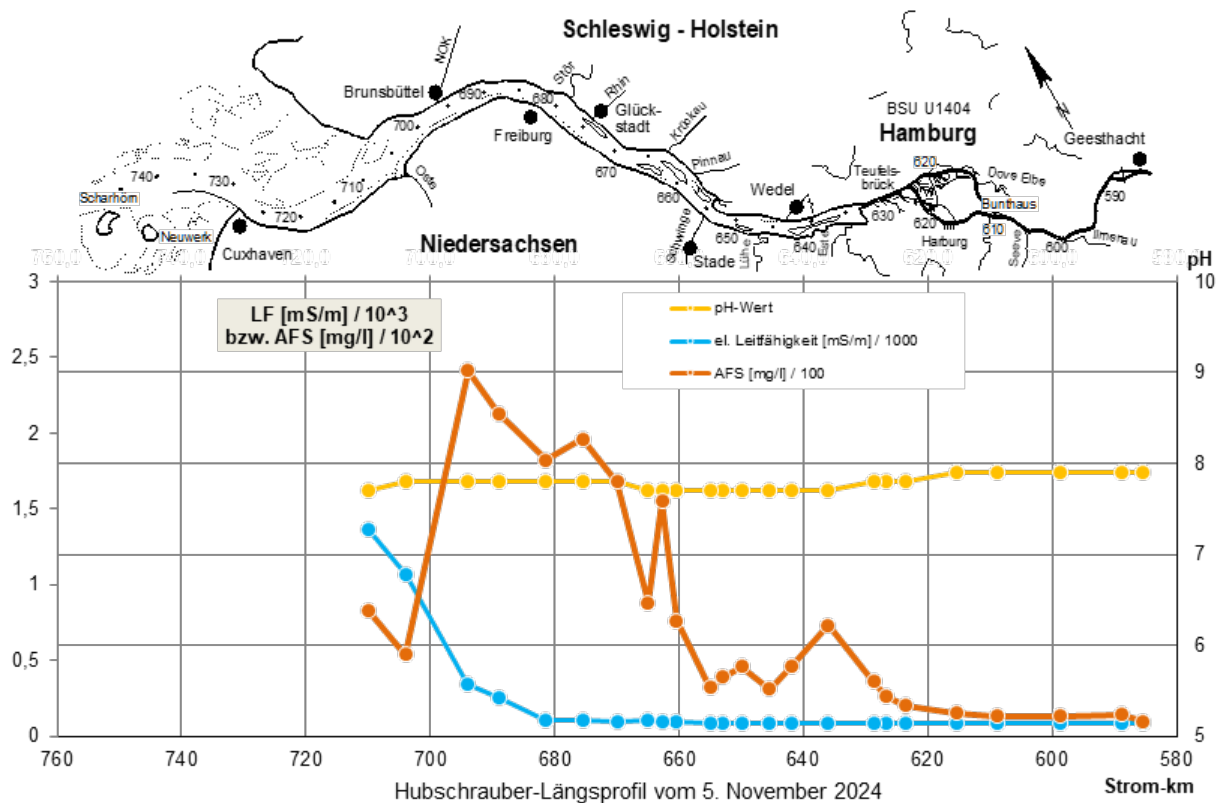


Abbildung 8: Darstellung der Messergebnisse vom 05.11.2024 mit geographischen Bezugspunkten (Design: BUKEA Hamburg)

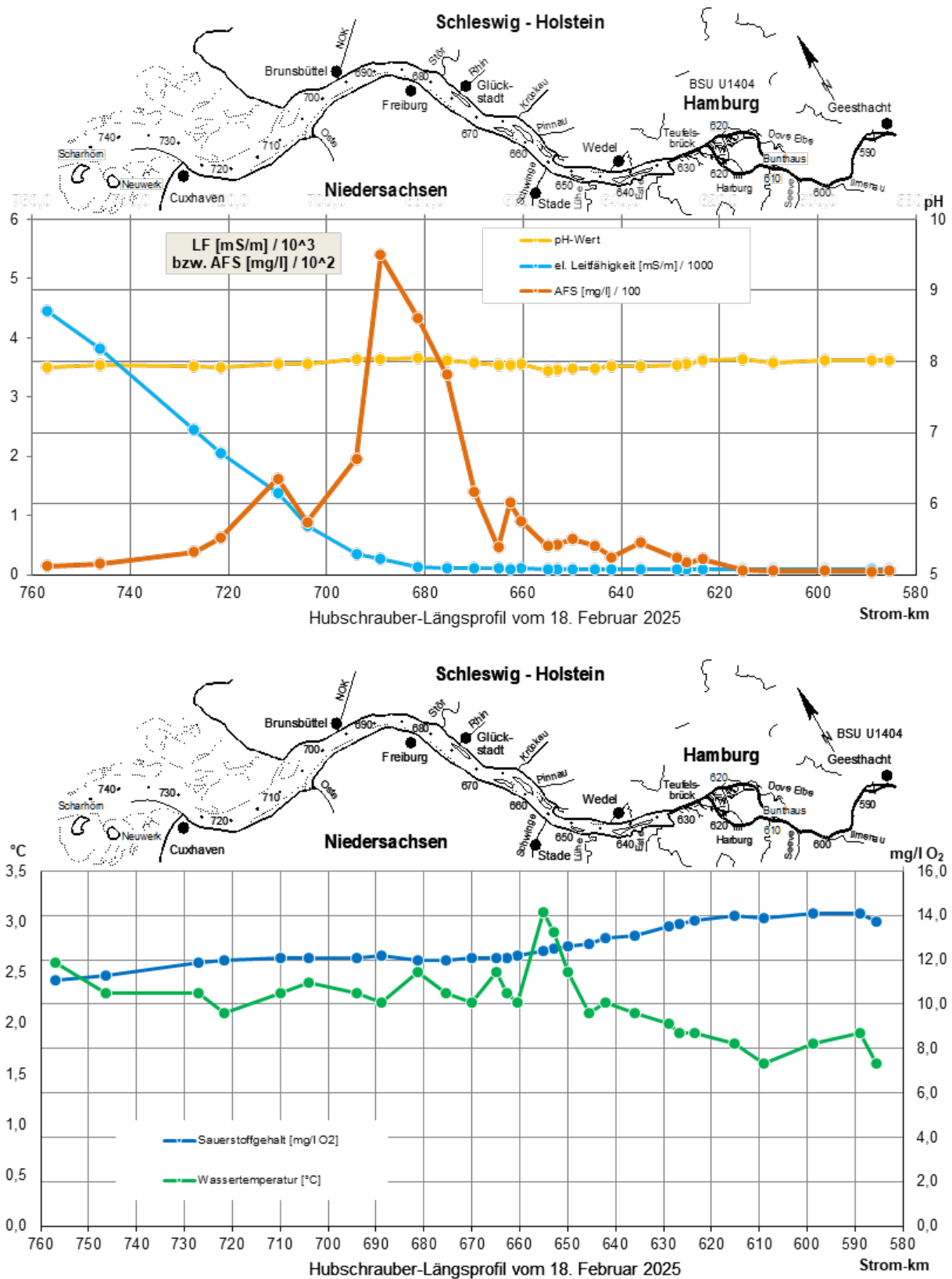


Abbildung 9: Darstellung der Messergebnisse vom 18.02.2025 mit geographischen Bezugspunkten (Design: BUKEA Hamburg)

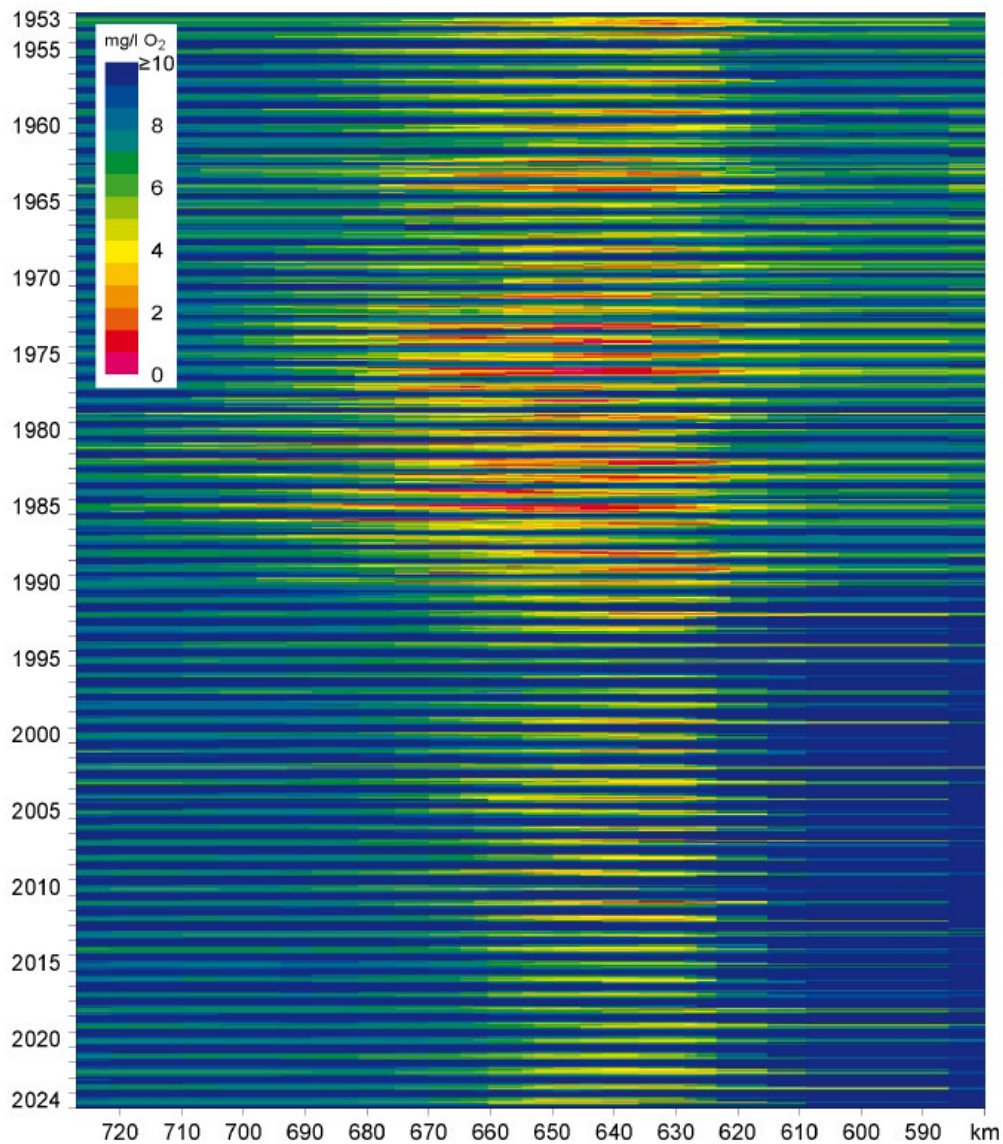


Abbildung 10: Darstellung der Sauerstoff-Längsprofile der Tideelbe für die Jahre 1953 – 2024 (Design: Michael Bergemann)

Tabelle 1: Zeitnah vorliegende Untersuchungsergebnisse (05.11.2024)

Messstelle	TNW (Vorhersage)	Uhrzeit	TW (°C)	O2 (mg/l)	O2-Sätt. Ind	pH-Wert	LF25°C (µS/cm)	AFS (mg/l)	Bemerkung
H 01 - Nordertill									
H 02 - Vogelsander Norderelbe									
H 03 - Tonne 5 (Außenelbe)									keine Proben
H 04 - Tonne 13 (Scharhörn)									
H 05 - Cuxhaven (Kugelbake)									
H 06 - Tonne 33 (Neufeld)									
H 07 - Tonne 47 (oberhalb Otterndorf)	10:04	08:55	12,2	9,2	90 %	7,7	13600	83	
H 08 - Tonne 53 (oberhalb Ostemündung)		09:00	12,0	9,2	88 %	7,8	10700	54	
H 09 - Brunsbüttel Elbehafen (westl. Ende)	10:53	09:07	11,7	9,3	87 %	7,8	3400	241	
H 10 - Tonne 63 (St. Margarethen)		09:12	11,7	9,2	85 %	7,8	2560	213	
H 11 - Hollerwettern		09:17	11,8	8,9	83 %	7,8	1040	182	
H 12 - Tonne 79 (Glückstadt)	11:42	09:20	11,8	8,9	82 %	7,8	1010	196	
H 13 - Glückstädter Nebanelbe (Tonne GN 7)		09:23	11,7	8,9	82 %	7,8	970	100	
H 14 - Bielenberg (Leuchtfener)		09:25	11,7	8,8	81 %	7,8	950	168	
H 15 - Tonne 91 (Kollmar)	11:59	09:29	11,9	8,6	80 %	7,7	1090	88	
H 16 - Tonne 96 (Pagensand Mitte)		09:32	11,8	8,4	78 %	7,7	920	155	
H 17 - Pagensander Nebanelbe (Tonne PN 11)		09:35	11,6	8,8	81 %	7,7	870	162	
H 18 - Grauerort	12:12	09:38	11,9	8,4	78 %	7,7	950	76	
H 19 - Schwingemündung	12:24	09:58	11,9	8,5	79 %	7,7	860	32	
H 20 - Tonne 107 (oberhalb Dwarsloch)		10:00	11,8	9,5	88 %	7,7	820	39	
H 21 - Tonne 112 (Lühesand)		10:03	11,8	9,7	90 %	7,7	820	46	
H 22 - Lühesander Süderelbe (Tonne LS 11)		10:05	11,7	8,6	79 %	7,8	820	46	
H 23 - Tonne 117 (Lühemündung)	12:44	10:07	11,6	9,4	87 %	7,7	820	31	
H 24 - Tonne 123 (Bauhof Wedel)		10:13	11,7	9,5	88 %	7,7	840	46	

Messstelle	TNW (Vorhersage)	Uhrzeit	TW (°C)	O2 (mg/l)	O2-Sätt. Ind	pH-Wert	LF25°C (µS/cm)	AFS (mg/l)	Bemerkung
H 25 - Hahnhöfer Nebelbe (Tonne HN 14)		10:15	11,3	9,4	86 %	7,8	820	53	
H 26 - Tonne 129 (Blankenese)	13:02	10:20	11,9	8,7	81 %	7,7	850	73	
H 27 - Seemannshöft (Anleger)	13:14	10:25	11,7	9,1	84 %	7,8	870	36	
H 28 - Neumühlen (Anleger)		10:27	11,6	9,3	86 %	7,8	870	26	
H 29 - Köhlbrandbrücke		10:29	11,3	9,7	89 %	7,8	880	14	
H 30 - Alte Harburger Elbbrücken		10:34	10,8	10,6	96 %	7,9	870	15	
H 31 - Hafenstraße (Brücke 9)	13:28	10:37	11,3	9,7	89 %	7,8	880	20	
H 32 - Billwerder Inseln (oberhalb AB-Brücke)		10:42	11,0	10,5	96 %	7,9	880	15	
H 33 - Bunthauspitze	14:11	10:45	10,9	10,5	95 %	7,9	880	13	
H 34 - Zollenspieker	14:58	10:50	10,9	10,6	96 %	7,9	900	13	
H 35 - oberhalb Elbstorf		10:55	10,8	10,3	93 %	7,9	900	14	
H 36 - Geesthacht (oberhalb des Wehres)	15:43	10:59	10,7	10,0	90 %	7,9	890	10	

Tabelle 2: Zeitnah vorliegende Untersuchungsergebnisse (18.02.2025)

Messstelle	TNW (Vorhersage)	Uhrzeit	TW (°C)	O2 (mg/l)	O2-Sätt. Ind	pH-Wert	LF25°C (µS/cm)	AFS (mg/l)	Bemerkung
H 01 - Nordertill		10:15	1,8	11,5	99 %	7,9	42800	15	41 Robben, 1 Seeadler
H 02 - Vogelsander Norderelbe		10:25	2,7	11,0	97 %	8,0	42900	18	
H 03 - Tonne 5 (Außenelbe)		10:18	2,6	11,1	98 %	7,9	44600	15	
H 04 - Tonne 13 (Scharhörn)		10:30	2,3	11,3	96 %	8,0	38200	19	
H 05 - Cuxhaven (Kugelbake)	11:07	10:38	2,3	11,9	95 %	7,9	24500	38	
H 06 - Tonne 33 (Neufeld)		10:42	2,1	12,0	94 %	7,9	20600	62	
H 07 - Tonne 47 (oberhalb Otterndorf)	11:39	10:47	2,3	12,1	92 %	8,0	13750	162	
H 08 - Tonne 53 (oberhalb Ostemündung)		10:51	2,4	12,1	91 %	8,0	8300	89	
H 09 - Brunsbüttel Elbehafen (westl. Ende)	12:28	10:59	2,3	12,1	89 %	8,0	3410	196	
H 10 - Tonne 63 (St. Margarethen)		11:04	2,2	12,2	89 %	8,0	2730	540	
H 11 - Hollerwettern		11:07	2,5	12,0	88 %	8,1	1334	433	
H 12 - Tonne 79 (Glückstadt)	13:18	11:10	2,3	12,0	88 %	8,0	1084	338	
H 13 - Glückstädter Nebelbe (Tonne GN 7)		11:14	2,4	12,0	88 %	8,0	1067	107	
H 14 - Bielenberg (Leuchtfeuer)		11:16	2,2	12,1	88 %	8,0	1037	139	
H 15 - Tonne 91 (Kollmar)	13:35	11:19	2,5	12,1	89 %	8,0	1173	46	
H 16 - Tonne 96 (Pagensand Mitte)		11:22	2,3	12,1	88 %	8,0	1006	122	
H 17 - Pagensander Nebelbe (Tonne PN 11)		11:26	1,2	12,2	87 %	8,0	917	143	// Eisschollen
H 18 - Grauerort	13:48	11:30	2,2	12,2	89 %	8,0	1023	91	
H 19 - Schwingemündung	14:01	12:37	3,1	12,4	93 %	7,9	948	48	
H 20 - Tonne 107 (oberhalb Dwarsloch)		12:40	2,9	12,5	93 %	7,9	898	51	
H 21 - Tonne 112 (Lühesand)		12:43	2,5	12,6	93 %	7,9	891	60	
H 22 - Lühesander Süderelbe (Tonne LS 11)		12:45	2,1	12,6	92 %	7,9	891	79	
H 23 - Tonne 117 (Lühemündung)	14:19	12:47	2,1	12,7	92 %	7,9	890	49	

Messstelle	TNW (Vorhersage)	Uhrzeit	TW (°C)	O2 (mg/l)	O2-Sätt. Ind	pH-Wert	LF25°C (µS/cm)	AFS (mg/l)	Bemerkung
H 24 - Tonne 123 (Bauhof Wedel)		12:50	2,2	13,0	95 %	7,9	896	29	
H 25 - Hahnhöfer Nebelbe (Tonne HN 14)		12:55	2,0	12,8	93 %	7,9	891	60	
H 26 - Tonne 129 (Blankenese)	14:37	12:57	2,1	13,1	95 %	7,9	904	54	
H 27 - Seemannshöft (Anleger)	14:49	13:01	2,0	13,5	98 %	8,0	917	28	
H 28 - Neumühlen (Anleger)		13:04	1,9	13,6	98 %	8,0	921	21	
H 29 - Köhlbrandbrücke		13:06	1,9	13,6	98 %	7,9	918	24	
H 30 - Alte Harburger Elbbrücken		13:11	1,9	14,0	101 %	8,0	924	7	
H 31 - Hafenstraße (Brücke 9)	15:03	13:15	1,9	13,8	100 %	8,0	932	26	
H 32 - Billwerder Inseln (oberhalb AB-Brücke)		13:19	1,8	14,0	101 %	8,0	935	8	// Eisschollen
H 33 - Bunthauspitze	15:46	13:23	1,6	13,9	100 %	8,0	944	7	// Eisschollen
H 34 - Zollenspieker	16:33	13:27	1,8	14,1	102 %	8,0	952	7	// Eisschollen
H 35 - oberhalb Elbstorf		13:34	1,9	14,1	102 %	8,0	948	6	// Eisschollen
H 36 - Geesthacht (oberhalb des Wehres)	17:18	13:37	1,6	13,7	98 %	8,0	965	7	// Eisschollen

TW: Wassertemperatur

AFS: Suspendierte abfiltrierbare Stoffe

Analytik: NLWKN Stade