

Elbebericht

Entwicklung des ökologischen und chemischen
Zustands der Elbe 2016 bis 2018

Schwerpunktthema
Hubschrauberbefliegungen
der Tideelbe



Elbe Water Quality Report
2016 – 2018

Key issue:
Helicopter Surveys of
the Tidal Elbe





Impressum

Gemeinsamer Bericht der Bundesländer der Flussgebietsgemeinschaft Elbe:

Freistaat Bayern
Land Berlin
Land Brandenburg
Freie und Hansestadt Hamburg
Land Mecklenburg-Vorpommern
Land Niedersachsen
Freistaat Sachsen
Land Sachsen-Anhalt
Land Schleswig-Holstein
Freistaat Thüringen

und der Bundesrepublik Deutschland

Herausgeber: Flussgebietsgemeinschaft Elbe
Otto-von-Guericke-Straße 5
39104 Magdeburg
www.fgg-elbe.de

Redaktion: Arbeitsgruppe Oberflächengewässer der FGG Elbe

Ansprechpartner: Dr. Gregor Ollesch, Geschäftsstelle der
Flussgebietsgemeinschaft Elbe

Layout: Flussgebietsgemeinschaft Elbe

Redaktionsschluss: September 2023

Titelbilder: Befliegung der Tideelbe im Januar 2018 (FGG Elbe)

Zitiervorschlag: Flussgebietsgemeinschaft Elbe (2023): Elbebericht, Entwicklung der Gewässer der Elbe 2016 – 2018, Hubschrauberbefliegung der Tideelbe. Magdeburg, 76 S.



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Zusammenfassung	7
2 Einleitung	11
3 Entwicklungen allgemeiner Parameter und ausgewählter Qualitätskomponenten im Zeitraum 2016 bis 2018.....	12
3.1 Hydrometeorologische Entwicklung und Besonderheiten im Zeitraum 2016 bis 2018 ..	12
3.2 Allgemeine und physikalisch-chemische Parameter.....	17
3.2.1 Wassertemperatur, Sauerstoffkonzentration, pH-Wert	17
3.2.2 Chlorophyll-a.....	19
3.3 Schadstoffe und Nährstoffe	21
3.3.1 Prioritäre Stoffe und bestimmte andere Schadstoffe.....	21
3.3.2 Flussgebietsspezifische Schadstoffe.....	26
3.3.3 Nährstoffe	30
3.4 Biologische Qualitätskomponenten	33
3.5 Besondere Ereignisse im Berichtszeitraum	34
3.5.1 Unfallbedingte Gewässerbelastung.....	34
3.5.2 Extremereignisse	34
4 Schwerpunktthema Hubschrauberbefliegung der Tideelbe	35
4.1 Das Elbe-Ästuar	35
4.1.1 Naturraum Tideelbe	35
4.1.2 Anthropogene Überformung und Nutzung der Tideelbe	37
4.2 Monitoring durch Hubschrauberbefliegung	40
4.2.1 Methodische Aspekte der Hubschrauberbefliegung.....	40
4.2.2 Datensatz und Bereitstellung für die Öffentlichkeit.....	41
4.3 Ausgewählte Ergebnisse der Hubschrauberbefliegung.....	43
4.3.1 Allgemeine Eigenschaften	43
4.3.2 Brackwassergrenze	47
4.3.3 Sauerstofftal.....	50
4.3.4 Stickstoffumsatz.....	52
4.4 Fazit.....	55
5 Ausblick auf den nächsten Elbebericht.....	57
Literatur	58
Anhänge.....	60
Anhang 1 – Anlage 8 OGeW.....	60
Anhang 2 – Anlage 6 OGeW.....	67
Anhang 3 – Tabelle 2.1.2 der Anlage 7 OGeW	71
Anhang 4 – Anlage 1.6 des Strategiepapiers	73



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Abflussmengen in Schöna und Neu Darchau von 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesmittelwerte aus kontinuierlichen Messungen)	14
Abbildung 3-2: Abflussmengen der Elbe-Nebenflüsse von 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesmittelwerte aus kontinuierlichen Messungen)	15
Abbildung 3-3: Tideniedrig- und Tidehochwasserstand an der Pegelstation St. Pauli von 2016 bis 2018 (Datenquelle: https://www.kuestendaten.de/DE/Services/Messreihen_Dateien_Download/Download_Zeitreihen_node.html)	16
Abbildung 3-4: Tagesamplituden von Sauerstoff [mg l^{-1}] und pH-Wert [-] an der Messstelle Schnackenburg im Zeitraum 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesminimum und -maximum aus kontinuierlichen Messungen)	19
Abbildung 3-5: Chlorophyll-a-Konzentrationen an den Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft von 2016 bis 2018 [$\mu\text{g l}^{-1}$] (Datengrundlage: monatliche Einzelproben)	20
Abbildung 3-6: Entwicklung der Konzentration der Perfluoroktansulfonsäure in Magdeburg und Seemannshöft von 2015 bis 2020 [$\mu\text{g l}^{-1}$] (Datengrundlage: monatliche Einzelproben)	25
Abbildung 3-7: Darstellung der Messwerte für PCB 153 in Schwebstoffproben von 2013 bis 2020 [$\mu\text{g kg}^{-1}$] (Datengrundlage: Monatsmischproben aus Absetzbecken für Schmilka)	27
Abbildung 3-8: Entwicklung der Imidaclopridkonzentration in Schnackenburg von 2016 bis 2020 [$\mu\text{g l}^{-1}$] (Datengrundlage: monatliche Einzelproben)	28
Abbildung 3-9: Entwicklung der Nicosulfuronkonzentration in Schnackenburg von 2016 bis 2020 [$\mu\text{g l}^{-1}$] (Datengrundlage: monatliche Einzelproben)	29
Abbildung 3-10: Entwicklung für Gesamtstickstoffkonzentration an Messstellen der Elbe und der Nebenflüsse [mg l^{-1}] (Datengrundlage: Einzelproben, Querprofilmischproben für Seemannshöft)	30
Abbildung 3-11: Entwicklung für Gesamtphosphorkonzentration an Messstellen der Elbe und der Nebenflüsse [mg l^{-1}] (Datengrundlage: Einzelproben, Querprofilmischproben für Seemannshöft)	31
Abbildung 4-1: Darstellung der wichtigsten Orte sowie Zuflüsse und räumliche Differenzierung des Ästuars anhand der Parameter Salzgehalt (Salinity), SPM und Sauerstoffkonzentration (dissolved oxygen) (OMZ: oxygen minimum zone, MTZ: maximum turbidity zone) (Quelle: Amann 2013)	36
Abbildung 4-2: Darstellung der Bedeutung der Hydrologie und Morphologie für den Lebensraum Elbeästuar (Quelle: Arbeitsgruppe Elbeästuar 2011)	36
Abbildung 4-3: Darstellung des zeitlichen Verlaufs und räumlichen Ausdehnung der Eindeichungen (Quelle: Arbeitsgruppe Elbeästuar 2011)	37
Abbildung 4-4: Entwicklung des mittleren Tidehochwassers und des mittleren Tideniedrigwassers als Jahreswerte und anthropogenen Aktivitäten im Tideelbebereich (Quelle Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord 2006)	38
Abbildung 4-5: Lage der 38 Messstellen der Hubschrauberbefliegung im Längsprofil der Tideelbe und Gewässertypen (FGG Elbe 2022)	41
Abbildung 4-6: Darstellung der Konzentration der abflitrierbaren Stoffe an den 38 Probenahmestellen der Hubschrauberbefliegungen 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe)	44



Abbildung 4-7: Darstellung der elektr. LF in Millisiemens pro Meter (elektr. LF [mS m^{-1}]) in den Längsprofilen der Hubschrauberbefliegungen 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe)	45
Abbildung 4-8: Darstellung der langjährigen Entwicklung der Ammoniumstickstoffkonzentration von 1983 bis 2020 beispielhaft für die Probenahmestelle Köhlbrandbrücke (Strom-km 622,6) (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe).....	46
Abbildung 4-9: Abflussabhängige Lage der Brackwassergrenze im Zeitraum 1953 bis 2020 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe ab 2005, vor 2005 aus Bergemann 2004).....	48
Abbildung 4-10: Zeitliche Entwicklung der Lage der Brackwassergrenze im Zeitraum 1953 bis 2020 bei Abflüssen von kleiner $400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe ab 2005, vor 2005 aus Bergemann 2004).....	49
Abbildung 4-11: Darstellung der Sauerstoffkonzentration in den Längsprofilen der Hubschrauberbefliegungen 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe)	51
Abbildung 4-12: Darstellung der Sauerstoffsättigung und Konzentrationen von $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ im Längsprofil vom 11.07.2017 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe).....	53
Abbildung 4-13: Darstellung der Sauerstoffsättigung und Konzentrationen von $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ im Längsprofil vom 13.08.2018 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe).....	54



Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Klimatologische Kennwerte der Jahre 2016 bis 2018 und Vergleich mit Referenzperioden (Datengrundlage: Temperaturtagesmittelwerte, Niederschlagstagesummen, DWD, Klimadaten Deutschland).....	12
Tabelle 3-2: Übersicht zu den hydrologischen Hauptwerten der Jahre 2016 bis 2018 und Vergleich mit den langjährigen gewässerkundlichen Hauptwerten [in m ³ s ⁻¹] (Datengrundlage: Tagesmittelwerte aus kontinuierlichen Messungen)	13
Tabelle 3-3: Durchschnittswerte und maximaler Tagesmittelwert (Max.) der Wassertemperatur im Referenzzeitraum für die Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft (Datengrundlage: Tagesmittelwerte und Tagesmaximum aus kontinuierlichen Messungen).....	17
Tabelle 3-4: Statistische Kenngrößen der Sauerstoffkonzentration an den Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft von 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesminimum und -maximum aus kontinuierlichen Messungen).....	18
Tabelle 3-5: Statistische Kenngrößen der pH-Werte an den Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft von 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesminimum und -maximum aus kontinuierlichen Messungen).....	18
Tabelle 3-6: Zusammenstellung prioritäre Stoffe und bestimmte andere Stoffe (Datengrundlage: monatliche Einzelproben).....	23



Abkürzungsverzeichnis

BG	Bestimmungsgrenze
BWP	Bewirtschaftungsplan
Chl-a	Chlorophyll-a
DWD	Deutscher Wetterdienst
Elektr. LF	elektrische Leitfähigkeit
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
FIS	Fachinformationssystem
HQ	Hochwasserabfluss
IQR	Interquartilabstand
JD	Jahresdurchschnitt
k. Q.	keine UQN
Max.	Maximaler Tagesmittelwert
MHQ	mittlerer Hochwasserabfluss
MNQ	mittlerer Niedrigwasserabfluss
MQ	Mittelwasser, aus Mittel und Abflussmenge
MTZ	maximale Trübungszone
N	Niederschlagssumme
NH ₄ ⁺ -N	Ammoniumstickstoff
NO ₂ -N	Nitritstickstoff
NO ₃ -N	Nitratstickstoff
NQ	Niedrigwasserabfluss
∅	Durchschnitt bzw. Mittelwert entspricht dem arithmetischen Mittel
O ₂	Sauerstoff
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PFOS	Perfluoroktansulfonsäure
QK	Qualitätskomponente
SPM	Schwebstoffkonzentration
T	Jahresdurchschnittstemperatur
UBA	Umweltbundesamt
UQN	Umweltqualitätsnorm
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
z. B.	zum Beispiel



z. T. zum Teil
ZHK zulässige Höchstkonzentration

1 Zusammenfassung

Der Elbebericht 2016 bis 2018 setzt die Reihe der Elbeberichte und der darin dargestellten allgemeinen Themen zur Gewässerqualität fort und greift mit dem Schwerpunktthema „Hubschrauberbefliegungen der Tideelbe“ einen weiteren Aspekt auf, der bei der Beobachtung der Gewässerqualität der Elbe von großer Bedeutung ist. Die Messprogramm-daten zu diesem Bericht sind im Fachinformationssystem (FIS) der FGG Elbe abrufbar.

Die Jahre 2016 bis 2018 des Berichtszeitraums zeichnen sich durch geringe bis sehr geringe Jahresniederschlagssummen aus. In den Jahren 2016 und 2017 liegen die Abweichungen gegenüber den langjährigen Mittelwerten bei bis zu 39 %. Eine Ausnahme davon bildet im Jahr 2017 die klimatologische Station in Hamburg aufgrund von überdurchschnittlich niederschlagsreichen Monaten Juni und Oktober. Das Jahr 2018 zeichnet sich an allen drei Stationen durch unterdurchschnittliche Niederschlagsjahressummen von bis zu 48 % unter den Referenzwerten bei einer Trockenheit von Februar bis November und überdurchschnittliche Temperaturwerte aus. Dementsprechend liegen die Jahre 2016 und 2017 sowohl beim Niedrigwasserabfluss als auch beim Mittelwasserabfluss um bis zu 25 % unter den jeweiligen gewässerkundlichen Hauptwerten. Die Trockenheit im Jahr 2018 spiegelt sich in Abweichungen von bis zu 40 % weniger als der langjährige Niedrigwasserabfluss auch im Abflussgeschehen wider. Geringe bis sehr geringe Abflüsse kennzeichnen auch die Abflussganglinien der großen deutschen Nebenflüsse der Elbe Schwarze Elster, Mulde, Saale und Havel. Ein Hochwasserereignis tritt im Berichtszeitraum von 2016 bis 2018 nicht auf. Das hydrologische Geschehen während des Berichtszeitraums in der Tideelbe wird durch Sturmfluten zu Weihnachten 2016 und vor allem durch eine Serie von Sturmfluten in der zweiten Kalenderwoche 2017 geprägt. Die hydrometeorologische Situation führte dazu, dass sowohl 2016 als auch 2018 das Messprogramm für Extremereignisse ausgelöst wurde. Die Berichte über die Ergebnisse sind veröffentlicht.

Die Wassertemperatur, die Sauerstoffkonzentration und der pH-Wert sind wichtige Größen für den Zustand eines Oberflächengewässers. Die Durchschnittswerte der Wassertemperatur liegen an den drei dargestellten Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft in allen Jahren des Berichtszeitraums um bis zu 1,5 °C über dem langjährigen Mittelwert. In Seemannshöft werden die Mittelwerte aus den vorherigen Elbeberichten z. T. deutlich übertroffen. Im Jahr 2018 treten besonders hohe Tagesmaximumwerte der Wassertemperatur auf. Die Mittelwerte der Sauerstoffkonzentration schwanken von 8,1 mg l⁻¹ bis zu 12,2 mg l⁻¹. Sehr hohe Tagesmaximumwerte entstehen bei Sauerstoffübersättigung durch die Phytoplanktonentwicklung im Sommerhalbjahr. Demgegenüber treten auch geringe Sauerstoffkonzentrationswerte auf, die in Seemannshöft das Sauerstofftal in der Tideelbe anzeigen. Generell liegen die pH-Werte an den drei



Messstationen im Berichtszeitraum im Bereich der gewässertypspezifische Orientierungswerte. Aufgrund der Phytoplanktonentwicklung treten jedoch Extremwerte über neun mit negativen Einflüssen auf die biogeochemischen Prozesse im Gewässer auf. Darauf weisen auch hohe Tagesamplituden der Sauerstoffkonzentration und des pH-Wertes hin. Die Konzentrationen an Chlorophyll-a (Chl-a) sind in der Binnemelbe hoch und erreichen in Schnackenburg über $200 \mu\text{g l}^{-1}$. An der Messstation Seemannshöft in der Tideelbe liegen die Konzentrationen von Chlorophyll-a bei unter $50 \mu\text{g l}^{-1}$.

In der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) 2016 sind für eine Reihe von Schadstoffen die Umweltqualitätsnormen (UQN) angepasst und zusätzliche Schadstoffe in die Bewertung aufgenommen worden. An den ausgewählten Messstellen Schmilka, Magdeburg, Schnackenburg und Seemannshöft sind die Vorgaben für die Untersuchungsergebnisse in der Wasserphase nahezu überall eingehalten. Ausnahmen sind Benzo[a]pyren, z. T. bei zulässigen Höchstkonzentrationen auch Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen und Benzo[g,h,i]perylen, das Tributylzinn-Kation (ohne Schmilka), und - von den neu hinzugekommenen Stoffen - Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), die die UQN überschreiten. Auch im Hinblick auf Fluoranthen wird mit Ausnahme einiger Ergebnisse die Jahresdurchschnitt-UQN (JD) überschritten. Bei den neuen Schadstoffen spielt PFOS eine besondere Rolle, da im Unterschied zu den Ergebnissen in der Wasserphase, die UQN für Biota in vielen Fällen eingehalten wird. Da PFOS verboten ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Überschreitungen der UQN zukünftig abnehmen werden.

Die flussgebietspezifischen Schadstoffe haben in der Elbe nur eine untergeordnete Bedeutung. Nach der Schadstofffreisetzung in Ústí nad Labem in der Tschechischen Republik in 2015 sind im Berichtszeitraum von 2016 bis 2018 die Konzentrationen von polychlorierten Biphenylen (PCB)-Kongeneren wieder rückläufig. Neben Bentazon, Arsen und Zink fallen auch einige Pflanzenschutzmittel auf. Die Konzentrationen von Imidacloprid an der Messstelle Schnackenburg schwanken um die Werte der UQN, ohne dass eine Konzentrationsabnahme, trotz Einschränkung der Verwendung und Nutzungsverbot als Pflanzenschutzmittel, erkennbar ist. Obwohl die Vorgaben für Nicosulfuron an der Messstelle Schnackenburg eingehalten werden, treten anwendungsbedingt hohe Einzelkonzentrationswerte auf.

Für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor kann der langjährige abnehmende Trend bei der Entwicklung der Frachten und Stoffkonzentrationen im Berichtszeitraum 2016 bis 2018 bestätigt werden. Weiterhin besteht jedoch auch eine zwischenjährliche Variabilität aufgrund der wechselnden hydrometeorologischen Randbedingungen. An der Messstelle Seemannshöft liegen die Gesamtstickstoffkonzentrationen zwischen 2016 und 2018 bei $3,1$; $3,3$ bzw. $2,7 \text{ mg l}^{-1}$. Nach 2015 wird damit der Zielwert von $2,8 \text{ mg l}^{-1}$ für die



Bewirtschaftung im Jahr 2018 zum zweiten Mal eingehalten. In Schmilka hingegen wird die international vereinbarte Bewirtschaftungszielkonzentration in allen drei Jahren des Berichtszeitraums überschritten. Bei den Phosphorkonzentrationen besteht eine große Heterogenität sowohl in der Elbe als auch bei den wichtigen Nebenflüssen. Grundsätzlich lässt sich ein leicht abnehmender Trend feststellen, auch wenn die gewässertypspezifischen Orientierungswerte oft überschritten werden.

Das Ästuar der Elbe erstreckt sich über eine Länge von 150 km von Geesthacht bis Cuxhaven. Ursprünglich war der Naturraum von ausgedehnten Mooren, Auenwäldern sowie Flussmarschen, Flutrinnen und Sandbänken geprägt. Durch die Gezeiten und die Durchmischung von Süß- und Salzwasser haben sich bis heute einzigartige Habitate ausgebildet, die durch besondere und geschützte Arten geprägt sind. Der Naturraum wurde aber auch über Jahrhunderte hinweg vom Menschen durch Eindeichungen und Sperrwerke, Entwässerung, das Wehr Geesthacht und die Nutzung der Tideelbe für die Schifffahrt verändert. Insgesamt hat sich z.B. der Tidenhub im Pegel in St. Pauli in den letzten 100 Jahren um nahezu 1,5 m erhöht. Ökologisch wichtige Flachwasserzonen sind verloren gegangen. Die sehr hohen Einträge an Schad- und Nährstoffen durch die industrielle Entwicklung sind zwar deutlich zurückgegangen, belasten die Tideelbe jedoch weiterhin.

Diese Besonderheiten des Naturraums und der anthropogenen Überprägung bedingen ein besonderes Monitoringprogramm für die Gewässerqualität der Tideelbe, zu denen auch tidenphasengleiche Probenahmen mit dem Hubschrauber gehören. Das Längsprofil umfasst 38 Messstellen. Die Daten der einzelnen Befliegungen werden in Kurzberichten veröffentlicht und sind im FIS der FGG Elbe abrufbar.

Der Datensatz der Hubschrauberbefliegung ermöglicht es, die allgemeinen Eigenschaften des Elbeästuars zu erfassen. Die ungleichen Sedimentmobilisierungen durch die Gezeitenströme und der Sedimenteinträge aus dem Binnenland führen zu einer Zone mit erhöhter sedimentbedingter Trübung im Bereich von Stromkilometer 650 bis 710 mit Konzentrationen an abfiltrierbaren Stoffen von über 100 mg l^{-1} . In Abhängigkeit des Oberwasserzustroms wird die Zone mit erhöhter sedimentbedingter Trübung zeitweise zur Mündung hin verschoben. Die Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit (elektr. LF) als Zeichen für den zunehmenden Meerwassereinfluss findet davon räumlich unterschiedlich statt. Die Auswertung der Zeitreihe der Hubschrauberbefliegung verdeutlicht auch die langjährigen Entwicklungen der Schad- und Nährstoffe. Bis 1990 weisen die beispielhaft aufgeführten Ammoniumstickstoffkonzentrationen sehr hohe Werte bis zu 5 mg l^{-1} auf. Dem folgt bis 1997 eine Phase des deutlichen Rückgangs, die auch für andere Schad- und Nährstoffe beobachtbar ist. Nach 1997 bleiben die Ammoniumstickstoffkonzentrationen auf niedrigem Niveau. Ähnlich wie bei den Ammoniumstickstoffkonzentrationen besteht ein



starker langfristiger Einfluss durch menschliche Eingriffe auf die Lage der Brackwasserzone. Nach 1976 hat sich die Lage der Brackwasserzone vom Bereich Glückstadt um 20 km in den Bereich der Schwingemündung landeinwärts verschoben.

Ein regelmäßig im Sommer auftretendes Phänomen im Hamburger Bereich der Tideelbe ist das Sauerstofftal. Es entsteht durch eine Überlagerung der Belastungen durch hydromorphologische Veränderungen und weiterhin zu hohen Nährstoffeinträgen. Das Sauerstofftal ist eine erhebliche Beeinträchtigung der ökologischen Durchgängigkeit und wird in seiner Ausprägung durch Oberwasserzustrom, Wassertemperaturen und davon beeinflussten Löslichkeiten und Umsatzprozessen bestimmt. Am 05.06.2018 erreicht die Sauerstoffkonzentration mit unter 2 mg l^{-1} ihren niedrigsten Wert während des Berichtszeitraums von 2016 bis 2018. Entscheidend sind die Prozesse des Stickstoffumsatzes. Zunächst findet eine Ammonifikation von stickstoffhaltigem organischem Material statt, das über die Binnenelbe eingetragen wird. Durch Nitrifikation entsteht unter Verbrauch von Sauerstoff zunächst Nitrit- und danach Nitratstickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$). Die Konzentrationen von Ammonium- und Nitritstickstoff ($\text{NO}_2\text{-N}$) sind im Bereich des Hafens sehr hoch.

Insgesamt ermöglicht es die besondere Probenahme mit dem Hubschrauber für die Tideelbe, Aussagen zu aktuellen Belastungen zu treffen, diese im Vergleich zu vergangenen Situationen zu bewerten und durch Prozessanalysen das Verständnis zu erhöhen.

Im Elbebericht 2019 bis 2021 werden als Schwerpunktthema die langjährigen Daten aus dem Monitoring der automatischen Messstationen an der Elbe vorgestellt, das besondere Augenmerk liegt auf der langen Phase mit geringen Abflüssen seit 2014.



2 Einleitung

Der vorliegende Elbebericht 2016 bis 2018 nutzt die chemischen und biologischen Monitoringergebnisse für die Elbe und die Einmündungen der wichtigen Nebenflüsse Schwarze Elster, Mulde, Saale und Havel, um für diesen Berichtszeitraum die Entwicklung der Gewässerqualität zu beschreiben. Die Auswahl der Messstellen richtet sich an den vorherigen Elbeberichten aus und wird bei Bedarf durch Daten von zusätzlichen Messstellen ergänzt. Neben den in der OGewV seit 2016 geregelten Schadstoffen werden durch die Fortschreibung der Zeitreihen für Nährstoffe und eine Nachbetrachtung der Entwicklung der Konzentrationen von PCB Bezüge zu vorherigen Elbeberichten aufgegriffen.

Das Schwerpunktthema des Elbeberichts 2016 bis 2018 ist die Auswertung der Daten der „Hubschrauberbefliegungen“ in der Tideelbe. Die Tideelbe ist ein einzigartiger Naturraum, in dem sich Süß- und Salzwasser bei gleichzeitiger Beeinflussung durch die Gezeiten vermischen. Zudem ist die Mündung der Elbe in die Nordsee ein historischer Kulturraum, der bis heute nicht nur durch den Hamburger Hafen eine überregionale Bedeutung hat. Die hohe Dynamik des Lebensraumes und die Sonderstellung der Habitate stellen besondere Herausforderungen an die Beprobungs- und Bewertungsmethoden dar. Entlang des gesamten Abschnitts von der Außenelbe bis Geesthacht können korrespondierende Probenahmen wegen der hohen Fortschrittsgeschwindigkeit der Tidewellen nur mit dem Hubschrauber tidephasengleich entnommen werden. Aus dem seit 1978 aufgebauten Datensatz werden einige ausgewählte Themen vorgestellt, die die Tideelbe charakterisieren.



3 Entwicklungen allgemeiner Parameter und ausgewählter Qualitätskomponenten im Zeitraum 2016 bis 2018

3.1 Hydrometeorologische Entwicklung und Besonderheiten im Zeitraum 2016 bis 2018

Die klimatologischen Stationen in Dresden, Magdeburg und Hamburg repräsentieren die Entwicklung der Temperaturtagesmittelwerte und der Niederschlagstagesummen im deutschen Anteil des Elbeinzugsgebietes für den Berichtszeitraum. Tabelle 3-1 vergleicht diese Jahreswerte mit den langjährigen Mittelwerten der Referenzperioden 1961 bis 1990 und 1981 bis 2010. Mit 22 bzw. 25 % geringerer Jahresniederschlagsmenge ist das Jahr 2016 an der klimatologischen Station Magdeburg sehr trocken. Insbesondere unterdurchschnittliche Niederschlagssummen mit weniger als 20 mm fielen in den Monaten April, August und Dezember 2016. Mit über 133 mm und 120 mm sind der Juni und der Oktober 2017 in Hamburg überdurchschnittlich niederschlagsreiche Monate, so dass eine Abweichung von 29 bzw. 25 % gegenüber den Niederschlagsjahressummen auftritt. Die Stationen in Magdeburg und Dresden zeigen für 2017 hingegen unterdurchschnittliche Jahresniederschlagsmengen. Gegenüber diesen einzelnen Abweichungen treten im Jahr 2018 an allen drei ausgewählten Stationen unterdurchschnittliche Niederschlagsjahressummen und überdurchschnittliche Temperaturwerte auf. Die Niederschlagsjahressummen liegen dabei zwischen 24 und 48 % unter den Referenzwerten und die Temperaturtagesmittelwerte um 14 bis 32 % über den langjährigen Werten. Das Jahr 2018 ist das bis dahin wärmste in Deutschland seit dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1881, das sich zusätzlich durch eine langanhaltende und außergewöhnliche Trockenheit von Februar bis November auszeichnet (Deutscher Wetterdienst (DWD) 2018).

Tabelle 3-1: Klimatologische Kennwerte der Jahre 2016 bis 2018 und Vergleich mit Referenzperioden (Datengrundlage: Temperaturtagesmittelwerte, Niederschlagstagesummen, DWD, Klimadaten Deutschland)

	Mittelwert 1961-1990 ¹		Mittelwert 1981-2010 ¹		2016		2017		2018	
	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T
Dresden	667	8,9	664	9,4	722	10,1	612	10,1	421	11,2
Magdeburg	494	8,7	520	9,5	390	10,7	488	10,7	375	11,5
Hamburg	770	8,6	793	9,4	739	9,9	990	9,9	418	10,7

¹Quelle: <http://www.dwd.de/mittelwerte>, N=Niederschlagssumme in mm, T=Jahresdurchschnittstemperatur in °C

Diese unterschiedliche Ausprägung der klimatologischen Kenngrößen zwischen den Berichtsjahren wird auch an den hydrologischen Hauptwerten und der Abflussganglinie der Pegel in Schöna (Elbe-km 2,1) und Neu Darchau (Elbe-km 536,4) deutlich (Tabelle 3-2). In den Jahren 2016 und 2017 liegen sowohl der Niedrigwasserabfluss (NQ) als auch der Mittelwasserabfluss (MQ) des jeweiligen Jahres bis zu 25% unter den langjährigen Mittelwerten. Im Hinblick auf das Jahr 2018 spiegeln die großen Abweichungen von bis zu 40 % beim NQ in den klimatologischen Kenngrößen deutliche Trockenheit. In allen Jahren des Berichtszeitraums gibt es kein ausgeprägtes Hochwasserereignis. Die Hochwasserabfluss(HQ)-Werte liegen z. T. deutlich unter dem mittleren Hochwasserabfluss (MHQ) der Pegel als charakteristischen Hauptwert.

Tabelle 3-2: Übersicht zu den hydrologischen Hauptwerten der Jahre 2016 bis 2018 und Vergleich mit den langjährigen gewässerkundlichen Hauptwerten [in m³ s⁻¹] (Datengrundlage: Tagesmittelwerte aus kontinuierlichen Messungen)

Pegel Schöna (Elbe-km 2,1)					
langjährig			2016	2017	2018
MNQ	103	NQ	87	91	71
MQ	308	MQ	208	217	176
MHQ	1.300	HQ	582	746	659
Pegel Neu Darchau (Elbe-km 536,4)					
langjährig			2016	2017	2018
MNQ	272	NQ	209	263	163
MQ	708	MQ	488	577	442
MHQ	2.040	HQ	1.130	1.270	1.320

Abbildung 3-1 verdeutlicht anhand von Abflussganglinien für die Pegel Schöna und Neu Darchau die durch Schneeschmelzen geprägte Abflussdynamik der Elbe. Die Skalierung der Y-Achse in der Abbildung 3-1 wurde im Vergleich zum Elbebericht 2013 bis 2015 mit dem Sommerhochwasser 2013 nicht verändert, so dass die generellen geringen Abflüsse in 2016 bis 2018 erkennbar sind.

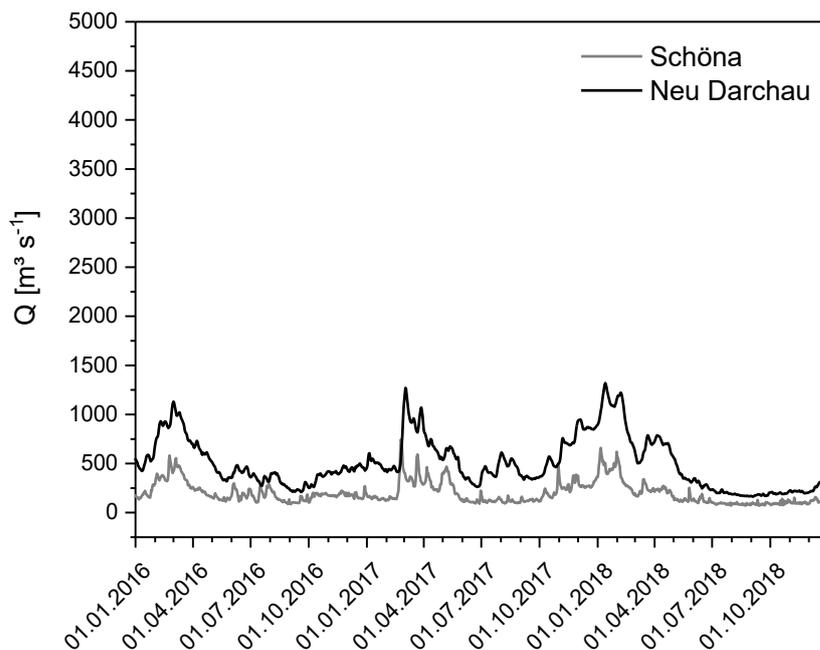


Abbildung 3-1: Abflussmengen in Schöna und Neu Darchau von 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesmittelwerte aus kontinuierlichen Messungen)

In den Phasen mit sommerlich niedrigem Abfluss erfolgt eine Stützung der Abflussmenge durch die Talsperren in Tschechien, die am Pegel in Schöna sichtbar ist. Dennoch wurde sowohl in 2016 als auch in 2018 das Extremereignismessprogramm der FGG Elbe ausgelöst. Die entsprechenden Ergebnisse zur Wasserbeschaffenheit in diesen besonderen Situationen sind in zwei Berichten veröffentlicht (FGG Elbe 2019a, FGG Elbe 2020a).

Die geringen Abflüsse charakterisieren auch die Abflussganglinien der großen deutschen Nebenflüsse der Elbe Schwarze Elster, Mulde, Saale und Havel (Abbildung 3-2). Generell erreichen die mittleren Abflüsse in den Jahren des Berichtszeitraums nicht den langjährigen Vergleichswert. Eine Ausnahme davon ist lediglich der mittlere Abfluss der Havel im Jahr 2017, der mit $112,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ jedoch auch nur geringfügig über dem MQ von $106 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ liegt. Insbesondere im Jahr 2018 liegen die mittleren Abflüsse um 42 bis 48 % bei der Schwarzen Elster bzw. Mulde und um 28 bis 36 % bei der Saale bzw. Havel unter dem langjährigen Mittelwert. Wie auch bei der Elbe selbst, sind die Hochwasserspitzen z. B. Ende März/Anfang April 2017 als gering zu bezeichnen.

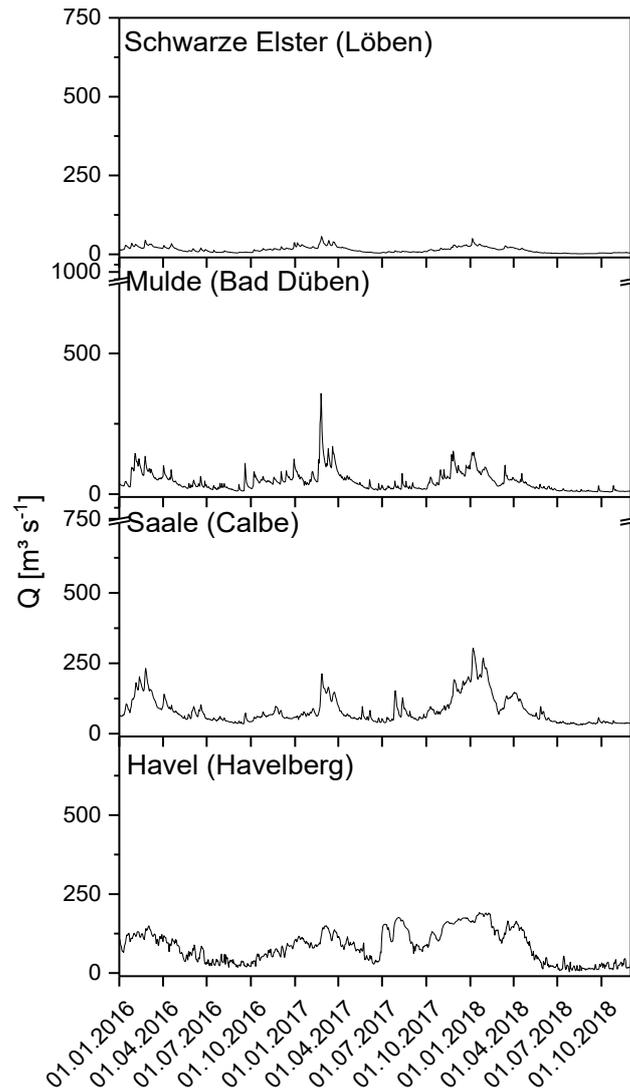


Abbildung 3-2: Abflussmengen der Elbe-Nebenflüsse von 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesmittelwerte aus kontinuierlichen Messungen)

Die geringen Abflüsse der Binnenelbe im Berichtszeitraum haben in der Tideelbe aufgrund der Querschnittsaufweitung nur noch einen geringen Einfluss auf die Tidewasserstände (Abbildung 3-3) (Weilbeer et al. 2021). Das hydrologische Geschehen in der Tideelbe wird durch die Gezeiten geprägt. Markante Ereignisse im Berichtszeitraum sind die schweren Sturmfluten zu Weihnachten 2016 in der Nacht vom 26. zum 27. Dezember und am 29. Oktober 2017 sowie die Serie von drei Sturmfluten innerhalb von fünf Tagen in der zweiten Kalenderwoche 2017.

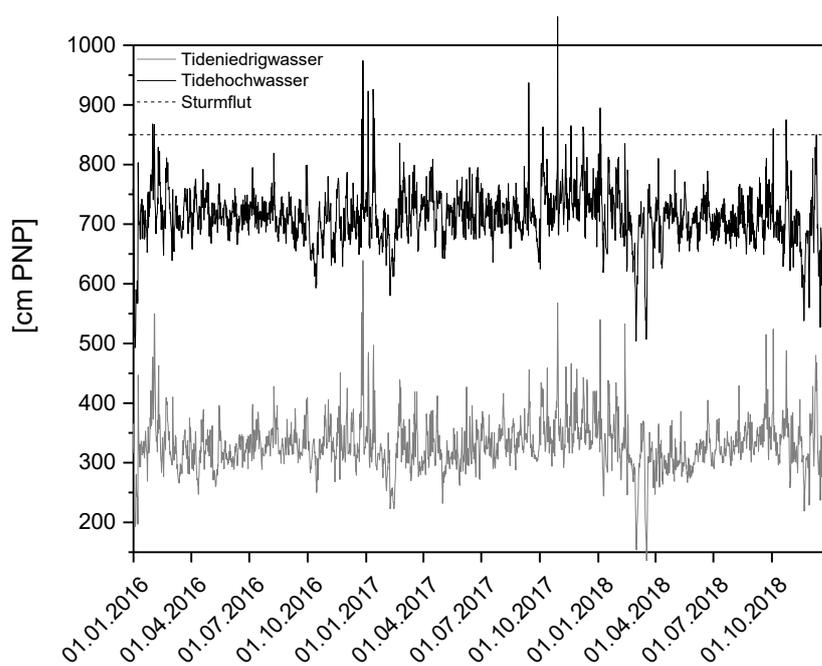


Abbildung 3-3: Tideniedrig- und Tidehochwasserstand an der Pegelstation St. Pauli von 2016 bis 2018 (Datenquelle: https://www.kuestendaten.de/DE/Services/Messreihen_Dateien_Download/Download_Zeitreihen_node.html)

BOX 1

Die statistischen Kennwerte für die Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlags-summe im Berichtszeitraum 2016 bis 2018 zeichnen sich durch erhebliche Abweichungen von den langjährigen Mittelwerten aus.

Insbesondere das Jahr 2018 ist das bis dahin wärmste in Deutschland seit dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen mit einer Trockenheit von Februar bis November.

Alle drei Jahre des Berichtszeitraums zeichnen sich durch unterdurchschnittliche Abflüsse ohne Hochwasserereignisse aus. In der Tideelbe treten Sturmfluten zu Weihnachten 2016, drei Sturmfluten innerhalb von fünf Tagen zu Beginn 2017 und im Oktober 2017 auf.



3.2 Allgemeine und physikalisch-chemische Parameter

3.2.1 Wassertemperatur, Sauerstoffkonzentration, pH-Wert

Die Wassertemperatur ist durch die Regulation von biologischen Prozessen ein entscheidender Faktor für den Zustand eines Oberflächengewässers. Generell sind Wasserorganismen an Wassertemperaturgrenzen und ein Wassertemperaturoptimum gebunden. Langfristige oder mehrjährige Abweichungen können zu Veränderungen der Biozönose oder Verschiebungen von Lebensräumen führen; Extreme der Wassertemperatur können Stresssituationen oder Bestandseinbrüche hervorrufen. Im Berichtszeitraum liegen die Durchschnittswerte der Wassertemperatur an den Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft in allen drei Jahren um bis zu 1,5 °C über dem langjährigen Mittelwert (Tabelle 3-3). Die Vergleichswerte der Elbeberichte 2009 bis 2012 und 2013 bis 2015 werden erreicht oder z. B. in Seemannshöft deutlich übertroffen. Obwohl auch im Jahr 2016 im Sommer eine Periode mit geringen Abflüssen auftritt, fallen im Hinblick auf die Maximalwerte der Wassertemperatur insbesondere die Werte im Jahr 2018 auf.

Tabelle 3-3: Durchschnittswerte und maximaler Tagesmittelwert (Max.) der Wassertemperatur im Referenzzeitraum für die Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft (Datengrundlage: Tagesmittelwerte und Tagesmaximum aus kontinuierlichen Messungen)

	Temperatur [°C]	2009-12/ 2013-15	2016	2017	2018
Schmilka	Ø 11,9 (1994-2015)	11,9/12,4	12,6	12,2	13,4
	Max. 27,2	25,8/26,2	23,6	25,1	27,3
Schnackenburg	Ø 11,6 (1990-2015)	12,0/13,0	(14,4)*	12,1	12,7
	Max. 27,2	27,2/26,5	25,6	24,7	27,8
Seemannshöft	Ø 11,9 (1990-2015)	11,7/12,0	12,6	12,1	12,8
	Max 26,5	25,6/24,7	24,0	21,9	25,8

*Datenlücke Februar/März

Neben der Wassertemperatur sind auch die Sauerstoffkonzentration und der pH-Wert wichtige Kenngrößen für die Gewässerökologie. Die Tabelle 3-4 und Tabelle 3-5 stellen statistische Kenngrößen für diese beiden Parameter dar. Die Mittelwerte der Sauerstoffkonzentration im Berichtszeitraum schwanken im Minimum von 8,1 mg l⁻¹ in Seemannshöft bis zu 12,2 mg l⁻¹ als Maximum in Schnackenburg. Die sehr hohen Tagesmaximumwerte von bis zu 19,9 mg l⁻¹ an allen drei Messstellen weisen auf eine Sauerstoffübersättigung durch die Phytoplanktonentwicklung im Sommer hin. Auffällig sind auch sehr geringe Werte der Sauerstoffkonzentration in Schmilka und Seemannshöft, die unter dem gewässertypspezifischen Orientierungswert liegen und in Seemannshöft Ausdruck des sommerlichen Sauerstoffdefizits in der Tideelbe sind (vgl. Kap. 5). Fast alle Kennwerte des pH-Wertes an den drei Messstationen im Berichtszeitraum liegen im Bereich des



gewässertypspezifischen Orientierungswertes von 7 bis 8,5. Hohe Maximalwerte sowohl für das Tagesminimum als auch das -maximum treten in Schmilka und Schnackenburg auf. Die pH-Werte liegen auf Grund der Phytoplanktonentwicklung teilweise über 9 und beeinflussen damit chemische und biologische Prozesse in Oberflächengewässern negativ.

Tabelle 3-4: Statistische Kenngrößen der Sauerstoffkonzentration an den Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft von 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesminimum und -maximum aus kontinuierlichen Messungen)

	Sauerstoffkonzentration [mg l⁻¹]	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Median	Maximum
Schmilka	Tagesminimum	9,3	2,8	3,9	9,6	14,3
	Tagesmaximum	10,4	2,5	5,6	10,6	15,8
	Tagesamplitude	1,0	0,8	0	0,8	4,2
Schnackenburg	Tagesminimum	10,6	1,8	5,8	10,7	15,1
	Tagesmaximum	12,2	2,0	8,4	12,1	19,9
	Tagesamplitude	1,6	1,7	0	1	8,3
Seemannshöft	Tagesminimum	8,1	3,2	1,2	8,1	13,9
	Tagesmaximum	8,9	3,0	2,2	8,9	14,2
	Tagesamplitude	0,7	0,4	0,1	0,7	2,4

Tabelle 3-5: Statistische Kenngrößen der pH-Werte an den Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft von 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesminimum und -maximum aus kontinuierlichen Messungen)

		Mittelwert [-]	Standardabweichung	Minimum	Median	Maximum
Schmilka	Tagesminimum	7,6	0,3	6,7	7,6	8,8
	Tagesmaximum	7,8	0,4	7,2	7,7	9,2
	Tagesamplitude	0,2	0,2	0	0,1	1,1
Schnackenburg	Tagesminimum	8,1	0,3	7,6	8	9,2
	Tagesmaximum	8,3	0,4	7,6	8,2	9,4
	Tagesamplitude	0,2	0,2	0	0,2	1,2
Seemannshöft	Tagesminimum	7,8	0,2	7,3	7,8	8,3
	Tagesmaximum	7,9	0,2	7,4	7,9	8,6
	Tagesamplitude	0,1	0,1	0	0,1	0,6

Die wechselseitige Beeinflussung von photosynthesebedingten Tagesgängen im Sauerstoffhaushalt und dem pH-Wert sind im Elbebericht 2013 bis 2015 erläutert (FGG Elbe 2020b). Abbildung 3-4 verdeutlicht diese Zusammenhänge anhand der Tagesamplituden von Sauerstoff (O₂) [mg l⁻¹] und pH-Wert [-] an der Messstelle Schnackenburg im Zeitraum 2016 bis 2018. Während die Verläufe in den Jahren 2016 und

2017 den Vorjahren ähnlich sind und Tagesamplituden im Sommer von bis zu $6 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ in Einzelwerten aufweisen, unterscheidet sich das durch geringe Abflüsse geprägte Jahr 2018 in der Ausprägung der Tagesamplituden erheblich. Die Tagesschwankungen in der Sauerstoffkonzentration liegen häufig über $6 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$ und erreichen Spitzenwerte von $8 \text{ mg l}^{-1} \text{ O}_2$. Auch die pH-Werte mit einer Tagesamplitude von deutlich über 1 weisen im Vergleich mit den Vorjahren hohe Werte auf.

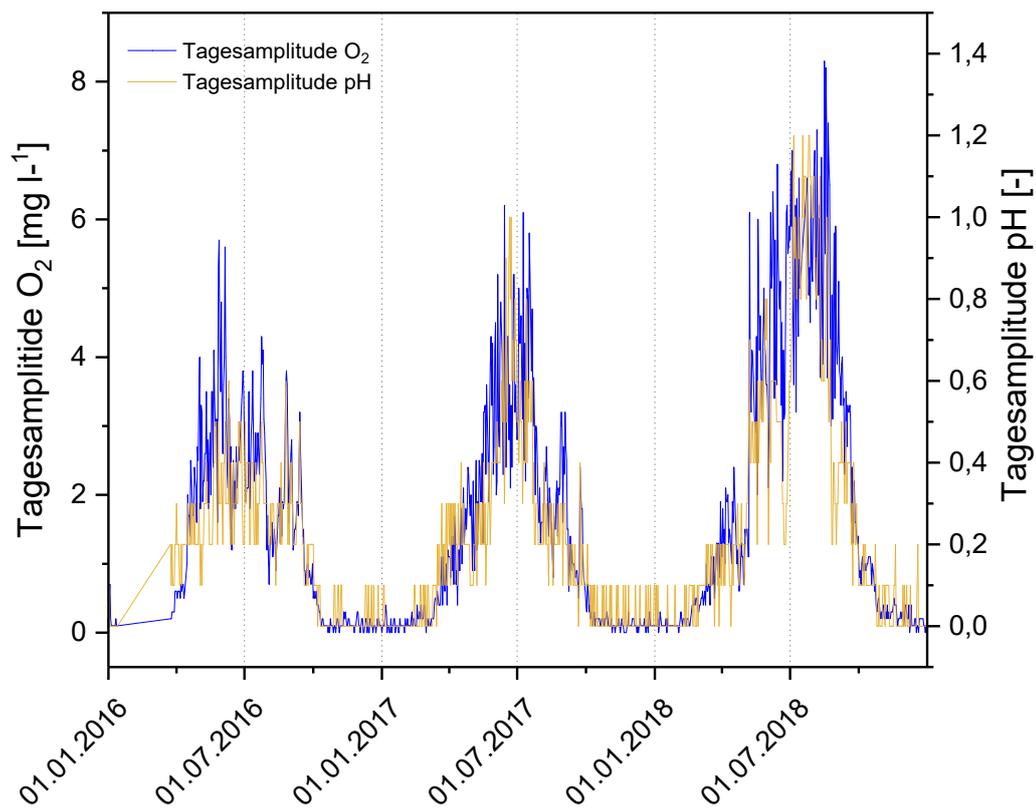


Abbildung 3-4: Tagesamplituden von Sauerstoff [mg l^{-1}] und pH-Wert [-] an der Messstelle Schnackenburg im Zeitraum 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Tagesminimum und -maximum aus kontinuierlichen Messungen)

3.2.2 Chlorophyll-a

Auch im Berichtszeitraum 2016 bis 2018 sind die Konzentrationen an Chlorophyll-a als Maß für das Phytoplankton im Gewässer an den Messstellen in der Binnemelbe hoch. Dies trifft insbesondere für Schnackenburg mit Konzentrationswerten von über $200 \mu\text{g l}^{-1}$ in den Sommermonaten 2017 und 2018 zu (Abbildung 3-5). Die z. T. geringen Wasserstände und hohen Wassertemperaturen beeinflussen die Phytoplanktonentwicklung und auch den Fraßdruck der Zooplanktonorganismen. Auffällig ist in Schnackenburg im Jahr 2018, dass das Maximum der Konzentration an Chl-a erst relativ spät im Sommer auftritt. In Seemannshöft erreichen die Chl-a-Konzentrationen hingegen nicht den Wert von $50 \mu\text{g l}^{-1}$. In der Tideelbe kommt es zu einer Durchmischung des algenreichen Zuflusses aus der

Binnenelbe mit Nordseewasser und einer grundsätzlichen Verminderung der Primärproduktion durch die anthropogen überprägten Rahmenbedingungen.

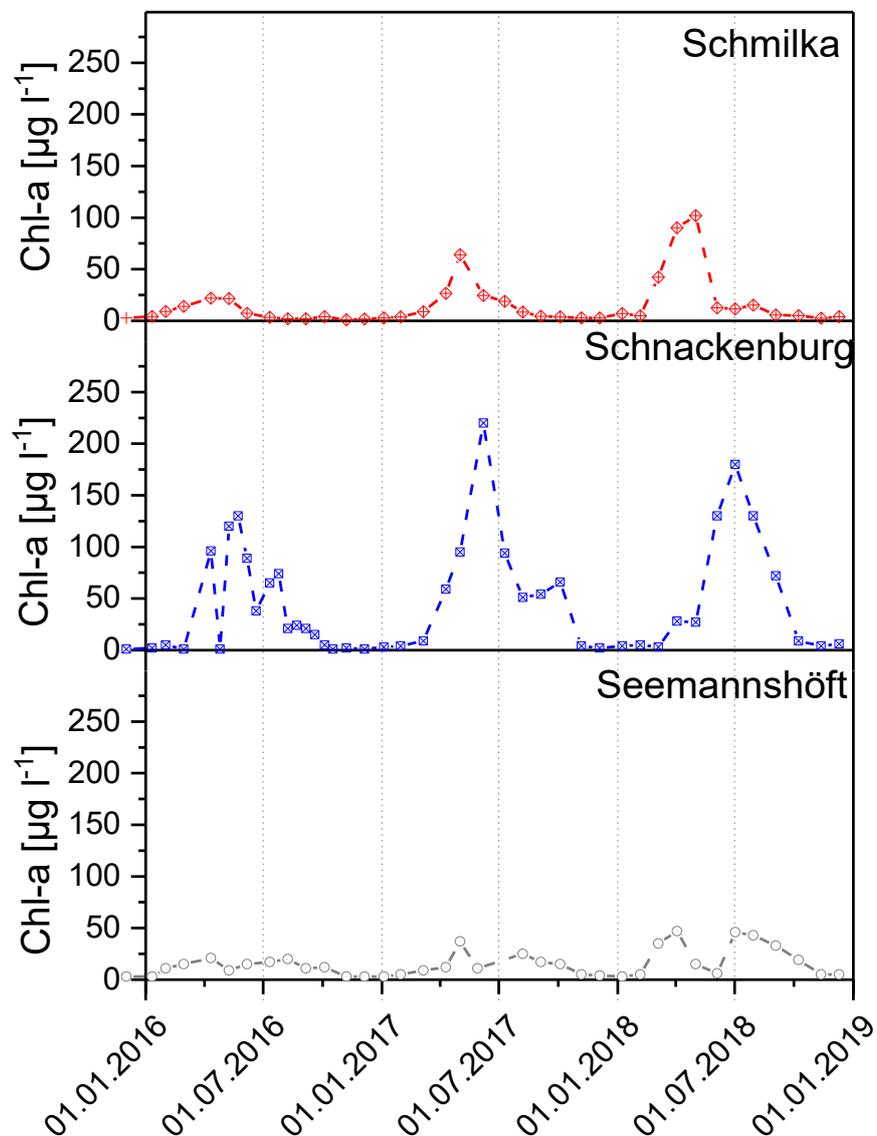


Abbildung 3-5: Chlorophyll-a-Konzentrationen an den Messstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft von 2016 bis 2018 [$\mu\text{g l}^{-1}$] (Datengrundlage: monatliche Einzelproben)

BOX 2

Die durchschnittlichen Wassertemperaturen liegen in allen drei Berichtsjahren an den ausgewählten Vergleichsstationen über den langjährigen Mittelwerten.

Die Phytoplanktonentwicklung führt an allen drei Messstationen zu einer deutlichen Sauerstoffübersättigung aber auch zu sehr geringen Sauerstoffkonzentrationen in den Sommermonaten. Dementsprechend groß sind die Tagesamplituden des pH-Wertes. Die Phytoplanktonmenge gemessen als Chlorophyll-a-Konzentrationen ist in der Binnenelbe weiterhin sehr hoch.



3.3 Schadstoffe und Nährstoffe

3.3.1 Prioritäre Stoffe und bestimmte andere Schadstoffe

Zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften wurden UQN für prioritäre Stoffe und bestimmte andere Schadstoffe abgeleitet, die darüber hinaus auch dem Schutz der Endglieder der aquatischen Nahrungskette sowie der menschlichen Gesundheit dienen.

Bereits im Elbebericht 2013 bis 2015 wurde vorgehend auf die angepassten Normen der OGeV 2016 zurückgegriffen, die in Anlage 8 der OGeV dargestellt sind (Anhang 1 – Anlage 8 OGeV). Neben der Anpassung der UQN für die Stoffe Anthracen, Fluoranthene, Blei und Bleiverbindungen, Naphthalin, Nickel und Nickelverbindungen, die Anpassung der Untersuchungsmatrix für bromierte Diphenylether, Quecksilber und Fluoranthene zusätzlich auch in Biota sowie umfangreiche Anpassungen bei der Bewertung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthene, Benzo[k]fluoranthene, Benzo[g,h,i]perylene und Indeno[1,2,3cd]pyren wurden in der OGeV 2016 auch neue Schadstoffe aufgenommen, die im Bericht 2013 bis 2015 noch nicht berücksichtigt wurden. Mit nun auch Dicofol, Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), Quinoxifen, Aclinofen, Bifenox, Cybutryn, Cypermethrin, Dichlorvos, Hexabromcyclododecan, Heptachorepoxid und Terbutryn sind im vorliegenden Elbebericht alle 45 Stoffe/Stoffgruppen der Anlage 8 der OGeV 2016 ausgewertet und für die Untersuchungen in der Wasserphase in Tabelle 3-6 für die Messstellen Schmilka, Magdeburg, Schnackenburg und Seemannshöft dargestellt. Nahezu alle Schadstoffkonzentrationen an den vier Messstellen unterschreiten die UQN. Ausnahmen davon sind für die Jahresdurchschnitts-UQN (JD-UQN) Benzo[a]pyren, das Tributylzinn-Kation (ohne Schmilka), und - von den neu hinzugekommenen Stoffen – PFOS zu verzeichnen, die die UQN überschreiten. Auch im Hinblick auf Fluoranthene wird mit Ausnahme der Ergebnisse für Schnackenburg und Seemannshöft im Jahr 2018 die JD-UQN überschritten. An der Messstelle Schnackenburg werden darüber hinaus Überschreitungen der UQN für die zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN) für die PAK Benzo[b]fluoranthene, Benzo[k]fluoranthene und Benzo[g,h,i]perylene gemessen. Zu den weiteren neuen Schadstoffen sind für den Berichtszeitraum nur eingeschränkt Aussagen möglich, da häufig die Bestimmungsgrenze (BG) über der UQN liegt. Für viele Stoffe können durch die fortlaufende Weiterentwicklung der Analysemethoden die geforderten Bestimmungsgrenzen inzwischen erreicht werden. Dies wird sich in den Überwachungsergebnissen der auf den Berichtszeitraum folgenden Jahre widerspiegeln. Insgesamt entspricht das dargestellte Bild den beiden vorherigen Elbeberichten (FGG Elbe 2017, FGG Elbe 2020a).



Legende zur Tabelle 3-6:

k.Q.	keine UQN
	keine Werte im Fachinformationssystem
B > Q	Bestimmungsgrenze > UQN, aber Wert evtl. < UQN
	Werte \leq UQN
	Werte 1 - 2 UQN
	Werte > 2 UQN
*	Die JD-UQN bezieht sich auf bioverfügbare Konzentrationen.



Tabelle 3-6: Zusammenstellung prioritäre Stoffe und bestimmte andere Stoffe (Datengrundlage: monatliche Einzelproben)

	Schmilka						Magdeburg						Schnackenburg						Seemannshöft					
	2016		2017		2018		2016		2017		2018		2016		2017		2018		2016		2017		2018	
	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK	JD	ZHK
Alachlor																								
Anthracen																								
Atrazin																								
Benzol																								
bromierte Diphenylether	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	
Cadmium																								
C10-C13 Chloralkane																								
Chlorfenvinphos																								
Chlorpyrifos(-ethyl)																								
1,2-Dichlorethan		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Dichlormethan		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
bis(2-Ethylhexyl)phthalat (DEHP)		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Diuron																								
Endosulfan (Summe)																								
Fluoranthren																								
Hexachlorbenzol	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	
Hexachlorbutadien	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	
HCH (Summe)																								
Isoproturon																								
Blei*	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	
Quecksilber*	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	
Naphthalin																								
Nickel*	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	
Nonylphenol																								
Octylphenol		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Pentachlorbenzol		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Pentachlorphenol																								
Benzo(a)pyren																								
Benzo(b)fluoranthren	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	
Benzo(k)fluoranthren	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	
Benzo(g,h,i)perylene	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	
Simazin																								
TBT-Kation																								
Trichlorbenzol (Summe)		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Trichlormethan		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Trifluralin		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Tetrachlorkohlenstoff		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Cyclodiene (Summe)		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
DDT (Summe)		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
p'p'-DDT		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Tetrachlorethylen		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Trichlorethylen		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Dicofol	B > Q	k.Q.	B > Q	k.Q.	B > Q	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.	B > Q	k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)																								
Quinoxifen																								
Dioxine																								
Aclinofen																								
Bifenox																								
Cybutryn							B > Q		B > Q															
Cypermethrin	B > Q		B > Q		B > Q		B > Q	B > Q				B > Q						B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q
Dichlorvos	B > Q	B > Q					B > Q	B > Q				B > Q	B > Q					B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q
Hexabromcyclododecan (HBCDD)																								
Heptachlorepoxyd	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q					B > Q	B > Q					B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q	B > Q
Terbutryn																								
Nitrat		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.		k.Q.



Bei den Stoffen, die im Rahmen der Novellierung der OGewV neu hinzugekommen sind, nimmt PFOS eine besondere Rolle ein, da die JD-UQN in den beispielhaften Messstellen in der Elbe und auch darüber hinaus häufig überschritten wird (FGG Elbe 2020c, FGG Elbe 2021). PFOS gehört zu den polyfluorierten Alkylsubstanzen. Aufgrund ihrer wasser- und fettabweisenden Eigenschaften werden diese Stoffe in vielen Bereichen, in der Industrie z. B. bei der Verchromung eingesetzt. Im Alltagsgebrauch finden sich die Stoffe z. B. als Beschichtung von Kleidung oder Leder oder auch in Autopflegemitteln (Umweltbundesamt (UBA) 2022). Diese polyfluorierten Alkylsubstanzen sind persistent und kommen ohne natürliches Vorkommen in allen Umweltmedien und weltweit auf. PFOS selbst wird in Deutschland nicht mehr hergestellt (UBA 2022). PFOS im Menschen hat Wirkung auf das Immunsystem und weitere Stoffwechsel- oder Hormonregelungen. Die polyfluorierten Alkylsubstanzen und damit auch PFOS gelangen über direkte Freisetzung, über Abwasser oder kontaminierten Klärschlamm in die Umwelt und in die Oberflächengewässer.

Abbildung 3-6 zeigt die PFOS-Konzentrationen an den Messstellen Magdeburg und Seemannshöft von 2015 bis 2020. Alle Konzentrationswerte der Einzelproben liegen über der JD-UQN von $0,00065 \mu\text{g l}^{-1}$. An der Messstelle Magdeburg schwanken die JD-Konzentrationen zwischen $0,0029$ und $0,0127 \mu\text{g l}^{-1}$, in Seemannshöft zwischen $0,0031$ und $0,0058 \mu\text{g l}^{-1}$. Die Überschreitungen der UQN liegen damit bei einem Faktor von ca. 4 bis 20. Diese JD-UQN kommt bei der Einstufung des chemischen Zustands nur zum Tragen, wenn die Erhebung von Biotadaten nicht möglich ist. Zwischen der JD-UQN und Biota-UQN besteht eine große Diskrepanz, die häufig zu unterschiedlichen Ergebnissen in der Bewertung führt. Die Biota-UQN wird in vielen Fällen eingehalten, während die JD-UQN bereits weit überschritten ist.

Da PFOS im Jahr 2010 in die Verbotsliste der Stockholm-Konvention für persistente organische Schadstoffe aufgenommen wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Konzentrationswerte zukünftig abnehmen werden. Es gelten jedoch auch wenige Ausnahmen, so dass ein konkreter Zeithorizont zum Erreichen der UQN nicht einfach ableitbar ist.

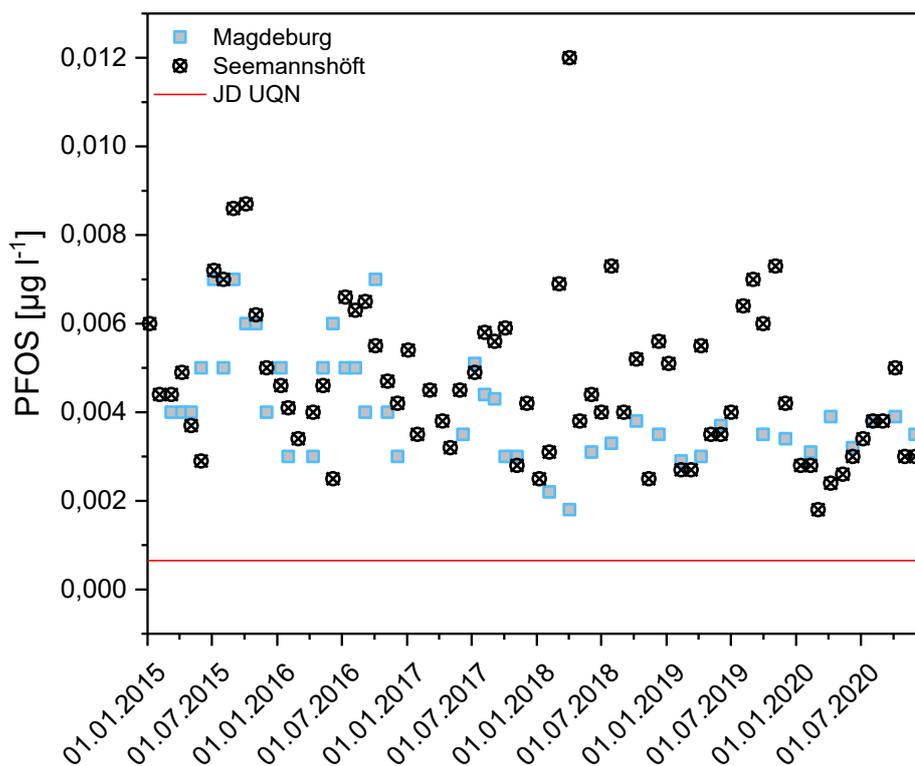


Abbildung 3-6: Entwicklung der Konzentration der Perfluoroktansulfonsäure in Magdeburg und Seemannshöft von 2015 bis 2020 [$\mu\text{g l}^{-1}$] (Datengrundlage: monatliche Einzelproben)

BOX 3

An den Messstellen Schmilka, Magdeburg, Schnackenburg und Seemannshöft sind die UQN-Vorgaben überwiegend eingehalten. Ausnahmen sind wie auch in den vorherigen Elbeberichten weiterhin Benzo(a)pyren, Tributylzinn, z. T. Fluoranthen und der neu zu bewertende Schadstoff PFOS.



3.3.2 Flussgebietsspezifische Schadstoffe

Die Liste der flussgebietsspezifischen Schadstoffe in Anlage 6 der novellierten OGeWV 2016 umfasst 67 Schadstoffe, die bei der Beurteilung des ökologischen Zustands/Potenzials berücksichtigt werden müssen (Anhang 2 – Anlage 6 OGeWV). Im Elbeeinzugsgebiet und auch in der Elbe selbst sind nur wenige dieser Schadstoffe von Bedeutung. Im Elbebericht 2013 bis 2015 wurde die Entwicklung der Konzentrationen der PCB-Kongenere 138, 153 und 180 im Sediment an Messstellen im Längsprofil der Elbe von Schmilka bis Seemannshöft und den Einmündungen der wichtigen Zuflüsse dargestellt. Durch eine Schadstofffreisetzung im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten an einer Eisenbahnbrücke in Ústí nad Labem in der Tschechischen Republik wurden insbesondere 2015 Extremwerte in Schmilka erfasst (FGG Elbe 2020c). Durch die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) wurde 2016 eine Handreichung zur „Vorsorge und Schutz vor PCB- und anderen Schadstoffeinträgen aus Altanstrichen in Gewässern des internationalen Flussgebiets der Elbe“ erarbeitet und an die zuständigen Behörden in Deutschland und der Tschechischen Republik als präventive Maßnahme für mögliche zukünftige Sanierungen von Altanstrichen an Konstruktionen in und an Gewässern versendet (IKSE 2016). Die Abbildung 3-7 zeigt die Entwicklung der Konzentration am Beispiel von PCB 153 im Sediment von 2013 bis 2020. Nach den sehr hohen Werten im Jahr 2015 sowohl beim maßgeblichen Mittelwert für die UQN als auch bei Einzelwerten nimmt in den Folgejahren die Konzentration wieder ab und erreicht ab 2017 ungefähr die Wertespanne der Zeit vor der Schadstofffreisetzung. Diese Beobachtung trifft auch für weitere PCB-Kongenere zu. Im Berichtszeitraum 2016 bis 2018 wurde die JD-UQN von $0,0005 \mu\text{g l}^{-1}$ für einzelne PCB-Kongenere in Wasser eingehalten. Diese UQN gilt nur, wenn eine Erhebung von Schwebstoff- oder Sedimentdaten nicht möglich ist.

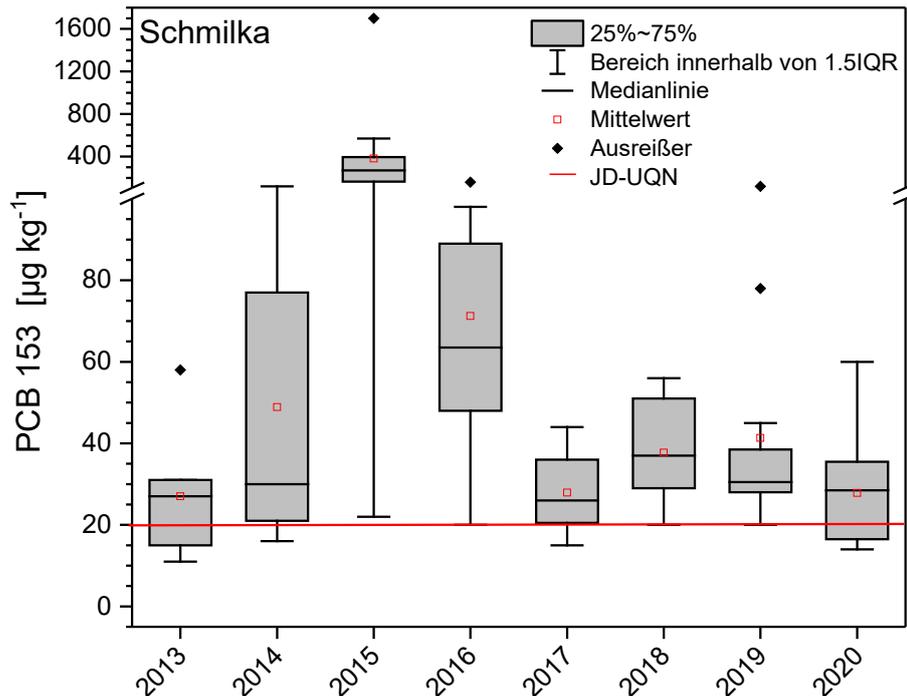


Abbildung 3-7: Darstellung der Messwerte für PCB 153 in Schwebstoffproben von 2013 bis 2020 [$\mu\text{g kg}^{-1}$] (Datengrundlage: Monatsmischproben aus Absetzbecken für Schmilka)

An den Messstellen am Elbestrom waren neben den bereits in den vorherigen Elbeberichten erläuterten flussgebietsspezifischen Schadstoffen Bentazon, Arsen und Zink auch Pflanzenschutzmittel auffällig. Die Konzentrationen von Imidacloprid an der Messstelle Schnackenburg schwanken im Berichtszeitraum 2016 bis 2018 zwischen $0,00085 \mu\text{g l}^{-1}$ (BG $< 0,00005 \mu\text{g l}^{-1}$) und $0,024 \mu\text{g l}^{-1}$. Auch in den in der Abbildung 3-8 ergänzend dargestellten Jahre 2019 und 2020 liegen die Konzentrationswerte vergleichbar hoch, so dass keine Abnahme der Konzentrationen über einen längeren Zeitraum erkennbar ist. Die UQN von $0,002 \mu\text{g l}^{-1}$ im Jahresdurchschnitt wird jeweils überschritten. Imidacloprid ist ein Insektizid aus der Gruppe der Neonicotinoide. Die Verwendung als Pflanzenschutzmittel im Freiland wurde mit wenigen Ausnahmeregelungen zunächst 2013 mit Anwendungsbeschränkungen belegt und folgend 2018 in der Europäischen Union verboten. Imidacloprid kann jedoch weiterhin als Biozid und Tierarzneimittel verwendet werden. Ein eindeutiger Trend einer Konzentrationsabnahme aufgrund der Anwendungsbeschränkung kann auch bei Berücksichtigung weiterer Monitoringergebnisse der Länder für Gewässer über den Elbestrom hinaus nicht festgestellt werden. Eine eindeutige Beurteilung der Situation ist schwierig, da häufig an den Messstellen nicht für alle Jahre Werte vorliegen und teilweise die BG über der UQN liegt. Eine Auswertung der Befunde an Messwerten in Sachsen zeigt, dass diese typischerweise in ländlichen Gebieten nach dem Anwendungsverbot von 2018 als Pflanzenschutzmittel im Freiland eher rückläufig sind oder

insgesamt nur eine geringe Zahl an Messstellen Befunde aufweist. Demgegenüber ist die Belastung in größeren Gewässern durch die mutmaßliche Anwendung von Imidacloprid als Biozid nach wie vor vorhanden. Fuchs et al. weisen auf die sehr geringe Rückhalteleistung von Imidacloprid in kommunalen Kläranlagen hin und postulieren einen Eintrag in Agglomerationsräumen über das Schmutzwasser aufgrund der Nutzung als Schädlingsbekämpfungsmittel bei Haustieren, z. B. gegen Tierläuse und Flöhe bei Hunden und Katzen (Fuchs et al. 2020).

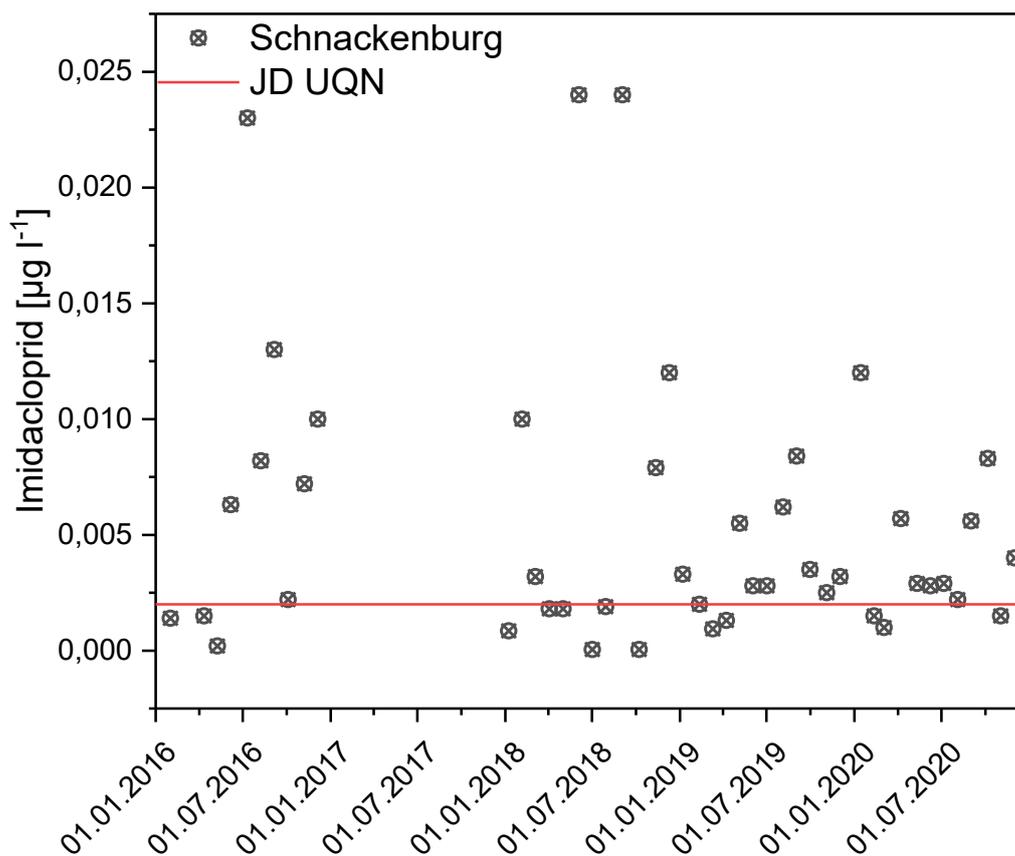


Abbildung 3-8: Entwicklung der Imidaclopridkonzentration in Schnackenburg von 2016 bis 2020 [$\mu\text{g l}^{-1}$] (Datengrundlage: monatliche Einzelproben)

Die UQN für Nicosulfuron wird an der Messstelle Schnackenburg weder für den JD-Wert ($0,009 \mu\text{g l}^{-1}$) noch für die ZHK ($0,09 \mu\text{g l}^{-1}$) während des Berichtszeitraums 2016 bis 2018 überschritten. Abbildung 3-9 zeigt den zeitlichen Verlauf der Konzentrationen, die zwischen $0,0011$ und $0,027 \mu\text{g l}^{-1}$ variieren. Die höchsten Konzentrationen treten jeweils in den Sommermonaten auf. Nicosulfuron ist ein Nachlaufherbizid, das überwiegend im Maisanbau eingesetzt wird. Entsprechend der Wirkung als Herbizid sind im aquatischen Ökosystem vor allem Wasserpflanzen gegenüber Nicosulfuron empfindlich.

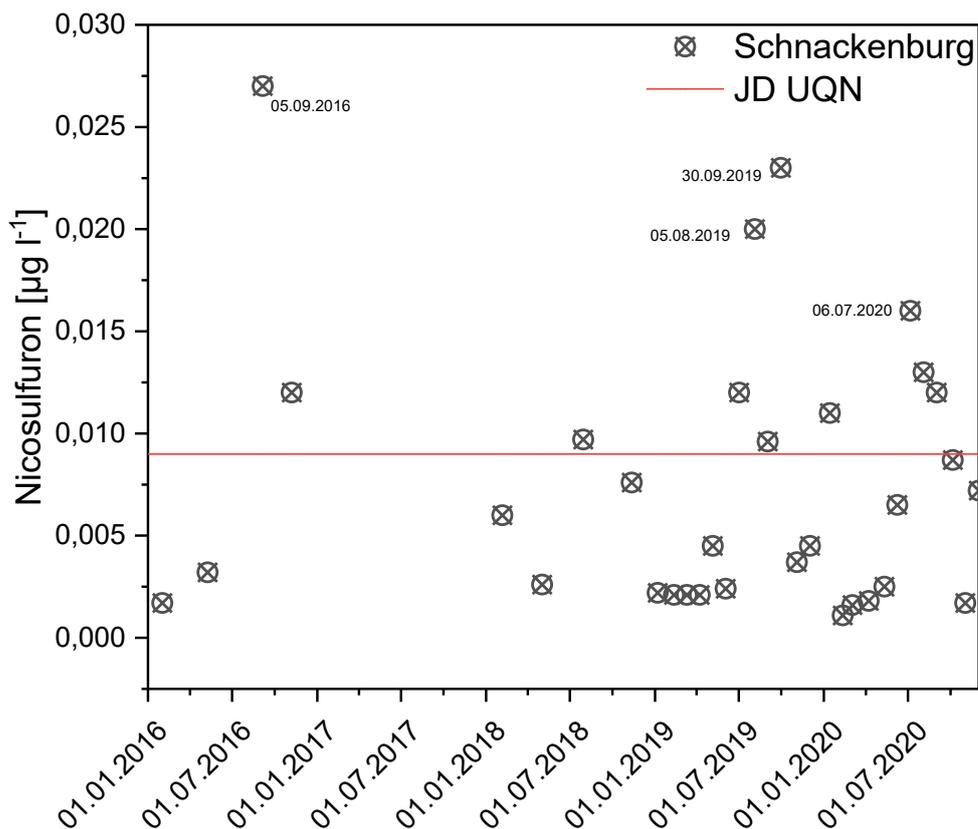


Abbildung 3-9: Entwicklung der Nicosulfuronkonzentration in Schnackenburg von 2016 bis 2020 [$\mu\text{g l}^{-1}$] (Datengrundlage: monatliche Einzelproben)

BOX 4

Die im Elbebericht 2013 bis 2015 problematisierte Konzentrationen der PCB-Kongenere 138, 153 und 180 hat sich im Berichtszeitraum 2016 bis 2018 normalisiert.

Weiterhin auffällig aus der Gruppe der flussgebietsspezifischen Schadstoffe sind verschiedene Schwermetalle und Pflanzenschutzmittel, für die beispielhaft die Monitoringergebnisse für Imidacloprid und Nicosulfuron an der Messstelle Schnackenburg dargestellt sind. Die Konzentrationen von Imidacloprid an der Messstelle Schnackenburg schwanken im Berichtszeitraum 2016 bis 2018 zwischen $0,00085 \mu\text{g l}^{-1}$ (BG $< 0,00005 \mu\text{g l}^{-1}$) und $0,024 \mu\text{g l}^{-1}$. Die UQN von $0,002 \mu\text{g l}^{-1}$ im Jahresdurchschnitt wird jeweils überschritten.

Demgegenüber wird die UQN für Nicosulfuron an der Messstelle Schnackenburg weder für den Jahresdurchschnittswert ($0,009 \mu\text{g l}^{-1}$) noch für die zulässige Höchstkonzentration ($0,09 \mu\text{g l}^{-1}$) während des Berichtszeitraums 2015 bis 2018 überschritten. Auffällig sind jedoch anwendungsbedingte hohe Konzentrationseinzelwerte des Nachlaufherbizids.

3.3.3 Nährstoffe

Die Reduktion der Einträge von Stickstoff und Phosphor in die Oberflächengewässer und Grundwasserkörper ist eine der wichtigen Fragen der Gewässerbewirtschaftung in der FGG Elbe, zu der eine Nährstoffminderungsstrategie erarbeitet wurde (FGG Elbe 2018). Die Entwicklung der Nährstoffkonzentrationen und -frachten war das Schwerpunktthema im Elbebericht 2009 bis 2012 (FGG Elbe 2017). Über einen längeren Zeitraum seit Mitte der 90er Jahre betrachtet, besteht sowohl bei Stickstoff als auch bei Phosphor ein abnehmender Trend. Dieser Trend wird in den letzten zehn bis 15 Jahren durch eine zwischenjährliche Variabilität überdeckt, die durch hydrometeorologische Randbedingungen geprägt ist und sich auch im Berichtszeitraum von 2016 bis 2018 fortsetzt. Abbildung 3-10 stellt dies für die Gesamtstickstoffkonzentration an Messstellen der Elbe und der wichtigen Nebenflüsse dar. Geringe Konzentrationen mit Mittelwerten von unter 2 mg l^{-1} und geringer Streuung kennzeichnen den Zufluss aus der Havel in die Elbe. Demgegenüber treten in Magdeburg und im Saalezustrom hohe Konzentrationen auf, die in Einzelwerten auch in der Mulde dazu führen, dass der zeitliche Verlauf großen Schwankungen unterliegt. Die Mittelwerte der Gesamtstickstoffkonzentration in Seemannshöft liegen zwischen 2016 und 2018 bei $3,1$; $3,3$ bzw. $2,7 \text{ mg l}^{-1}$. Damit setzt sich insgesamt der Trend zur Verminderung fort und im Jahr 2018 wird der für die Bewirtschaftung maßgebliche Zielwert von $2,8 \text{ mg l}^{-1}$ zum zweiten Mal nach dem Jahr 2015 eingehalten. Die international vereinbarte Bewirtschaftungszielkonzentration von $3,2 \text{ mg l}^{-1}$ für Gesamtstickstoff in Schmilka wird in allen drei Jahren mit einem Mittelwert von jeweils ca. $3,5 \text{ mg l}^{-1}$ überschritten.

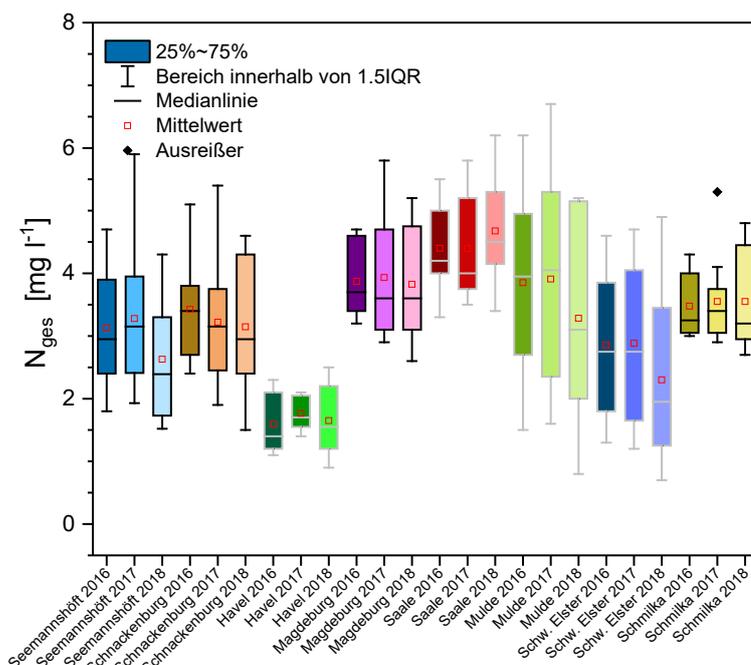


Abbildung 3-10: Entwicklung für Gesamtstickstoffkonzentration an Messstellen der Elbe und der Nebenflüsse [mg l^{-1}] (Datengrundlage: Einzelproben, Querprofilmischproben für Seemannshöft)

Bei Phosphor tritt sowohl im Elbestrom als auch bei den wichtigen Nebenflüssen eine große Heterogenität auf (Abbildung 3-11). Während die Phosphorkonzentrationen der Schwarzen Elster und der Mulde bei ca. 0,1 mg l⁻¹ und sogar darunterliegen, übersteigen diese in der Saale, der Elbe an der Messstelle Magdeburg und in der Havel häufig einen Wert von 0,15 mg l⁻¹, in Spitzenwerten sogar über 0,25 mg l⁻¹. Insgesamt bleiben die Mittelwerte jedoch häufig über dem für viele Fließgewässer und den Wasserkörpern des Elbestroms maßgeblichen Orientierungswert von 0,1 mg l⁻¹ (Anhang 3 – Tabelle 2.1.2 der Anlage 7 OGWV). Dies gilt auch für die Messstelle Seemannshöft, an der sich auch langfristig ein abnehmender Trend feststellen lässt (FGG Elbe 2018). Bei einer Berücksichtigung der Abflussverhältnisse ergibt sich jedoch weiterhin ein Handlungsbedarf, um die Phosphorfrachten in die Nordsee zu vermindern.

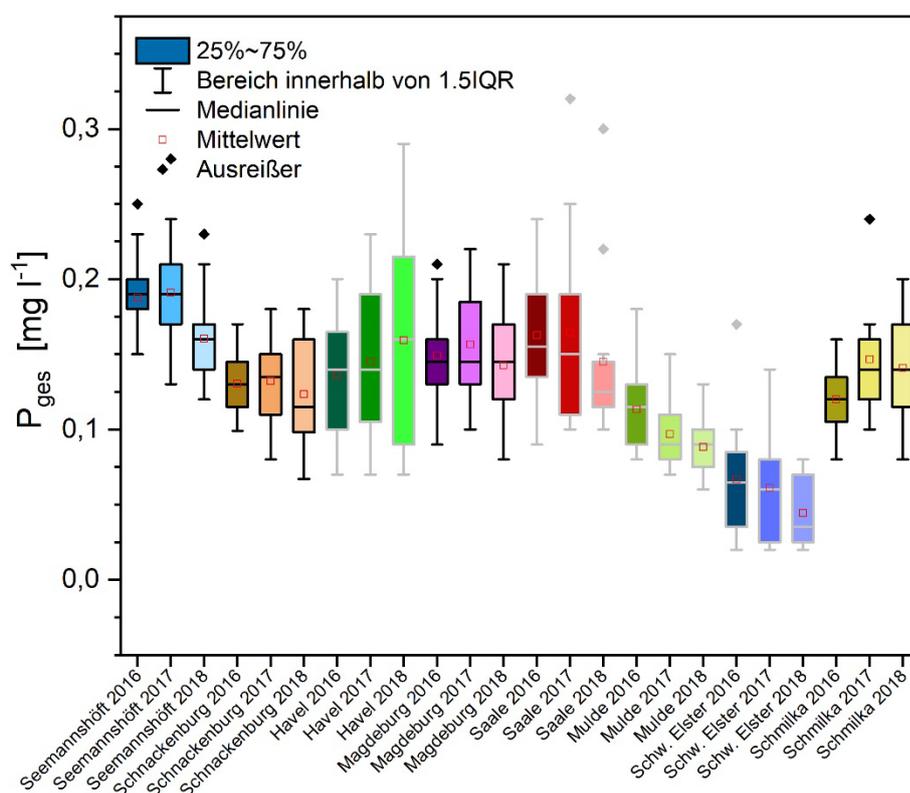


Abbildung 3-11: Entwicklung für Gesamtposphorkonzentration an Messstellen der Elbe und der Nebenflüsse [mg l⁻¹] (Datengrundlage: Einzelproben, Querprofilmischproben für Seemannshöft)



BOX 5

Insgesamt setzt sich der abnehmende Trend für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor im Berichtszeitraum von 2016 bis 2018 bei der bekannten zwischenjährlichen Variabilität fort. An der Messstelle Seemannshöft liegen die Mittelwerte der Gesamtstickstoffkonzentration zwischen 2,7 und 3,3 mg l⁻¹. Der in der OGeV definierte Zielwert von 2,8 mg l⁻¹ wird nach dem Jahr 2015 auch 2018 eingehalten. Die Phosphorkonzentrationen der Messstationen in der Elbe und der großen Nebenflüsse zeichnen sich durch Heterogenität aus. Insgesamt bleiben die Mittelwerte jedoch oft über dem für viele Fließgewässer und den Wasserkörpern des Elbestroms maßgeblichen Orientierungswert von 0,1 mg l⁻¹. Es besteht weiterhin Handlungsbedarf die Nährstoffeinträge in die Nordsee zu vermindern.



3.4 Biologische Qualitätskomponenten

Im Elbebericht 2013 bis 2015 wurde die Bewertung des ökologischen Zustands/Potenzials sowie der biologischen Qualitätskomponenten (QK) und der spezifischen Schadstoffe im Elbestrom ausführlich dargestellt, die für die Zustandsbewertung bei der Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans (BWP) durchgeführt wurde (FGG Elbe 2015a). Dabei wurden die Ergebnisse der biologischen QK Phytoplankton, Makrophyten/Phytobenthos, Makrozoobenthos und Fischfauna und die Überprüfung der Einhaltung der UQN der flussgebietsspezifischen Schadstoffe erläutert. Im Zuge der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) erfolgte die Bewertung des ökologischen Zustands/Potenzials auf der Basis von Daten auch aus den Jahren 2016 bis 2018 im Rahmen der zweiten Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans der FGG Elbe (FGG Elbe 2021).



3.5 Besondere Ereignisse im Berichtszeitraum

3.5.1 Unfallbedingte Gewässerbelastung

Der „Internationale Warn- und Alarmplan Elbe“ ist ein wesentliches Instrument, um Unterlieger über unfallbedingte Gewässerbelastungen zu informieren. Nach der Verabschiedung 1991 wurde dieser Plan mehrmals überarbeitet, um neue Erkenntnisse aus unfallbedingten Gewässerbelastungen zu berücksichtigen und auf Nebengewässer ausgeweitet. Darüber hinaus wurden Untersuchungen z. B. zu Fließzeiten in den betrachteten Gewässern durchgeführt (IKSE 2018). Im Berichtszeitraum von 2016 bis 2018 gibt es 19 Meldungen, davon neun zu Gewässerbelastungen aus Erdölprodukten und anderen schwimmenden Stoffen und sechs Fälle, in denen eine Kläranlage außer Betrieb genommen wurde. Eine Überschreitung der Alarmschwellenwerte tritt im Berichtszeitraum nicht auf (IKSE 2022).

3.5.2 Extremereignisse

Der Berichtszeitraum 2016 bis 2018 zeichnet sich durch geringe Abflussmengen und sommerliche Niedrigwasserperioden aus. Besondere Hochwasserereignisse sind ohne Berücksichtigung der Sturmfluten in der Tideelbe nicht aufgetreten. Das Messprogramm für Extremereignisse wurde aufgrund der Niedrigwassersituation 2016 und 2018 ausgelöst. Im Jahr 2016 erfolgte die Sondermessung vom 08.08. bis 04.10.2016 (FGG Elbe 2019a). In Abhängigkeit von Wasserführung und Messterminen wird im entsprechenden Bericht für das Jahr 2018 zur Wasserbeschaffenheit der Niedrigwasserzeitraum vom 16.07. bis 10.12.2018 betrachtet. Zur Einordnung und als Interpretationshilfe werden die Messergebnisse dem hydrologischen Referenzjahr 2012 sowie dem Niedrigwasser 2015 gegenübergestellt (FGG Elbe 2020a).

4 Schwerpunktthema Hubschrauberbefliegung der Tideelbe

4.1 Das Elbe-Ästuar

Diese Besonderheiten des Naturraums und der anthropogenen Überprägung bedingen ein besonderes Monitoringprogramm für die Gewässerqualität der Tideelbe, zu denen auch tidenphasengleiche Probenahmen mit dem Hubschrauber gehören. Das Längsprofil umfasst 38 Messstellen.

4.1.1 Naturraum Tideelbe

Ästuarie als Mündungsgebiete von Flüssen verbinden den landseitigen Teil eines Einzugsgebietes mit dem offenen Meer. In ihnen vermischen sich Süß- und Salzwasser bei gleichzeitiger Beeinflussung durch die Gezeiten. Dadurch entstehen räumliche Gradienten im Salzgehalt, der Trübung bzw. dem Schwebstoffgehalt und in vielen biogeochemischen Prozessen.

Im Ästuar der Elbe erstreckt sich dieser Durchmischungsbereich heute über ca. 150 km Länge von Cuxhaven bis zum Wehr Geesthacht. Der Mündungstrichter weitet sich dabei von wenigen hundert Metern Breite bis auf über 15 km auf. Der Naturraum selbst entstand, als sich am Ende der letzten Eiszeit die Nordsee zunächst in das Elbeurstromtal und mit weiter ansteigendem Meeresspiegel auch in die benachbarten flachen tiefliegenden Gebiete ausdehnte. Diese amphibische Landschaft war ursprünglich großflächiger als heute und wurde von Küsten- und Flussmarschen, ausgedehnten Mooren und Auenwäldern sowie einem weitverzweigten System an Flutrinnen mit Sandbänken charakterisiert. Im Bereich des Hamburger Stadtgebiets dehnte sich ein weitverzweigtes Binnendelta aus. Dieses ist heute stark von der anthropogenen Nutzung als Hamburger Hafen überprägt.

Der von den Gezeiten beeinflusste limnisch geprägte Bereich des Elbeästuars reicht von Stade an der Schwingemündung bis Geesthacht, wo sich die Brackwasserzone anschließt. Abbildung 4-1 bezeichnet die wichtigsten Orte sowie Zuflüsse und zeigt die räumliche Differenzierung des Ästuars anhand der Parameter Salzgehalt (Salinity), Schwebstoffkonzentration (SPM) und Sauerstoffkonzentration (dissolved oxygen) beispielhaft. Auffallend ist die Abnahme der Sauerstoffkonzentration im Bereich der Stromkilometer 620 bis 650 und die Zunahme der Schwebstoffkonzentration zwischen Stromkilometer 650 und 705. Dieser Bereich wird als maximale Trübungszone (MTZ) bezeichnet. Das Zusammenspiel von Hydromorphologie, Salinitätszonen, Tidedynamik, Sedimentation/Erosion und stofflicher Beschaffenheit des Wassers führt zu einer einzigartigen Ausprägung von Habitaten (Abbildung 4-2). Beispielhaft dafür sind Quellerwatt, Salzwiesen und Röhrichtgesellschaften sowie besondere und geschützte Arten in der Flora und Fauna.

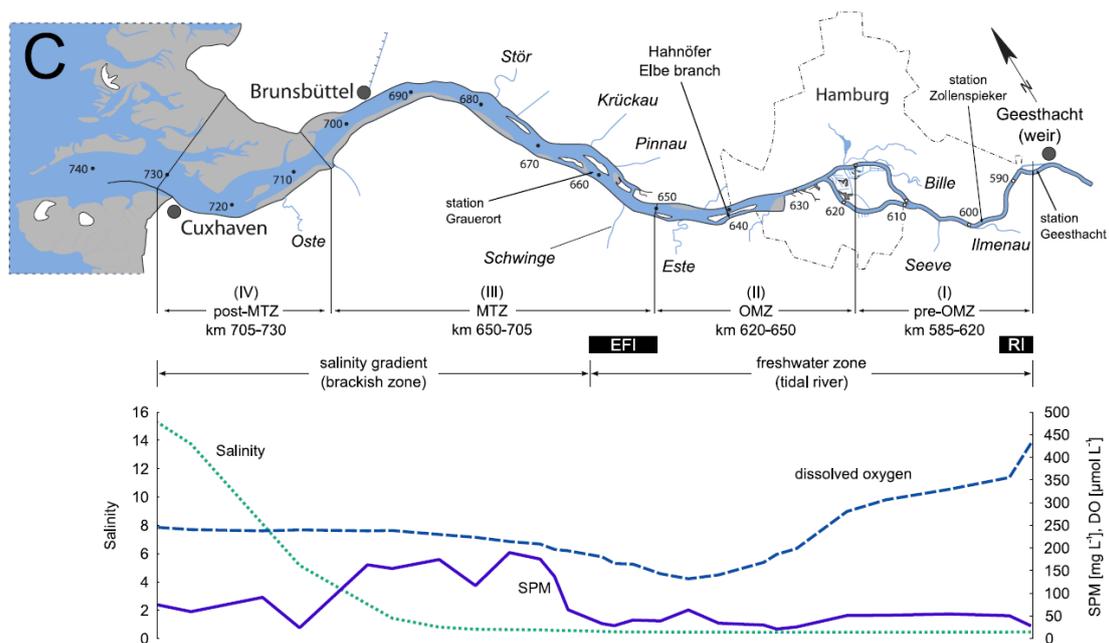


Abbildung 4-1: Darstellung der wichtigsten Orte sowie Zuflüsse und räumliche Differenzierung des Ästuars anhand der Parameter Salzgehalt (Salinity), SPM und Sauerstoffkonzentration (dissolved oxygen) (OMZ: oxygen minimum zone, MTZ: maximum turbidity zone) (Quelle: Amann 2013)

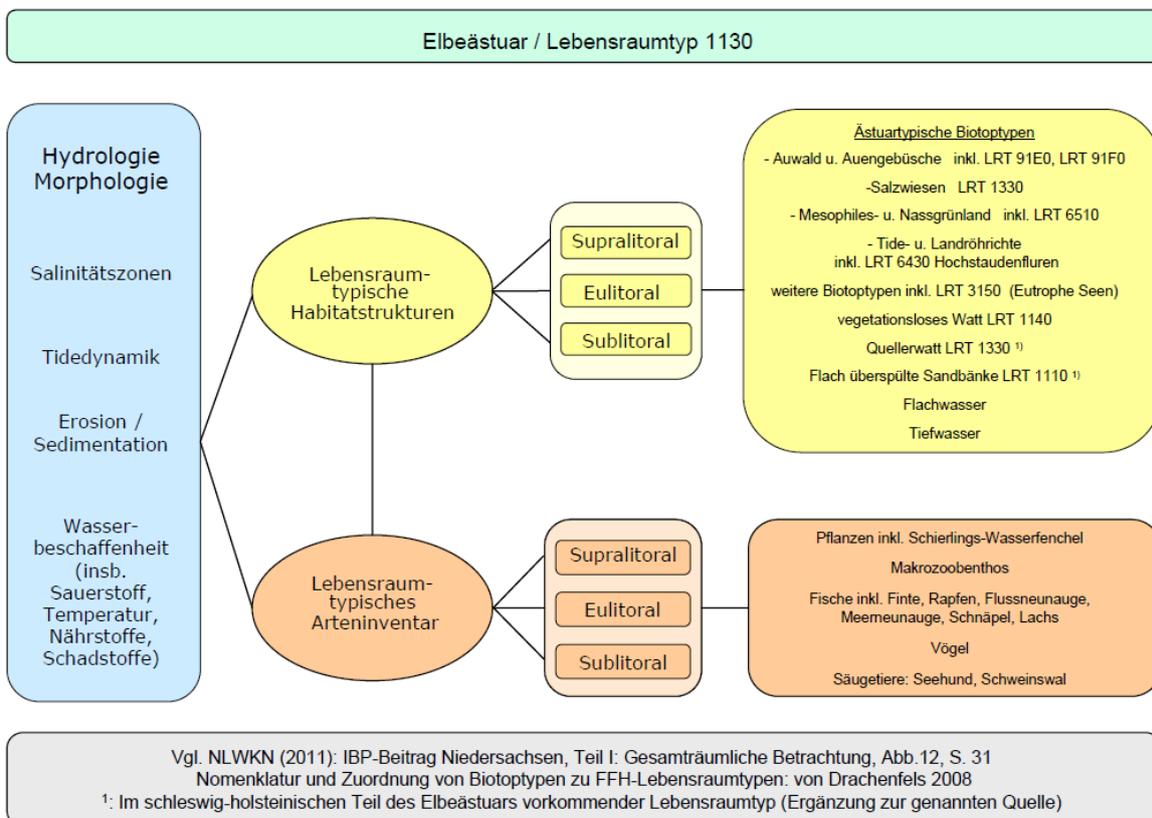


Abbildung 4-2: Darstellung der Bedeutung der Hydrologie und Morphologie für den Lebensraum Elbeästuar (Quelle: Arbeitsgruppe Elbeästuar 2011)

4.1.2 Anthropogene Überformung und Nutzung der Tideelbe

Das Ästuar der Elbe wurde seit dem Beginn der Besiedlung des Raumes vom Menschen verändert. Ein wesentlicher Aspekt war bereits vor 1000 Jahren die Eindeichung und Entwässerung von Marschflächen, um diese landwirtschaftlich nutzbar zu machen (Abbildung 4-3). Mit zunehmenden technischen Möglichkeiten wurden ab dem späten Mittelalter bis in die Neuzeit die Deiche weiter zum Elbestrom verlegt und im Deichvorland Landgewinnung durchgeführt, so dass weitere Marschflächen vom Gezeiteneinfluss abgetrennt wurden und ihren Charakter als Überschwemmungsgebiete und die damit verbundene Dynamik verloren haben. Wesentlichen Einfluss auf den Naturraum hat auch die Nutzung der Tideelbe für die Schifffahrt und der damit einhergehende Ausbau. Dazu wurde der Abfluss durch unterschiedliche Maßnahmen wie z. B. Buhnen, durch Erhöhung von Sandbänken oder Vergrößerung von Inseln in einem Hauptstrom konzentriert. Neben dem Ausbau im Hamburger Hafen seit dem Mittelalter erforderten die wachsende Länge und der größere Tiefgang der Schiffe eine Vertiefung des Fahrwassers in mehreren Schritten. Seit 1818 erfolgten bis heute insgesamt neun Elbvertiefungen, die den Zugang zum Hafen für Schiffe mit einem Tiefgang von ca. 5 m sukzessive auf über 15 m erhöht haben. Insgesamt ist der Tidenhub in den letzten 100 Jahren um nahezu 1,5 m am Pegel St. Pauli angestiegen (Abbildung 4-4). Durch die Errichtung des Wehrs Geesthacht sind ehemals tidebeeinflusste Flächen vom natürlichen Tidehub abgeschnitten worden; die Reflektion der Tidewelle am Wehr führt zu veränderten Bedingungen. Besonders wichtige Flachwasserzonen sind verloren gegangen.

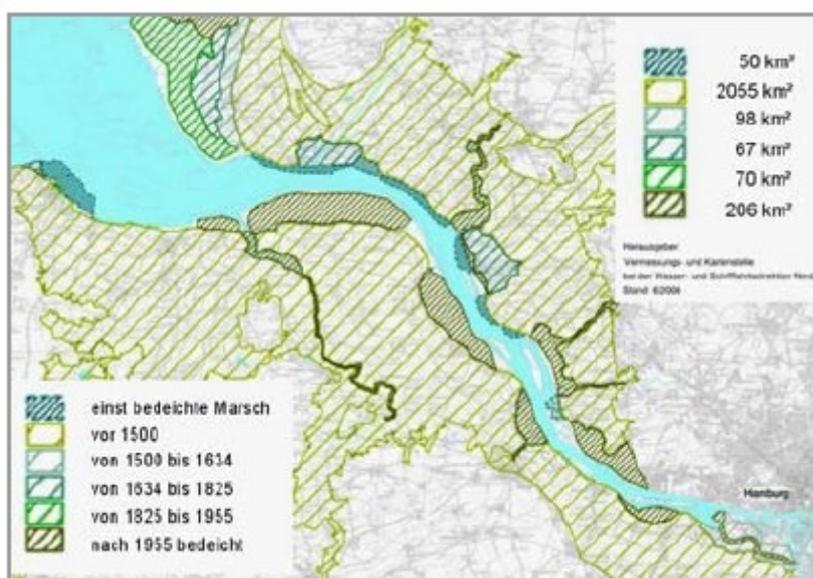


Abbildung 4-3: Darstellung des zeitlichen Verlaufs und räumlichen Ausdehnung der Eindeichungen (Quelle: Arbeitsgruppe Elbeästuar 2011)

Neben diesen Überformungen der Tideelbe kam es im Zuge der industriellen Entwicklung im gesamten Einzugsgebiet der Elbe zu einer zunehmenden Belastung durch Einträge von Nährstoffen und Schadstoffen. Insbesondere die Belastung mit Schadstoffen hat weitreichende Konsequenzen für die Biozönose. Erst ab 1990 sind die Konzentrationen und Frachten vieler Schadstoffe zurückgegangen. Dies gilt im gleichen Maße auch für die Nährstoffe, deren Einträge aus der Binneneelbe zusammen mit der Entwicklung von Algen jedoch weiterhin im Hamburger Hafen zur Entwicklung eines Sauerstofftals führen (FGG Elbe 2021).

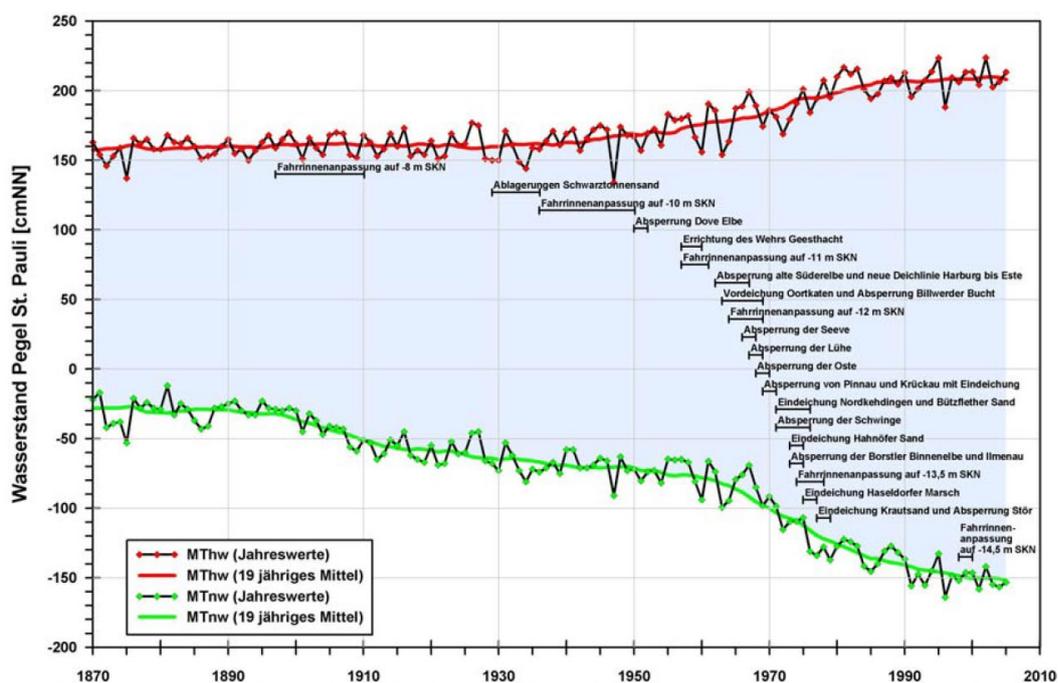


Abbildung 4-4: Entwicklung des mittleren Tidehochwassers und des mittleren Tideniedrigwassers als Jahreswerte und anthropogenen Aktivitäten im Tideelbebereich (Quelle Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord 2006)



BOX 6

Im Naturraum der Tideelbe vermischen sich Süß- und Salzwasser bei gleichzeitiger Beeinflussung durch die Gezeiten. So entstehen vielfältige Habitatstrukturen und einzigartige anspruchsvolle Lebensräume.

Typischerweise hat sich eine Brackwasserzone und eine Zone mit erhöhten Schwebstoffkonzentrationen im Mündungstrichter ausgebildet. Durch die jahrhundertelange Eindeichung und Landgewinnung hat sich das natürliche Ästuar verändert. Neben der Verkleinerung der Überschwemmungsgebiete nahmen die schiffahrtliche Nutzung und der damit einhergehende Ausbau des Fahrwassers zu.

Im Zuge der Industrialisierung ist die Tideelbe auch mit Nährstoffen und Schadstoffen belastet worden. Das sommerliche Sauerstofftal im Bereich des Hamburger Hafens ist eine der prägnantesten Auswirkungen der anthropogene Überformung.

4.2 Monitoring durch Hubschrauberbefliegung

4.2.1 Methodische Aspekte der Hubschrauberbefliegung

Die hohe Dynamik des Lebensraumes und die Sonderstellung der Habitate stellen besondere Herausforderungen an die Beprobungs- und Bewertungsmethoden sowohl für chemische als auch für biologische Verfahren für die Tideelbe dar. Für die meisten biologischen QK war die Entwicklung eigener Bewertungsverfahren erforderlich, da eine Übertragung der Verfahren aus dem Binnenland nicht möglich ist (FGG Elbe 2021).

Auch für die physikalisch-chemischen Untersuchungen bestehen im Bereich der Tideelbe besondere Anforderungen. Entlang des gesamten Abschnitts (Außenelbe bis Geesthacht) können korrespondierende Probenahmen wegen der hohen Fortschrittsgeschwindigkeit der Tidewellen nur mit dem Hubschrauber tidephasengleich entnommen werden. Zusätzliche Probenahmen per Schiff erstrecken sich als Längsprofile von der oberen Brackwassergrenze bei Stade bis in die limnische Zone bei Hamburg-Finkenwerder in Verbindung mit den Querprofilen bei Seemannshöft. Die Probenahmestellen der Hubschrauberbefliegung erstrecken sich von oberhalb des Wehrs in Geesthacht bis hinein ins Küstenmeer mit zwei Messstellen (Abbildung 4-5). Somit wird eine sinnvolle Verbindung über die Tideelbe vom Binnenland zum Meer ermöglicht, die den Stoffumsatz und die Stoffflüsse in diesem Bereich aufzeigt. Die Probenahme durch die Hubschrauberbefliegung ist damit auch eine Schnittstelle zur Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie¹.

Die Ergebnisse werden genutzt, um Wissenslücken schließen zu können, zur Defizitanalyse und Zustandsbewertung sowie zur Maßnahmenableitung und zum Nachweis der Wirksamkeit von Maßnahmen durch konkrete Aussagen zur Ökosystemfunktion im Rahmen der Umsetzung der WRRL. Darüber hinaus werden die Informationen herangezogen zur

- Überwachung des Sauerstoffhaushaltes,
- Beweissicherung Fahrrinnenanpassung Tideelbe²,
- Überwachung von Veränderungen der Lage der Brackwasserzone,
- Überwachung der Nährstoffsituation in der Außenelbe,
- Überwachung der Nebelbecken,
- Beobachtung der Trübungszone.

¹ <https://www.meeresschutz.info/msrl.html>

² https://www.gdws.wsv.bund.de/DE/wasserstrassen/03_projekte/Fahrrinnenanpassung_Elbe/Fahrrinnenanpassung_Elbe-node.html

4.2.2 Datensatz und Bereitstellung für die Öffentlichkeit

Die Beprobung der Längsprofile in der Tideelbe erfolgt bereits seit 1978 und liefert einen einzigartigen Datensatz zur Beobachtung der räumlichen und zeitlichen Entwicklung der biogeochemischen Verhältnisse in der Tideelbe. Im FIS³ der FGG Elbe liegen dazu bereits nahezu 400.000 Einzelmesswerte vor. Abbildung 4-5 zeigt die Lage der aktuell 38 Messstellen für die Hubschrauberbefliegung im Längsprofil der Tideelbe (Anhang 4 – Anlage 1.6 des Strategiepapiers).

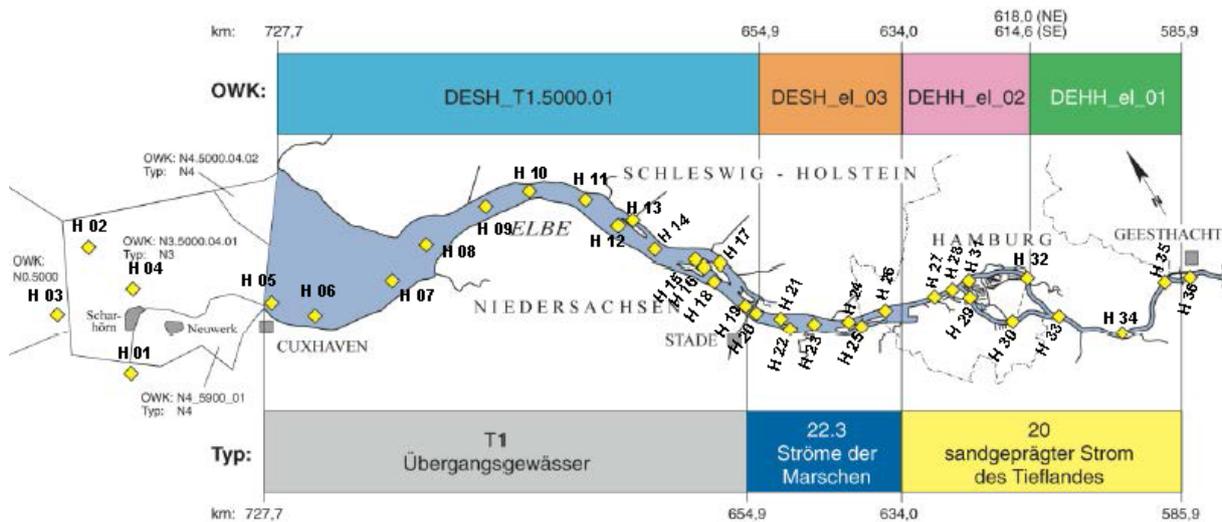


Abbildung 4-5: Lage der 38 Messstellen der Hubschrauberbefliegung im Längsprofil der Tideelbe und Gewässertypen (FGG Elbe 2022)

Seit Mitte der 1990er Jahre werden nach Möglichkeit in Abhängigkeit von der Witterung jährlich sechs Längsprofilbefliegungen durchgeführt. Das Analysenspektrum wurde von allgemeinen Parametern wie z. B. biologischer und chemischer Sauerstoffbedarf, Nährstoffen und Schwermetallen zu Beginn erweitert und umfasst nun auch biologische Parameter wie Chl-a sowie organische und anorganische Kohlenstoffspezies. In Form von Amtshilfe werden auch Robbenzählungen durchgeführt. Robben haben eine wichtige Indikatorfunktion für die gesamte Lebensraumqualität.

Die Befliegungsergebnisse werden zeitnah nach der jeweiligen Befliegung in Kurzberichten aufbereitet⁴. Neben der hydrologischen Situation sind dort auch die Daten zu abfiltrierbaren Stoffen, elektr. LF, zum Sauerstoffhaushalt und pH-Wert ausgewertet. Die Angaben werden mit vorherigen Befliegungen und der Gesamtdatenmenge verglichen, so dass eine schnelle Einordnung der Informationen in den Kontext möglich ist. Die Kurzberichte sind nach den

³ <https://www.elbe-datenportal.de>

⁴ <https://www.fgg-elbe.de/elbe-datenportal/gewaesserguete.html>



Befliegungen im Bereich „News“ des FGG Elbe Internetauftritts zu finden. Sie sind durch ihre Anzahl und Regelmäßigkeit ein wichtiger Bestandteil der Information der Öffentlichkeit.

BOX 7

Durch die tidephasengleiche Probenahme per Hubschrauber gelingt es, die physikalisch-chemischen Untersuchungen so zu gestalten, dass diese das Ästuar in seiner Einzigartigkeit charakterisieren.

Die Proben vom Wehr Geesthacht bis ins Küstenmeer sind auch eine Schnittstelle zur Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Im Fachinformationssystem der FGG Elbe liegen zur Hubschrauberbefliegung, die 1978 begonnen hat, aktuell fast 400.000 Einzelwerte vor.



4.3 Ausgewählte Ergebnisse der Hubschrauberbefliegung

4.3.1 Allgemeine Eigenschaften

Eine grundlegende Eigenschaft eines Ästuars und damit auch der Elbemündung ist die Durchdringung von Schwebstoffen und Sedimenten fluviatiler Herkunft und tideabhängig stromauf transportierten remobilisierten Sedimenten ästuariner und/oder mariner Herkunft. Da die Menge an Sedimentmobilisierung durch die Gezeitenströme und der Sedimenteintrag in das Ästuar von Oberstrom über das Wehr Geesthacht größer sind als der tideabhängige Transport von Sediment in die Nordsee, entsteht eine Zone mit erhöhter sedimentbedingter Trübung in einem Bereich von Stromkilometer 650 bis 705. Bei geringem Zufluss von Oberstrom wächst die Gesamtsedimentmenge im Ästuar an.

Binnenhochwasserereignisse hingegen führen zu einem Transport von Material in die Wattbereiche der Küsten (Bergemann 2004). Abbildung 4-6 verdeutlicht die räumliche Differenzierung der Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe an den Probenahmestellen während des Berichtszeitraums von 2016 bis 2018. Im Bereich der MTZ erreichen die Konzentrationen häufig Werte von über 100 mg l^{-1} . Damit liegen sie in der Wertespanne der auch langjährig gemessenen Konzentrationen. Höhere Werte treten bei der Befliegung im Winter und teilweise im Frühjahr auf, wenn diese mit Phasen höheren Abflusses zusammenfallen. In solchen Situationen, wie z. B. am 10.05.2017 oder 06.02.2018, kann auch eine Verschiebung der MTZ zur Mündung hin stattfinden. Darüber hinaus beeinflussen die Morphologie des Flussbetts, die Ausprägung der Gezeiten und die Charakteristik der Schwebstoffe selbst die Ausprägung der Trübungszone. Die abfiltrierbaren Stoffe haben große Bedeutung für das Lichtklima sowie damit verbundene biologische Prozesse und sind auch Transportvehikel für Umweltschadstoffe (Kappenberg und Fanger 2007).

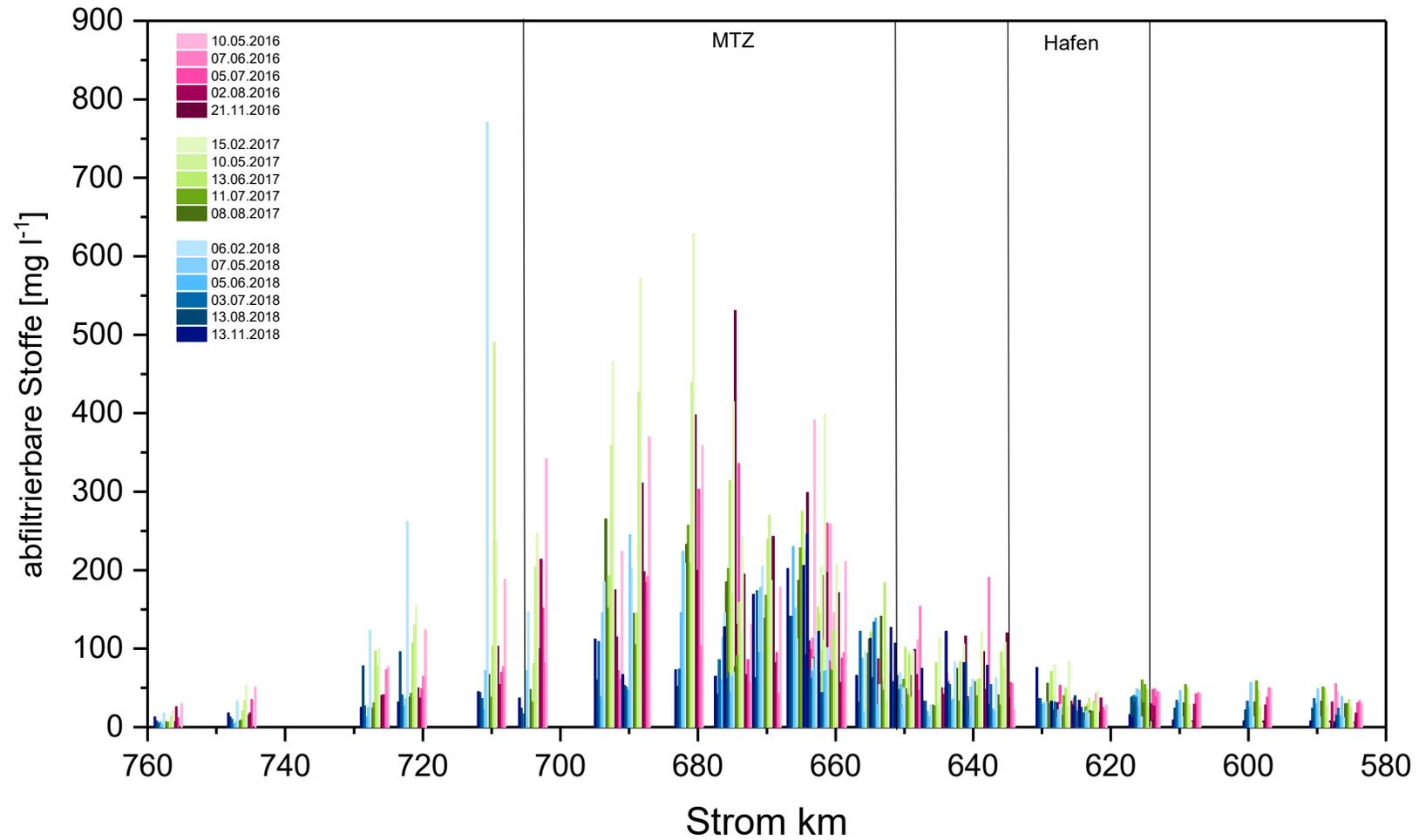


Abbildung 4-6: Darstellung der Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe an den 38 Probenahmestellen der Hubschrauberbefliegungen 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe)

Im Unterschied zur Trübungszone, die schon am Ausgang des Hamburger Hafens beginnt, zeigt die Zunahme der elektr. LF, dass der eigentliche Meerwassereinfluss stärker zum Mündungsbereich hin liegt (Abbildung 4-7). In diesem durch Brackwasser gekennzeichneten Übergangsbereich prägen sich besonders anspruchsvolle Habitate mit einzigartigen Lebensgemeinschaften aus.

In der Regel steigt die elektr. LF im Mischungsbereich von Süß- und Salzwasser ab Stromkilometer 670 (Höhe Glückstadt) an. Je nach Ausprägung des Oberwasserzustroms verschiebt sich der Beginn dieses Mischungsbereichs z. T. auch deutlich, wie im Februar 2018 in Richtung der Mündung bei Cuxhaven (vgl. auch Abbildung 4-6 für abfiltrierbare Stoffe). Im Sommer/Herbst 2018 treten aber auch Situationen auf, in denen sich der Salzwassereinfluss weit in das Ästuar hinein verschoben hat.

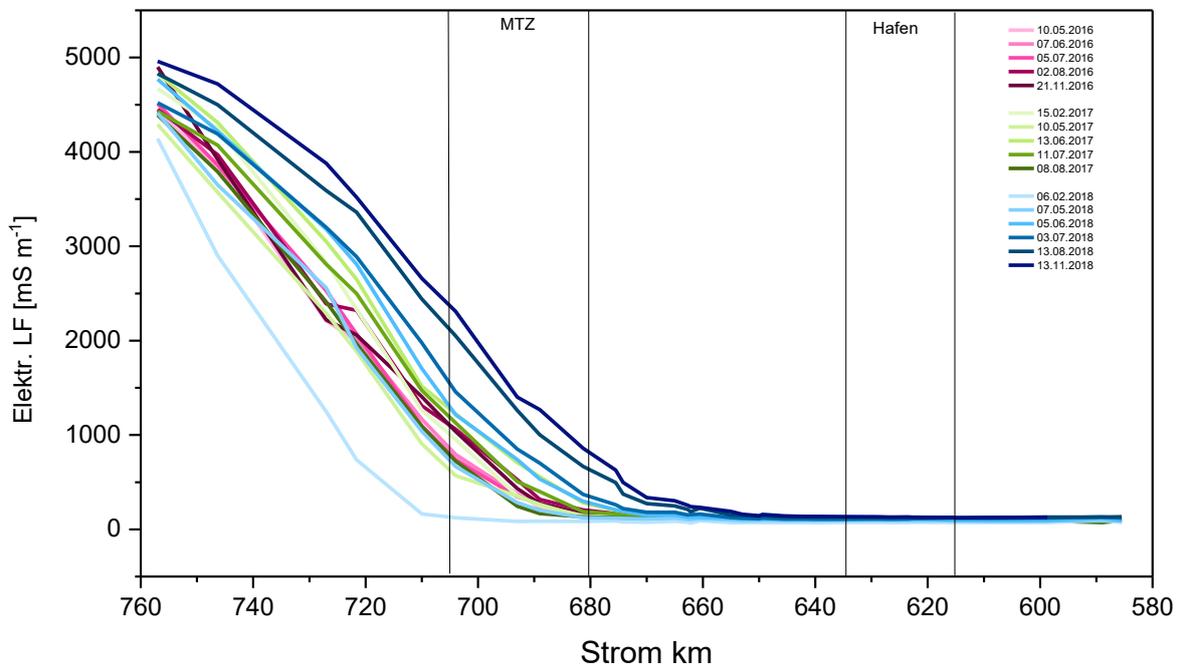


Abbildung 4-7: Darstellung der elektr. LF in Millisiemens pro Meter (elektr. LF [mS m^{-1}]) in den Längsprofilen der Hubschrauberbefliegungen 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe)

Neben den oben beschriebenen regelhaften Änderungen treten auch langfristige Veränderungen im Ästuar auf, die durch anthropogene Einflüsse gesteuert werden. Die langen Datenreihen der Hubschrauberbefliegungen ermöglichen die Beobachtung dieser langfristigen Veränderungen in einer hohen räumlichen Auflösung. Beispielhaft sind dafür in Abbildung 4-8 die Konzentrationen von Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) über den Zeitraum von 1983 bis 2020 dargestellt.

Köhlbrandbrücke - Strom-km 622,6

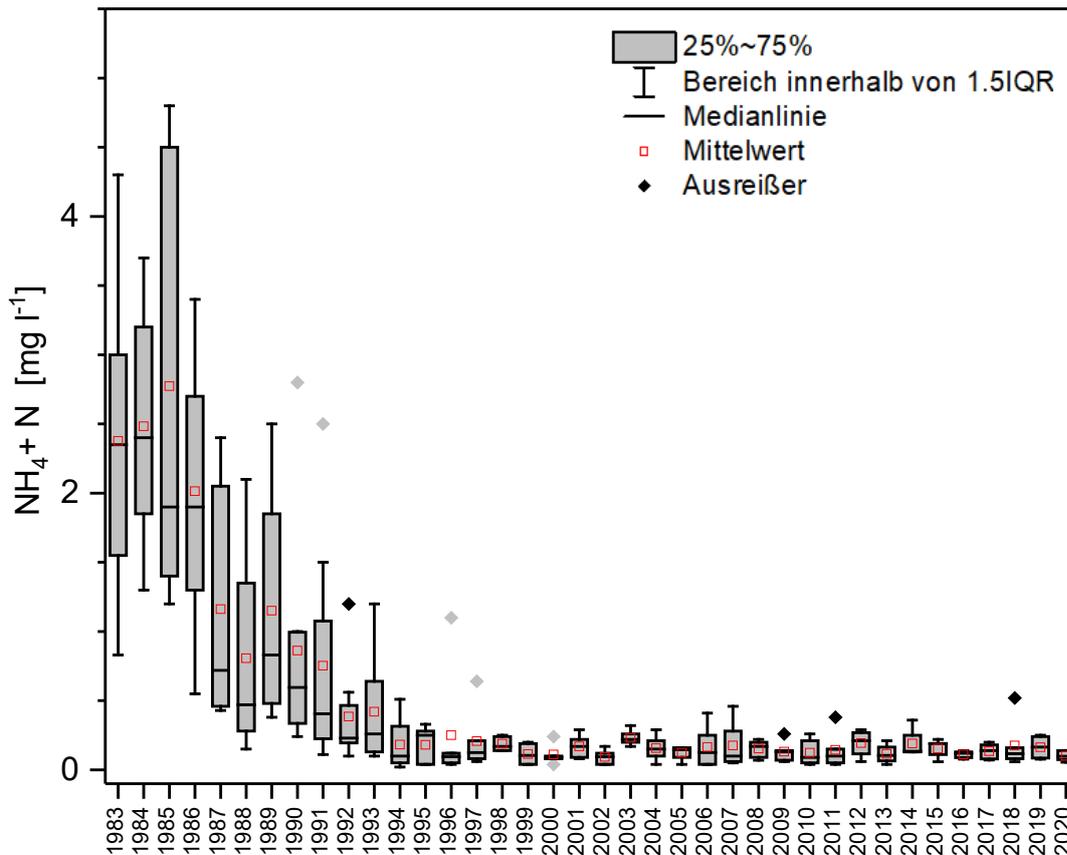


Abbildung 4-8: Darstellung der langjährigen Entwicklung der Ammoniumstickstoffkonzentration von 1983 bis 2020 beispielhaft für die Probenahmestelle Köhlbrandbrücke (Strom-km 622,6) (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe)

Die Konzentrationen von $\text{NH}_4^+\text{-N}$ weisen bis 1990 sehr hohe Werte auf, die im Maximum nahezu 5 mg l^{-1} erreichen und auch in den Mittelwerten deutlich über dem in Anlage 7 der OGeWV 2016 vorgegebenen Orientierungswerten von $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ Jahresmittelwert für den guten Zustand in diesem Gewässertyp (Anhang 3 – Tabelle 2.1.2 der Anlage 7 OGeWV). Im Zeitraum von 1990 bis 1997 gehen die Konzentrationen von $\text{NH}_4^+\text{-N}$ deutlich zurück. Dies lässt sich vor allem auf die Verminderung der $\text{NH}_4^+\text{-N}$ -Einträge durch Verbesserung der Reinigungsleistung in kommunalen Kläranlagen im gesamten Elbeeinzugsgebiet zurückführen. Nach 1997 bleiben die $\text{NH}_4^+\text{-N}$ -Konzentrationen auf einem niedrigen Niveau und der vorgegebene Orientierungswert wird nicht mehr überschritten. Ein ähnlicher Rückgang der Belastungen zwischen 1990 und 1997 kann auch für die Sauerstoffsättigung, den pH-Wert, den biologischen Sauerstoffbedarf und die Schadstoffe Quecksilber, Kupfer und Nickel beobachtet werden (Rewrie et al. 2023).

Unter Berücksichtigung von Parametern, die den Kohlenstoffumsatz im Ästuar charakterisieren, wird durch Rewrie et al. (2023a) festgestellt, dass nach der



Hochbelastungsphase insbesondere nach 1997 die Primärproduktion deutlich zugenommen hat. Die räumliche Variabilität des Parameters gelöster anorganischer Kohlenstoff im Ästuar zeigt jedoch, dass wahrscheinlich noch kein neues Gleichgewicht in den biogeochemischen Prozessen erreicht ist.

BOX 8

Unterschiede in der Sedimentmobilisierung führen im Ästuar zur Ausbildung einer Zone maximaler sedimentbedingter Trübung zwischen Elbestrom-km 650 bis 710 mit Konzentrationen an abfiltrierbaren Stoffen von deutlich über 100 mg l^{-1} . Höhere Werte treten vor allem im Winter auf. Die Daten des Berichtszeitraums zeigen beispielhaft am 10.05.2017 oder 06.02.2018, dass eine Verschiebung dieser Trübungszone bei hohen Abflüssen in Richtung der Mündung stattfindet. Der Brackwasserbereich als Mischungsbereich von Süß- und Salzwasser liegt bei Stromkilometer 670 (Höhe Glückstadt). Hoher Oberwasserzustrom verschiebt die Brackwassergrenze deutlich in Richtung Mündung. Die langjährige Entwicklung und grundsätzliche Verbesserung der Gewässergüte zeigt sich am Beispiel der Konzentrationen von Ammoniumstickstoff. Die Höchstkonzentrationen von nahezu 5 mg l^{-1} vor 1990 gehen nach 1997 auf Werte unter dem in der OGWV vorgegebenen Orientierungswert zurück.

4.3.2 Brackwassergrenze

Die oben erläuterte Trübungszone und die Brackwassergrenze sind im Ästuar der Elbe nicht lagegleich. An der Brackwassergrenze durchmischen sich salzhaltiges Meerwasser und Süßwasser durch die Turbulenzen, die beim Wechsel von Ebbe und Flut entstehen. Die Ausprägung und Dynamik dieser Übergangszone ist wesentlich für die Einzigartigkeit des Naturraums (vgl. Kap. 4.1). Unter ökonomischen Gesichtspunkten wird die an die Süßwassercharakteristik gebundene Nutzung des Oberflächenwassers, z. B. zur Bewässerung oder Frostschutzberegnung im Obstanbau, in dieser Brackwasserzone jedoch eingeschränkt.

Die obere Brackwassergrenze wird bei Ebbestrom ermittelt, in dem entweder der Bereich identifiziert wird, an dem sich die elektr. LF gegenüber der limnischen Zone verdoppelt hat oder als der, bei dem sich der mittlere Chloridgehalt der Süßwasserzone um $30 \text{ mg l}^{-1} \text{ Cl}^{-}$ erhöht hat. Der zweite Ansatz wird für die Auswertung in diesem Bericht genutzt; beide Abschätzungsmethoden liefern vergleichbare Ergebnisse. Eine Differenzierung der Lage dieser Brackwassergrenze wird hauptsächlich durch den Oberwasserzustrom hervorgerufen, so dass diese, wie auch die Trübungszone, bei hohen Abflüssen aus der Binnenelbe zur Mündung hin verschoben wird. Langfristig betrachtet, liegt die Brackwassergrenze bei

Tideniedrigwasser zwischen Stade und Otterndorf zwischen Elbestrom-km 660 und 710 (FGG Elbe 2019b). Abbildung 4-9 zeigt die Lage der oberen Brackwassergrenze aus dem Gesamtdatensatz zur Tideelbe, der auch auf Messungen vor der Hubschrauberbefliegung zurückgreift. Trotz der generellen Schwankungen von über 80 km ist der Einfluss des Oberstroms klar erkennbar. Modifiziert wird die Lage dieser Übergangszone jeweils von lokalen Besonderheiten in der Ausprägung der Gewässersohle an der jeweiligen Probenahmestelle oder den Windverhältnissen. Die unterschiedlichen Dichten des Süß- und Salzwassers können auch zu einer Unschärfe bei der wasseroberflächennahen Probenahme führen, da nicht immer eine vollständige Durchmischung des Wassers gewährleistet ist.

Bei detaillierter Betrachtung zeigt sich, dass auch die Brackwassergrenze durch die menschliche Einflussnahme überprägt wird. Abbildung 4-10 zeigt die Lage der Brackwassergrenze bei Abflüssen von kleiner $400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ und differenziert dazu unterschiedliche Zeiträume, die mit verschiedenen anthropogenen Veränderungen verbunden sind.

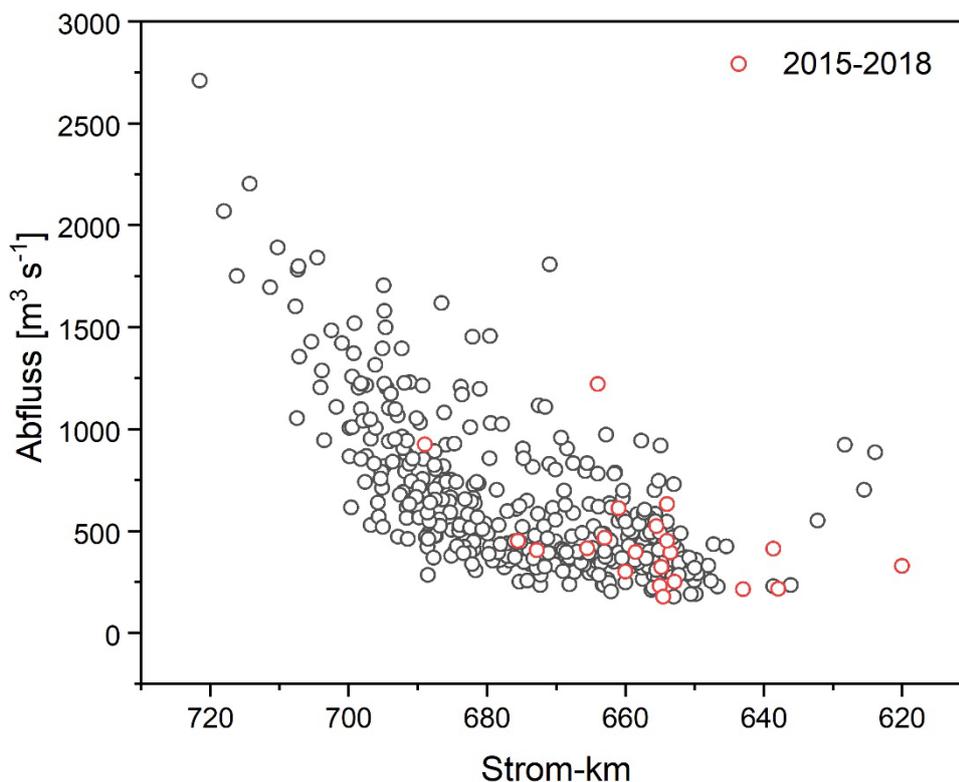


Abbildung 4-9: Abflussabhängige Lage der Brackwassergrenze im Zeitraum 1953 bis 2020 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe ab 2005, vor 2005 aus Bergemann 2004)

Im Zeitraum bis 1976 mit schrittweisem Ausbau auf eine Fahrwassertiefe von 12,5 m, die Abspernung zahlreicher Nebengewässer, Vordeichungen und den Bau des Wehres Geesthacht liegt die Brackwasserzone im Durchschnitt im Bereich von Glückstadt bei Strom-km 675 (Abbildung 4-4). Durch den fortschreitenden Ausbau auf eine Fahrwassertiefe von 13,5 m im Jahr 1976 und gleichzeitig weitere wasserbauliche Maßnahmen verengte sich der Flutraum und erhöhte sich der Tidenhub. Die Brackwassergrenze verschiebt sich im Zeitraum zwischen 1976 und 1998 im Mittel um 15 km landeinwärts in den Bereich Grauerort bei Strom-km 660. Auch der nachfolgende nächste Schritt der Vertiefung auf eine Fahrwassertiefe von 14,5 bis 15,3 m verschiebt die Brackwasserzone erneut in Richtung Hamburg um 5 km in den Bereich der Schwingemündung (Strom-km 655) (mittlere Lage der Brackwassergrenze der Jahre 1999 bis 2020). An den besonders abflussarmen Probenahmeterminen mit Abflüssen von lediglich 200 bis 300 m³ s⁻¹ verlagert sich die Brackwassergrenze sogar noch deutlicher bis zur Lühemündung (Strom-km 645) und darüber hinaus.

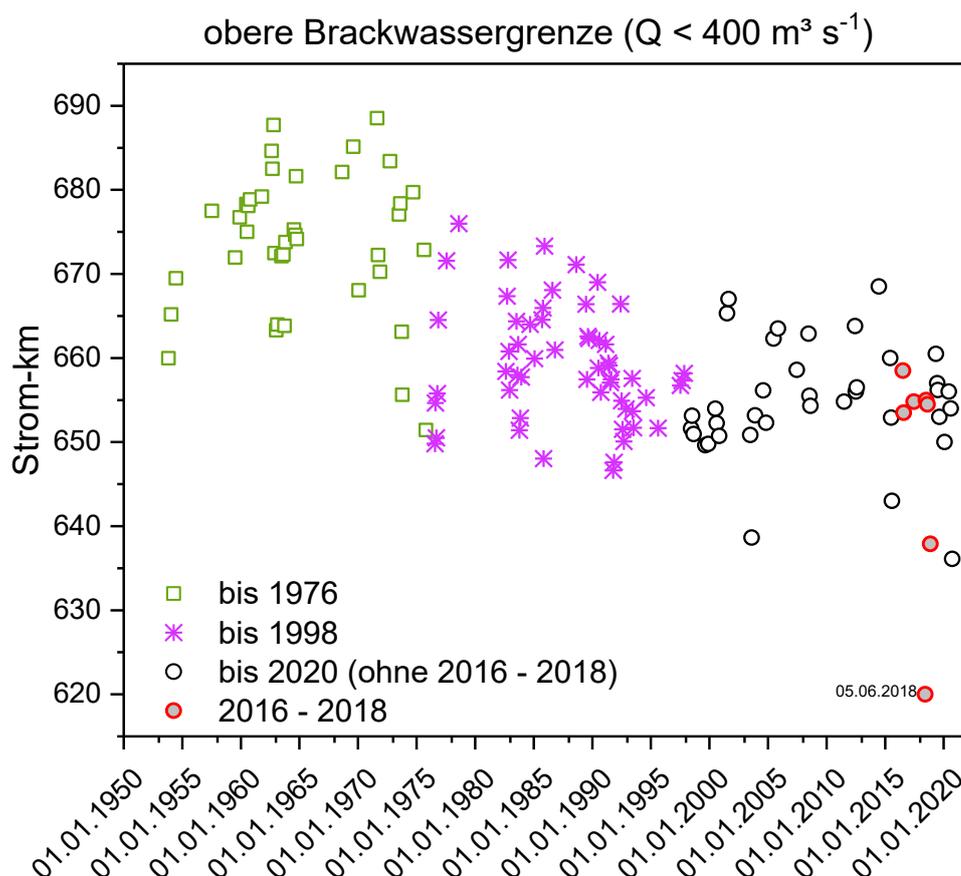


Abbildung 4-10: Zeitliche Entwicklung der Lage der Brackwassergrenze im Zeitraum 1953 bis 2020 bei Abflüssen von kleiner 400 m³ s⁻¹ (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe ab 2005, vor 2005 aus Bergemann 2004)

BOX 9

Die Brackwassergrenze wird bei Ebbestrom ermittelt und zeigt den Bereich im Ästuar an, in dem die elektrische Leitfähigkeit bzw. der Chloridgehalt deutlich ansteigt.

Langfristig betrachtet, liegt die Brackwassergrenze bei Tideniedrigwasser zwischen Stade und Otterndorf zwischen Elbestrom-km 660 und 710 und wird durch den oberstromigen Zufluss und lokale Besonderheiten beeinflusst.

Im Zuge des Ausbaus und schrittweisen Vertiefung der Fahrwasserrinnen hat sich die obere Brackwassergrenze vom Bereich von Glückstadt bei Strom-km 675 landeinwärts in Richtung Schwingemündung bei Strom-km 655 verschoben.

4.3.3 Sauerstofftal

Ein wiederkehrendes Phänomen in der Tideelbe ist die saisonale Ausbildung einer Zone mit vermindertem Sauerstoffgehalt im Bereich des Hamburger Hafens und stromabwärts. Die zugrundeliegenden Prozesse der Sauerstoffzehrung werden in Kapitel 4.3.4 näher erläutert. Das Sauerstofftal wird in den Bewirtschaftungsplänen der FGG Elbe als Ergebnis einer besonderen Belastung aus der Verbindung hydromorphologischer Veränderungen durch wasserbauliche Eingriffe wie Vertiefung der Schifffahrtsstraße, Ufersicherungen, Ausbau des Hafens und Hochwasserschutzmaßnahmen in Kombination mit der Nährstoffanreicherung durch die stofflichen Einträge in den Elbestrom dargestellt. Für Wanderfische stellt diese Ausprägung des Sauerstofftals eine Beeinträchtigung der ökologischen Durchgängigkeit mit überregionaler Auswirkung für die FGG Elbe dar (FGG Elbe 2015b).

Geringe Sauerstoffgehalte in diesem Teil der Tideelbe können das Wanderverhalten, insbesondere der störungsempfindlichen Langdistanzwanderfischarten, beeinträchtigen, unter Umständen mit der Folge, dass das rechtzeitige Erreichen der Laichgebiete im oberen Einzugsgebiet der Elbe von den aufstiegswilligen Arten verfehlt wird. Abbildung 4-11 verdeutlicht, dass das Sauerstofftal nicht in jedem Jahr gleich stark ausgeprägt ist. Einflussgrößen sind der geringe Zustrom von Oberwasser und hohe Wassertemperaturen, die die Löslichkeit von Sauerstoff und die Intensität sauerstoffzehrender Prozesse beeinflussen.

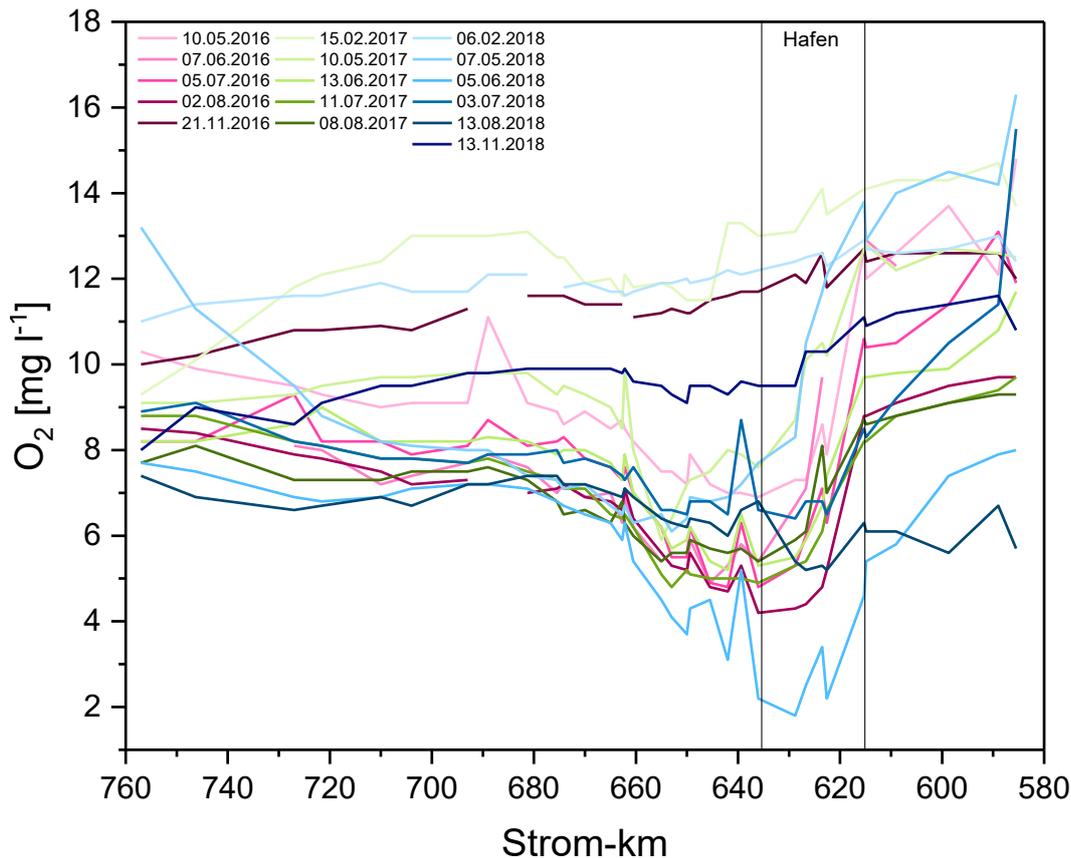


Abbildung 4-11: Darstellung der Sauerstoffkonzentration in den Längsprofilen der Hubschrauberbefliegungen 2016 bis 2018 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe)

In den Jahren 2016 und 2017 beginnt die Verminderung des Sauerstoffgehalts mit dem stromaufwärtigen Beginn des Hamburger Hafens bei Strom-km 615 und erreicht bei den sommerlichen Hubschrauberprobenahmen Werte von 4 bis 5 mg l⁻¹ Sauerstoff und damit bis zu 10 mg l⁻¹ weniger als beim Wehr Geesthacht. Mit zunehmender Durchmischung des Wasserkörpers der Tideelbe durch den Flut- und Ebbestrom steigt die Sauerstoffkonzentration zur Mündung hin wieder auf ungefähr 8 mg l⁻¹ an. Bei den Probenahmeterminen im November und Februar liegen die Konzentrationen deutlich höher bei bis zu 13 mg l⁻¹. Im Unterschied dazu weisen die beiden Probenahmetermine am 05.06.2018 und 18.08.2018 geringe Sauerstoffkonzentrationen nicht nur im Bereich des Hamburger Hafens, sondern schon am Wehr Geesthacht mit 8 bzw. 5,7 mg l⁻¹ aus. Mit unter 2 mg l⁻¹ liefert die Befliegung am 05.06.2018 darüber hinaus auch die niedrigsten Sauerstoffkonzentrationen im Bereich des Hamburger Hafens im gesamten Berichtszeitraum.



BOX 10

Das Sauerstofftal in der Tideelbe stellt eine erhebliche Beeinträchtigung der ökologischen Durchgängigkeit dar. In den Jahren 2016 und 2017 beginnt die Verminderung des Sauerstoffgehalts bei Strom-km 615 und erreicht bei den sommerlichen Hubschrauberprobenahmen Werte von 4 bis 5 mg l⁻¹ Sauerstoff und damit bis zu 10 mg l⁻¹ weniger als beim Wehr Geesthacht. Im Sommer 2018 sinken die Sauerstoffkonzentrationen unter 2 mg l⁻¹ und das Sauerstofftal dehnt sich räumlich stärker aus.

4.3.4 Stickstoffumsatz

Ausschlaggebend für die Ausprägung des Sauerstofftals im Bereich des Hafens ist ein Wechsel von einem durch autotrophe Prozesse dominierten hin zu einem heterotroph geprägten Stoffumsatz. Diese Veränderung wird durch die Verminderung der Fließgeschwindigkeit und deutlich längere Verweilzeiten des Wassers im Bereich des Hafens ausgelöst, durch die die autotrophen Organismen absinken und absterben. Diese Biomasse ist Energiequelle für heterotrophe Organismen, die beim „Verbrauch“ dieser Energie Sauerstoff benötigen. Das geschieht jedoch nicht in einem Schritt, sondern in einem mehrschichtigen Wirkungsgefüge. Neben der Umwandlung von organischen in anorganische Kohlenstoffverbindungen (Rewrie et al. 2023b) zeigt der Stickstoffumsatz diese Mechanismen besonders deutlich. Abbildung 4-12 zeigt den Verlauf der Konzentrationen von NO₃⁻-N, NO₂⁻-N und NH₄⁺-N sowie die Sauerstoffsättigung im Längsprofil anhand der Daten der Hubschrauberbefliegung vom 11.07.2017.

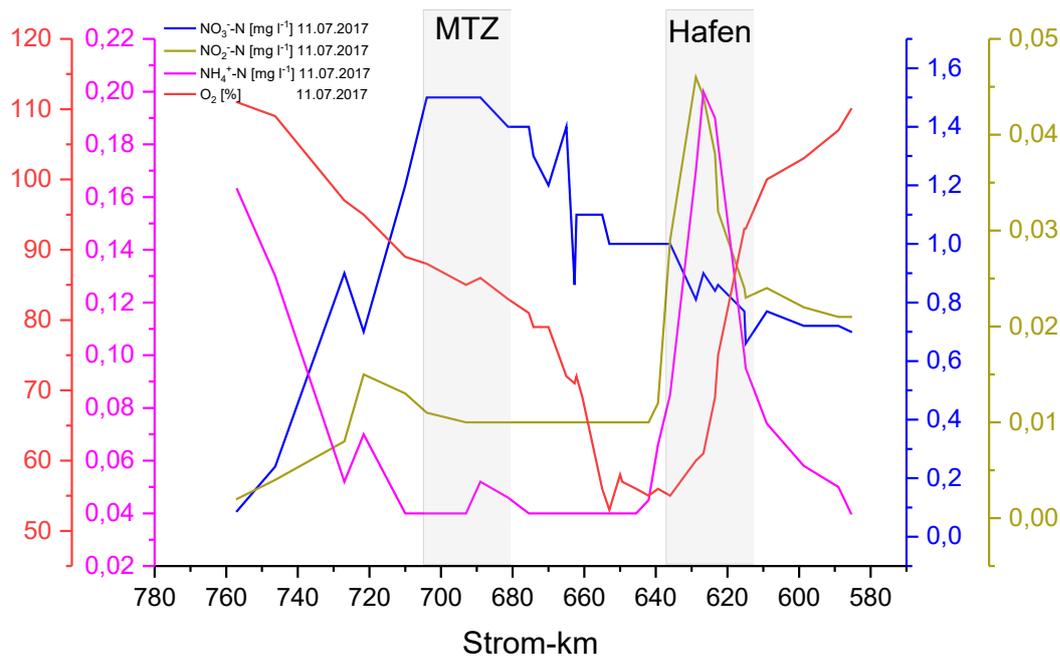


Abbildung 4-12: Darstellung der Sauerstoffsättigung und Konzentrationen von $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ im Längsprofil vom 11.07.2017 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe)

Im Bereich des Hafens erhöht sich die Konzentration an $\text{NH}_4^+\text{-N}$ auf $0,2 \text{ mg l}^{-1}$. Ursache dafür ist die Ammonifikation von stickstoffhaltigem organischem Material, wie z. B. Proteinen aus abgestorbenen Algenzellen durch Destruenten. Durch Nitrifikation wird über das Zwischenprodukt $\text{NO}_2\text{-N}$, dessen Konzentration auf $0,046 \text{ mg l}^{-1}$ steigt, dann unter weiterer Bindung von Sauerstoff zu $\text{NO}_3\text{-N}$ gebildet. Die Sauerstoffsättigung sinkt auf unter 60 % und zeigt damit das Sauerstofftal an. Im weiteren Verlauf des Ästuars setzt sich dieser Prozess fort, so dass die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentration ansteigt, bis die Durchmischung mit Meerwasser zu einem Abfall der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentration und einem Anstieg der Sauerstoffkonzentration führt.

Der Vergleich der Situation im Juli 2017 mit der im August 2018 verdeutlicht jedoch auch, dass besonders geringe Zuflüsse von Oberstrom und erhöhte Einträge an organischem Material die Ausprägung dieser Umsatzprozesse verstärken können (Abbildung 4-13). Am 13.08.2018 ist die Sauerstoffsättigung bereits bei den Proben im Bereich des Wehrs Geesthacht sehr gering und die $\text{NH}_4^+\text{-N}$ -Konzentration erreicht dort ihren Höchstwert der Befliegung von $0,32 \text{ mg l}^{-1}$. Je nach Gewässertyp liegen die Orientierungswerte der OGewV 2016 für $\text{NH}_4^+\text{-N}$ bei $\leq 0,2$ für den inneren Ästuarbereich einschließlich des Hafens oder $\leq 0,3 \text{ mg l}^{-1}$ für den Wasserkörper unterhalb des Hafens jeweils als Jahresmittelwert für den guten Zustand. Das Maximum der $\text{NO}_2\text{-N}$ -Konzentration liegt mit ungefähr $0,1 \text{ mg l}^{-1}$ sehr hoch und aufgrund der gestiegenen Aufenthaltszeit des Wassers bei geringem Oberstrom nicht nahe des Maximums der $\text{NH}_4^+\text{-N}$ -Konzentration, sondern wie üblich im Hafenbereich.

Die Zone, in der heterotrophe Abbauprozesse auftreten, war am 13.08.2018 deutlich, insbesondere zum Wehr Geesthacht hin, vergrößert. Inwieweit die besonderen Abflussbedingungen auch zu den Erhöhungen der $\text{NH}_4^+\text{-N}$ - und $\text{NO}_2^-\text{-N}$ -Konzentration beigetragen haben, kann ohne Berücksichtigung weiterer Informationen nicht beurteilt werden. Kamjunke et al. (2021) weisen auch unter Bezug auf Daten aus dem Sommer 2018 auf die Phytoplanktodynamik in diesem Zeitraum in der Binneneelbe und dessen Bedeutung für die Ausprägung der heterotrophen Prozesse hin. Rewrie et al. (submitted) weisen bei Untersuchungen zum Kohlenstoffumsatz im Elbe-Ästuar darauf hin, dass das System nach der Phase der sehr hohen Schadstoffbelastung durch Schwermetalle und organische Schadstoffe weiterhin einer großen Variabilität in den Stoffumsatzprozessen unterliegt. Durch den Klimawandel zu erwartende Perioden mit geringen Abflüssen und verstärkter Eintrag von Biomasse können zu negativen Beeinflussungen des Ästuars führen.

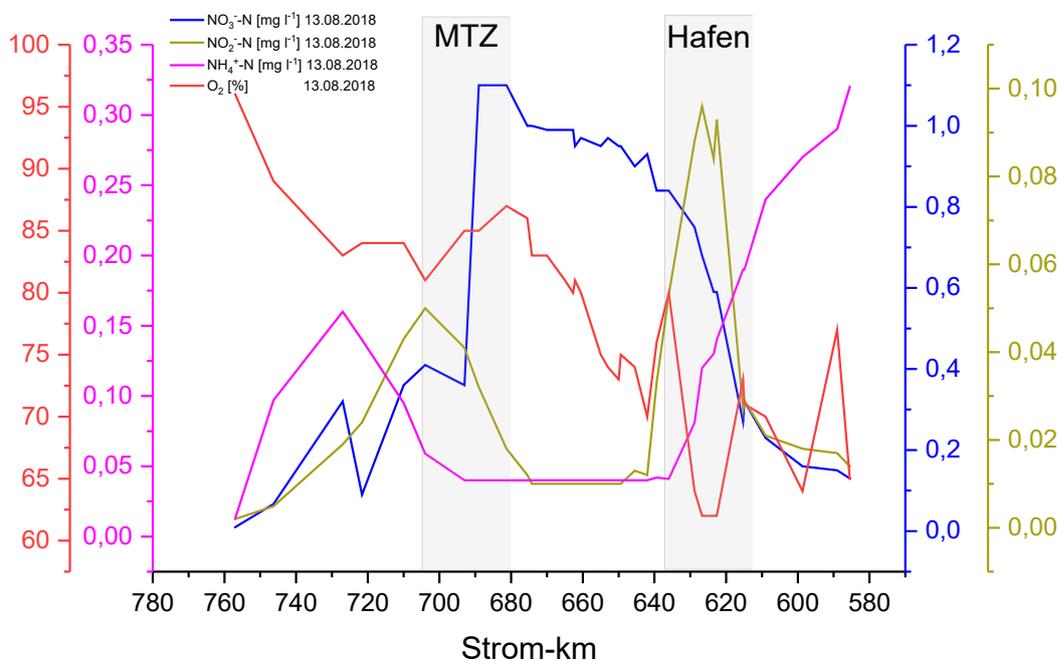


Abbildung 4-13: Darstellung der Sauerstoffsättigung und Konzentrationen von $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ und $\text{NO}_3^-\text{-N}$ im Längsprofil vom 13.08.2018 (Datengrundlage: Einzelprobe, Längsprofil Tideelbe)

BOX 11

Im Bereich des Hamburgs wird der oberhalb des Hafens dominante autotrophe Stoffumsatz durch einen heterotrophen abgelöst. Dieser Wechsel prägt die Ausbildung des Sauerstofftals und verdeutlicht sich in den unterschiedlichen Aspekten des Stickstoffumsatzes. Ammonifikation von stickstoffhaltigem organischem Material erhöht sich die Konzentration von $\text{NH}_4^+\text{-N}$ im Bereich des Hafens auf $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ und höher. Durch Nitrifikation erhöht sich zunächst die $\text{NO}_2^-\text{-N}$ -Konzentration auf bis zu $0,1 \text{ mg l}^{-1}$. Unter Sauerstoffnutzung wird danach $\text{NO}_3^-\text{-N}$ gebildet.



4.4 Fazit

Das Ästuar der Elbe stellt einen einzigartigen Natur- und Kulturraum dar, in dem sich Süß- und Salzwasser bei gleichzeitiger Beeinflussung durch die Gezeiten vermischen. Es entstehen räumliche Gradienten im Salzgehalt, der Trübung bzw. dem Schwebstoffgehalt und in vielen biogeochemischen Prozessen. Die nach der letzten Eiszeit entstandene amphibische Landschaft war durch Flussmarschen, ausgedehnten Mooren und Auenwäldern sowie einem weitverzweigten System an Flutrinnen mit Sandbänken und im Bereich des heutigen Hamburger Hafens durch ein Binnendelta charakterisiert. Durch Eindeichungen, Landgewinnung und Ausbau für die Schifffahrt wurde dieser Naturraum seit dem Mittelalter durch den Menschen verändert. Wesentliche Eigenschaften sind eine räumliche Differenzierung des Ästuars durch den Salzgehalt, die Schwebstoff- und die Sauerstoffkonzentration. Die durch den Gezeitenwechsel hervorgerufenen Einzigartigkeit und Dynamik in der Tideelbe macht es notwendig, ein besonderes Monitoringprogramm durchzuführen und angepasste Bewertungsmethoden für die biologischen Qualitätskomponenten anzuwenden. Seit 1978 sind die korrespondierende Probenahmen durch Hubschrauberbefliegungen ein zentraler Bestandteil im Monitoring.

Auf der Basis der Daten können wesentliche Eigenschaften und deren Änderungen im Elbeästuar über einen langen Zeitraum beschrieben werden. Bis 1990 lässt sich, beispielhaft an den Konzentrationen von NH_4^+ -N ausgewertet, eine Phase sehr hoher Belastung mit Nähr- und Schadstoffen ausmachen, die nach einem Rückgang der Belastungen zwischen 1990 und 1997 nun in eine Phase mit hoher Primärproduktion übergegangen ist. Ebenso ist die Verlagerung der Brackwasserzone von der Mündung hin zum Hamburger Hafen im Zuge des schrittweisen Ausbaus der Schifffahrtsstraße nachvollziehbar. Besondere Einflüsse auf die Trübungszone und den Mischungsbereich von Süß- und Salzwasser lassen sich durch die Daten der Hubschrauberbefliegungen im Berichtszeitraum von 2016 bis 2018 identifizieren. Die Ausprägung dieser Charakteristika wird z. B. vom Oberwasserzustrom beim jeweiligen Probenahmezeitpunkt beeinflusst.

Das Monitoring der Tideelbe durch die Hubschrauberbefliegungen ermöglicht es ebenso, aktuelle Belastungssituationen und biogeochemische Prozesse zu erkennen und Erklärungsansätze zu liefern. Beispielhaft steht dafür die Erfassung der saisonalen Ausbildung einer Zone mit vermindertem Sauerstoffgehalt im Bereich des Hamburger Hafens und stromabwärts, dem Sauerstofftal. Damit kann eine der wesentlichen Belastungen für die Bewirtschaftung der Tideelbe mit Auswirkung für das gesamte Einzugsgebiet charakterisiert werden und durch die langfristige Beobachtung auch die Beeinflussung durch Maßnahmen und externe Treiber wie dem Klimawandel erkannt werden. Die Monitoringdaten liefern



darüber hinaus auch Informationen über die zugrundeliegenden biogeochemischen Prozesse, die das Sauerstofftal verursachen.

Die ausgewählten Ergebnisse der Probenahmen durch Hubschrauberbefliegungen bestätigen die Notwendigkeit, diese besondere Art der Beobachtungen der Tideelbe fortzusetzen und bestehende Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit zu prüfen. Dies gilt umso mehr vor dem Hintergrund des Klimawandels und damit verbundenen Änderungen im Temperaturregime und Abflussverhalten der Elbe.



5 Ausblick auf den nächsten Elbebericht

Der nächste Elbebericht umfasst die Jahre von 2019 bis 2021. Der Zeitraum zeichnet sich durch fortgesetzte Niedrigwassersituationen aus, die die Gewässerqualität im gesamten deutschen Einzugsgebiet der Elbe beeinflusst haben. Im Hinblick auf die Erstellung der zweiten Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans, der Ende 2021 veröffentlicht wurde, wurden die fachbezogenen inhaltlichen Schwerpunkte weiter bearbeitet. Dazu zählen z. B. ein auf das Teileinzugsgebiet der Havel und Spree im Jahr 2020 erweitertes koordiniertes Messprogramm und ein zweiter Kurzbericht zur Umsetzung des Sedimentmanagementkonzeptes. Im zweiten aktualisierten Bewirtschaftungsplan wird eine Übersicht über die Bewertung des chemischen und ökologischen Zustands der Oberflächenwasserkörper und des mengenmäßigen und chemischen Zustands der Grundwasserkörper gegeben. Diese Ergebnisse sind auch in einem Online-Kartentool⁵ dargestellt, in dem über eine Verknüpfung zu Wasserkörpersteckbriefen dies Daten auch individuell für einzelne Oberflächenwasserkörper abgerufen werden können.

Im Elbebericht 2019 bis 2021 werden die in den vorherigen Elbeberichten aufgegriffenen Themen wie die Entwicklung der Nährstoffkonzentrationen, der PCB-Konzentrationsverlauf nach der Schadstofffreisetzung im Zuge der Instandhaltungsarbeiten an einer Eisenbahnbrücke in Ústí nad Labem oder die Darstellung beispielhafter Einzelstoffe fortgesetzt. Darüber hinaus werden als Schwerpunktthema die langjährigen Daten aus dem Monitoring der automatischen Messstationen an der Elbe vorgestellt und dabei auf die lange Phase mit geringen Abflüssen seit 2014 besonderes Augenmerk gelegt.

⁵ https://geoportal.bafg.de/karten/mapsfggelbe_2021/



Literatur

- Amann, T. (2013): Spatiotemporal variability of carbon and silica fluxes through the inner Elbe estuary, Germany. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften im Fachbereich Geowissenschaften der Universität Hamburg; 157 S.
- Arbeitsgruppe Elbeästuar (2011): Integrierter Bewirtschaftungsplan für das Elbeästuar. <http://www.natura2000-unterelbe.de/links-Gesamtplan.php>
- Bergemann, M. (2004): Die Trübungszone in der Tideelbe - Beschreibung der räumlichen und zeitlichen Entwicklung; 8 S. (<https://www.fgg-elbe.de/files/Download-Archive/Fachberichte/Truebungsverhaeltnisse/04Truebungsz.pdf>)
- DWD (2018): Jahrbuch 2018 des Deutschen Wetterdienstes; 68 S.
- FGG Elbe (2015a): Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2016 bis 2021.
- FGG Elbe (2015b): Hintergrunddokument zur Wichtigen Wasserbewirtschaftungsfrage „Verbesserung von Gewässerstruktur und Durchgängigkeit“ - Teilaspekt Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit; 50 S.
- FGG Elbe (2017): Elbebericht, Entwicklung des ökologischen und chemischen Zustands der Elbe 2009 – 2012, Schwerpunktthema Nährstoffe. Magdeburg, 92 S.
- FGG Elbe (2018): Nährstoffminderungsstrategie für die Flussgebietsgemeinschaft Elbe; 105 S.
- FGG Elbe (2019a): Salz- und Schadstoffbelastung der Binnenelbe beim Niedrigwasser 2016; 15 S.
- FGG Elbe (2019b): Schnellbericht zur Probenahme vom 07.05.2019, Bericht Nr. 2/2019
- FGG Elbe (2020a): Wasserbeschaffenheit der Elbe während des extremen Niedrigwassers von Juli bis Dezember 2018; 42 S.
- FGG Elbe (2020b): Elbebericht, Entwicklung des ökologischen und chemischen Zustands der Elbe 2013 – 2015, Schwerpunktthema Fische und Neunaugen; 100 S.
- FGG Elbe (2020c): Weiße Elster – Untersuchungen im Rahmen des koordinierten Elbe-Messprogramms 2017; 31 S.
- FGG Elbe (2021): Zweite Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2022 bis 2027; 338 S.
- FGG Elbe (2022): Strategiepapier der FGG Elbe zur Koordinierung der Überwachung an ausgewählten Überblicksmessstellen für Oberflächenwasserkörper des deutschen Elbestroms und bedeutender Nebenflüsse; 31 S
- Fuchs, S., Toshovski, S., Kaiser, M., Sacher, F. und Astrid Th. (2020): Belastung der Umwelt mit Bioziden realistischer erfassen - Schwerpunkt Einträge über Kläranlagen, Abschlussbericht, 190 S., UBA Texte 169
- Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (2016): Vorsorge und Schutz vor PCB- und anderen Schadstoffeinträgen aus Altanstrichen in Gewässer des internationalen



Flussgebiets der Elbe, 2. S., https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user_upload/D/04_Themen/02_Gewasserguete/PCB/IKSE-2016_Vorsorge_PCB_080916.pdf

Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (2018): Internationaler Warn- und Alarmplan Elbe 2018; 32 S.

Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (2022): Internationaler Warn- und Alarmplan Elbe - Übersicht der Meldungen im Zeitraum 01/2007 – 06/2022; 9 S.

Kamjunke, N., Rode, M., Baborowski, M., Kunz, J.V., Zehner, J., Borchardt, D. und M. Weitere (2021): High irradiation and low discharge promote the dominant role of phytoplankton in riverine nutrient dynamics. *Limnol. Oceanogr.* 66, 2021, 2648–2660

Kappenberg, J. und H.-U. Fanger (2007): Sedimenttransportgeschehen in der tidebeeinflussten Elbe, der Deutschen Bucht und in der Nordsee; 123 S. GKSS Bericht 2007/20.

OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV); Ausfertigungsdatum: 20.06.2016 (BGBl. I S. 1373)

Rewrie, L.C.V., Voynova, Y.G., van Beusekom, J., Sanders, T., Körtzinger, A., Brix, H., Ollesch, G. und B. Baschek (2023a): Significant shifts in inorganic carbon and ecosystem state in a temperate estuary (1985–2018). *Limnol. Oceanogr.* 9999, 2023, 1–16, doi: 10.1002/lno.12395

Rewrie, L.C.V., Baschek, B., van Beusekom, T., Körtzinger, A., Ollesch, G. und Y.G. Voynova (2023): Recent inorganic carbon increase in a temperate estuary driven by water quality improvement and enhanced by droughts. In Press *Biogeoscience*

Umweltbundesamt (2022, 18. November) Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), <https://www.umweltbundesamt.de/perfluorooctansulfonsaeure-pfos>.

Umweltbundesamt (2022, 18. November): Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen – PFAS, <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/stoffradar/pfas>.

Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord (Hg.) (2006): Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg. 23 S.

Weilbeer, H., Winterscheid, A., Strotmann, T., Entelmann, I., Shaikh, S. und B. Vaessen (2021): Analyse der hydrologischen und morphologischen Entwicklung in der Tideelbe für den Zeitraum von 2013 bis 2018. In: *Die Küste* 89. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 57-129. <https://doi.org/10.18171/1.089104>.



Anhänge

Anhang 1 – Anlage 8 OGeWV

Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer 1 (Oberflächengewässerverordnung - OGeWV)
Anlage 8 (zu § 2 Nummer 4 und 5, § 6 Satz 1,
§ 7 Absatz 1 Nummer 1 und 2, § 10 Absatz 2 Satz 2,
§ 13 Absatz 1 Nummer 2a, § 15 Absatz 1 Satz 1 und 2)
Umweltqualitätsnormen zur Beurteilung des chemischen Zustands

(Fundstelle: BGBl. I 2016,1424 - 1431)

1. Die zur Einstufung des chemischen Zustands zugrunde zu legenden Stoffe und deren Umweltqualitätsnormen ergeben sich aus den Tabellen 1 und 2. Sofern nicht anders angegeben, gelten die Umweltqualitätsnormen der Tabelle 2 für die Gesamtkonzentration aller Isomere. Die Nummerierung der Tabellen 1 und 2 folgt der Tabelle in Anhang II der Richtlinie 2013/39/EU.
2. Die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen ist für die in der Tabelle 2 aufgeführten Stoffe mit Ausnahme der Stoffe, die der Spalte 9 der Tabelle 1 zuzuordnen sind, zu überwachen, sofern es Einleitungen oder Einträge dieser Stoffe im Einzugsgebiet der für den Oberflächenwasserkörper repräsentativen Messstelle gibt. Die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen ist für die in der Tabelle 2 aufgeführten Stoffe, die der Spalte 9 der Tabelle 1 zuzuordnen sind, zu überwachen, sofern es signifikante Einleitungen oder Einträge dieser Stoffe im Einzugsgebiet der für den Oberflächenwasserkörper repräsentativen Messstelle gibt. Einleitungen oder Einträge sind signifikant, wenn zu erwarten ist, dass die halbe Umweltqualitätsnorm überschritten ist. Für Stoffe der Spalte 7 der Tabelle 1 ist eine weniger intensive Überwachung nach Anlage 10 Nummer 4 möglich.
3. Die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen, in Tabelle 2 gekennzeichnet als JD-UQN, ist anhand des Jahresdurchschnittswertes nach Maßgabe der Anlage 9 Nummer 3.2.2 zu überprüfen. Die Umweltqualitätsnormen, in Tabelle 2 gekennzeichnet als ZHK-UQN, sind anhand der zulässigen Höchstkonzentration nach Maßgabe der Anlage 9 Nummer 3.2.1 zu überprüfen. Die Umweltqualitätsnormen, in Tabelle 2 gekennzeichnet als Biota-UQN, sind nach Maßgabe der Anlage 9 Nummer 3.2.3 zu überprüfen. Im Übrigen gilt Anlage 9 Nummer 3.1 und 3.3.

Tabelle 1
Stoffe des chemischen Zustands

Nr.	Spalte 1 Stoffname	Spalte 2 CAS- Nummer	Spalte 3 EU-Nummer	Spalte 4 Stoff mit überarbeiteter UQN nach § 7 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1	Spalte 5 neu geregelter Stoff nach § 7 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2	Spalte 6 Trendermittlung nach § 15 Absatz 1 erforderlich	Spalte 7 ubiquitärer Stoff, (weniger intensive Überwachung nach Anlage 10 Nummer 4 möglich)	Spalte 8 prioritärer Stoff nach § 2 Nummer 4	Spalte 9 bestimmter anderer Schadstoff nach § 2 Nummer 5	Spalte 10 prioritärer gefährlicher Stoff
1	Alachlor	15972-60-8	240-110-8					X		
2	Anthracen	120-12-7	204-371-1	X		X		X		X
3	Atrazin	1912-24-9	217-617-8					X		



Nr.	Spalte 1 Stoffname	Spalte 2 CAS- Nummer	Spalte 3 EU-Nummer	Spalte 4 Stoff mit überarbeiteter UQN nach § 7 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1	Spalte 5 neu geregelter Stoff nach § 7 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2	Spalte 6 Trendermittlung nach § 15 Absatz 1 erforderlich	Spalte 7 ubiquitärer Stoff, (weniger intensive Überwachung nach Anlage 10 Nummer 4 möglich)	Spalte 8 prioritärer Stoff nach § 2 Nummer 4	Spalte 9 bestimmter anderer Schadstoff nach § 2 Nummer 5	Spalte 10 prioritärer gefährlicher Stoff
4	Benzol	71-43-2	200-753-7					X		
5	Bromierte Diphenylether ¹			X		X	X	X		X
6	Cadmium und Cadmiumverbindungen	7440-43-9	231-152-8			X		X		X
6a	Tetrachlorkohlenstoff	56-23-5							X	
7	C10-13 Chloralkane ²	85535-84-8	287-476-5			X		X		X
8	Chlorfenvinphos	470-90-6	207-432-0					X		
9	Chlorpyrifos (Chlorpyrifos- Ethyl)	2921-88-2	220-864-4					X		
9a	Cyclodien Pestizide: Aldrin Dieldrin Endrin Isodrin	309-00-2 60-57-1 72-20-8 465-73-6							X X X X	
9b	DDT insgesamt ³ 4,4-DDT	nicht anwendbar 50-29-3							X X	
10	1,2-Dichlorethan	107-06-2	203-458-1					X		
11	Dichlormethan	75-09-2	200-838-9					X		
12	Bis(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	204-211-0			X		X		X
13	Diuron	330-54-1	206-354-4					X		
14	Endosulfan ⁴	115-29-7	204-079-4					X		X
15	Fluoranthren	206-44-0	205-912-4	X		X		X		
16	Hexachlorbenzol	118-74-1	204-273-9			X		X		X
17	Hexachlorbutadien	87-68-3	201-765-5			X		X		X
18	Hexachlorcyclohexan ⁵	608-73-1	210-168-9			X		X		X
19	Isoproturon	34123-59-6	251-835-4					X		
20	Blei und Bleiverbindungen	7439-92-1	231-100-4	X		X		X		
21	Quecksilber und Quecksilberverbindungen	7439-97-6	231-106-7			X	X	X		X
22	Naphthalin	91-20-3	202-049-5	X				X		
23	Nickel und Nickelverbindungen	7440-02-0	231-111-4	X				X		



Nr.	Spalte 1 Stoffname	Spalte 2 CAS- Nummer	Spalte 3 EU-Nummer	Spalte 4 Stoff mit überarbeiteter UQN nach § 7 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1	Spalte 5 neu geregelter Stoff nach § 7 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2	Spalte 6 Trendermittlung nach § 15 Absatz 1 erforderlich	Spalte 7 ubiquitärer Stoff, (weniger intensive Überwachung nach Anlage 10 Nummer 4 möglich)	Spalte 8 prioritärer Stoff nach § 2 Nummer 4	Spalte 9 bestimmter anderer Schadstoff nach § 2 Nummer 5	Spalte 10 prioritärer gefährlicher Stoff
24	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	84852-15-3 ⁶						X		X
25	Octylphenol ⁷	Nicht anwendbar						X		
26	Pentachlorbenzol	608-93-5	210-172-0			X		X		X
27	Pentachlorphenol	87-86-5	201-778-6					X		
28	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) Benzo[a]pyren Benzo[b]fluoranthen Benzo[k]fluoranthen Benzo[g,h,i]-perylene Indeno[1,2,3-cd]-pyren	nicht anwendbar 50-32-8 205-99-2 207-08-9 191-24-2 193-39-5	200-028-5 205-911-9 205-916-6 205-883-8 205-893-2	X		X	X	X		X
29	Simazin	122-34-9	204-535-2					X		
29a	Tetrachlorethylen	127-18-4							X	
29b	Trichlorethylen	79-01-6							X	
30	Tributylzinnverbindungen (Tributylzinn-Kation)	(36643-28-4)				X	X	X		X
31	Trichlorbenzol ⁸	12002-48-1	234-413-4					X		
32	Trichlormethan	67-66-3	200-663-8					X		
33	Trifluralin	1582-09-8	216-428-8					X		X
34	Dicofol	115-32-2	204-082-0		X	X		X		X
35	Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)	1763-23-1	217-179-8		X	X	X	X		X
36	Quinoxifen	124495-18-7			X	X		X		X
37	Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen ⁹				X	X	X	X		X
38	Aclonifen	74070-46-5	277-704-1		X			X		
39	Bifenox	42576-02-3	255-894-7		X			X		
40	Cybutryn	28159-98-0	248-872-3		X			X		
41	Cypermethrin ¹⁰	52315-07-8	257-842-9		X			X		
42	Dichlorvos	62-73-7	200-547-7		X			X		



Nr.	Spalte 1 Stoffname	Spalte 2 CAS- Nummer	Spalte 3 EU-Nummer	Spalte 4 Stoff mit überarbeiteter UQN nach § 7 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1	Spalte 5 neu geregelter Stoff nach § 7 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2	Spalte 6 Trendermittlung nach § 15 Absatz 1 erforderlich	Spalte 7 ubiquitärer Stoff, (weniger intensive Überwachung nach Anlage 10 Nummer 4 möglich)	Spalte 8 prioritärer Stoff nach § 2 Nummer 4	Spalte 9 bestimmter anderer Schadstoff nach § 2 Nummer 5	Spalte 10 prioritärer gefährlicher Stoff
43	Hexabromcyclohexan (HBCDD) ¹¹				X	X	X	X		X
44	Heptachlor und Heptachlorepoxyd	76-44-8/ 1024-57-3	200-962-3/ 213-831-0		X	X	X	X		X
45	Terbutryn	886-50-0	212-950-5		X			X		
46	Nitrat									

- 1 Für die unter bromierte Diphenylether (Nummer 5) fallende Gruppe prioritärer Stoffe beziehen sich alle Angaben auf die Summe der Konzentrationen von Kongeneren der Nummern BDE28 (CAS-Nr. 41318-75-6), BDE47 (CAS-Nr. 5436-43-1), BDE99 (CAS-Nr. 60348-60-9), BDE100 (CAS-Nr. 189084-64-8), BDE153 (CAS-Nr. 68631-49-2) und BDE154 (CAS-Nr. 207122-15-4). Als prioritärer gefährlicher Stoff eingestuft sind nur Tetrabromdiphenylether (CAS-Nr. 40088-47-9), Pentabromdiphenylether (CAS-Nr. 32534-81-9), Hexabromdiphenylether (CAS-Nr. 36483-60-0 und Heptabromdiphenylether (CAS-Nr. 68928-80-3).
- 2 Für diese Stoffgruppe ist kein Indikatorparameter verfügbar. Der bzw. die Indikatorparameter müssen durch die Analysenmethode definiert werden.
- 3 DDT insgesamt umfasst die Summe der Isomere 4,4-DDT (CAS-Nr. 50-29-3; EU-Nr. 200-024-3), 2,4-DDT (CAS-Nr. 789-02-6; EU-Nr. 212-332-5), 4,4-DDE (CAS-Nr. 72-55-9; EU-Nr. 200-784-6) und 4,4-DDD (CAS-Nr. 72-54-8; EU-Nr. 200-783-0).
- 4 Summe der zwei (Stereo-)Isomere α -Endosulfan (CAS-Nr. 959-98-8) und β -Endosulfan (CAS-Nr. 33213-65-9).
- 5 Summe der Isomere α -, β -, γ - und δ -HCH.
- 6 Nonylphenol (CAS-Nr. 25154-52-3, EU-Nr. 246-672-0) einschließlich der Isomere 4-Nonylphenol (CAS-Nr. 104-40-5, EU-Nr. 203-199-4) und 4-Nonylphenol (verzweigt) (CAS-Nr. 84852-15-3, EU-Nr. 284-325-5).
- 7 Octylphenol (CAS-Nr. 1806-26-4, EU-Nr. 217-302-5) einschließlich des Isomers (4-(1,1',3,3'-Tetramethylbutyl)-phenol) (CAS-Nr. 140-66-9, EU-Nr. 205-426-2).
- 8 Summe von 1,2,3-Trichlorbenzol (TCB), 1,2,4-TCB und 1,3,5-TCB.
- 9 Die Angaben beziehen sich auf folgende Verbindungen:
7 polychlorierte Dibenzoparadiioxine (PCDD): 2,3,7,8-T4CDD (CAS-Nr. 1746-01-6), 1,2,3,7,8-P5CDD (CAS-Nr. 40321-76-4), 1,2,3,4,7,8-H6CDD (CAS-Nr. 39227-28-6), 1,2,3,6,7,8-H6CDD (CAS-Nr. 57653-85-7), 1,2,3,7,8,9-H6CDD (CAS-Nr. 19408-74-3), 1,2,3,4,6,7,8-H7CDD (CAS-Nr. 35822-46-9), 1,2,3,4,6,7,8,9-O8CDD (CAS-Nr. 3268-87-9)
10 polychlorierte Dibenzofurane (PCDF): 2,3,7,8-T4CDF (CAS-Nr. 51207-31-9), 1,2,3,7,8,-P5CDF (CAS-Nr. 57117-41-6), 2,3,4,7,8,-P5CDF (CAS-Nr. 57117-31-4), 1,2,3,4,7,8-H6CDF (CAS-Nr. 70648-26-9), 1,2,3,6,7,8,-H6CDF (CAS-Nr. 57117-44-9), 1,2,3,7,8,9-H6CDF (CAS-Nr. 72918-21-9), 2,3,4,6,7,8-H6CDF (CAS-Nr. 60851-34-5), 1,2,3,4,6,7,8-H7CDF (CAS-Nr. 67562-39-4), 1,2,3,4,7,8,9-H7CDF (CAS-Nr. 55673-89-7), 1,2,3,4,6,7,8,9-O8CDF (CAS-Nr. 39001-02-0).
12 dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCB-DL): 3,3',4,4'-T4CB (PCB 77, CAS-Nr. 32598-13-3), 3,3',4',5'-T4CB (PCB 81, CAS-Nr. 70362-50-4), 2,3,3',4,4'-P5CB (PCB 105, CAS-Nr. 32598-14-4), 2,3,4,4',5'-P5CB (PCB 114, CAS-Nr. 74472-37-0), 2,3',4,4',5'-P5CB (PCB 118, CAS-Nr. 31508-00-6), 2,3',4,4',5'-P5CB (PCB 123, CAS-Nr. 65510-44-3), 3,3',4,4',5'-P5CB (PCB 126, CAS-Nr. 57465-28-8), 2,3,3',4,4',5'-H6CB (PCB 156, CAS-Nr. 38380-08-4), 2,3,3',4,4',5'-H6CB (PCB 157, CAS-Nr. 69782-90-7), 2,3',4,4',5',5'-H6CB (PCB 167, CAS-Nr. 52663-72-6), 3,3',4,4',5',5'-H6CB (PCB 169, CAS-Nr. 32774-16-6), 2,3,3',4,4',5',5',-H7CB (PCB 189, CAS-Nr. 39635-31-9).
- 10 CAS-Nr. 52315-07-8 bezieht sich auf eine Isomermischung von Cypermethrin, α -Cypermethrin (CAS-Nr. 67375-30-8), β -Cypermethrin (CAS-Nr. 65731-84-2), θ -Cypermethrin (CAS-Nr. 71697-59-1) und ζ -Cypermethrin (CAS-Nr. 52315-07-8).
- 11 1,3,5,7,9,11-HBCDD (CAS-Nr. 25637-99-4), 1,2,5,6,9,10-HBCDD (CAS-Nr. 3194-55-6), α -HBCDD (CAS-Nr. 134237-50-6), β -HBCDD (CAS-Nr. 134237-51-7) und γ -HBCDD (CAS-Nr. 134237-52-8)



Tabelle 2
Umweltqualitätsnormen

Nr.	Stoffname	CAS- Nummer	JD-UQN ¹ in µg/l	JD-UQN ¹ in µg/l	ZHK-UQN ¹ in µg/l	ZHK-UQN ¹ in µg/l	Biota-UQN ² in µg/kg Nassgewicht
			oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer	Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 3 Nummer 2 des Wasserhaushaltsgesetzes	oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer	Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 3 Nummer 2 des Wasserhaushaltsgesetzes	Oberflächen- gewässer
1	Alachlor	15972-60-8	0,3	0,3	0,7	0,7	
2	Anthracen	120-12-7	0,1	0,1	0,1	0,1	
3	Atrazin	1912-24-9	0,6	0,6	2	2	
4	Benzol	71-43-2	10	8	50	50	
5	Bromierte Diphenylether ³				0,14	0,014	0,0085
6	Cadmium und Cadmiumverbindungen (je nach Wasserhärteklasse) ⁴	7440-43-9	≤ 0,08 (Klasse 1) 0,08 (Klasse 2) 0,09 (Klasse 3) 0,15 (Klasse 4) 0,25 (Klasse 5)	0,2	≤ 0,45 (Klasse 1) 0,45 (Klasse 2) 0,6 (Klasse 3) 0,9 (Klasse 4) 1,5 (Klasse 5)	≤ 0,45 (Klasse 1) 0,45 (Klasse 2) 0,6 (Klasse 3) 0,9 (Klasse 4) 1,5 (Klasse 5)	
6a	Tetrachlorkohlenstoff	56-23-5	12	12	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
7	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	0,4	0,4	1,4	1,4	
8	Chlorfenvinphos	470-90-6	0,1	0,1	0,3	0,3	
9	Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-Ethyl)	2921-88-2	0,03	0,03	0,1	0,1	
9a	Cyclodien Pestizide ³ :		Σ = 0,01	Σ = 0,005	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
	Aldrin	309-00-2					
	Dieldrin	60-57-1					
	Endrin	72-20-8					
	Isodrin	465-73-6					
9b	DDT insgesamt ³	nicht anwendbar	0,025	0,025	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
	4,4-DDT ³	50-29-3	0,01	0,01	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
10	1,2-Dichlorethan	107-06-2	10	10	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
11	Dichlormethan	75-09-2	20	20	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
12	Bis(2-ethyl-hexyl) phthalat (DEHP) ³	117-81-7	1,3	1,3	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
13	Diuron	330-54-1	0,2	0,2	1,8	1,8	
14	Endosulfan	115-29-7	0,005	0,0005	0,01	0,004	
15	Fluoranthen	206-44-0	0,0063	0,0063	0,12	0,12	30
16	Hexachlorbenzol ³	118-74-1			0,05	0,05	10



Nr.	Stoffname	CAS-Nummer	JD-UQN ¹ in µg/l	JD-UQN ¹ in µg/l	ZHK-UQN ¹ in µg/l	ZHK-UQN ¹ in µg/l	Biota-UQN ² in µg/kg Nassgewicht
			oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer	Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 3 Nummer 2 des Wasserhaushaltsgesetzes	oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer	Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 3 Nummer 2 des Wasserhaushaltsgesetzes	Oberflächen- gewässer
17	Hexachlorbutadien	87-68-3			0,6	0,6	55
18	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	0,02	0,002	0,04	0,02	
19	Isoproturon	34123-59-6	0,3	0,3	1	1	
20	Blei und Bleiverbindungen	7439-92-1	1,2 ⁵	1,3 ⁵	14	14	
21	Quecksilber und Quecksilberverbindungen	7439-97-6			0,07	0,07	20
22	Naphthalin	91-20-3	2	2	130	130	
23	Nickel und Nickelverbindungen	7440-02-0	4 ⁵	8,6 ⁵	34	34	
24	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	84852-15-3	0,3	0,3	2	2	
25	Octylphenol ((4-(1,1',3,3'- Tetramethylbutyl)-phenol)	140-66-9	0,1	0,01	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
26	Pentachlorbenzol ³	608-93-5	0,007	0,0007	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
27	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,4	1	1	
28	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ⁵ :	nicht anwendbar	nicht anwendbar	nicht anwendbar	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
	Benzo[a]pyren ³	50-32-8	0,00017	0,00017	0,27	0,027	5
	Benzo[b]fluoranthren ³	205-99-2	6	6	0,017	0,017	6
	Benzo[k]fluoranthren ³	207-08-9			0,017	0,017	6
	Benzo[g,h,i]-perylen ³	191-24-2	6	6	0,0082	0,00082	6
	Indeno[1,2,3-cd]-pyren ³	193-39-5			nicht anwendbar	nicht anwendbar	6
29	Simazin	122-34-9	1	1	4	4	
29a	Tetrachlorethylen	127-18-4	10	10	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
29b	Trichlorethylen	79-01-6	10	10	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
30	Tributylzinn-Verbindungen (Tributylzinn-Kation) ³	36643-28-4	0,0002	0,0002	0,0015	0,0015	
31	Trichlorbenzole	12002-48-1	0,4	0,4	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
32	Trichlormethan	67-66-3	2,5	2,5	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
33	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,03	nicht anwendbar	nicht anwendbar	
34	Dicofol	115-32-2	0,0013	0,000032	nicht anwendbar	nicht anwendbar	33
35	Perfluoroktansulfansäure und ihre Derivate (PFOS)	1763-23-1	0,00065	0,00013	36	7,2	9,1
36	Quinoxyfen	124495-18-7	0,15	0,015	2,7	0,54	



Nr.	Stoffname	CAS-Nummer	JD-UQN ¹ in µg/l	JD-UQN ¹ in µg/l	ZHK-UQN ¹ in µg/l	ZHK-UQN ¹ in µg/l	Biota-UQN ² in µg/kg Nassgewicht
			oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer	Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 3 Nummer 2 des Wasserhaushaltsgesetzes	oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer	Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 3 Nummer 2 des Wasserhaushaltsgesetzes	Oberflächen- gewässer
37	Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen				nicht anwendbar	nicht anwendbar	Summe PCDD+PCDF+PCDL 0,0065 µg/kg TEQ ⁷
38	Aclinofen	74070-46-5	0,12	0,012	0,12	0,012	
39	Bifenox	42576-02-3	0,012	0,0012	0,04	0,004	
40	Cybutryn	28159-98-0	0,0025	0,0025	0,016	0,016	
41	Cypermethrin	52315-07-8	0,00008	0,000008	0,0006	0,00006	
42	Dichlorvos	62-73-7	0,0006	0,00006	0,0007	0,00007	
43	Hexabromcyclododecan (HBCDD)		0,0016	0,0008	0,5	0,05	167
44	Heptachlor und Heptachlorepoxyd	76-44-8/ 1024-57-3	0,0000002	0,00000001	0,0003	0,00003	0,0067
45	Terbutryn	886-50-0	0,065	0,0065	0,34	0,034	
46	Nitrat		50 x 10 ³				

- 1 Mit Ausnahme von Cadmium, Blei, Quecksilber und Nickel (Metalle) sind die Umweltqualitätsnormen als Gesamtkonzentrationen in der gesamten Wasserprobe ausgedrückt. Bei Metallen bezieht sich die Umweltqualitätsnorm auf die gelöste Konzentration, d. h. die gelöste Phase einer Wasserprobe, die durch Filtration durch ein 0,45-µm-Filter oder eine gleichwertige Vorbehandlung gewonnen wird.
- 2 Sofern nicht anders vermerkt, bezieht sich die Biota-UQN auf Fische. Für Stoffe mit den Nummern 15 (Fluoranthren) und 28 (PAK) bezieht sich die Biota-UQN auf Krebstiere und Weichtiere. Für den Stoff mit der Nummer 37 (Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen) bezieht sich die Biota-UQN auf Fische, Krebstiere und Weichtiere. Sind für einen Stoff Biota-UQN und JD-UQN für die Gesamtwasserphase vorgesehen, darf die JD-UQN der Einstufung nur zugrunde gelegt werden, wenn die Erhebung von Biotadaten nicht möglich ist.
- 3 Der Gesamtgehalt kann auch aus Messungen des am Schwebstoff adsorbierten Anteils ermittelt werden. Der Gesamtgehalt bezieht sich in diesem Fall
 1. bei Entnahme mittels Durchlaufzentrifuge auf die Gesamtprobe;
 2. bei Entnahme mittels Absetzbecken oder Sammelkästen auf die Fraktion kleiner 2 mm. Hierbei ist über den Sammelzeitraum ein repräsentativer Schwebstoffgehalt zu ermitteln.
- 4 Bei Cadmium und Cadmiumverbindungen hängt die Umweltqualitätsnorm von der Wasserhärte ab, die in fünf Klassenkategorien abgebildet wird (Klasse 1: < 40 mg CaCO₃/l, Klasse 2: 40 bis < 50 mg CaCO₃/l, Klasse 3: 50 bis < 100 mg CaCO₃/l, Klasse 4: 100 bis < 200 mg CaCO₃/l und Klasse 5: ≥ 200 mg CaCO₃/l). Zur Beurteilung der Jahresdurchschnittskonzentration an Cadmium und Cadmiumverbindungen wird die Umweltqualitätsnorm der Härteklasse verwendet, die sich aus dem fünfzigsten Perzentil der parallel zu den Cadmiumkonzentrationen ermittelten CaCO₃-Konzentrationen ergibt.
- 5 Diese UQN bezieht sich auf bioverfügbare Konzentrationen.
- 6 Bei der Gruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (Nummer 28) beziehen sich die Biota-UQN und die entsprechende JD-UQN in Wasser auf die Konzentration von Benzo[a]pyren, auf dessen Toxizität diese beruhen. Benzo[a]pyren kann als Marker für die anderen PAK betrachtet werden; daher ist nur Benzo[a]pyren zum Vergleich der Biota-UQN und der entsprechenden JD-UQN in Wasser zu überwachen.
- 7 PCDD: polychlorierte Dibenzoparadioxine; PCDF: polychlorierte Dibenzofurane; PCB-DL: dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle; TEQ: Toxizitätsäquivalente nach den Toxizitätsäquivalenzfaktoren der Weltgesundheitsorganisation von 2005; (van den Berg, M. (2006) et. al.: the 2005 World Health Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds veröffentlicht in toxicological sciences 93(2), 223-241 (2006).



Anhang 2 – Anlage 6 OGewV

Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer 1 (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) Anlage 6 (zu § 2 Nummer 6, § 5 Absatz 5 Satz 1 und 2, § 10 Absatz 2 Satz 1) Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials

(Fundstelle: BGBl. I 2016, 1410 - 1413)

1. Die Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe ergeben sich aus nachstehender Tabelle.
2. Die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen ist nur im Hinblick auf solche Schadstoffe zu überwachen, die in signifikanten Mengen in das Einzugsgebiet der für den Oberflächenwasserkörper repräsentativen Messstelle eingeleitet oder eingetragen werden. Mengen sind signifikant, wenn zu erwarten ist, dass die Hälfte der Umweltqualitätsnorm überschritten wird.
3. Die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen, gekennzeichnet als JD-UQN, ist anhand des Jahresdurchschnittswertes nach Maßgabe der Anlage 9 Nummer 3.2.2 zu überprüfen. Die Umweltqualitätsnormen, gekennzeichnet als ZHK-UQN, sind anhand der zulässigen Höchstkonzentration nach Maßgabe der Anlage 9 Nummer 3.2.1 zu überprüfen. Im Übrigen gilt Anlage 9 Nummer 3.1 und 3.3.

Nr.	CAS-Nr. ¹	Stoffname	JD-UQN oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer		ZHK-UQN oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer	JD-UQN Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 7 Absatz 5 Satz 2 des Wasserhaushaltsgesetzes		ZHK-UQN Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 7 Absatz 5 Satz 2 des Wasserhaushaltsgesetzes
			Wasser µg/l ²	Schwebstoff oder Sediment mg/kg ³	Wasser µg/l ²	Wasser µg/l ²	Schwebstoff oder Sediment mg/kg ³	Wasser µg/l ²
1	88-73-3	1-Chlor-2-nitrobenzol	10			10		
2	100-00-5	1-Chlor-4-nitrobenzol	30			30		
3	94-75-7	2,4-D	0,2		1	0,02		0,2
4	834-12-8	Ametryn	0,5			0,5		
5	62-53-3	Anilin	0,8			0,8		
6	7440-38-2	Arsen		40			40	
7	2642-71-9	Azinphos-ethyl	0,01			0,01		
8	86-50-0	Azinphos-methyl	0,01			0,01		
9	25057-89-0	Bentazon	0,1			0,1		
10	314-40-9	Bromacil	0,6			0,6		
11	1689-84-5	Bromoxynil	0,5			0,5		
12	10605-21-7	Carbendazim	0,2		0,7	0,02		0,1
13	108-90-7	Chlorbenzol	1			1		



Nr.	CAS-Nr. ¹	Stoffname	JD-UQN oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer		ZHK-UQN oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer	JD-UQN Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 7 Absatz 5 Satz 2 des Wasserhaushaltsgesetzes		ZHK-UQN Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 7 Absatz 5 Satz 2 des Wasserhaushaltsgesetzes
			Wasser µg/l ²	Schwebstoff oder Sediment mg/kg ³	Wasser µg/l ²	Wasser µg/l ²	Schwebstoff oder Sediment mg/kg ³	Wasser µg/l ²
14	79-11-8	Chloressigsäure	0,6		8	0,06		2
15	15545-48-9	Chlortoluron	0,4			0,4		
16	7440-47-3	Chrom		640			640	
17	57-12-5	Cyanid	10			10		
18	333-41-5	Diazinon	0,01			0,01		
19	120-36-5	Dichlorprop	0,1			0,1		
20	83164-33-4	Diflufenican	0,009			0,009		
21	60-51-5	Dimethoat	0,07		1	0,007		0,1
22	149961-52-4	Dimoxystrobin	0,03		2	0,003		0,2
23	133855-98-8	Epoconazol	0,2			0,2		
24	38260-54-7	Etrimphos	0,004			0,004		
25	122-14-5	Fenitrothion	0,009			0,009		
26	67564-91-4	Fenpropimorph	0,02		20	0,002		20
27	55-38-9	Fenthion	0,004			0,004		
28	142459-58-3	Flufenacet	0,04		0,2	0,004		0,02
29	96525-23-4	Flurtamone	0,2		1	0,02		0,1
30	51235-04-2	Hexazinon	0,07			0,07		
31	105827-78-9 138261-41-3	Imidacloprid	0,002		0,1	0,0002		0,01
32	7440-50-8	Kupfer		160			160	
33	330-55-2	Linuron	0,1			0,1		
34	121-75-5	Malathion	0,02			0,02		
35	94-74-6	MCPA	2			2		
36	7085-19-0	Mecoprop	0,1			0,1		
37	67129-08-2	Metazachlor	0,4			0,4		
38	18691-97-9	Methabenzthiazuron	2			2		
39	51218-45-2	Metolachlor	0,2			0,2		
40	21087-64-9	Metribuzin	0,2			0,2		
41	1746-81-2	Monolinuron	0,2		20	0,02		2
42	111991-09-4	Nicosulfuron	0,009		0,09	0,0009		0,009
43	98-95-3	Nitrobenzol	0,1			0,1		



Nr.	CAS-Nr. ¹	Stoffname	JD-UQN oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer		ZHK-UQN oberirdische Gewässer ohne Übergangsgewässer	JD-UQN Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 7 Absatz 5 Satz 2 des Wasserhaushaltsgesetzes		ZHK-UQN Übergangsgewässer und Küstengewässer nach § 7 Absatz 5 Satz 2 des Wasserhaushaltsgesetzes
			Wasser µg/l ²	Schwebstoff oder Sediment mg/kg ³	Wasser µg/l ²	Wasser µg/l ²	Schwebstoff oder Sediment mg/kg ³	Wasser µg/l ²
44	1113-02-6	Omethoat	0,004		2	0,0004		0,2
45	56-38-2	Parathion-ethyl	0,005			0,005		
46	298-00-0	Parathion-methyl	0,02			0,02		
47	7012-37-5	PCB-28	0,0005 ⁵	0,02		0,0005 ⁵	0,02	
48	35693-99-3	PCB-52	0,0005 ⁵	0,02		0,0005 ⁵	0,02	
49	37680-73-2	PCB-101	0,0005 ⁵	0,02		0,0005 ⁵	0,02	
50	35065-28-2	PCB-138	0,0005 ⁵	0,02		0,0005 ⁵	0,02	
51	35065-27-1	PCB-153	0,0005 ⁵	0,02		0,0005 ⁵	0,02	
52	35065-29-3	PCB-180	0,0005 ⁵	0,02		0,0005 ⁵	0,02	
53	85-01-8	Phenanthren	0,5			0,5		
54	14816-18-3	Phoxim	0,008			0,008		
55	137641-05-5	Picolinafen	0,007			0,007		
56	23103-98-2	Pirimicarb	0,09			0,09		
57	7287-19-6	Prometryn	0,5			0,5		
58	60207-90-1	Propiconazol	1			1		
59	1698-60-8	Pyrazon (Chloridazon)	0,1			0,1		
60	7782-49-2	Selen ⁴	3			3		
61	7440-22-4	Silber ⁴	0,02			0,02		
62	99105-77-8	Sulcotrion	0,1		5	0,01		1
63	5915-41-3	Terbuthylazin	0,5			0,5		
64	7440-28-0	Thallium ⁴	0,2			0,2		
65	3380-34-5	Triclosan	0,02		0,2	0,002		0,02
66	668-34-8	Triphenylzinn-Kation	0,0005 ⁵	0,02		0,0005 ⁵	0,02	
67	7440-66-6	Zink		800			800	

1 CAS = Chemical Abstracts Service, internationale Registriernummer für chemische Stoffe

2 Umweltqualitätsnormen für Wasser sind, wenn nicht ausdrücklich anders bestimmt, als Gesamtkonzentrationen in der gesamten Wasserprobe ausgedrückt.

3 Werden Schwebstoffe mittels Durchlaufzentrifuge entnommen, beziehen sich die Umweltqualitätsnormen auf die Gesamtprobe.
Werden Sedimente und Schwebstoffe mittels Absetzbecken oder Sammelkästen entnommen, beziehen sich die Umweltqualitätsnormen

1. bei Metallen auf die Fraktion kleiner als 63 µm

2. bei organischen Stoffen auf die Fraktion kleiner als 2 mm. Die Befunde von Sedimentproben können hinsichtlich der organischen Stoffe nur dann zur Bewertung herangezogen werden, wenn die Sedimentproben einen Feinkornanteil kleiner als 63 µm von größer als 50 % aufweisen.



Im Übrigen beziehen sich Umweltqualitätsnormen für Schwebstoffe und Sedimente auf die Trockensubstanz.

- 4 Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gelöste Konzentration, d. h. die gelöste Phase einer Wasserprobe, die durch Filtration durch einen 0,45 µm-Filter oder eine gleichwertige Vorbehandlung gewonnen wird.
- 5 Nur soweit die Erhebung von Schwebstoff- oder Sedimentdaten nicht möglich ist.

Fußnote:

(+++ Anlage 6 Nr 2: Zur Anwendung vgl. Anlage 10 Nr 5.1 +++)



Anhang 3 – Tabelle 2.1.2 der Anlage 7 OGeW

Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer 1 (Oberflächengewässerverordnung - OGeW) Anlage 7 (zu § 5 Absatz 4 Satz 2) Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

(Fundstelle: BGBl. I 2016, 1414 - 1423)

2. Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial

2.1 Fließgewässer

2.1.2 Werte für weitere Parameter nach Anlage 3 Nummer 3.2 für verschiedene Gewässertypen

Parameter	Sauerstoff (O ₂)	Bio-chemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅) ¹	Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	Chlorid (Cl ⁻) ²	Sulfat (SO ₄ ²⁻) ²	pH-Wert	Eisen (Fe)	Ortho-phosphat-Phosphor (o-PO ₄ -P)	Gesamt-Phosphor (Gesamt-P)	Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	Ammoniak-Stickstoff (NH ₃ -N)	Nitrit-Stickstoff (NO ₂ -N)
Einheit	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	–	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
Statistische Kenngröße	MIN/a ³	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MIN/a-MAX/a ^{5, 3}	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴
Typen nach Anlage 1 Nummer 2.1												
2.1, 3.1, 2.2, 3.2, 4, 11 ⁶	> 8	< 3	–	≤ 200	–	7,0 – 8,5	–	≤ 0,05	≤ 0,10	≤ 0,1	≤ 2	≤ 30
5, 5.1	> 8	< 3	< 7	≤ 200	≤ 75	6,5 – 8,5	≤ 0,7	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,1	≤ 1	≤ 30
6, 6 K, 7	> 7	< 3	< 7	≤ 200	≤ 220	7,0 – 8,5	≤ 0,7	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50
19 ⁷	> 7	< 3	< 7	≤ 200	≤ 220	7,0 – 8,5	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50
9	> 7	< 3	< 7	≤ 200	≤ 75	7,0 – 8,5	≤ 0,7	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,1	≤ 1	≤ 30
9.1, 9.1 K	> 7	< 3	< 7	≤ 200	≤ 220	7,0 – 8,5	≤ 0,7	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50
9.2, 10	> 7	< 3	< 7	≤ 200	≤ 220	7,0 – 8,5	≤ 0,7	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50
11 ^{7, 8} , 12 ^{7, 8}	> 8	< 3	< 7	≤ 200	≤ 75	5,5 – 8,0	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,1	≤ 1	≤ 30
11 ^{7, 9} , 12 ^{7, 9}	> 8	< 3	< 7	≤ 200	≤ 220	7,0 – 8,5	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50
14 ¹⁰ , 16 ¹⁰	> 7	< 4	< 7	≤ 200	≤ 140	6,5 – 8,5	≤ 1,8	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,1	≤ 1	≤ 30
14 ¹¹ , 16 ¹¹ , 18	> 7	< 4	< 7	≤ 200	≤ 200	7,0 – 8,5	≤ 1,8	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,2	≤ 2	≤ 50
19 ¹²	> 7	< 4	< 7	≤ 200	≤ 200	7,0 – 8,5	≤ 1,8	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,2	≤ 2	≤ 50
11 ^{8, 12} , 12 ^{8, 12}	> 6	< 4	< 10	≤ 200	≤ 75	5,5 – 8,0	≤ 1,8	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,1	≤ 1	≤ 30
11 ^{9, 12} , 12 ^{9, 12}	> 6	< 4	< 10	≤ 200	≤ 140	7,0 – 8,5	≤ 1,8	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,2	≤ 2	≤ 50
15, 15 g, 17, 20	> 7	< 4	< 7	≤ 200	≤ 200	7,0 – 8,5	≤ 1,8	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,2	≤ 2	≤ 50
22	> 4	< 6	< 15	–	–	6,5 – 8,5	–	≤ 0,20	≤ 0,30	≤ 0,3	–	–
23	> 4 ¹³	< 6	< 15	–	–	7,0 – 8,5	–	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,2	≤ 2	≤ 50



Parameter	Sauerstoff (O ₂)	Bio-chemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅) ¹	Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	Chlorid (Cl ⁻) ²	Sulfat (SO ₄ ²⁻) ²	pH-Wert	Eisen (Fe)	Ortho-phosphat-Phosphor (o-PO ₄ -P)	Gesamt-Phosphor (Gesamt-P)	Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	Ammoniak-Stickstoff (NH ₃ -N)	Nitrit-Stickstoff (NO ₂ -N)
Einheit	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	–	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
Statistische Kenngröße	MIN/a ³	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MIN/a-MAX/a ⁵ · ³	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴	MW/a ⁴
Subtyp 21 N	> 4 ¹³	< 6	< 7	≤ 200	–	7,0 – 8,5	–	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,2	≤ 2	≤ 50

- 1 BSB₅ ungehemmt
- 2 Die Werte für Sulfat und Chlorid gelten ausschließlich dort, wo höhere Sulfat- und Chloridgehalte anthropogen, z. B. durch Einleitungen, bedingt sind.
- 3 Minimalwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresminimalwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren
- 4 Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren
- 5 Maximalwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmaximalwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren
- 6 im Alpenvorland
- 7 im Mittelgebirge
- 8 basenarm
- 9 basenreich
- 10 silikatisch
- 11 karbonatisch
- 12 im Norddeutschen Tiefland
- 13 Der Hintergrundwert für Sauerstoff bezieht sich bei Typ 23 und Subtyp 21_Nord auf das 10-Perzentil.

Anhang 4 – Anlage 1.6 des Strategiepapiers

Anlage 1.6 zum Strategiepapier zur Koordinierung der Überwachung an ausgewählten Überblicksmessstellen für Oberflächenwasserkörper des deutschen Elbestroms und bedeutender Nebenflüsse: Liste der Probenahmepunkte zur Hubschrauberbefliegung

Messstelle	Kurzbezeichnung	Fluss-km	Bundesland	Wasserkörper	WK-Name	Rechtswert	Hochwert
Nordertill	H 01	-	NI	N4.5900.01	Westliches Wattenmeer Elbe	3460008	5974340
Vogelsander Norderelbe	H 02	-	SH	N3.5000.04.01	Außenelbe Nord	3462890	5991011
Tonne 5 (Außenelbe)	H 03	757,0	HH	N0.5000	Küstenmeer Elbe	3455009	5985510
Tonne 13 (Scharhörn)	H 04	746,3	HH/SH	N3.5000.04.01	Außenelbe Nord	3465558	5983570
Cuxhaven (Kugelbake)	H 05	727,0	NI	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3480660	5973805
Tonne 33 (Neufeld)	H 06	721,6	NI	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3484430	5970250
Tonne 47 (oberhalb Otterndorf)	H 07	710,0	NI	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3495538	5968765
Tonne 53 (oberhalb Ostermündung)	H 08	704,0	NI	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3501338	5970236
Brunsbüttel Elbehafen (westl. Ende)	H 09	693,0	SH	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3512151	5971926
Tonne 63 (St. Margarethen)	H 10	689,0	SH	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3516080	5971233
Hollerwettern	H 11	681,3	SH	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3522323	5967222
Tonne 79 (Glückstadt)	H 12	675,5	SH	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3525030	5962148
Glückstädter Nebelbe (Tonne GN 7)	H 13	674,2	SH	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3527305	5960635
Bielenberg (Leuchtfeuer)	H 14	670,0	SH	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3527559	5957161
Tonne 91 (Kollmar)	H 15	665,0	SH	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3531195	5953741
Tonne 96 (Pagensand Mitte)	H 16	662,7	SH	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3532694	5952024
Pagensander Nebelbe (Tonne PN 11)	H 17	662,2	SH	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3534987	5951416
Grauerort (Anleger)	H 18	660,5	NI	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3533396	5949851
Schwingemündung (Stadersand)	H 19	655,0	NI	DESH_T1.5000.01	Elbe (Übergangsgewässer)	3535270	5944822
Tonne 107 (oberhalb Dwarloch)	H 20	653,0	SH	DESH_el_03	Elbe (West)	3536339	5943088
Tonne 112 (Lühesand)	H 21	650,0	SH	DESH_el_03	Elbe (West)	3538906	5941412
Lühesander Süderelbe (Tonne LS 11)	H 22	649,4	NI	DESH_el_03	Elbe (West)	3538800	5940062
Tonne 117 (Lühemündung)	H 23	645,5	NI	DESH_el_03	Elbe (West)	3542415	5938564
Tonne 121 (Wedeler Yachth. / Schulau)	H 24	642,0	SH	DESH_el_03	Elbe (West)	3546619	5937164
Hahnöfer Nebelbe (Tonne HN 14)	H 25	639,4	NI	DESH_el_03	Elbe (West)	3547844	5936084
Tonne 129 (Blankenese)	H 26	636,0	HH	DESH_el_03	Elbe (West)	3551556	5936494
Seemannshöft (Anleger)	H 27	628,8	HH	DEHH_el_02	Elbe (Hafen)	3558515	5934900
Neumühlen (Anleger)	H 28	626,7	HH	DEHH_el_02	Elbe (Hafen)	3560693	5934857
Köhlbrandbrücke	H 29	622,6	HH	DEHH_el_02	Elbe (Hafen)	3562367	5933254
Alte Harburger Elbbrücken	H 30	614,9	HH	DEHH_el_02	Elbe (Hafen)	3565540	5927498
Hafenstraße (Brücke 9)	H 31	623,5	HH	DEHH_el_02	Elbe (Hafen)	3563857	5935142
Billwerder Inseln (oberhalb AB-Brücke)	H 32	615,3	HH	DEHH-el_01	Elbe (Ost)	3570318	5931217
Bunthaus Spitze	H 33	609,0	HH	DEHH_el_01	Elbe (Ost)	3571371	5925481
Zollenspieker (Anleger)	H 34	598,7	HH	DEHH_el_01	Elbe (Ost)	3579281	5919121
oberhalb Elbstorf	H 35	589,0	HH/NI	DEHH_el_01	Elbe (Ost)	3586245	5922727
Geesthacht (oberhalb des Wehres)	H 36	585,5	NI/SH	DENI_MEL080W01-00	Elbe (Geesthacht bis Schnackenburg)	3589312	5922338



www.fgg-elbe.de