



Ermittlungsmonitoring möglicher Stoff- und Sedimenteintragsquellen an der Haaren

- Bestandsaufnahme 2014 -

Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Verfasser:

Dipl.-Biol. Frieder Hofmann, TIEM Integrierte Umweltüberwachung GbR, Bremen
Dipl.-Biol.'in Ulrike Kuhn, TIEM Integrierte Umweltüberwachung GbR, Bremen
Dipl.-Forstw. Ulrich Schlechtriemen, TIEM Integrierte Umweltüberwachung GbR, Dortmund
Oliver Menzel, Berlin
Dr.cand. Mathias Ricking, Berlin
Dr. Karin Lau, NLWKN, Brake
Dr. Anna-Katharina Girbig, NLWKN, Hildesheim

Mitwirkung:

Dr. Dieter Steffen, NLWKN, Hildesheim
Dr. Petra Neumann, NLWKN, Brake
Dipl.-Umweltbiol. Mathias Hein, Ecosurv, Bremen
Martin Duve, Indikator GmbH, Wuppertal
Dr. Anette Giesemann, Thünen-Institut, Braunschweig
Dr. Thomas Brandsch, Institut Dr. Nowak, Ottersberg
Dipl.Ing. Hartmut Lueken, Haaren-Wasseracht, Petersfehn

Bericht fertig gestellt: 23.11.2015

Titelbild: NLWKN (Haaren)

INHALT

1. VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	5
2. VORGEHENSWEISE.....	7
2.1 Untersuchungsumfang	7
2.2 Untersuchungsgebiet und Lage der Probenstandorte.....	8
3. ERGEBNISSE.....	10
3.1 Monatliche Wasseruntersuchung	10
3.1.1 Physikalisch-chemischer Status.....	10
3.1.2 Güteklassifizierung (nach LAWA)	19
3.1.3 Huminstoffe	21
3.1.4 Prioritäre und flussgebietsspezifische Stoffe.....	21
3.1.5 Rüstungsaltslasten und militärische Altlasten	23
3.1.6 Pflanzenschutzmittel	24
3.1.7 Bewertung „chemischer und chemisch-ökologischer“ Zustand (nach OGewV).....	30
3.1.8 Ökotoxikologische Untersuchungen	30
3.2 Ergänzende Untersuchungen	32
3.2.1 Kontinuierliche Sauerstoffmessungen	32
3.2.2 Sauerstoff-Messungen im Längsprofil.....	34
3.2.3 Analyse der Sauerstoffdefizite.....	35
3.2.4 Hydrologische Defizite	39
3.3 Passivsammler	41
3.4 Sedimentprofil und Boden	43
3.4.1 Sedimentologische/bodenkundliche Parameter	43
3.4.2 Huminstoffe	46
3.4.3 Elemente	47
3.4.4 Isotopenmuster $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$	50
3.4.5 Pflanzenschutzmittel (PSM)	51
3.5 Biomonitoring mit Fische und Muscheln (Biota).....	53
3.5.1 Prioritäre Stoffe: Quecksilber, Hexachlorbenzol und Hexachlorbutadien	55
3.5.2 Weitere Elemente	56
3.5.3 N mit Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$	58
4. INTEGRIERTE BEWERTUNG	59
4.1 Bewertung des Zustandes der Haaren gemäß der rechtlichen Vorgaben....	59
4.2 Bewertung im Hinblick auf die Herkünfte der Belastungen.....	59
4.3 Bewertung im Hinblick auf Entwicklungspotenzial und Verbesserung des ökologischen Zustandes.....	61
5. ZUSAMMENFASSUNG	61

6. QUELLEN	62
7. ANHANG	64
7.1 Monatliche Wasseruntersuchungen	64
7.1.1 Physikalisch-chemischer Status.....	65
7.1.2 Güteklassifizierung (nach LAWA)	67
7.1.3 Huminstoffe	68
7.1.4 Prioritäre und flussgebietspezifische Stoffe.....	68
7.1.5 Rüstungsalasten und militärische Altlasten	68
7.1.6 Pflanzenschutzmittel	70
7.1.7 Ökotoxikologische Untersuchungen	78
7.2 Erweiterte Sauerstoffmessungen	79
7.2.1 Kontinuierliche Sauerstoff- und Temperaturmessungen	79
7.2.2 Ergänzende Messungen im Längsprofil	80
7.3 Passivsammler	81
7.4 Sedimentprofil, Ackerboden, Torfmoor	86
7.4.1 Probenahme und Aufbereitung	86
7.4.2 Sedimentologische/bodenkundliche Parameter	89
7.4.3 EOM und Huminstoffe.....	92
7.4.4 Elemente	93
7.4.5 C und N mit Isotopenverhältnisse $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$	97
7.4.6 Pflanzenschutzmittel (PSM)	98
7.5 Biomonitoring Fische und Muscheln (Biota)	103
7.5.1 Probenahme	103
7.5.2 Prioritäre Stoffe gemäß WRRL.....	104
7.5.3 Elemente	104
7.5.4 N mit Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$	108

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Haaren und ihre Nebengewässer werden durch erhebliche Sediment- und Stoffeinträge belastet, die eine maßgebliche Einschränkung der Entwicklungspotentiale darstellen (Kuhn et al. 2012). Die zum Teil erhebliche Gewässerbelastung zeigte sich durch die vom NLWKN sowie der Haaren-Wasseracht regelmäßig gemessene problematische Sauerstoffarmut der Gewässer sowie durch stark erhöhte Werte für sauerstoffzehrender organischer Substanz (TOC), Phosphat und Nitrat. Der hohe Anteil an Feinsedimenten, die in besonderem Maße zur Problematik der Sauerstoffzehrung bei Starkregenereignissen führen können, trägt ebenfalls dazu bei. In einer Examensarbeit (Beyer 2006) wurde gezeigt, dass die Belastungen und Sauerstoffdefizite mit Fischsterben nicht nur im Sommer bei Niedrigwasser und hohen Temperaturen vorkommen, sondern auch in anderen Jahreszeiten, vor allem bei Hochwasserereignissen, wie beispielsweise ermittelt für Oktober und November. Dies deutet auf erhebliche Belastungen durch in den Sedimenten akkumulierte, sauerstoffzehrende und/oder toxische Substanzen hin, die bei Hochwasserereignissen schlagartig in den freien Wasserkörper gelangen und dort ihre schädlichen Wirkungen auf die Organismen entfalten. Die Bewertung des ökologischen Potentials gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) für die Gewässerkörper der Haaren mit Nebengewässer, eingestuft als stark veränderte Gewässerkörper (HMWB) ergab eine durchgehende Einstufung in die Klassen 4 (unbefriedigend) bis 5 (schlecht) für die Gesamtbewertung (NLWKN 2014). Eine respektive spezifische Bewertung des chemischen Zustandes konnte für die Haaren nicht vorgenommen werden, da die Datenlage hierzu fehlte, so dass gemäß WRRL eine Übertragung der Werte der umliegenden Gewässer (interpoliert) wurde und als Grundlage der in Niedersachsen und bundesweit allgemein erhöhte Hg-Gehaltes in Biota zum Tragen kam (NLWKN 2015; NLWKN 2014).

In dem „Integrierten Gewässerentwicklungsplan Haaren und Nebengewässer“ (IGEPL; Kuhn et al. 2012) wurde festgestellt, dass die vorhandene Datenbasis zwar eine intensive Belastung erkennen lässt, diese jedoch auf Grund der geringen Anzahl an Messstellen und Parametern nicht ausreicht, um die Ursachen der Sauerstoffdefizite, der hohen Belastungen an TOC, P, N, und Feinsedimenten bis hin zum Fischsterben hinreichend zu klären und darauf basierend effiziente Lösungsansätze abzuleiten. Die Art und Anzahl der Parameter ist zu gering, um die Herkunft von Belastungen voneinander abgrenzen und zuordnen zu können. Es blieb unklar, inwieweit natürliche Ursachen eine Rolle spielen, u.a. die aus den Moorgebieten, und inwieweit Beiträge aus den im Einzugsgebiet vorgefundenen Nutzungen herrühren (Sonderkulturen mit Pestiziden; militärische Altlasten; landwirtschaftliche Nutzung; Ballungsgebiet). Während für das Stadtgebiet in Folge eines Fischsterbens detailliertere Analysen in der Vergangenheit vorgenommen wurden (Börjes 2009), blieb jedoch das umliegende Einzugsgebiet ausgeklammert. So konnten Fragen nach der Herkunft der starken Sauerstoffdefizite und der außerordentlich hohen TOC und Feinstoff-Belastungen nicht schlüssig geklärt und die bisherige Annahmen der Dominanz städtischen Einflusses und natürlicher Herkünfte (Moorgebiet) nicht belegt werden.

Im Hinblick darauf, dass die entsprechende Klärung dieser Fragen entscheidend für die Bestimmung der Entwicklungspotentiale der Haaren und respektive Maßnahmen ist, wurde den Empfehlungen des IGEPL folgend 2014 im Rahmen eines Projekts ein Ermittlungsmonitoring durchgeführt. Ziel ist eine genauere

Abklärung der vorhandenen Gewässerbelastung und die Eingrenzung möglichen Eintragsquellen um im Sinne der EG-WRRL durch geeignete Maßnahmen die Gewässerqualität zu verbessern. Das relativ kleine und überschaubare Einzugsgebiet zeichnet sich zusätzlich dadurch aus, dass es deutlich durch Baumschulen und Landwirtschaft geprägt ist und keine industriellen Abwassereinleitungen vorhanden sind

Das Ermittlungsmonitoring soll hierbei folgende Aspekte umfassen:

- Erweiterung der Messstellen des NLWKN mit Erhebung der Standardparameter im Wasser, so dass Einflüsse neben dem Stadtgebiet auch aus dem Einzugsgebiet erfassbar werden.
- Erfassung von ausgewählten prioritären und flussgebietsspezifischen Stoffen und Einordnung des chemischen und chemisch-ökologischen Zustands der Haaren, besonderes Augenmerk liegt dabei auf landwirtschaftlichen Sonderkulturen (PSM) und militärischen Altlasten.
- Erfassung der Belastungssituation über Biomonitoring, hier Fische und Muscheln (Biota).
- In Ergänzung der punktuellen Wasseranalysen Sedimentanalysen, die eine integrierte Belastungssituation für akkumulierbare Substanzen sowie retrospektive Vergleiche erlauben.
- Ebenso die Erprobung des Einsatzes von Passivsammlern zum integrierten Nachweis von PSM Belastungen.
- Die Bestimmung der Huminstoffanteile zur Abgrenzung natürlicher (Moore) und anthropogener Einflüsse bei den hohen TOC-Gehalten sowie von Isotopensignaturen von C und N.
- In Ergänzung der chemischen Analysen eine Abklärung des toxischen Potentials über entsprechende Ökotoxizitätstests.

2. Vorgehensweise

2.1 Untersuchungsumfang

Das Ermittlungsmonitoring erfolgte über das Sommerhalbjahr (März bis Oktober 2014) und umfasste folgende Aspekte im Überblick:

1 Monatliche Wasseruntersuchungen

Monatliche Beprobung

3 Messstellen (Einflüsse Einzugsgebiet und Stadt)

- Physikalisch-chemischer Status WRRL, LAWA
- Prioritäre Stoffe WRRL
- Flussgebietspezifische Stoffe WRRL
- Rüstungsaltslasten WRRL
- Pflanzenschutzmittel WRRL

2 Ökotoxikologische Untersuchungen

Monatliche Beprobung, 3 Messstellen (wie 1)

- Fischeitest, Algentest, Daphnientest, Leuchtbakterientest WRRL

3 Erweiterte Sauerstoffmessungen

- Kontinuierliche Messungen der HWA, Sauerstoffgehalt im Jahresverlauf
- Exemplarische Messungen des Sauerstoffgehaltes im Längsprofil der Haaren

4 Passivsammler

Integrierte Belastung über ca. 4 Wochen, 6 Perioden April bis September

1 Messort im Einzugsgebiet (Hochwasserrückhaltebecken)

Typ: POCIS und SIP; Parameter: PSM, organische Substanzen

5 Sedimentprofil

Integrierte Belastung, 3 Strati für retrospektive zeitliche Differenzierung 2006-2014
Hochwasserrückhaltebecken

zzgl. Vergleichsproben aus der Umgebung (Ackerboden, Torfmoor)

- Sedimentologische/bodenkundliche Parameter, Huminstoffe, Elemente, Isotopenmuster, Pflanzenschutzmittel

6 Biomonitoring (Biota)

Fische + Muscheln

WRRL, LAWA (RaKon)

- Prioritäre Stoffe, Elemente, Isotopenmuster

2.2 Untersuchungsgebiet und Lage der Probenstandorte

Das Untersuchungsgebiet der Haaren ist in Abb. 1 im Überblick skizziert, für eine genaue Beschreibung wird auf den IGEPL (Kuhn et al. 2012) verwiesen.

Das Gewässersystem der Haaren mit Nebengewässern und die Lage der Probennahmestandorte bzw. Bereiche geht aus Abb. 2 hervor.

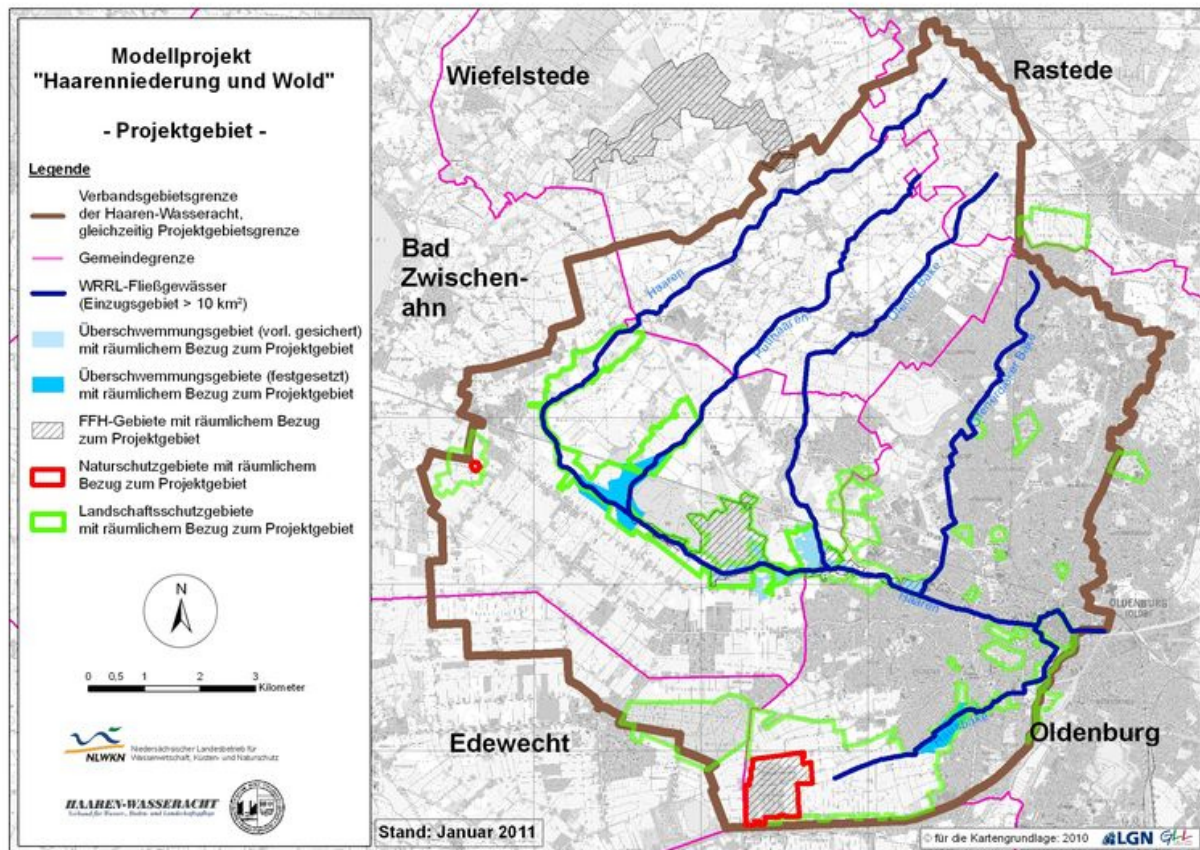


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet der Haaren im Überblick

Quelle: IGEPL, Kuhn et al. 2012

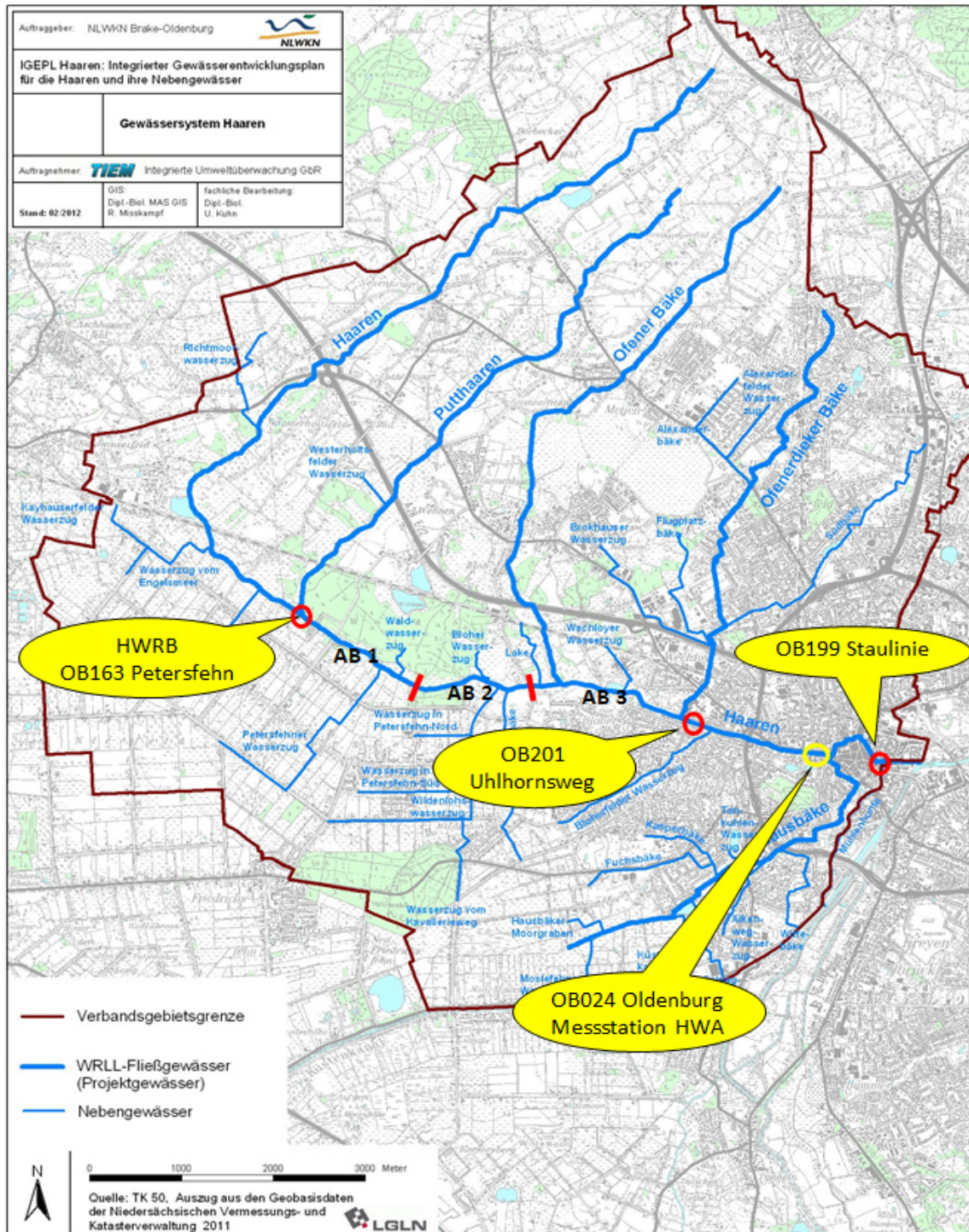


Abb. 2: Das Gewässersystem der Haaren mit Lage der Probenahmestellen

- OB = Messstellen für monatliche Wasserproben, Ökotox-Tests
 - HWRB Petersfehn Hochwasserrückhaltebecken: Messtelle OB 163, Sedimentprofil, Passivsammler
 - OB 163 Petersfehn Ermittlungsmonitoring
 - OB 201 Uhlhornsweg Ermittlungsmonitoring
 - OB024 Oldenburg Routinemessstelle
 - Messtation HWA kontinuierliche Messstelle der Haaren-Wasseracht (O₂, T)
 - OB199 Staulinie Ermittlungsmonitoring
 - AB 1-3: Abschnitte der Biota-Beprobung
 - Sauerstoffprofil HWRB bis Mündung
- Quelle: Kartengrundlage aus IGEPL (Kuhn et al. 2012), ergänzt

3. Ergebnisse

Für eine möglichst kompakte Darstellung wurden die Ergebnisse hier in diesem Kapitel fokussiert auf die Fragestellung dargestellt. Die vollständigen Ergebnisse sind im Anhangskapitel 7 aufgeführt. Dort finden sich auch ausführliche Erläuterungen zur Methodik.

3.1 Monatliche Wasseruntersuchung

Das Ermittlungsmonitoring wurde durchgeführt um spezifische Probleme und Ursachen der Haaren aufzuzeigen. Die Beurteilung der Messwerte orientierte sich an nachfolgend genannten Bezugsgrößen ergänzt durch spezifische fachliche Bewertungen:

[1] Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe laut Anlage 5 der aktuellen OberflächengewässerVO (OGewV 2011)

[2] Umweltqualitätsnormen für Stoffe zur Einstufung des chemischen Zustandes laut Anlage 7 der aktuellen OberflächengewässerVO (OGewV 2011)

[3] Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe laut Anlage 6 des Entwurfs der OGewV, Stand 29.4.2015

[4] Umweltqualitätsnormen für Stoffe zur Einstufung des chemischen Zustandes laut Anlage 8 des Entwurfs der OGewV, Stand 29.4.2015

[5] Orientierungswerte für allgemeine physikalisch-chemische Komponenten in Fließgewässern laut Rahmenkonzeption Monitoring (RaKon der LAWA 2007), siehe dort Tab. 2.2 „Bäche des Tieflandes“ sowie Tab.2.3.

[6] Orientierungswerte als Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potential für Fließgewässer in Anlage 7 des Entwurfes der OGewV, Stand 29.4.2015, siehe dort Tab 2.1.2 (Typ 14 silikatisch; 16 silikatisch) sowie Tab. 2.1.1 / *Anmerkung*: Diese Orientierungswerte entsprechen den Werten des Entwurfs laut Rahmenkonzeption Monitoring Rakon der LAWA (Stand 9.1.2015) (siehe hier Tab.3 bis 5)

[7] Zielwert (Jahresmittelwert) von 2,8 mg/l des BLMP 2011 für Gesamtstickstoff (TNb) / *Anmerkung*: Dieser Wert ist bereits in §14 des Entwurfes der OGewV (Stand 29.4.2015) übernommen worden.

[8] Allgemeine Güteanforderungen AGA für Fließgewässer (NRW) von 1991

[9] Verordnung über Qualitätsanforderungen an Fischgewässer und Muschelgewässer von 2007 / *Anmerkung*: bereits außer Kraft getreten.

3.1.1 Physikalisch-chemischer Status

Die physikalisch-chemischen Messdaten der 4 Messstellen Petersfehn, Uhlhornsweg, Oldenburg und Staulinie wurden im Untersuchungszeitraum März bis Juli 2014 erhoben. Es liegen jeweils 5 Werte vor, bei der Staulinie konnte nur eine Messung durchgeführt werden. Mit der Messstelle Oldenburg, die routi-

nemäßig in dem Messprogramm des Gewässergütemessnetzes (GÜN) Niedersachsen bis zu 12 mal pro Jahr beprobt wird, liegen hier weitere Werte vor, die u. U. zur näheren jahreszeitlichen Betrachtung sowie für langjährige Vergleiche herangezogen werden können.

Die Messdaten sind in Tab. 1 zusammen mit Mittelwerten, Standardabweichungen und 90 %-Perzentilen aufgeführt. Die Mittelwerte der Messreihen wurden unter Anwendung der in der OGewV2011 festgelegten Vorgehensweise berechnet. Die aufgeführten Bezugswerte nach den o.g. Verordnungen haben nur orientierenden Charakter, weil für eine Bewertung mindestens 12 Messwerte vorliegen müssen. Im folgenden Abschnitt erfolgt eine kurze Beurteilung der einzelnen Kenngrößen mit Bewertung in Bezug auf die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen der OGewV2011 und des Entwurfs der OGewV2015.

Tab. 1: Zusammengefasste Ergebnisse der monatlichen Wasseranalysen

Messstelle		Petersfehn	Uhlhornsweg	Oldenburg	Staulinie
Parameter	Einheit	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	-
Lufttemperatur	°C	16,0	16,1	14,8	21,0
Wassertemperatur	°C	14,2	14,1	13,5	20,5
pH		6,8	7,0	7,0	7,1
Leitfähigkeit	µS/cm	344,8	333,6	335,8	367,0
Sauerstoff	mg/l	5,7	6,6	6,2	4,5
Sauerstoffsättigung	%	53,6	62,0	56,4	48,0
Cyanid vor Ort	mg/l	<0,002	<0,002		<0,002
Säurekapazität (pH=4,3)	mmol/l	1,8	1,7	1,7	1,9
Hydrogencarbonat	mg/l	106,1	102,3	100,0	111,0
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	8,2	12,6		8,0
Sauerstoffzehrung (5d)	mg/l	5,5	4,7	5,7	6,1
Ammonium-N	mg/l	0,6	0,4	0,5	0,3
Ammoniak-N	µg/l	1,3	1,2	1,4	1,7
Nitrit-N	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1
Nitrat-N	mg/l	3,7	2,6	2,6	2,0
TNb-N	mg/l	6,3	4,7	4,9	4,0
ortho-Phosphat-P	mg/l	0,3	0,2	0,2	0,1
Ges Phosphat-P	mg/l	0,5	0,4	0,4	0,3
DOC	mg/l	34,2	30,4	30,0	19,0
TOC	mg/l	36,0	32,2	32,0	21,0
Chlorid	mg/l	28,8	31,6	33,0	35,0
Sulfat	mg/l	17,4	17,6	17,6	22,0
Natrium	mg/l	17,4	20,0	20,8	22,0
Kalium	mg/l	6,6	5,6	5,7	6,7
Calcium	mg/l	36,8	35,4	35,6	38,0
Magnesium	mg/l	5,5	4,8	4,8	5,0
Härte	mmol/l	1,1	1,1	1,1	1,2
Eisen	mg/l	2,1	2,3	2,4	3,0

Messtelle		Petersfehn	Uhlhornsweg	Oldenburg	Staulinie
Parameter	Einheit	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	-
Mangan	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2
Zink	mg/l	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Arsen	µg/l	1,1	1,4	1,4	1,2
Blei	µg/l	<1,0	1,1	1,1	<1,0
Chrom	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Nickel	µg/l	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Kupfer	µg/l	5,9	5,1	5,6	2,2
Cadmium	µg/l	0,1	0,1	0,1	<0,05
Cadmium (gelöst)	µg/l	0,1	<0,05	<0,05	<0,05
Quecksilber	µg/l	0,0	0,0	0,0	<0,005
Quecksilber (gelöst)	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

3.1.1.1 Organoleptische Parameter (Färbung, Trübung, Geruch)

Die Parameter sind an allen Probenahmetagen und Messstellenorten sehr ähnlich. Die Färbung ist überwiegend „schwach gelbbraun“, der Geruch „schwach erdig“. Bei der Trübung sind die Angaben „fast klar“ und „schwach trüb“ gleichmäßig vertreten.

3.1.1.2 Temperatur

Sowohl die Luft- als auch die Wassertemperatur werden gemessen. Die Wassertemperatur beeinflusst die Löslichkeit von Inhaltsstoffen und Gasen und ist insbesondere für den Sauerstoffgehalt von Bedeutung. Die Temperatur und die Temperaturerhöhung durch Wärmeeinleitung spielt eine große ökologische Rolle, z. B. bei der Fortpflanzung von Fischgemeinschaften.

Als oberer Orientierungswert [5] für die Temperatur ergibt sich 21,5°C bedingt durch die Charakterisierung der Haaren mit den Wasserkörpern 25034 (Gewässer des Epipotamals) und 25033 (cyprinidengeprägtes Gewässer des Rhithrals). Die gemessenen Temperaturen an den Messstellen der Haaren liegen alle unter 21,5 C. Die höchste Temperatur wurde mit 20,5°C im Juli an der Staulinie gemessen. Da hier kaum Wasserbewegung zu sehen ist, findet hier am schnellsten eine Aufwärmung statt.

3.1.1.3 pH-Wert

Der pH-Wert ist ein Maß für die Wasserstoffionen-Konzentration und hat Einfluss auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft eines Gewässers. Die Orientierungswerte [5], [6] liegen für die pH-Werte der Haaren zwischen 6,5 und 8,5 (siehe Bäche des Tieflandes, Typ 14 (sandgeprägt) und Typ 16 (kiesgeprägt)). Die gemessenen pH-Werte an der Haaren liegen im Bereich von 6,5 bis 7,3. Die pH-Werte an der Messstelle Petersfehn (Mittelwert 6,8) sind immer etwas niedriger als die entsprechenden Werte der anderen Messstellen.

3.1.1.4 Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit spiegelt den Salzgehalt des Wassers wider und liegt in Bächen und Flüssen i.d.R. unter 1000 µS/cm. Bei allen Messstellen zeigen sich gleichmäßig kleine Schwankungen um die Mittelwerte, die zwischen 334 und 345 µS/cm dicht zusammen liegen.

3.1.1.5 Sauerstoffgehalt und-sättigung

Sauerstoffgehalt und -sättigung sind allgemein durch sauerstoffliefernde und sauerstoffzehrende Prozesse im Wasser bedingt und zeigen eine hohe Variabilität, z. B. Tag-Nacht-Rhythmus. Ein Sauerstoffgehalt von < 3 mg/l gilt als fischkritisch und > 5 mg/l werden als Mindestbedarf angesehen. Die Sauerstoffsättigung ist von der Wassertemperatur abhängig und sollte in Oberflächenwässern hoch, d. h. > 70 % sein (Barndt et al. 1988).

Die hier gemessenen Sauerstoffmessungen stellen Momentaufnahmen dar, siehe auch Kap. 3.2. Sie liegen als Einzelwerte alle über dem kritischen Wert von 3 mg/l. Die Jahresmittelwerte sind größer als 5

mg/l, liegen aber unter dem Orientierungswert [5], [6] von 7 mg/l. Die Sauerstoffsättigung liegt für alle Messstellen durchweg unter 70 %. An der Messstelle Uhlhornsweg ist mit einem mittleren Sättigungsgrad von 62 % die höchste Sauerstoffsättigung erreicht. Die Werte für die Messstellen Petersfehn und Oldenburg liegen mit 54 und 56 % etwas niedriger. Obwohl die Messstellen unterschiedliche Einzugsgebiete haben, ist die Sauerstoffsituation ähnlich schlecht.

3.1.1.6 Sauerstoffzehrung

Die Sauerstoffzehrung kennzeichnet den Abbau organischer Bestandteile und des Ammoniums. Sie wird auch als „BSB5“ (Biologischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen ohne Hemmung) bezeichnet. Bei der BSB5-Bestimmung wird nur die Oxidation organischer Substanzen berücksichtigt, in dem der Ammoniumabbau chemisch unterdrückt wird. Eine hohe organische Belastung (siehe TOC) und auch eine hohe Ammonium-Konzentration bewirken deshalb hohe Sauerstoffzehrungen. Die Orientierungswerte [5] [6] für die Sauerstoffzehrung von 4 mg/l werden an allen Messstellen überschritten. Uhlhornsweg hat mit 4,7mg/l den niedrigsten Mittelwert, während Petersfehn und Oldenburg ähnlich hohe Sauerstoffzehrungen (5,5 und 5,7 mg/l) aufweisen.

3.1.1.7 Cyanid vor Ort

Cyanide sind hoch toxisch. Die Umweltqualitätsnorm für Cyanid [1], [3] beträgt für den Jahresmittelwert 10 µg/l. Die hier durchgeführten vor-Ort Schnelltest zeigen keine Befunde.

3.1.1.8 Hydrogencarbonat

Hydrogencarbonat wird über die Säurekapazität bis pH = 4, 3 bzw. bei pH-Werten oberhalb 8,2 unter zusätzlicher Berücksichtigung der Säurekapazität bis 8,2 bestimmt. Die Konzentration des Hydrogencarbonats ist Bestandteil des natürlichen Hydrogencarbonat/Kohlensäure-Puffersystems und kann pH-Wert-Schwankungen verhindern. Die Werte für die Säurekapazität liegen fast alle innerhalb des Bereiches von 1-2,5 mg/l, der für Fische günstige Bedingungen darstellt (Jens 1980).

3.1.1.9 Chlorid

Chloridkonzentrationen sind in limnischen Gewässern i.d.R. gering (< 50 mg/l). Höhere Werte können anthropogen bedingt sein, etwa durch häusliche und industrielle Abwässer oder Abschwemmungen wie z. B. jahreszeitlich bedingt durch Streusalz. Die mittleren Chlorid-Konzentrationen an der Haaren liegen im Untersuchungszeitraum zwischen 29 mg/l und 33 mg/l und geben keinen Hinweis auf einen anthropogener Einfluss. Das gilt auch für die ganzjährig erhobenen Chloridwerte an der Messstelle Oldenburg. Der Orientierungswert [5], [6] von 200 mg/l wird weit unterschritten.

3.1.1.10 Sulfat

Sulfat kommt in unbelasteten Oberflächengewässern nur in Konzentrationen < 50 mg/l vor. Höhere Konzentrationen können geologische Ursachen haben (Gipsvorkommen). Sie können von industriellen Einleitern und über Verbrennungsprodukte schwefelhaltiger Brennstoffe durch die Niederschläge eingetragen

werden. Diese Quellen spielen für die Haaren keine Rolle. Die Sulfat-Konzentrationen liegen alle unter 25 mg/l und damit weit unterhalb des Orientierungswertes [6] von 140 mg/l.

3.1.1.11 Abfiltrierbare Stoffe

Abfiltrierbare Stoffe sind ein wichtiges Begleitkriterium zur Bewertung von Schadstoff-Belastungen, weil sich z. B. organische Verbindungen wie PAK's an Schwebstoffen akkumulieren können. Die Konzentrationen der abfiltrierbaren Stoffe in der Haaren sind gering. Sie liegen zwischen 5 mg/l (Petersfehn) und 21 mg/l (Uhlhornsweg). Der Richtwert [9] von 25 mg/l wird unterschritten.

3.1.1.12 Ammonium

Ammonium entsteht beim Abbau organischer Verbindungen, wie Eiweiß. Es gelangt durch diffuse Quellen und Abwassereinleitungen in ein Gewässer. Ammonium ist ein wichtiger Pflanzennährstoff und kann zur Eutrophierung eines Gewässers führen. Es wird von Bakterien über Nitrit zu Nitrat oxidiert und beeinflusst stark den Sauerstoffhaushalt, siehe Sauerstoffzehrung. Ammonium steht mit Ammoniak im Gleichgewicht, das durch Temperatur und pH-Wert bestimmt wird. Bei einem pH-Wert von 8 liegen 4 % des Ammoniums, bei pH = 9 bereits 30 % Ammoniak vor. Ammoniak wirkt fischgiftig.

Der Orientierungswert für Ammonium-N [5] wurde von 0,3 mg/l auf 0,1 mg/l [6] gesenkt. Die Jahresmittelwerte der Messstellen an der Haaren (0,33 - 0,6 mg/l für NH₄-N) überschreiten diese Werte. Petersfehn im landwirtschaftlich-moorig geprägten Einzugsgebiet weist die höchsten Ammoniumwerte auf.

Der Orientierungswert für Ammoniak-N [6] ist 1 µg/l Die Ammoniak-Konzentrationen in der Haaren liegen im Mittel alle über 1 µg/l. Die höchste Ammoniak-Konzentration (NH₃-N) von 3,1 µg/l liegt an der Messstelle Petersfehn am 16.6.2014 vor.

3.1.1.13 Nitrit

Nitrit ist ein Zwischenprodukt, das bei der bakteriellen Oxidation von Ammonium zu Nitrat im Gewässer gebildet wird. Nitrit wirkt toxisch auf Gewässerorganismen.

Die Konzentrationen an den Messstellen liegen im Mittel um 0,06 und 0,07 mg/l Nitrit-N und damit oberhalb des Orientierungswertes [6] von 0,03 mg/l.

3.1.1.14 Nitrat

Nitrat ist ein wichtiger Pflanzennährstoff und kann zur Eutrophierung eines Gewässers führen. Es entsteht aus der bakteriellen Oxidation von Ammonium über Nitrit und gelangt durch diffuse Quellen und Abwassereinleitungen in ein Gewässer. In einem unbelastetem Gewässer liegt die Nitrat-N-Konzentration um 1 mg/l. Die Umweltqualitätsnorm der OGeV 2011 [2] liegt mit 50 mg/l Nitrat = 11,3 mg/l Nitrat-N wesentlich höher. In dem neuen Entwurf der OGeV [4] ist Nitrat herausgenommen worden, aber über den Zielwert für den Summenparameter TNb von 2,8 mg/l [7] indirekt integriert.

Die Nitrat-N-Werte an den Haaren zeigen eine hohe Schwankungsbreite. Sie liegen zwischen 0,44 mg/l (Petersfehn 12.5.2014) und 8,5 mg/l (Petersfehn 16.6.2014). Die Mittelwerte für NO₃-N (Petersfehn 3,7 mg/l, Uhlhornsweg 2,6 mg/l, Oldenburg 2,6 mg/l) und der Einzelwert (Staulinie 2 mg/l) tragen auf Grund ihrer Höhe wesentlich dazu bei, dass die Zielwerte für TNb [7] überschritten werden.

3.1.1.15 TNb

TNb ist ein Maß für die gesamte Stickstoffkonzentration in einem Gewässer. Stickstoff ist wie Phosphat ein wichtiger Pflanzennährstoff, der für die Eutrophierung von Bedeutung ist. Als Hauptverursacher der diffusen Einträge gilt die Landwirtschaft über die Ausbringung von Düngemitteln auf den Feldern. Der Eintrag erfolgt über die Bodenauswaschung und das Sicker-, Drän- und Grundwasser in die Oberflächengewässer.

Der Gesamtstickstoffgehalt setzt sich aus den anorganischen Parametern Ammonium, Nitrit und Nitrat und aus einem organischen Stickstoffanteil zusammen. Aus der Differenz von TNb und der Summe N_{anorg} ist der organische N-Anteil ermittelbar.

Die Jahresmittelwerte für TNb liegen alle oberhalb des Zielwertes [7] von 2,8 mg/l. Der höchste Wert ist analog zur Ammonium- und Nitratsituation bei der Messstelle Petersfehn mit 6,3 mg/l zu verzeichnen. Der anorganische Stickstoffanteil wird durch Nitrat dominiert (s. 3.1.1.14). Der organische Stickstoff-Anteil liegt bei allen Messstellen bei ca. 2 mg/l.

3.1.1.16 Ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphat

Phosphor ist der am stärksten limitierende Faktor für das Pflanzenwachstum in Gewässern und spielt eine große Rolle für die Eutrophierung. Phosphorverbindungen gelangen überwiegend über Phosphat-Düngemitteln als diffuse Quellen in ein Gewässer. Der Abtrag von Bodenpartikeln von Ackerflächen durch Wassererosion ist der dominierende Eintragspfad. Von landwirtschaftlich genutzten Mooren wird Phosphat verstärkt über die Dränung ausgewaschen. Das liegt an der höheren Löslichkeit des Phosphats bzw. an dem schlechteren P-Rückhaltevermögen des Bodens in Mooren. Daher findet man in Gebieten mit hohem Anteil von landwirtschaftlich genutzten Mooren die höchsten P-Einträge in Gewässern.¹

Gesamtphosphat ist die Summe aller Phosphorfraktionen in einem Gewässer. Die lösliche Fraktion besteht aus anorganischen (ortho-Phosphat) und organischen P-Verbindungen. Die Orientierungswerte [6] liegen für ortho-Phosphat-P bei 0,07mg/l und für Gesamt-Phosphat-P bei 0,1 mg/l. Diese Werte werden von allen Messstellen deutlich überschritten. Petersfehn mit dem landwirtschaftlich-moorig geprägten Einzugsgebiet weist die höchsten mittleren Phosphatwerte mit 0,32 mg/l ortho-Phosphat und 0,5 mg/l Gesamt-Phosphat auf.

1

http://www.umwelt.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=26262&article_id=89004&psmand=10
10 Aufruf am 2.9.2015

3.1.1.17 DOC, TOC

Diese Summenparameter geben die Konzentration an organischen Stoffen an. Der DOC-Wert gibt die gelösten Anteile an, während der TOC den Gesamtgehalt an organischer Substanz in mg/l Kohlenstoff ausdrückt. Der DOC-Gehalt macht den Großteil der TOC-Konzentration aus. Huminstoffe verursachen eine natürliche DOC-Konzentration.

Der Orientierungswert von RaKon liegt für TOC bei 7 mg/l. Er wird von allen Messstellen deutlich überschritten. Bedingt durch das Einzugsgebiet hat Petersfehn die höchsten mittleren DOC - (34 mg/l) und TOC-Werte (36 mg/l).

3.1.1.18 Alkali- und Erdalkalimetallionen (Na,K,Ca,Mg) / Härte

Alkali- (Natrium, Kalium) und Erdalkali- (Calcium, Magnesium) - Ionen sind für Organismen essentiell. Das gegenseitige Verhältnis im Gewässer ist ein wichtiges Kriterium für die Toxizität gegenüber Fischen. Kalium gehört neben Stickstoff und Phosphor zu den Hauptbestandteilen von Düngemitteln und kann aus landwirtschaftlichen Nutzflächen in ein Gewässer eingetragen werden.

Die Summe der Erdalkali-Ionen bildet die Gesamthärte, die u. a. einen Einfluss auf die toxische Wirkung von einigen Schwermetallen hat. Deshalb werden die Umweltqualitätsnormen [2] für Cadmium gelöst in Abhängigkeit von der Härte angegeben. Grundlage ist eine 5-stufige Einteilung der Härteklassen.

Die Härteeinteilung laut Wasch- und Reinigungsmittelgesetz von 2007 ist 3-stufig: weich (< 1,5 mmol/l), mittel (1,5 bis 2,5 mmol/l), hart (> 2,5 mmol/l). Die Gesamthärte an der Haaren ist als „weich“ einzustufen. Ein Teil Gesamthärte (Carbonathärte) korrespondiert mit den Hydrogencarbonat-Ionen, deren Konzentration in einem günstigen Bereich für Fische liegt (s. 3.1.1.8).

3.1.1.19 Eisen und Mangan

Eisen (Fe) und Mangan (Mn) kommen häufig gemeinsam im Gewässer vor. Viele sauerstoffarme Fließgewässer haben i.d.R. wenig Eisen (<0,3 mg/l), wenn sie nicht aus Moorgebieten kommen. In Moorgewässern kommt Eisen an Huminsäuren gebunden vor. Der Mangangehalt ist in Fließgewässern i.d.R. geringer als der Eisengehalt. Die allgemeine Güteanforderung [8] sieht für Eisen ≤ 2 mg/l vor. Der Orientierungswert für Eisen [6] lautet 1,8 mg/l. Die Eisenkonzentrationen an den Haarenmessstellen liegen im Mittel etwas über 2 mg/l, die Mangankonzentrationen um 0,2 mg/l.

3.1.1.20 Zink

Zink (Zn) ist ein essentieller Spurenstoff, kann aber auch auf Pflanzen, Tiere und Mensch toxisch wirken. Die AGA (NRW 1991) sieht für Zink $\leq 0,3$ mg/l vor. Die Zinkwerte der Haaren liegen fast alle unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,03 mg/l.

3.1.1.21 Arsen

Arsen ist ein toxisch wirkendes Halbmetall und kommt in geringen Konzentrationen überall in der Umwelt und in Lebewesen vor. Laut [3] ist für das gelöste Arsen ein JD-UQN Wert von 1 µg/l und für die ZHK-UQN eine Konzentration von 24 µg/l vorgesehen. Die Messwerte der Haaren, die sich auf Arsen in der Gesamtwasserphase beziehen, liegen alle etwas über 1 µg/l.

3.1.1.22 Blei

Blei ist toxisch für Pflanzen und Tiere inkl. Mensch. Laut [2] ist für gelöstes Blei ein JD-UQN Wert von 7,2 µg/l genannt, der in [4] auf 1,2 µg/l herabgesetzt wurde. Zusätzlich ist eine ZHK [4] von 14 µg/l vorgesehen. Alle Jahresmittelwerte an den Messstellen der Haaren liegen für die Bleikonzentration der Gesamtwasserphase unterhalb 1,2 µg/l. Die höchste Konzentration von 2,2 µg/l an der Messstelle Oldenburg liegt deutlich unterhalb 7,2 µg/l.

3.1.1.23 Chrom

Chrom (Cr) ist ein essentieller Spurenstoff, der in höheren Konzentrationen bzw. bestimmten Verbindungen sowohl für Pflanzen und Tiere als auch Menschen toxisch wirken kann. Die mittleren Chromwerte der Haaren liegen alle unterhalb der Bestimmungsgrenze von 2 µg/l und damit weit unterhalb der AGA [8] von 30 µg/l.

3.1.1.24 Nickel

Nickel ist ein essentieller Spurenstoff, der im aquatischen Milieu insbesondere für Pflanzen toxisch wirkt sowie toxisch auch für Tiere und Mensch. Laut [2] ist für gelöstes Nickel ein JD-UQN Wert von 20 µg/l genannt. In [4] wurde die Anforderung auf 4 µg/l herabgesetzt und zusätzlich eine ZHK-UQN von 34 µg/l eingeführt. Alle Jahresmittelwerte an den Messstellen der Haaren liegen für die Nickelkonzentration der Gesamtwasserphase unterhalb der Bestimmungsgrenze von 3 µg/l.

3.1.1.25 Kupfer

Kupfer (Cu) ist ein essentieller Spurenstoff, der für bestimmte Organismen, vor allem auch im aquatischen Milieu, toxisch wirkt. Laut AGA (NRW1991) sollten Gewässer eine Kupfer-Konzentration von $\leq 0,04$ mg/l (40 µg/l) haben. Die Messwerte der Haaren liegen mit einem Maximalwert in Petersfehn von 0,011 mg/l weit unterhalb dieser Anforderung.

3.1.1.26 Cadmium und Cadmium gelöst

Cadmium (Cd) ist toxisch für Pflanzen, Tiere und Mensch. Die UQN und ZHK [2] sind abhängig von der Wasserhärte und beziehen sich auf Cadmium gelöst. Die Härteklassen werden hier in 5 Klassenkategorien angegeben. Die Messwerte an der Haaren sind hier in die Klasse 3 (50 bis 100 mg/CaCO₃/l = 0,5 bis 1 mmol/l) und 4 (100 bis < 200mg/l CaCO₃/l = 1 bis 2 mmol/l) einzuteilen. Die Beurteilung für Cadmium gelöst erfolgt in Kap. 3.1.4.

3.1.1.27 Quecksilber und Quecksilber gelöst

Quecksilber (Hg) ist toxisch für Pflanzen, Tiere und Mensch. Die Beurteilung erfolgt in Kap. 3.1.4.

3.1.2 Güteklassifizierung (nach LAWA)

Die chemische Güteklassifizierung nach LAWA 1998 basiert auf den 90 %-Perzentilen bzw. für Sauerstoff auf den 10 %-Perzentil-Werten (Tab. 2). Die Perzentilwerte geben den Zahlenwert der Konzentration an, unterhalb der 90 % der Messwerte liegen bzw. für Sauerstoff oberhalb. Für die Berechnung der Güteklassen sollten mindestens 12 Messwerte pro Jahr vorliegen. Die Bewertung der Güteklassen erfolgt für das Schutzgut „Aquatische Lebensgemeinschaft“. Die anzustrebende Gewässergüteklasse für ein Gewässer ist allgemein die Güteklasse II (mäßige Belastung). Dabei handelt es sich um diejenigen Konzentrationen, die bei längerfristiger Exposition ohne Wirkung auf Organismen bleiben.

Die Ergebnisse zur Güteklassifizierung für die 3 Standorte in der Haaren sind in Tab. 3 dargestellt. Im Ermittlungsmonitoring wurden an den Zusatzmessstellen 5 Beprobungen (März bis Juli) vorgenommen, was bei der Güteklassifizierung zu beachten ist. Der Messpunkt Staulinie mit nur einer Messung wurde hier nicht berücksichtigt. Für die Routine-Messstelle Oldenburg konnten für 2014 zusätzlich die Ergebnisse von Januar bis Dezember bewertet und auch Vorjahreswerte verwendet werden. Neben den Güteklassen werden auch die berechneten Perzentile gezeigt, um weitere Differenzierungen zu ermöglichen.

Bei den Stickstoffparametern TNb, Nitrat und Ammonium, dominiert eine deutliche bis erhöhte Belastung mit den Gewässergüteklassen III und III-IV. Insbesondere die Messstelle Petersfehn zeigt deutlich höhere TNb- und Ammonium-Perzentile als die anderen Messstellen.

Die Güteklassen für Nitrit liegen mit II und II-III besser als für die anderen Stickstoffparameter. Gerade bei der Nitrit Klassifizierung sieht man allerdings, dass wenige Werte die Güteklassifizierung nicht ausreichend abbilden. Lässt man die hohen Nitritkonzentrationen aus dem Juli ($> 0,1$ mg/l, s. Tab 1) außer Betracht, liegen die Güteklassen für Petersfehn mit dem Perzentil 0,046 mg/l und Uhlhornsweg (0,063 mg/l) jeweils noch eine Güteklasse besser. Vergleicht man für Oldenburg die Klassifizierung mit 5 und 10 Messwerten (Tab. 3 und für 2014) erkennt man nur bei Nitrit- und Ammonium einen Klassenunterschied.

Bei der Messstelle Petersfehn ergibt sich ein Unterschied zu den anderen Messstellen bei den Güteklassen für ortho- und Gesamtposphat. Während für die Phosphatparameter eine hohe Belastung (III-IV) angezeigt wird, überwiegt bei den anderen Messstellen eine erhöhte Belastung (III).

Der Unterschied wird auch bei der Betrachtung der TOC-Belastung deutlich. Zwar liegen die Messstellen in der gleichen Klasse IV (sehr hohe Belastung), aber der Perzentilwert für Petersfehn ist mit 50,8 mg/l deutlich höher als bei den anderen Messstellen.

Die hohe organische Belastung geht mit einer deutlich bis hoch belasteten Sauerstoffsituation einher. Die schlechteste Sauerstoffsituation ergibt sich mit III-IV sowohl in Petersfehn als auch bei der kanalisierten Messstelle Oldenburg.

Die Parameter Chlorid und Sulfat sind die einzigen Kenngrößen, für die einheitlich die anzustrebende Güteklasse II sogar noch unterschritten wird.

Tab. 2: Güteklassifizierung (nach LAWA) - Bewertungsgrundlage

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 1998 Beurteilung der Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer in der BRD Güteklassifizierung der Nährstoffe, Salze und Summenkenngößen											
Klasse	TNb mg/l N	NO ₃ - mg/l N	NO ₂ - mg/l N	NH ₄ ⁺ mg/l N	Gesamt- mg/l P	o-PO ₄ - mg/l P	Sauerstoff- gehalt mg/l	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	TOC mg/l	Bedeutung
I	≤ 1	≤ 1	≤ 0,01	≤ 0,04	≤ 0,05	≤ 0,02	> 8	≤ 25	≤ 25	≤ 2	unbelastet
I-II	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,08	≤ 0,04	> 7	≤ 50	≤ 50	≤ 3	sehr gering belastet
II	≤ 3	≤ 2,5	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,15	≤ 0,1	> 6	≤ 100	≤ 100	≤ 5	mäßig belastet
II-III	≤ 6	≤ 5	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 0,3	≤ 0,2	> 5	≤ 200	≤ 200	≤ 10	deutliche Belastung
III	≤ 12	≤ 10	≤ 0,4	≤ 1,2	≤ 0,6	≤ 0,4	> 4	≤ 400	≤ 400	≤ 20	erhöhte Belastung
III-IV	≤ 24	≤ 20	≤ 0,8	≤ 2,4	≤ 1,2	≤ 0,8	> 2	≤ 800	≤ 800	≤ 40	hohe Belastung
IV	> 24	> 20	> 0,8	> 2,4	> 1,2	> 0,8	< 2	> 800	> 800	> 40	sehr hohe Belastung

Bei allen Kenngrößen wird das 90-Perzentil eines Jahres herangezogen, bei dem Sauerstoffgehalt das 10-Perzentil.

Tab. 3: Vergleichende Güteklassifizierung der Messstandorte im Längsverlauf der Haaren für 2014

Bezogen auf gleiche Beurteilungszeiträume der 5 Probenahmen des Ermittlungsmonitorings (in Klammern die Anzahl Beprobungen)

Station	TNb [mg/l N]	NO ₃ - [mg/l N]	NO ₂ - [mg/l N]	NH ₄ ⁺ [mg/l N]	Gesamt-P [mg/l P]	o-PO ₄ - [mg/l P]	Sauerstoff- gehalt [mg/l]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]	TOC [mg/l]
OB163 Petersfehn	9,84 (5)	7,02 (5)	0,0964 (5)	0,824 (5)	0,672 (5)	0,494 (5)	3,50 (5)	38,2 (5)	20,2 (5)	50,8 (5)
OB201 Uhlhornsweg	6,90 (5)	4,42 (5)	0,112 (5)	0,560 (5)	0,536 (5)	0,350 (5)	5,18 (5)	42,6 (5)	21,0 (5)	43,4 (5)
OB024 Oldenburg	7,2 (5)	4,40 (5)	0,122 (5)	0,592 (5)	0,588 (5)	0,346 (5)	3,82 (5)	45,8 (5)	20,6 (5)	43,8 (5)

Tab. 4: Zeitreihe der Güteklassifizierung für Messstandort Oldenburg 2000-2014

In Klammern die Anzahl Beprobungen pro Jahr

Station	Jahr	TNb [mg/l N]	NO ₃ - [mg/l N]	NO ₂ - [mg/l N]	NH ₄ ⁺ [mg/l N]	Gesamt-P [mg/l P]	o-PO ₄ - [mg/l P]	Sauerstoff- gehalt [mg/l]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]	TOC [mg/l]
OB024 Oldenburg	2000	7,80 (6)	5,45 (6)	0,0500 (6)	0,495 (6)	0,675 (6)	0,495 (6)	3,89 (12)	42,0 (6)	35,5 (6)	43,0 (6)
OB024 Oldenburg	2001	7,45 (6)	5,50 (6)	0,0750 (6)	0,805 (6)	0,525 (6)	0,350 (6)	5,66 (10)	42,0 (6)	33,0 (6)	37,5 (6)
OB024 Oldenburg	2002	9,92 (9)	5,55 (6)	0,0550 (6)	0,715 (6)	0,625 (6)	0,440 (6)	4,26 (7)	40,2 (5)	26,5 (6)	52,0 (6)
OB024 Oldenburg	2003	6,09 (10)	3,15 (6)	0,0500 (6)	0,765 (6)	0,490 (6)	0,250 (6)	2,50 (6)	45,5 (6)	29,5 (6)	38,0 (6)
OB024 Oldenburg	2004	9,90 (11)	6,50 (12)	0,0500 (12)	0,548 (12)	0,555 (12)	0,366 (12)	3,36 (14)	53,0 (12)	32,0 (12)	41,5 (12)
OB024 Oldenburg	2005	7,34 (12)	5,86 (12)	0,0790 (12)	0,714 (12)	0,460 (12)	0,230 (12)	4,41 (12)	50,9 (12)	29,9 (12)	30,9 (12)
OB024 Oldenburg	2006	8,46 (12)	6,53 (12)	0,0680 (12)	0,715 (12)	0,582 (12)	0,325 (12)	4,13 (12)	54,8 (12)	34,5 (12)	40,0 (12)
OB024 Oldenburg	2007	7,26 (12)	5,09 (12)	0,0590 (12)	0,437 (12)	0,603 (12)	0,437 (12)	5,21 (12)	41,7 (12)	26,8 (12)	43,7 (12)
OB024 Oldenburg	2008	6,41 (12)	3,56 (12)	0,0600 (12)	0,509 (12)	0,532 (12)	0,364 (12)	4,51 (12)	46,9 (12)	28,6 (12)	37,0 (12)
OB024 Oldenburg	2009	6,36 (12)	3,89 (12)	0,0390 (12)	0,601 (12)	0,368 (12)	0,228 (12)	4,01 (12)	55,4 (12)	30,7 (12)	32,0 (12)
OB024 Oldenburg	2010	6,30 (12)	4,37 (12)	0,0490 (12)	0,871 (12)	0,398 (12)	0,276 (12)	4,05 (12)	124 (12)	30,0 (12)	36,9 (12)
OB024 Oldenburg	2011	8,23 (12)	6,30 (12)	0,0469 (12)	0,579 (12)	0,578 (12)	0,419 (12)	5,03 (12)	57,0 (12)	27,7 (12)	38,9 (12)
OB024 Oldenburg	2012	4,07 (12)	2,28 (12)	0,0574 (13)	0,579 (12)	0,429 (12)	0,288 (12)	3,96 (12)	54,5 (12)	25,8 (12)	34,2 (12)
OB024 Oldenburg	2013	8,30 (11)	5,90 (11)	0,0770 (11)	0,590 (11)	0,420 (11)	0,270 (11)	3,80 (11)	59,0 (11)	32,0 (11)	36,0 (11)
OB024 Oldenburg	2014	6,70 (10)	3,87 (10)	0,0754 (10)	0,631 (10)	0,573 (10)	0,316 (10)	3,49 (10)	49,6 (10)	23,6 (10)	42,3 (10)

3.1.3 Huminstoffe

Huminsäuren sind hochmolekulare chemische Verbindungen, die während des Abbauprozesses von biologischen Materialien wie Pflanzenresten und tierischen Rückständen im Boden gebildet werden. Durch ihr Vorhandensein wird Wasser gelb bis braun gefärbt, der pH-Wert sinkt und der Geschmack wird erdig moorig. Die Haaren ist möglicherweise durch die angrenzenden Moore bezüglich des Eintrags an Huminstoffen beeinflusst, wodurch ein negativer Effekt aufgrund hoher DOC-Gehalte eintreten kann. Daher wurden innerhalb des Projektes orientierende Untersuchungen auf wasserlösliche Huminsäuren durchgeführt. Es zeigt sich, dass die Gehalte an Huminsäuren im moderaten Bereich liegen (Tab. 5). Ihr Anteil übersteigt nicht mehr als 20 % des DOC-Gehalts. Dies zeigt sich auch in der Charakterisierung des Wassers während der Probenahmen, das Wasser wurde größtenteils als „schwach trüb“ bis „klar“, „schwach gelbbraun“ gefärbt und „schwach erdig“ riechend wahrgenommen.

Demzufolge ist der Einfluss des Moores bzw. der Eintrag an Huminsäuren eher als gering zu bewerten.

Tab. 5: Huminsäuren als Summenparameter

Konzentration gelöster Huminsäuren in der Wasserphase (monatliche Beprobungen, März bis Juli 2014)

Huminsäuren in mg/l		
Messtelle	Mittelwert	Maximum
Petersfehn	5,6	8,7
Uhlhornsweg	5,3	9,0
Staulinie (Juli-Probe)	3,6	-

3.1.4 Prioritäre und flussgebietsspezifische Stoffe

Die drei Messstellen am Oberflächengewässer Haaren wurden monatlich von März bis Juli 2014 auf ausgewählte prioritäre Stoffe gemäß [6] untersucht. Die Stoffliste wurde anhand von vorherigen Erfahrungen mit landesweiten Datenauswertungen auf auffällige Stoffe reduziert. Das Isoproturon als prioritärer Stoff wird in Abschnitt 3.1.6 behandelt, da es sich um einen derzeit zugelassenen Pflanzenschutzmittelwirkstoff handelt.

Aus den Analysenergebnissen wurden die gemittelten Konzentrationen je Messstelle ermittelt, welche unter Anwendung der in [6] festgelegten Vorgehensweise berechnet wurden. Anschließend erfolgte der Abgleich mit den gültigen UQN. Bei der Messstelle Staulinie kann jedoch nur die Messung des Monats Juli herangezogen werden.

Tab. 6: Mittelwerte und UQN ausgewählter prioritärer Stoffe

Bewertung nach Anlage 7 OGewV 2011

UQN nach Anlage 8 OGewV2015 (Entwurf April 2015)

Schadstoff nach Anlage 7 [µg/l]	UQN/ZHK	Petersfehn	Uhlhornsweg	Staulinie
Cadmium, gelöst	0,09-0,15/0,2	0,055	<0,05	<0,05
Hexachlorbenzol	0,01/ 0,05	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Hexachlorcyclohexan :				
a-HCH		<0,001	<0,001	<0,001
b-HCH		<0,001	<0,001	<0,001
d-HCH		<0,001	<0,001	<0,001
e-HCH		<0,001	<0,001	<0,001
g-HCH (Lindan)		<0,001	<0,001	<0,001
Summe der HCH	0,02/ 0,04	-	-	-
Quecksilber, gelöst	0,05/ 0,07	0,006	<0,005	<0,005
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe:				
Benzo(a)pyren	0,05/ 0,1	<0,002	<0,002	0,002
Benzo(b)fluoranthen		<0,002	<0,002	0,002
Benzo(k)fluoranthen		<0,002	<0,002	<0,002
Benzo(b)fluoranthen + Benzo(k)fluoranthen	0,03	-	-	0,002
Benzo(g,h,i)perylen		<0,001	0,0013	0,002
Indeno(1,2,3-cd)pyren		<0,001	0,0011	0,002
Benzo(g,h,i)perylen + Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,002	-	0,0024	0,004
Tributylzinnverbindungen:				
Tributylzinn-Kation	0,0002/ 0,0015	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dicofol [#])	0,0013	<0,001	<0,001	<0,001

Die Haaren ist bezüglich der prioritären Stoffe weitestgehend unauffällig. Es gab lediglich Überschreitungen beim Summenparameter der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) Benzo(g,h,i)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren (Tab. 6). Die PAK gehören zu den ubiquitär verteilten Stoffen und gelangen über diffuse Quellen in die Oberflächengewässer. Sie entstehen beispielsweise bei unvollständig ablaufenden Verbrennungsprozessen von organischem Material wie dem Kraftstoff im Dieselmotor oder der Biomasse bei Waldbränden. Die Belastung der Haaren mit PAK ist sehr wahrscheinlich auf anthropogene Einflüsse aus Verbrennungsprozessen diverser Art zurückzuführen. Dennoch müsste der chemische Zustand der Haaren nach diesen Ergebnissen als schlecht eingestuft werden.

Analog zum Vorgehen bei den zuvor beschriebenen prioritären Stoffen wurden die drei Messstellen an der Haaren auf ausgewählte flussgebietspezifische Stoffe gemäß [5] untersucht. Die Stoffliste wurde anhand von vorherigen Erfahrungen mit landesweiten Datenauswertungen auf auffällige Stoffe reduziert. Weitere flussgebietspezifische Schadstoffe werden in den Abschnitten 3.1.5 und 3.1.6 behandelt. Die vollständigen Analysenergebnisse sind im Anhang 7.1 zu finden.

Tab. 7: Mittelwerte und UQN ausgewählter flussgebietsspezifischer Stoffe

Nach Anlage 5 OGeV 2011 [1] in µg/l

Schadstoff nach Anlage 5	UQN	Uhlhornsweg	Petersfehn	Staulinie
Dibutylzinn-Kation	0,01	<0,001	<0,001	<0,001
Tetrabutylzinn-Kation	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cyanid	10	<0,02	<0,02	<0,02
AMPA*)	0,1	0,12	0,14	0,12
Glyphosat*)	0,1	0,39	0,43	0,23

*) kein gesetzlicher Grenzwert, Grundwasser-Qualitätsnorm zur Orientierung

Bezüglich der flussgebietsspezifischen Stoffe – Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und Altlasten ausgenommen - ist die Haaren als unauffällig zu bezeichnen. Lediglich Glyphosat und dessen Metabolit AMPA, welcher aufgrund von landesweiten Ergebnissen einbezogen wurde (NLWKN August 2012), überschreitet die zur Orientierung angewendete Grundwasser-Qualitätsnorm, welche keine Rechtsverbindlichkeit aufweist (Tab. 7). Im Vergleich mit dem LAWA-Qualitätsnorm-Entwurf von 96 µg/l für AMPA, zeigt sich jedoch, dass dieser deutlich unterschritten wurde.

Eine abschließende Bewertung des chemischen und chemisch-ökologischen Zustands der Haaren erfolgt in Abschnitt 3.1.6.

3.1.5 Rüstungsaltpasten und militärische Altlasten

Zur Einschätzung, ob aufgrund des alten Fliegerhorstes eine Beeinflussung der Haaren durch Rüstungsaltpasten oder militärische Altlasten vorliegt, wurden Untersuchungen an der Messstelle Staulinie durchgeführt, welche das gesamte Einzugsgebiet erfasst und mögliche Einflüsse durch den Fliegerhorst mit abbildet. Es wurden die Messwerte des Monats Juli herangezogen.

Sämtliche Messwerte bezüglich Sprengstoffspuren in Form von Nitroaromaten oder Nitrobenzoesäurederivaten liegen unterhalb der angewandten Bestimmungsgrenzen (Anhang 7.1). Zusätzlich wurde der Parameter 2,4,6-Nitrotoluol monatlich an den Messstellen Petersfehn und Uhlhornsweg bestimmt. Hier lagen ebenfalls alle Messwerte unterhalb der angewandten Bestimmungsgrenze. Es ist somit – zwar nur orientierend – davon auszugehen, dass keine Belastung der Haaren durch Sprengstoff-Altlasten des Fliegerhorsts vorliegt.

Es gibt jedoch noch andere mögliche militärische Altlasten wie Benzol und deren Derivate oder leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe, welche in [5] und [7] geregelt sind und folgend für alle drei Messstellen aufgeführt werden (Tab. 8).

Tab. 8: Militärische Altlasten nach Anlage 5 und 7 OGeV2011 in µg/l.

Schadstoffe nach OGeV2011 [µg/l]	Anlage 5/7	UQN	Petersfehn		Uhlhornsweg		Stau- linie
			Mittelwert	Maximum	Mittelwert	Maximum	Juli- Probe
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe							
Trichlorethen	7	10	< 0,02	< 0,02	0,134	0,26	0,08
Tetrachlorethen	7	10	< 0,02	< 0,02	0,078	0,15	0,06
PAK							
Naphthalin	7	2,4	0,004	0,004	0,0022	0,004	0,007
Acenaphthen			0,002	0,003	0,0038	0,005	0,014
Fluoren			< 0,002	0,002	< 0,002	0,002	0,008
Phenanthren	5	0,5	0,006	0,007	0,006	0,007	0,013
Anthracen	7	0,1	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Fluoranthren	7	0,1	0,006	0,007	0,007	0,008	0,01
Pyren			0,005	0,005	0,0048	0,005	0,008
Benzo(a)anthracen			< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Chrysen			0,003	0,003	0,0028	0,003	0,003

Die berechneten Mittelwerte bzw. Einzelwerte liegen größtenteils unterhalb der angewandten Bestimmungsgrenzen. Es liegt keine Überschreitung der gültigen UQN vor. Lediglich die PAK weisen Positivbefunde auf, welche als auffällig bezeichnet werden können. Hier gilt Ähnliches wie in Abschnitt 3.1.4. beschrieben. Die Belastungen können auf anthropogenen Einfluss zurückgeführt werden. Da die Positivbefunde an allen drei Messstellen auftreten, ist ein Einfluss durch den ehemaligen Fliegerhorst unwahrscheinlich.

3.1.6 Pflanzenschutzmittel

Ein Schwerpunkt lag auf Seiten der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, da das Einzugsgebiet der Haaren durch Baumschulen und Landwirtschaft geprägt ist und keine anderen Einleitungen aufweist. Sämtliche der im Rahmen dieses Projektes ermittelten Analyseergebnisse können den Anlagen in Kap. 7.1.6 entnommen werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse einer *worst case* Betrachtung anhand einer Klassifizierung dargestellt, aus welcher eine Rankingliste der Wirkstoffe resultiert. Außerdem wird eine Bewertung der Untersuchungsergebnisse auf Grundlage von Umweltqualitätsnormen – soweit vorhanden – vorgenommen. Insgesamt wurden 227 Wirkstoffe analysiert (Kap. 7.1.6, Tab. 25).

3.1.6.1 Klassifizierung der Ergebnisse

Für jeden der 227 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe wurde die maximale Konzentration über sämtliche Messwerte gebildet und wie folgt klassifiziert:

	< Bestimmungsgrenze (BG)
	≥ BG bis ≤ 0,1 µg/l
	> 0,1 bis ≤ 1 µg/l
	> 1 µg/l

Das Ergebnis der Klassifizierung ist als *worst case* Betrachtung in Tab. 25 im Anhang aufgeführt. Der Tabelle können zusätzlich Informationen zu den angewandten Bestimmungsgrenzen und der allgemeinen Wirkweise entnommen werden.

Nach der statistischen Auswertung der Klassifizierungsergebnisse ergibt sich folgendes Bild (Tab. 9). Der überwiegende Teil der Ergebnisse liegt unterhalb der angewandten Bestimmungsgrenzen und damit sind 76 % der 227 betrachteten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe als unkritisch bzw. unauffällig einzustufen. 24 %, das sind 54 Wirkstoffe, weisen Positivbefunde auf, deren Hauptanteil liegt mit 16 % im Bereich zwischen der Bestimmungsgrenze und der Konzentration von 0,1 µg/l. Es gibt jedoch 14 Wirkstoffe (7 %) mit über 0,1 µg/l und sogar 3 Wirkstoffe (1 %), deren maximale Konzentration über 1 µg/l liegt.

Tab. 9: Ergebnis der Klassifizierung für die 227 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe

Anzahl Wirkstoffe	Anzahl < BG	Anzahl ≥ BG bis ≤ 0,1 µg/l	Anzahl > 0,1 bis ≤ 1 µg/l	Anzahl > 1 µg/l
227	173 (76%)	37 (16%)	14 (7%)	3 (1%)

3.1.6.2 Ranking der Klassifizierungsergebnisse

Wird anhand der Klassifizierungsergebnisse eine Rankingliste in absteigender Reihenfolge der maximalen Konzentrationen bis 0,1 µg/l der 227 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe erstellt (Tab. 10), erhalten wir 17 Wirkstoffe, welche als auffällig bezeichnet werden können. Spitzenreiter ist hier das Blattlaus tötende Dimethoat (5,8 µg/l), gefolgt von den Fungiziden Fosetyl (5,1 µg/l) und Fenhexamid (1,3 µg/l).

Die Tab. 10 verdeutlicht, dass überwiegend die Messstelle Petersfehn die höchsten Konzentrationen aufweist und bei den anderen beiden Messstellen eher vereinzelt hohe Gehalte auftreten.

Werden die auffälligen Wirkstoffe der zugelassenen Pflanzenschutzmittel anhand ihrer Kulturen, in welchen sie eingesetzt werden können, betrachtet, so fallen besonders 3 herbizide Wirkstoffe auf. S-Metolachlor, Terbutylazin und Nicosulfuron werden vornehmlich im Ackerbau eingesetzt. Nicosulfuron ist einzig für den Maisanbau zugelassen, während S-Metolachlor und Terbutylazin im Gemüsebau von Zuckermais und diversen ackerbaulichen Früchten wie hauptsächlich Mais und Lupinen zugelassen sind. Der Einfluss der ackerbaulichen bzw. landwirtschaftlichen Nutzung auf die Gewässerqualität ist demnach nachgewiesen. Die verbleibenden auffälligen Wirkstoffe können nicht so eindeutig einer Nutzung zugeordnet werden, hier ist der Einsatz sowohl in Baumschulen als auch im landwirtschaftlichen Bereich möglich. Einzelfallgenehmigungen und Ausnahmegenehmigungen in Notfallsituationen von bestimmten Wirkstoffen können zusätzlich eine Rolle spielen.

Tab. 10: Rankingliste der Klassifizierungsergebnisse der 227 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe.

Platz	Wirkstoff	Wirkung als	Kultur	Maximale Konzentration µg/l	Messstelle
1	Dimethoat	Insektizid, Akarizid	Ackerbau, Gemüsebau, Zierpflanzenbau	5,8	Petersfehn
2	Fosetyl	Fungizid	Gemüsebau, Hopfenbau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau	5,1	Petersfehn
3	Fenhexamid	Fungizid	Gemüsebau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau	1,3	Petersfehn
4	Glyphosat	Herbizid	Ackerbau, Forst, Gemüsebau, Grünland, Hopfenbau, Nichtkulturland, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau	0,72	Petersfehn
5	MCPA	Herbizid	Ackerbau, Grünland, Hopfenbau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau	0,67	Uhlhornsweg
6	Azoxystrobin	Fungizid	Ackerbau, Gemüsebau, Hopfenbau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau	0,5	Petersfehn
7	Propyzamid	Herbizid	Ackerbau, Forst, Gemüsebau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau	0,46	Petersfehn
8	Glufosinat	Herbizid	Ackerbau, Forst, Gemüsebau, Nichtkulturland, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau	0,38	Petersfehn
9	Clothianidin	Insektizid	Ackerbau, Gemüsebau, Zierpflanzenbau	0,36	Petersfehn
10	Isoxaben	Herbizid	Ackerbau, Baumschulen, Forst, Gemüsebau, Obstbau, Zierpflanzenbau	0,32	Petersfehn
11	S-Metolachlor	Herbizid	Ackerbau, Gemüsebau	0,32	Petersfehn
12	Imidacloprid	Insektizid	Ackerbau, Gemüsebau, Hopfenbau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau	0,25	Petersfehn
13	Terbuthylazin	Herbizid	Ackerbau, Gemüsebau	0,18	Petersfehn
14	Nicosulfuron	Herbizid	Ackerbau (Mais)	0,17	Staulinie
15	Boscalid	Fungizid	Ackerbau, Forst, Gemüsebau, Hopfenbau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau	0,15	Petersfehn
16	Dimethenamid-P	Herbizid	Ackerbau, Gemüsebau, Obstbau, Zierpflanzenbau	0,12	Petersfehn
17	Thiamethoxam	Insektizid	Ackerbau, Gemüsebau, Zierpflanzenbau	0,12	Petersfehn

3.1.6.3 Bewertung nach gesetzlich verbindlichen Umweltqualitätsnormen (UQN)

Die zuvor beschriebene Klassifizierung stellt lediglich eine Orientierung dar und gibt einen Überblick über das Vorkommen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in der Haaren wider. Eine wissenschaftlich fundierte Bewertung kann jedoch nur bei Anwendung von festgelegten Umweltqualitätsnormen, wie sie in der derzeit rechtsverbindlichen Oberflächengewässerverordnung aufgeführt sind, vorgenommen werden. In [1] und [6] sind 18 der 227 untersuchten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe mit Umweltqualitätsnormen belegt (Tab. 11) und können daher bewertet werden. Außerdem wird die UQN von Metolachlor als racemisches Gemisch herangezogen, obwohl bei den Untersuchungen nur S-Metolachlor als Enantiomer von Metolachlor und zugelassener Pflanzenschutzmittelwirkstoff analysiert wurde. In die Bewertung fließen ebenfalls die UQN für vier weitere Pflanzenschutzmittelwirkstoffe nach der RL 2013/39/EU ein, welche noch nicht in deutsches Recht umgesetzt sind, deren Relevanz jedoch nicht von der Hand zu weisen ist. In Tab. 11 sind die Ergebnisse der Bewertung für jede Messstelle angegeben.

Tab. 11: Bewertung der Mittelwerte in µg/l anhand von Umweltqualitätsnormen der OGewV 2011 und RL 2013/39/EU.

Wirkstoff	UQN	Uhlhornsweg	Petersfehn	Staulinie
2,4-D	0,1	0,006	0,007	0,009
Aclonifen*)	0,12	<0,005	<0,005	<0,005
Bentazon	0,1	0,005	<0,005	<0,005
Bifenox*)	0,012	<0,005	<0,005	<0,005
Bromoxynil	0,5	<0,005	<0,005	<0,005
Chloridazon	0,1	<0,005	<0,005	<0,005
Chlortoluron	0,4	<0,005	<0,005	<0,005
Cypermethrin*)	0,00008	<0,005	<0,005	<0,005
Dichlorprop-P	0,1	0,017	0,017	0,016
Diflufenican	0,009	<0,005	<0,005	<0,005
Dimethoat	0,1	0,061	1,028	<0,005
Epoxiconazol	0,2	0,006	<0,005	<0,005
Isoproturon**)	0,3	<0,005	<0,005	<0,005
MCPA	0,1	0,111	0,105	0,016
Mecoprop-P	0,1	0,024	0,010	0,017
Metazachlor	0,4	0,018	0,017	0,006
Metolachlor (S-Metolachlor)	0,2	0,038	0,067	0,052
Metribuzin	0,2	0,010	0,009	<0,005
Picolinafen	0,007	<0,005	<0,005	<0,005
Pirimicarb	0,09	<0,005	0,009	0,007
Propiconazol	1	0,005	0,007	<0,005
Quinoxifen*)	0,15	<0,005	<0,005	<0,005
Terbuthylazin	0,5	0,042	0,069	0,043

*) : RL 2013/39/EU; **) : Prioritärer Stoff nach Anlage 7 OGewV2011; ohne Kennzeichnung: Flussgebietspezifische Stoffe nach Anlage 5 OGewV2011

Der Abgleich der berechneten Mittelwerte mit den Umweltqualitätsnormen ergibt, dass die Umweltqualitätsnormen weitestgehend eingehalten werden. An zwei der drei Messstellen treten jedoch Überschreitungen auf.

An der Messstelle Uhlhornsweg wird eine Überschreitung der UQN des herbiziden MCPA (0,1 µg/l) verzeichnet. Und an der Messstelle Petersfehn kommt es zu Überschreitungen der UQN des insektiziden Dimethoats (0,1 µg/l) und ebenfalls des unkrautvernichtenden MCPA. Bemerkenswert ist, dass bei der Messstelle Petersfehn die UQN von Dimethoat um das 10-Fache überschritten wird. Dieser Wert ist durch das Analyseergebnis im Oktober (5,8 µg/l) stark beeinflusst, welches auch den Maximalwert darstellt. Beide Wirkstoffe können keiner eindeutigen Nutzungsart zugesprochen werden. Beide können im Zierpflanzenbau Anwendung finden oder beispielsweise auf dem Acker zum Schutz von Winterroggen oder Sommergerste eingesetzt werden.

Für das insektenvernichtende Cypermethrin kann keine abschließende Bewertung vorgenommen werden, da die analytisch höchst anspruchsvolle UQN technisch nicht umgesetzt werden konnte. Die Mittelwerte liegen jedoch alle unterhalb der angewandten Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l.

Nach diesen Ergebnissen müsste der chemisch-ökologische Zustand der Haaren aufgrund der UQN-Überschreitung zweier flussgebietspezifischer Stoffe (Dimethoat, MCPA) als schlecht eingestuft werden.

3.1.6.4 Bewertung nach UQN der neuen Oberflächengewässerverordnung

Anfang des Jahres 2016 wird voraussichtlich eine neue OGewV in Kraft treten. Im derzeitigen aktuellen Entwurf (Stand April 2015) sind in Anlage 6 (UQN mit nationalem Charakter) 8 weitere Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren UQN aufgelistet. Um die Aktualität des Berichtes zu wahren, werden diese UQN ebenfalls zur Bewertung herangezogen – mit dem Hinweis, dass diese UQN noch keine gesetzliche Gültigkeit haben und noch Änderungen unterliegen können.

Tab. 12: Bewertung der Mittelwerte in µg/l anhand von Umweltqualitätsnormen laut Entwurf der neuen OGewV (Stand April 2015).

Wirkstoff	UQN nach Entwurf OGewV	Uhlhornsweg	Petersfehn	Staulinie
Carbendazim	0,2	0,008	0,016	0,007
Dimoxystrobin	0,03	<0,005	<0,005	<0,005
Fenpropimorph	0,02	<0,005	<0,005	<0,005
Flufenacet	0,04	0,022	0,031	0,007
Flurtamone	0,2	<0,005	<0,005	<0,005
Imidacloprid	0,002	0,032	0,070	0,019
Nicosulfuron	0,009	0,037	0,042	0,062
Sulcotrion	0,1	<0,005	<0,005	<0,005

Der Abgleich der berechneten Mittelwerte mit den Umweltqualitätsnormen ergibt, dass bei zwei der insgesamt 8 betrachteten Pflanzenschutzmittelwirkstoffen Überschreitungen festzustellen sind. An allen drei Messstellen wurden die UQN des Insektizids Imidacloprid (0,002 µg/l) und des Herbizids Nicosulfuron (0,009 µg/l) massiv überschritten. An der Messstelle Petersfehn liegt der berechnete Mittelwert von Imidacloprid um das 35-Fache höher als die UQN und an der Messstelle Staulinie wird die UQN von Nicosulfuron um das 7-Fache überschritten.

Das Vorkommen des Wirkstoffs Nicosulfuron in der Haaren kann eindeutig auf den Ackerbau zurückgeführt werden, da das Herbizid einzig für den Maisanbau zugelassen ist. Eine unsachgemäße Anwendung ist natürlich als Ursache ebenfalls nicht auszuschließen.

Das Insektizid Imidacloprid ist für vielseitige Anwendungen, z.B. bei Äpfeln oder Speisezwiebeln zugelassen und kann nicht eindeutig zugeordnet werden.

3.1.6.5 Zusammenfassung der Pflanzenschutzmittelergebnisse (Wasser)

Die Haaren wurde an drei Messstellen auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in der Wasserphase untersucht. Eine erste orientierende Betrachtung der Messergebnisse ergibt, dass 24 % der insgesamt 227 zugelassenen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im Gewässer nachgewiesen werden konnten, während 76 % der untersuchten Wirkstoffe unterhalb der angewandten Bestimmungsgrenzen lagen.

Der Abgleich mit den beschriebenen unterschiedlichen Umweltqualitätsnormen ergibt, dass von insgesamt 31 mit einer UQN versehenen Pflanzenschutzmittelwirkstoffen 4 Wirkstoffe Überschreitungen aufwiesen. Es gab Überschreitungen bei den flussgebietspezifischen Stoffen MCPA (2 Messstellen) und Dimethoat (eine Messstelle) und außerdem wurden die vorgeschlagenen UQN der Stoffe Imidacloprid und Nicosulfuron jeweils an allen drei Messstellen überschritten.

Besonders auffällig ist, dass vor allem an der Messstelle Petersfehn hohe Gehalte an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen ermittelt wurden und hier auch die meisten Überschreitungen der UQN zu verzeichnen sind.

Bemerkenswert ist auch, dass das schädlingsbekämpfende Dimethoat sowohl die höchste maximale Konzentration als auch die massive Überschreitung der festgelegten UQN an der Messstelle Petersfehn aufweist.

Insgesamt ist festzuhalten, dass im Gewässer Haaren aktuell zugelassene Pflanzenschutzmittelwirkstoffe gefunden werden und diese teilweise sogar die Umweltqualitätsnormen überschreiten und daher von einer Belastung auszugehen ist. Es ist zu empfehlen entsprechende Maßnahmen zu ergreifen um die Belastungssituation zu verbessern.

3.1.7 Bewertung „chemischer und chemisch-ökologischer“ Zustand (nach OGewV)

Die Bewertung des „chemischen und chemisch-ökologischen Zustandes“ der Haaren nach Anlage 5 und 7 der OGewV 2011 bezieht sich auf die Stoffe der Kapitel 3.1.4 bis 3.1.6 (prioritäre und flussgebietspezifische Stoffe, Rüstungsaltslasten und Pflanzenschutzmittel).

Der chemische Zustand der Haaren ist aufgrund der Überschreitungen beim Summenparameter der polzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) Benzo(g,h,i)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren als schlecht einzustufen (orientierend). Es gab keine weiteren Überschreitungen bezüglich der übrigen im Projekt untersuchten prioritären Stoffe. Da die Überschreitung von ubiquitär verteilten Stoffen herrührt, wird es in naher Zukunft keine wesentliche Verbesserung bezüglich dieses Parameters geben. Der Summenparameter wird jedoch in der neuen Gewässerverordnung nicht mehr als JD-UQN (Jahresdurchschnitts-UQN), sondern als ZHK-UQN (Zulässige Höchstkonzentrations-UQN) überwacht. Nach dieser Vorgabe gebe es keine Überschreitung mehr und der chemische Zustand der Haaren wäre als gut einzustufen. Zu bedenken ist jedoch, dass der Parameter Benzo(a)pyren ersatzweise als Leitparameter der PAK eine wesentlich schärfere JD-UQN haben wird und anhand der Projektmessergebnisse keine Bewertung erfolgen kann. Eine Überschreitung nach diesen neuen Kriterien ist also nicht auszuschließen.

Der „chemisch-ökologische“ Zustand der Haaren ist ebenfalls als schlecht einzustufen, sowohl nach der neuen als auch der derzeit gültigen Oberflächengewässerverordnung. Die Überschreitungen der UQN, welche zu dieser Einstufung führen, sind ausschließlich Pflanzenschutzmittelwirkstoffen anzulasten. Deren Herkunft kann lediglich bei einem der 4 Schadstoffe eindeutig zugeordnet werden, da dieser, Nicosulfuron, ausschließlich nur für den Anbau von Mais zugelassen ist. Die anderen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (Dimethoat, MCPA, Imidacloprid) haben ein größeres Anwendungsspektrum und können keiner speziellen Nutzungsart zugeordnet werden. Der schlechte Zustand ist jedoch klar auf die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf den landwirtschaftlichen Flächen und in den Baumschulen im Einzugsgebiet der Haaren zurückzuführen. Hier ist es geboten entsprechende Maßnahmen zur Reduzierung des Eintrags von PSM zu ergreifen, um den Zustand der Haaren zu verbessern. Die Maßnahmenvorschläge im „Integrierten Gewässerentwicklungsplan Haaren und Nebengewässer“ (IGEPL; Kuhn et al. 2012) bilden eine gute Grundlage für das zukünftige Vorgehen.

3.1.8 Ökotoxikologische Untersuchungen

An den Messstellen wurden im Untersuchungszeitraum monatlich ökotoxikologische Untersuchungen vorgenommen, welche die Giftigkeit gegenüber Fischeiern, Daphnien, Algen und Leuchtbakterien belegen können. Die Ergebnisse sind im Anhang in Tab. 26 vollständig aufgeführt, in Tab. 13 wurden die auffälligen Befunde zusammengefasst.

Es wurde zu keinem Zeitpunkt eine toxische Wirkung auf Fischeier oder Daphnien festgestellt. Die ökotoxikologischen Befunde bezüglich der Algen- und Leuchtbakterientests waren in Uhlhornsweg und Petersfehn auffällig. Hier wurden normgerecht schwache Toxizitäten in den April- und Mai-Proben ermittelt.

Tab. 13: Auszug der Ergebnisse ökotoxikologischer Tests mit auffälligem Befund

Messstelle	Probedatum	GA	GD	GEi	GL
Uhlhornsweg	28.04.14	1 (19,2 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (8,34 bei Verd. 1)
Petersfehn	28.04.14	2 (28,2 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (12,8 bei Verd. 1)
Uhlhornsweg	12.05.14	2 (22,9 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (14,5 bei Verd. 1)
Petersfehn	12.05.14	2 (36,3 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (13,0 bei Verd. 1)
Uhlhornsweg	16.06.14	1 (-20,6 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (11,1 bei Verd. 1)
Petersfehn	16.06.14	1 (-19,9 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (10,5 bei Verd. 1)

Diese Ergebnisse, welche auf einen akut toxischen Effekt auf Labororganismen hinweisen, sind für ein Fließgewässer ungewöhnlich, zumal es sich um weniger sensitive Tests handelt, welche normalerweise im Abwasserbereich eingesetzt werden. Bemerkenswert sind die Auffälligkeiten bei den Algentests. Die Haaren ist stark eutrophiert. Die hohen Nährstoffkonzentrationen sollten zu einer nennenswerten Wachstumsförderung führen. Die Ergebnisse des Algentests weisen jedoch eine Hemmung des Wachstums nach. Demzufolge müssen sich Störfaktoren im Wasser befinden, welche das veränderte ökologische Verhalten der Algen im Test erklären. Eine eindeutige Zuordnung kann jedoch nicht erfolgen.

Als Ursachen können extreme pH-Werte und hohe Salzgehalte ausgeschlossen werden. Die schlechte Sauerstoffsituation, welche im Verlauf des Projektes festgestellt wurde, könnte einen negativen Einfluss auf die Organismen der Haaren haben und die ökotoxikologischen Ergebnisse erklären. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass ebenso Schadstoffbelastungen zu einer Beeinträchtigung führen. Denkbar sind auch multifaktoriell zusammengesetzte und summarisch wirkende Einzelbelastungen.

3.2 Ergänzende Untersuchungen

3.2.1 Kontinuierliche Sauerstoffmessungen

Eine kontinuierliche Erfassung von Sauerstoff und Temperatur erfolgt im Unterlauf an der festen Messstation „Haarenufer“ in Oldenburg durch die Haaren-Wasseracht (HWA). Die Ergebnisse aus den Messungen sind für ein Jahr (365 Tage) vom 1.10.2013-30.9.2014 als mittlere Stundenwerte sowie Angabe von Tagesmaxima und –minima im Anhang vollständig mit messtechnischen Anmerkungen aufgeführt.

In Abb. 3 ist der Jahresverlauf der Stundenwerte für die O₂-Gehalte der Haaren dargestellt. Die Klassifizierung und Farbgebung erfolgte hierbei nach den Kriterien der LAWA.

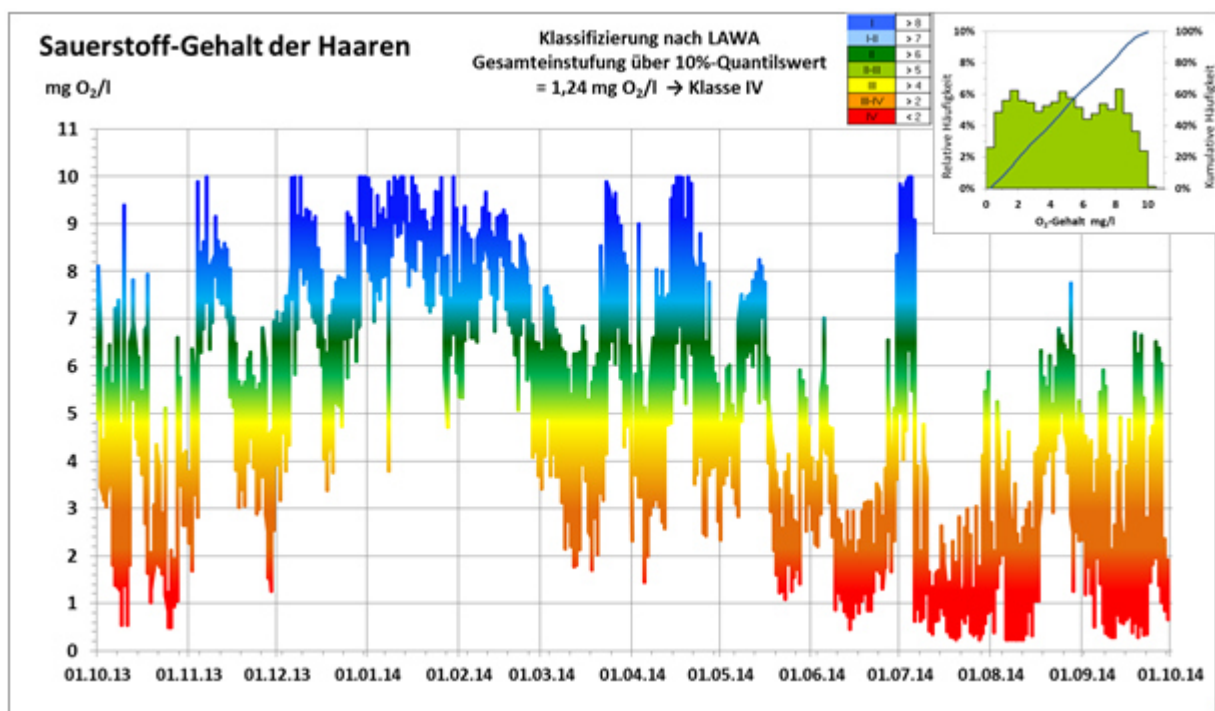


Abb. 3: Verlauf des Sauerstoff-Gehaltes der Haaren über ein Jahr

Mittlere Stundenwerte v. 1.10.2013 bis 30.9.2014, Daten der HWA

Klassifizierung nach LAWA

Rechts oben: Dichteverteilung der Stundenwerte (relative Häufigkeit in %) und kumulierte Häufigkeit über das Messjahr

Aus den Ergebnissen der kontinuierlichen Messungen geht das Ausmaß der mangelnden Sauerstoffversorgung in der Haaren deutlich hervor:

- 40,5 % der O₂-Gehalte übers Jahr liegen unter 4 mg O₂/l und
- 19,3 % der Sauerstoffmesswerte fallen unter 2 mg O₂/l.

Für die biologisch-ökologische Bewertung ist das Vorkommen von Sauerstoff-Defiziten relevant, demgemäß erfolgt eine Bewertung des Sauerstoff-Status nach LAWA über den 10 %-Quantilwert, der aus den

kontinuierlichen Messungen im Unterlauf bei 1,24 mg O₂/l anzugeben ist, in die unterste Kategorie IV „schlecht“ fallend.

Berücksichtigt man die Sauerstoffsättigung (s. Anhang), so fallen 40,2 % der Stundenwerte unter 40 % O₂-Sättigung und 11,7 % der Werte unterschreiten eine 10 %-Sauerstoffsättigung – der letztere Wert wird allgemein als Grenze für das Überleben der meisten Fischarten angegeben.

Vergleicht man den Mittelwert des O₂-Gehaltes aus den kontinuierlichen Messungen der HWA (4,88 mg O₂/l; ~45 % O₂-Sätt.) mit dem entsprechenden Jahresmittelwert aus den punktuellen monatlichen Messungen des NLWKN (Kap. 3.1.1), so ergeben sich einigermaßen vergleichbare Werte. Für die 10 %-Quantilswerte zeigen sich allerdings erhebliche Unterschiede: 1,24 mg O₂/l bei den kontinuierlichen Messungen und 3,49 mg O₂/l bei den punktuellen Messungen des NLWKN.

In Abb. 4 wird die punktuelle Messung des NLWKN vom 4.11.13 um 14:20 mit dem Tagesgang der kontinuierlichen Messung der HWA verglichen. Zu dem mittäglichen Zeitpunkt kommen beide zu vergleichbaren Werten. In den kontinuierlichen Messungen wird ein erhebliches Sauerstoffdefizit in der Nacht bis in die frühen Morgenstunden ausgewiesen. Dies ist über die Stichproben um die Mittagszeit nicht erschließbar. Da die Stichproben der monatlichen Beprobung aus organisatorischen Gründen stets um dieselbe Tageszeit erfolgen (hier z.B. Mittags), die Sauerstoffdefizite aber vor allem nachts und frühmorgens auf Grund der Zehrung auftreten, sind systematische Unterschiede in der Detektion der O₂-Defizite, je nachdem welcher Messort/Gewässer zu welcher Tageszeit analysiert wird, anzunehmen, die sich auch auf den 10 %-Quantilswert und damit der Bewertung der Gewässerabschnitte auswirken. D.h. ein Wasserkörper würde nur deshalb besser oder schlechter als ein anderer bewertet, weil die Probe-nahme zu einer anderen Tageszeit erfolgt. Das Ausmaß dieses Messfehlers erscheint, wie oben ersichtlich, durchaus wesentlich, so dass hier der Bedarf einer Korrektur für eine möglichst vergleichbare Bewertungsgrundlage gesehen wird.

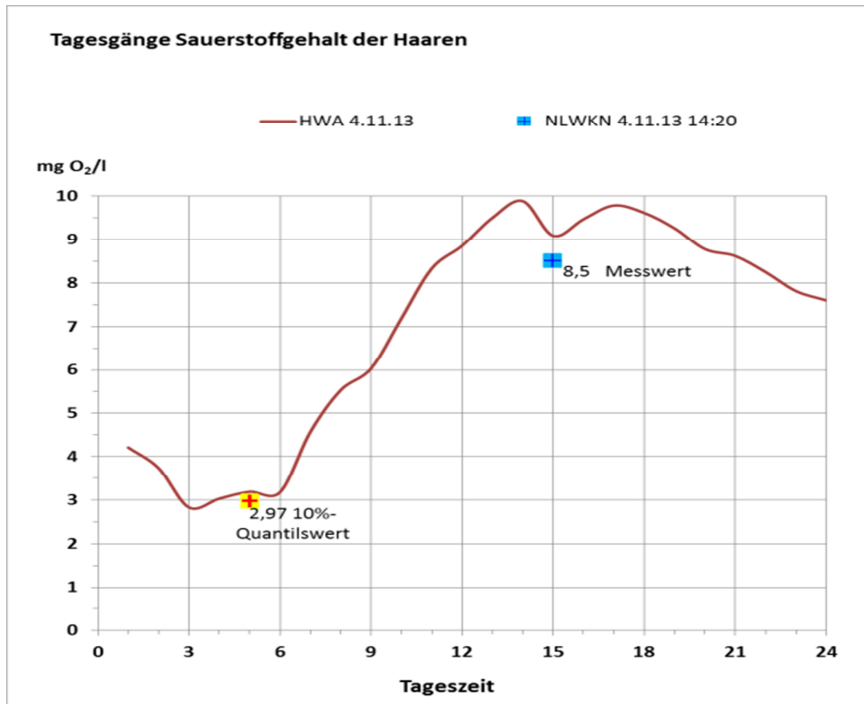


Abb. 4: Tagesgang des O₂-Gehaltes und punktuelle monatliche Messung

3.2.2 Sauerstoff-Messungen im Längsprofil

Ergänzende Sauerstoff-Messungen wurden am 28.7.14 am HWRB sowie anlässlich der Biota-Bepopung am 5.9.14 über das Längsprofil der Haaren vom HWRB bis hinter das Siel vor der Einmündung in die Hunte vorgenommen sowie am 30.6.2015 bei einer Kontrollmessung. Die Ergebnisse sind tabellarisch im Anhang (Tab. 30) und grafisch hier in Abb. 5 dargestellt. Die Messungen erfolgten vormittags.

Die Ergebnisse weisen erhebliche Sauerstoff-Defizite aus, wobei sich eine deutliche Differenzierung im Längsprofil zeigte. Die niedrigsten Werte wurden im Einzugsgebiet direkt am HWRB sowie in der Stadt gemessen mit Werten bis unter 2 mg O₂/l gehend. Eine deutliche Verbesserung der O₂-Gehalte trat in den dazwischenliegenden, strukturreicheren Abschnitten des Flussbettes im FFH-Gebiet vom Woldweg bis zur Ausbaustrecke auf. Hier wies das Flussbett bei der durchgängigen Begehung am 5.9. selbst geschaffene Strukturen mit kleineren Wuchsinselfen auf, mit leichter Mäandrierung und Einengung des Niedrigwasserprofils, verbesserter Wasserführung mit höherer Fließgeschwindigkeit und Habitatdifferenzierung mit abwechselnd flacheren und tieferen Bereichen. Der aus dem FFH-Gebiet Wold einmündende Woldbach wies eine erheblich bessere Sauerstoffversorgung auf. In der flachen Ausbaustrecke vor der Bloher Landstr. wurde ein Rückgang der O₂-Gehalte gemessen: Hier war das Bett geräumt und im breiten Profil herrschte ein sehr niedriger Wasserstand von wenigen Zentimetern, wo sich das Wasser zudem erwärmte. Am 5.9. ging dies einher mit einem deutlichen Rückgang des Fischbestandes. Nach der Bloher Landstr. vertiefte sich der Wasserstand auf ganzer Breite, mit Teichrosenbewuchs am Rand und leichter Verbesserung von Temperatur- und O₂-Situation, sowie erhöhtem Fischbestand. Im Stadtgebiet verschlechterten sich die O₂-Gehalte wieder erheblich.

Die Ergebnisse der Längsprofilmessung unterstützen die Erkenntnisse aus den monatlichen Messungen; Sie sind ein weiterer Beleg dafür, dass die Belastungen und Sauerstoffdefizite kein rein städtisches Problem sind, sondern bereits im Einzugsgebiet einsetzen und dort ihre anfängliche Ursachen haben, wobei weitere Belastungen im Stadtgebiet hinzukommen.

Zudem ließen sich deutliche Zusammenhänge des Sauerstoffgehaltes mit Gewässerstruktur und Pflegemaßnahmen feststellen. Die Ergebnisse zeigen auf exemplarische Weise, dass in der Haaren mit geeigneten Unterhaltungsmaßnahmen (s. IGEPL, UuE) durchaus eine messbare Verbesserung von Sauerstoffhaushalt und Gewässerqualität erzielt werden kann.

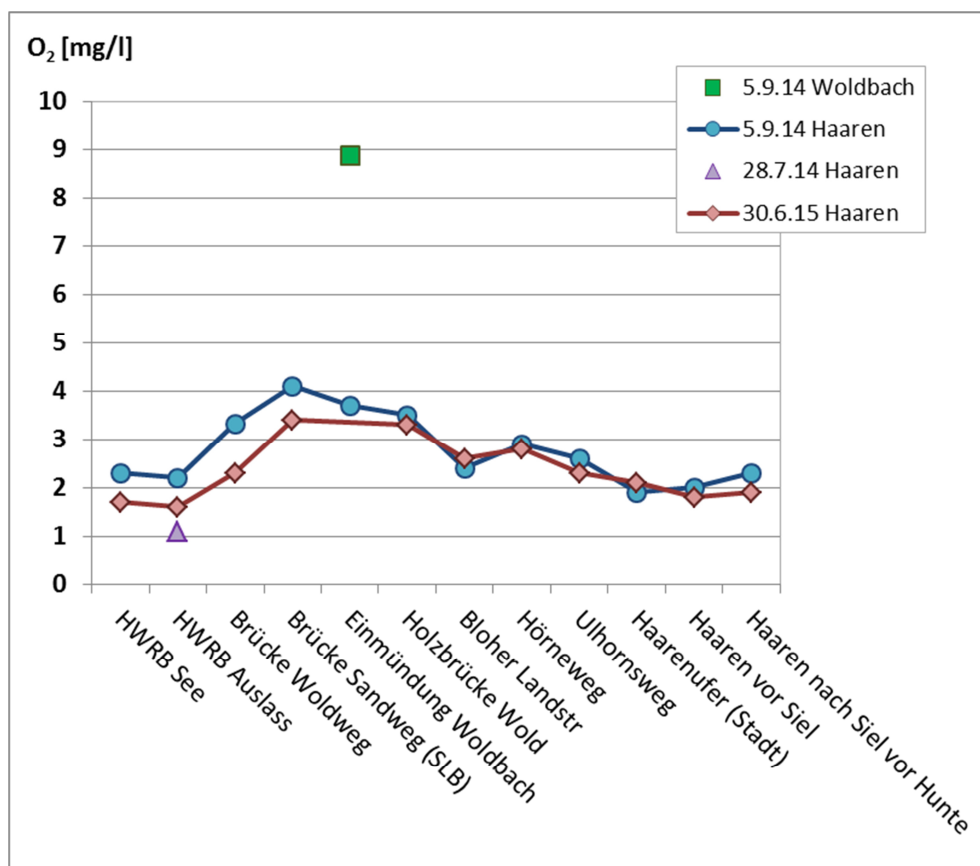


Abb. 5: Ergänzende Sauerstoff-Messungen im Längsprofil

3.2.3 Analyse der Sauerstoffdefizite

Im folgenden Abschnitt erfolgt eine Analyse der Sauerstoffdefizite indem eine vergleichende Betrachtung der Verläufe von Sauerstoffgehalt über die Zeit und im Längsprofil der Haaren mit entsprechend hierfür ausgewählten Parametern vorgenommen wurde.

Die Sauerstoffsituation (Abb. 6) weist einen Jahresverlauf mit Defiziten vor allem in den Sommermonaten auf. Hierbei ist ein abschnittsweiser Verlauf erkennbar, wobei die schlechtesten Werte sowohl im ländli-

chen Einzugsgebiet als auch in der Stadtmitte auftreten und der mittlere Standort Uhlandsweg besser erscheint. Dies belegt, dass die Defizite nicht alleine in der Stadt, sondern bereits auch im landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet auftreten.

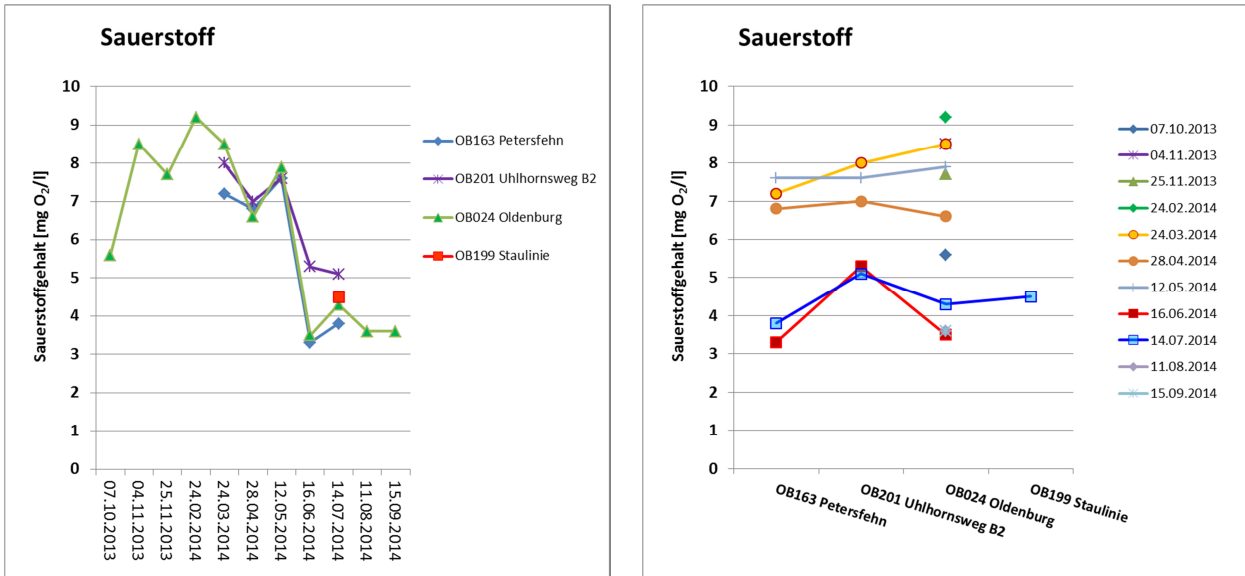


Abb. 6: Verlauf des Sauerstoffhaltes über die Zeit und im Längsprofil der Haaren

In Bezug auf die erhöhten TOC-Werte in Abb. 7 zeigt sich wie bei der Sauerstoffzehrung (BSB₅) in Abb. 8, dass die höchsten Werte an der Station Petersfehn im ländlichen Einzugsgebiet auftreten und einen Gradienten in Richtung Stadt aufweisen. Im Jahresverlauf ist eine Zunahme im Frühjahr mit Maximalwerten April-Mai zu erkennen, wobei sich die Maxima in Petersfehn abheben. Während natürliche Herkünfte aus dem Mooruntergrund und städtische Einflüsse ganzjährige Belastungen erwarten ließen, weisen sowohl Jahresverlauf und der Gradient deutlich auf den anthropogenen Einfluss aus der landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet hin, hier vor allem Düngerausbringung und Feldbewirtschaftung im Frühjahr.

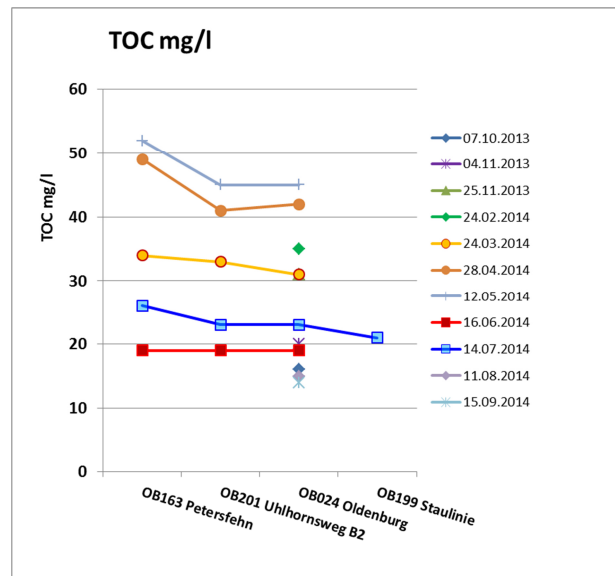
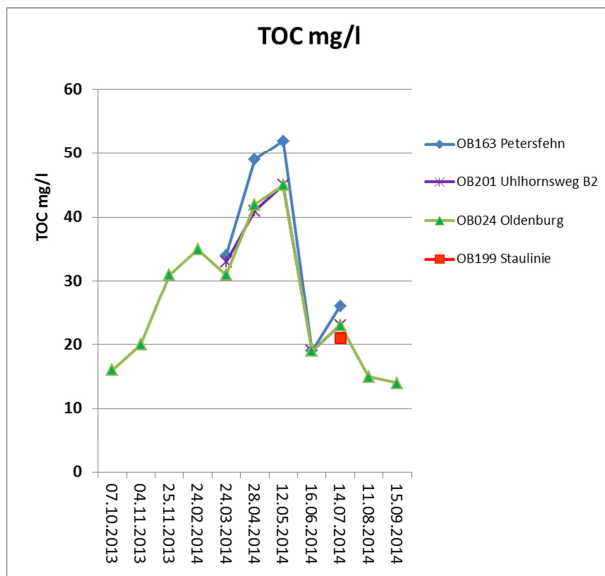


Abb. 7: Verlauf von TOC über die Zeit und im Längsprofil der Haaren

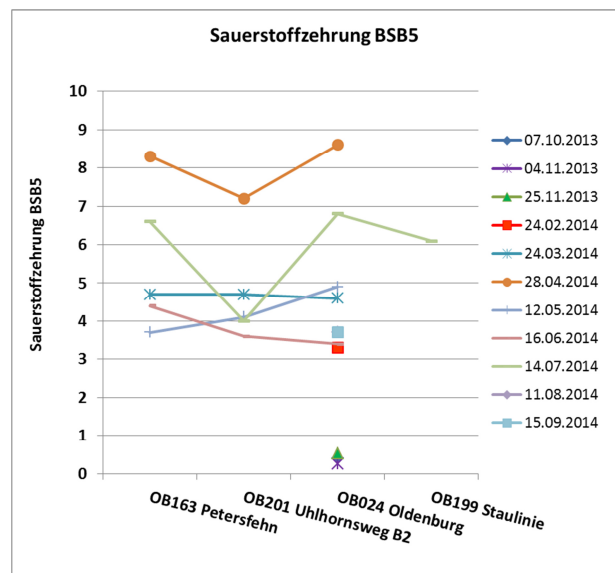
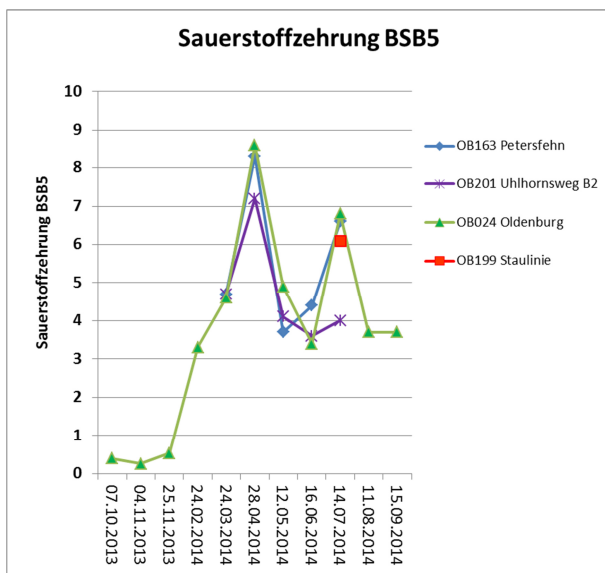


Abb. 8: Verlauf der Sauerstoffzehrung BSB₅ über die Zeit und im Längsprofil der Haaren

Dieses Herkunftsbild wird durch P (Abb. 9) und N bekräftigt: P als Mangelstoff in Gewässern kommt bei der Eutrophierung, und damit einem verstärkten Algenwuchs im Sommer mit entsprechenden Sauerstoffdefiziten beim Abbau organischer Substanz, eine Schlüsselrolle zu. Phosphor weist einen deutlichen Gradienten aus dem Einzugsgebiet in Richtung Stadt auf. Hierbei kann P sowohl aus dem moorigen Untergrund freigesetzt werden, d.h. über anthropogene Trockenlegung der Moore und deren landwirtschaftliche Nutzung, als auch über die landwirtschaftliche Düngung der Flächen in die Gewässer gelangen. Während die Hintergrundbelastung aus der Nutzung der Moorböden einen ganzjährigen Beitrag erwarten lässt, erfolgen Düngemaßnahmen vor allem im Frühjahr. Der ausgeprägte Jahresverlauf von P mit den Spitzen im April und Mai und den höchsten Werten im Einzugsgebiet (Messort Petersfehn) weisen deutlich auf den dominanten Einfluss landwirtschaftlicher Bewirtschaftung hin. Den Moorflächen könnte hier-

bei ein Sockelbetrag zugesprochen werden, wobei auch dieser nicht natürlichen Ursprungs sondern vielmehr einer anthropogenen Nutzung zuzurechnen wäre.

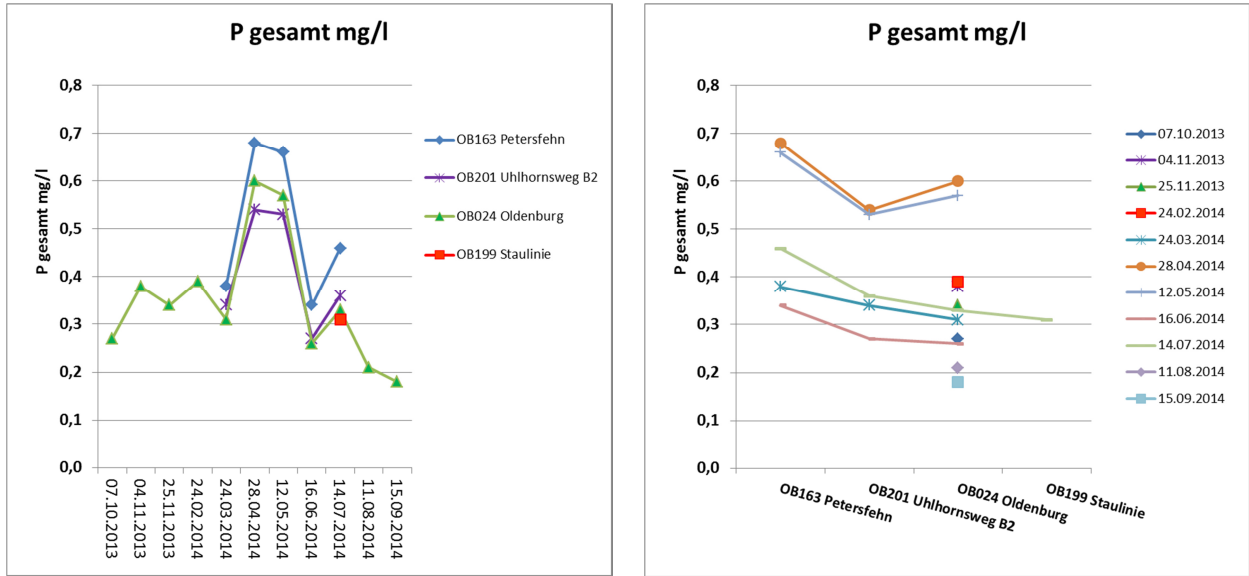


Abb. 9: Verlauf des Phosphor-Gehaltes über die Zeit und im Längsprofil der Haaren

Gesamt-Stickstoff (Abb. 10) und Nitrat (Abb. 11) weisen ebenfalls beide einen ausgeprägten Gradienten vom ländlichen Einzugsgebiet in Richtung Stadt mit Jahresverlauf auf. Auch bei N nehmen die Belastung im Frühjahr zu, die höchsten Werte treten hierbei im April-Mai, der Standort Petersfehn sich abhebend, auf. Damit ergeben sich aus den Messungen deutliche Hinweise auf die Herkunft aus landwirtschaftlicher Nutzung.

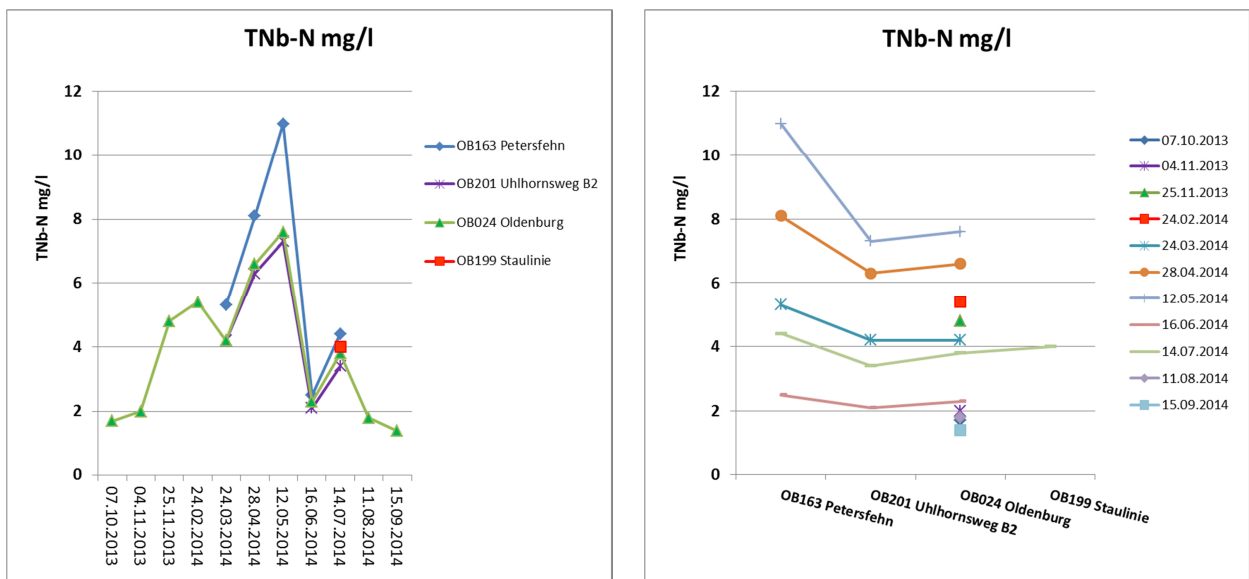


Abb. 10: Verlauf des Stickstoff-Gesamtgehaltes über die Zeit und im Längsprofil der Haaren

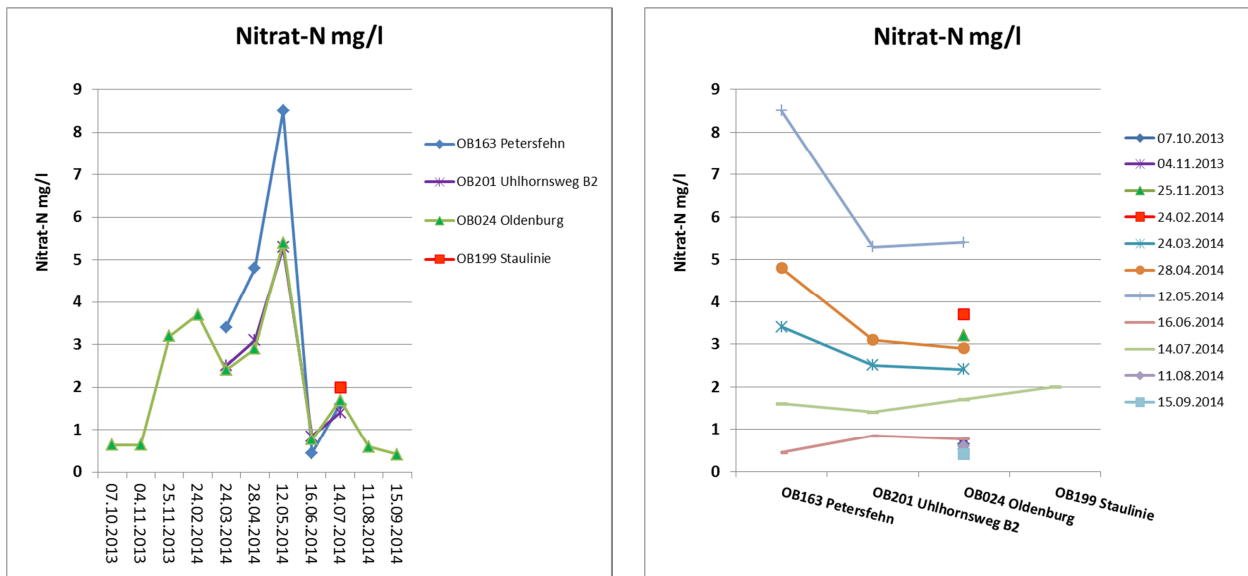


Abb. 11: Verlauf des Nitrat-Stickstoffgehaltes über die Zeit und im Längsprofil der Haaren

3.2.4 Hydrologische Defizite

Die Haaren weist erhebliche hydrologische Defizite auf, die zur Problematik der Sauerstoffdefizite, den Schadstoffbelastungen sowie den auftretenden Fischsterben beitragen und die bereits im IGEPL (Kuhn et al. 2012) erörtert wurden. Für das Ermittlungsmonitoring sind hier insbesondere zu erwähnen:

- Niedrige Wasserstände, besonders im Sommer, führen vor allem in den ausgebauten breiten Profilenbereichen zu Erwärmung und Sauerstoffdefiziten.
- Starkregenereignisse, insbesondere nach Trockenperioden, induzieren massive Einschwemmungen und Resuspension abgelagerter Schadstoffe, in der Folge treten Sauerstoffdefizite und plötzliches Fischsterben auf. Im städtischen Bereich wird dies durch den steigenden Anteil versiegelter Flächen sowie den Notüberläufen der Kanalisation verschärft.
- Überbreite Profile und intensive Unterhaltung mit einseitiger Ausrichtung auf rasche und tiefgehende Entwässerung landwirtschaftlicher Flächen vor allem im Frühjahr führen zu mangelhafter Strukturvielfalt mit fehlenden Rückzugsbereichen für Organismen.
- Diese Problematik wird sich durch Klimaänderung und Landsenkung des Einzugsgebietes verschärfen. Bedingt durch Klimaänderung ist mit einer Zunahme an Extremwetterlagen zu rechnen. Das Gefälle der Haaren in Richtung Oldenburger Schwelle wurde historisch durch die Abtorfung abgeflacht, hierbei die Retentionskapazität sowohl im Jahrgang als auch bei Starkregenereignissen vermindert. Auf Grund der steten Landsenkung landwirtschaftlich genutzter, abgetorfte Flächen im Einzugsgebiet (> 1 bis mehrere cm/Jahr) wird das Gefälle zunehmend negativ beeinflusst. Insgesamt ist mit zunehmendem oberirdischen Trockenfallen des Bachbettes auch unterhalb des HWRB zu rechnen.



Abb. 12: Normaler Wasserstand im HWRB während der Sedimentbeprobung im April 2014.



Abb. 13: Niedrigwasserstand im HWRB der Haaren (30.6.2015), unmittelbar vor Starkregenereignis mit folgendem Fischsterben. Das HRWB ist nahezu ausgetrocknet, der Bewuchs ist positiv zu bewerten und mindert eher die negativen Starkregeneinflüsse.



Abb. 14: Niedrigwasserstand im ausgebauten Unterlauf der Haaren vor Bloher Landstrasse. Das breite und vollständig geräumte U-Profil führt zu niedrigen Wasserständen, rascher Temperaturerhöhung im Sommer bei Tage mit Folge geringer Sauerstoffsättigung.



Abb. 15: Beispiel einer Strukturverbesserung mit feststellbarer Verbesserung von Sauerstoffstatus und ökologischem Potential durch angepasste Pflegemaßnahmen im Bereich des FFH-Gebietes (30.6.2015). In diesem Bereich wurden deutliche höhere Sauerstoffgehalte und ein höherer Fischbestand gemessen.

3.3 Passivsammler

Bei den monatlichen Probenahmen der Wasseranalysen besteht das Problem, dass Belastungen im Zwischenzeitraum entgehen können. Dies gilt insbesondere für Pflanzenschutzmittel, die bereits kurze Zeit nach ihrer Applikation im Gewässer nicht mehr nachweisbar sind. Zur Schließung dieser Lücke werden zunehmend Passivsammler eingesetzt, die permanent über einen längeren Zeitraum im Wasser exponiert werden und damit die Belastung integriert erfassen (Fauvelle et al. 2012; Smedes & Booij 2012; Witt et al. 2013).

Für die integrierte Erfassung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) mittels Passivsammler wurden hier Sorbstar (Axel Semrau AG, Spöckhövel, D) und POCIS (Exposmeter AB, Travelsjö, SV) versuchsweise eingesetzt. Vorgesehen waren 5 Kampagnen im Zeitraum Mai bis September, mit Exposition im Bereich des Hochwasserrückhaltebeckens (HWRB). Exponiert wurden pro Kampagne in einem durchlässigen Metallbehälter als Passivsammler jeweils 10 Sorbstars und je 3 POCIS-Polar. Der ausgebrachte Sammler der ersten Kampagne vom 28.4.14 wurde am 20.5. von der HWA als entwendet gemeldet und unmittelbar ersetzt, wobei der Standort an eine geschütztere Stelle verlegt wurde. Die Passivsammler wurden dann an einem Pfahl frei hängend im Gewässer vor dem Auslass so exponiert, dass die Sammler nicht sichtbar und eine stete Anströmung gewährleistet war. Für die Analyse mittels GC-MS-Screening standen damit Proben von 4 Kampagnen zur Verfügung (Juni 2014 – September 2014; Wechseltermine: 21.5. - 1.7. - 28.7. - 5.9. - 3.10.14).



Abb. 16: Passivsammler SIP/POCIS in Stahlbehälter und Expositionsart im HWRB

Im Ergebnis (siehe Anhang 7.4) wurden in den Proben weder Pestizide (außer sehr polare wie Glyphosat – die nicht akkumulieren), PAH, PCB noch weitere POPs detektiert. Die unpolaren Fraktionen wiesen hierbei ähnliche Muster biogener Stoffe auf, eine saisonale Schwankung war nicht erkennbar.

Die Analyse der mittelpolaren Fraktion der Sorbstars zeigte keinen saisonalen Trend der Stoffmuster über die 4 Monate. Die polareren Methanol-Extrakte waren nur durch wenige biogene Stoffe (hauptsächlich Fettsäureester) geprägt. Das Screening selektierter Extrakte der EOM-Bestimmung ermittelte ebenfalls biogene Komponenten als Hauptbestandteile. Signaturen von Algen (C₁₅-C₂₂) oder mikrobieller Aktivität waren nicht nachweisbar. Die Analyse der POCIS-Proben nach potentiellen Pestiziden aus Sonderkulturen blieb ohne Nachweis.

In den POCIS-Proben war jedoch ein Alkan auffällig, Nonacosan (C₂₉H₆₀), das einen Indikator für terrestrischen Eintrag aus dem angrenzenden Areal darstellt (Peak bei RT 78,18, TIC Sept. 14) – ein weiterer Beleg für Einträge angrenzender Ackerflächen, die ohne ausreichend wirksamen Gewässerrandstreifen bewirtschaftet werden.

Der Einsatz der Passivsammler in der Haaren erwies sich als nicht unproblematisch. Die Sammler waren nach ca. 4 wöchiger Exposition mit einem dichten braunen Belag behaftet, so dass es durch die Biomoleküle zu einem Fouling der Membranen gekommen war, das die geringen Anreicherungen erklären kann. Publikationen belegen nur bis ≈ 6 mg/L DOC keinen Einfluss auf die Sorption (Kaserzen et al. 2011, Li et al. 2011, Charlestra et al. 2012), die gemessenen Gehalte im Petersfehn lagen durchschnittlich bei 34 mg/L DOC. Dies wird durch den Nachweis der komplexen biogenen Extrakte verdeutlicht sowie der registrierten geringen Sichttiefen, die während der Probennahmen weniger als 20 cm betrug. Für einen weiteren Einsatz bedürfte es hier entsprechender methodischer Adaptionen, die ein Fouling in stark TOC-belasteten Gewässern wie der Haaren verhindern. Optionen bestehen durch ein pumpen-ergänzt System, die Wahl einer nahegelegenen Lokalität mit erhöhten Fließgeschwindigkeiten, die Ergänzung durch silikon-sheets, die Pestizide und mittelpolare Stoffe anreichern und für Glyphosat die Verwendung von Sobicell-Passivsammlern®, die speziell für Metalle und polare-ionische Stoffe entwickelt wurden.

3.4 Sedimentprofil und Boden

Als geeigneter Ort für die Untersuchung von Sedimentprofilen wurde das Hochwasserrückhaltebecken (HWRB) der Haaren ausgewählt. Es wurde 1974 im Einzugsgebiet der Haaren an der Einmündung der Putthaaren angelegt. Eine Sedimenträumung erfolgte zuletzt in 2005 (HWA), so dass die Sedimentschichtung eine retrospektive Rückschau der integrierten Belastungen über diesen Zeitraum erlauben. Das HWRB ist Bestandteil des Schutzgebietes und darf selbst nicht betreten werden, so dass eine ausreichend ungestörte Schichtung anzunehmen ist. Damit Unterschieden in der Sedimentation innerhalb des HWRB zu rechnen ist, wurden für eine repräsentative Probenahme 3 Substandorte ausgewählt, an denen je 4, zusammen 12, Sedimentkerne am 28.4.2014 entnommen wurden: Am Einlass nach Zusammenfluss von Haaren und Putthaaren; in der Mitte; an einem geschützten Bereich in Auslassnähe (s. Abb. 17). Zur Differenzierung der Herkunft von Belastungen wurden für Vergleichszwecke aus dem umgebenden Einzugsgebiet Mischproben von Ackerboden (3 Substandorte) und Torfmoor aus einer Abbaufläche entnommen. Im Anhang 7.4 finden sich umfassende Angaben zu Probenahme, Analytik und Ergebnisse.

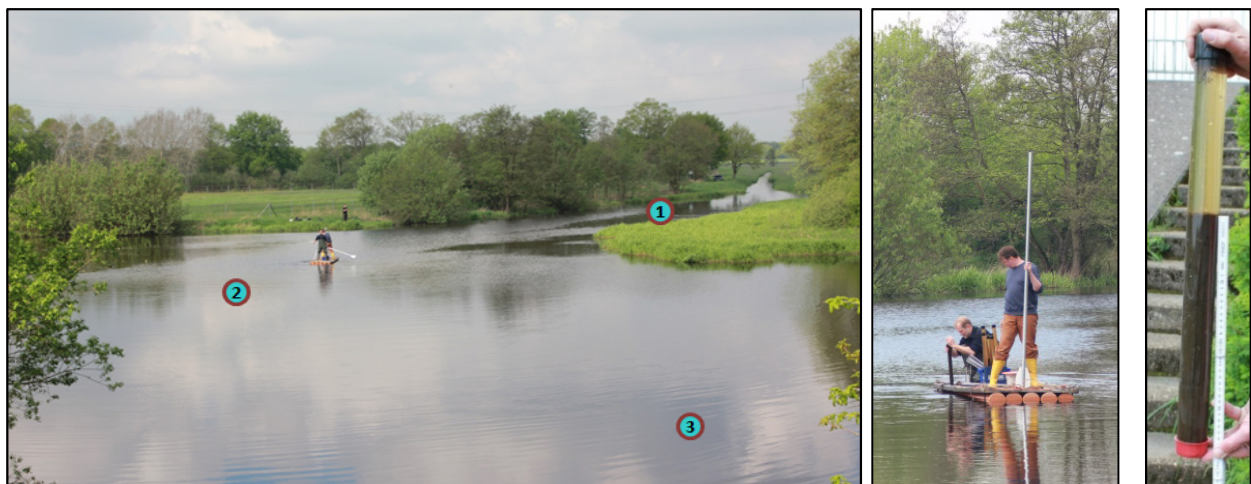


Abb. 17: Sedimentkern-Probenahme im Hochwasserrückhaltebecken

Links: Die 3 Substandorte im HWRB mit jeweils 4 Kernen. Mitte: Entnahme der Sedimentkerne vom Ponton. Rechts: Beispiel für einen der 12 Sedimentkerne im Acryl-Liner.

3.4.1 Sedimentologische/bodenkundliche Parameter

Die wesentlichen Ergebnisse der sedimentologischen und bodenkundlichen Analysen zu TOC-Gehalt und C/N-Verhältnis sind in Abb. 18 zusammenfassend dargestellt. Daraus geht hervor, dass die Torfmoorprobe (grün umrandet) deutlich andere Charakteristika aufweist als Ackerboden und die Sedimentprofile, somit als dominante Quelle für das Substrat im Sediment des Rückhaltebeckens der Haaren ausscheidet. Typische C/N-Verhältnisse für Acker liegen bei 25 % und für Hochmoortorf bei 50 % (Quelle: GeoDZ.com). Für die Gewässer-interne Produktion werden in der Literatur Werte < 6-9 % für C/N angegeben (Bandowe et al. 2014). Dies belegt, dass die Gewässerbelastung für die sedimentierbaren Fein-

stoffe im Wesentlichen aus der ackerbaulichen Nutzung und nicht aus natürlichen Quellen des Niedermoors stammen. Hierbei zeigen die gleichlaufenden Ergebnisse der 3 Strati an, dass dies nicht nur aktuell, sondern für den gesamten Zeitraum gültig ist.

Die Bestimmung der extrahierbaren organischen Matrix (EOM) in

Tab. 14 bestätigt das Bild. Die EOM-Gehalte der Torfprobe sind naturgemäß höher und die Farbe weicht klar von den anderen Proben ab. Die Farbabstufung der Sedimentabschnitte belegt die zunehmende Diagenese mit der Tiefe.

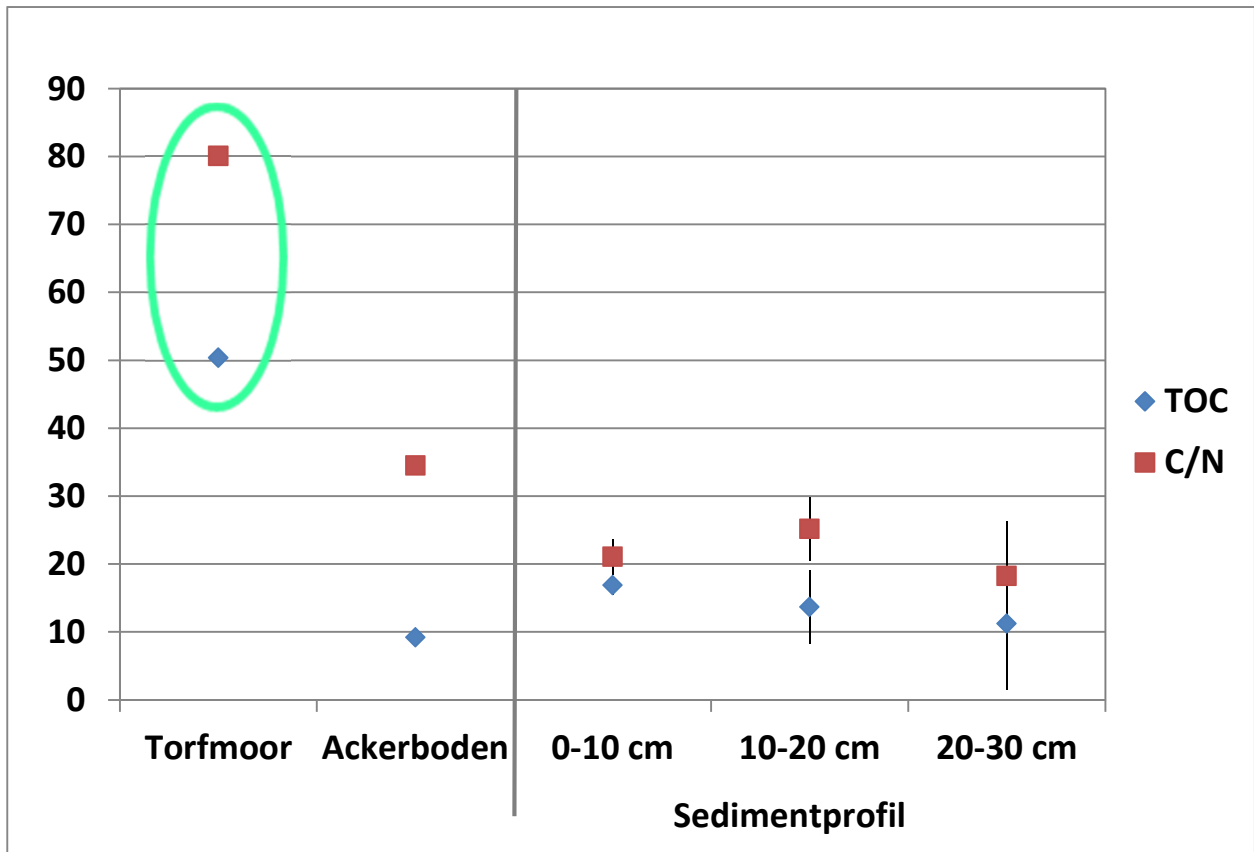


Abb. 18: TOC und C/N-Verhältnis in den Sedimentprofil-, Ackerboden und Torfmoor-Proben

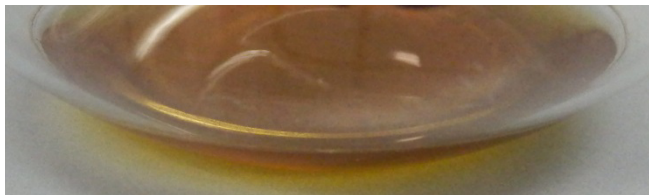
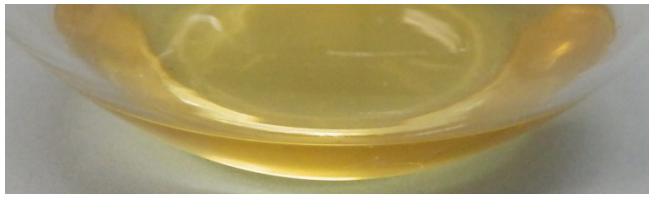
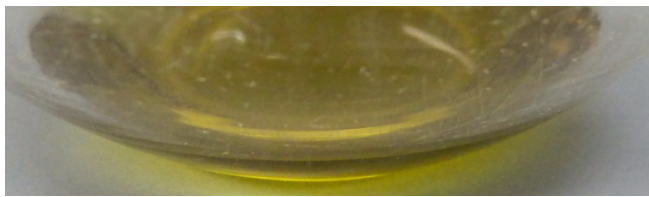
TOC in % TG; C/N-Verhältnis in %

Sedimentprofile: Mittelwerte aus je drei Messorten im HWRB mit Standardabweichung

Einzelwerte s. Anhang

Tab. 14: EOM-Gehalte der Proben [%]

EOM: Extrahierbare organische Matrix

	EOM [%]	Farbe	Erscheinungsbild
Torfmoor	4.477	braun	
Ackerboden	0.622	goldgelb	
Sedimentprofil			
0-10 cm	0.516	dunkel gelbbraun	
10-20 cm	0.466	mittel gelbbraun	
20-30 cm	0.393	hell gelbbraun	

3.4.2 Huminstoffe

Die Ergebnisse der Huminstoff-Analysen sind zusammenfassend in Abb. 19 dargestellt. Die prozentuale Aufteilung der einzelnen Fraktionen zeigt eine klare Differenzierung in Torfmoor und andere Proben. Die Analysen belegen, dass die natürliche Herkunft aus den Mooren als maßgebliche Quelle der Stoffbelastungen in den Gewässer-Sedimenten der Haaren ausscheiden und lediglich eine untergeordnete Rolle spielen.

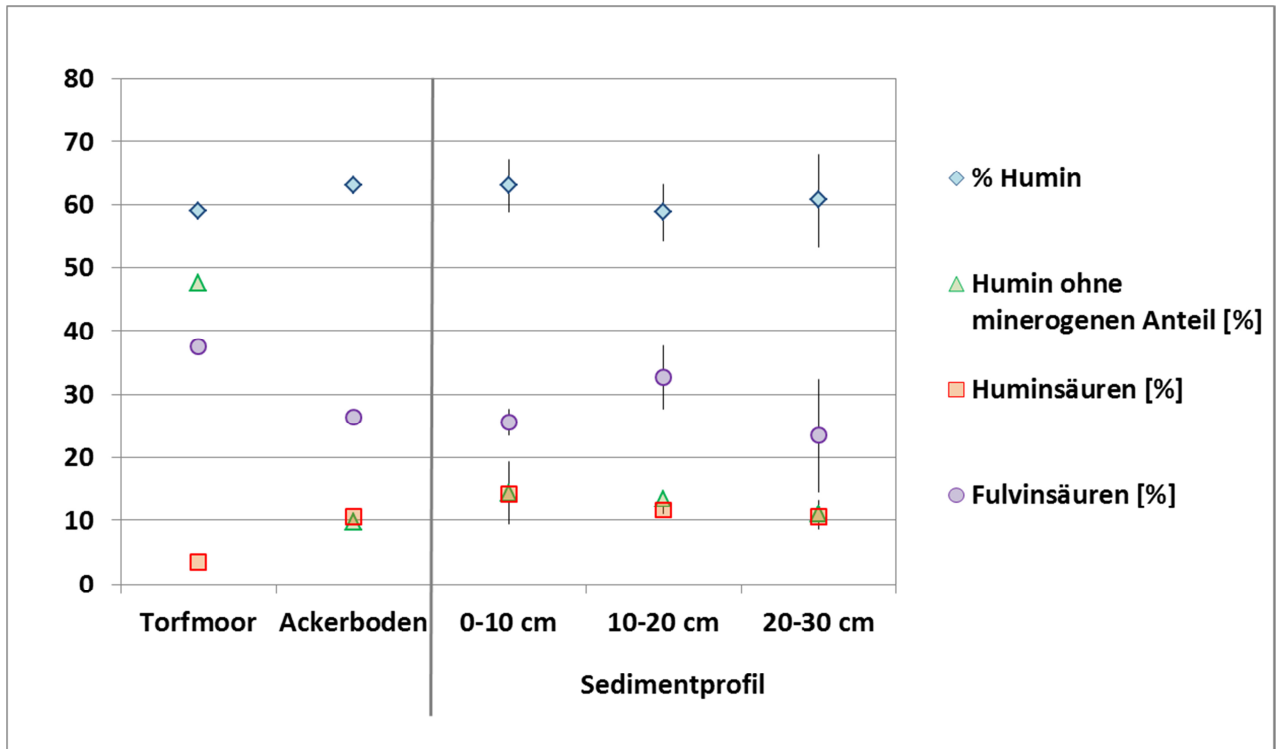


Abb. 19: Prozentuale Differenzierung der Proben in Humin (unter Abzug des mineralogenen Anteils), Huminsäuren (HA) und Fulvinsäuren (FA)

3.4.3 Elemente

Die Sediment- und Bodenproben wurden auf insgesamt 66 Elemente analysiert.

Für 4 Elemente sind Umweltqualitätsnormen (UQN) in der OGewV gesetzlich definiert (As, Cr, Cu, Zn) (Anhang Tab. 34). Für insgesamt 7 Elemente (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn) liegen Empfehlungen der LAWA (1998) als Orientierungswerte vor (Anhang Tab. 34). Weitere Richtwerte finden sich für 14 Metalle im Ergebnisbericht Weser aus NRW (2005), davon 3 als prioritäre Stoffe (Pb, Cd, Ni) (Anhang Tab. 34).

Für das Ermittlungsmonitoring ist neben einer wirkungsorientierenden Bewertung die Frage nach erhöhten Belastungen gegenüber natürlichen und anthropogenen Hintergrundwerten von Bedeutung. Hierzu wurde auf den Digitalen Atlas Hintergrundwerte (NfB 2003, Anhang Tab. 34) zurückgegriffen, in dem die chemischen Gehalte von Bachsedimenten, Böden, Gesteinen und Grundwasser in Niedersachsen entsprechend ausgewertet wurden. Er basiert auf der Datenbasis des geochemischen Atlas mit mehr als 100.000 Probenahmepunkten in der BRD (BGR 2000).

Die entsprechenden Bewertungsgrundlagen für die Elemente sind in Tab. 35 im Anhang zusammenfassend aufgeführt.

In Tab. 15 sind die Elemente mit vorhandenen Beurteilungswerten aufgeführt, bei den farblich markierten wurden Auffälligkeiten mit Überschreitungen festgestellt.

Bei den gelb-orange markierten Elementen Cd, Hg, Mo, Sn und Zn wurden in den Bachsedimenten eine Überschreitung von UQN, Orientierungs-, Leit- oder Zielwerten festgestellt. Die blau Markierten Co, Cu, U, V, W und Zn zeigen Überschreitungen der Hintergrundwerte (mittlere Gehalte) gemessen an den entsprechenden quartären Sedimenten Niedersachsens an.

Tab. 15: Auffällige Elemente in den Sediment- und Bodenproben in Bezug auf UQN und Orientierungswerten sowie regionalspezifischen Hintergrundwerten

gelb/orange: Überschreitung von UQN, Orientierungs-, Leit- oder Zielwerten (gelb: gering; orange: ausgeprägt)

blau: Überschreitung der mittleren Belastung gemäß geochem. Atlas um mehr als das 2fache

Element	Sedimentprofil			Boden	Torf/Moor
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	0-10 cm
Silber Ag	0,392	0,284	0,226	0,276	0,280
Arsen As	6,23	7,14	5,87	1,72	0,51
Bor B	37,2	34,1	31,5	12,0	2,3
Barium Ba	387,0	342,0	298,0	123,5	9,2
Cadmium Cd	1,49	1,24	0,85	0,207	0,026
Cobalt Co	7,98	37,40	32,60	0,97	0,22
Chrom Cr	58,5	54,3	47,3	21,3	4,0
Kupfer Cu	56,5	47,4	35,3	11,3	1,7
Quecksilber Hg	0,19	4,15	4,80	0,26	0,11
Molybdän Mo	2,27	3,11	2,15	2,80	5,72
Nickel Ni	19,50	17,70	15,20	3,72	2,18
Blei Pb	38,65	36,00	31,10	15,50	6,42
Selen Se	1,27	1,09	0,85	0,35	0,24
Zinn Sn	11,84	17,22	10,15	16,92	17,08
Strontium Sr	103,5	90,6	80,8	46,1	27,8
Tellur Te	0,045	0,040	0,025	0,020	0,013
Uran U	1,82	1,47	1,39	1,04	0,49
Vanadium V	75,3	70,2	61,9	21,7	1,0
Wolfram W	1,4	203,5	253,5	4,0	0,9
Zink Zn	316,0	248,5	180,5	38,1	9,7

Für die meisten der insgesamt 70 untersuchten Elemente liegen keine entsprechende Bewertungsgrundlagen oder regionalen Vergleichswerte vor. Die Elementmuster können uns jedoch wertvolle Hinweise auf Quellen und Herkünfte der Gewässerbelastung geben. In Abb. 20 sind die Elementgehalte der Sediment- und Bodenproben nach ihrer mittleren Häufigkeit im Sediment angeordnet, wobei die Gruppe der Lanthanide auf Grund ihrer Bedeutung für geochemische Herkunftsbestimmungen rechts gesondert dargestellt wurde. Deutlich ist zu erkennen, dass für die meisten Elemente die Gehalte in den Sediment-Proben der 3 Horizonte dicht beieinander liegen und sich von den Gehalten im Ackerboden und Torfmoor unterscheiden. Die Gehalte der Torfmoor-Probe weisen hierbei einen erheblich größeren Abstand zu den Sedimenten auf als die Ackerboden-Mischprobe. Eindeutig stellt sich dies bei den Lanthaniden (rechts) dar.

Die Ergebnisse der Elementmuster belegen damit den erheblich größeren Einfluss in der Gewässerbelastung der Haaren aus den landwirtschaftlich genutzten Böden gegenüber dem natürlichen Mooruntergrund.

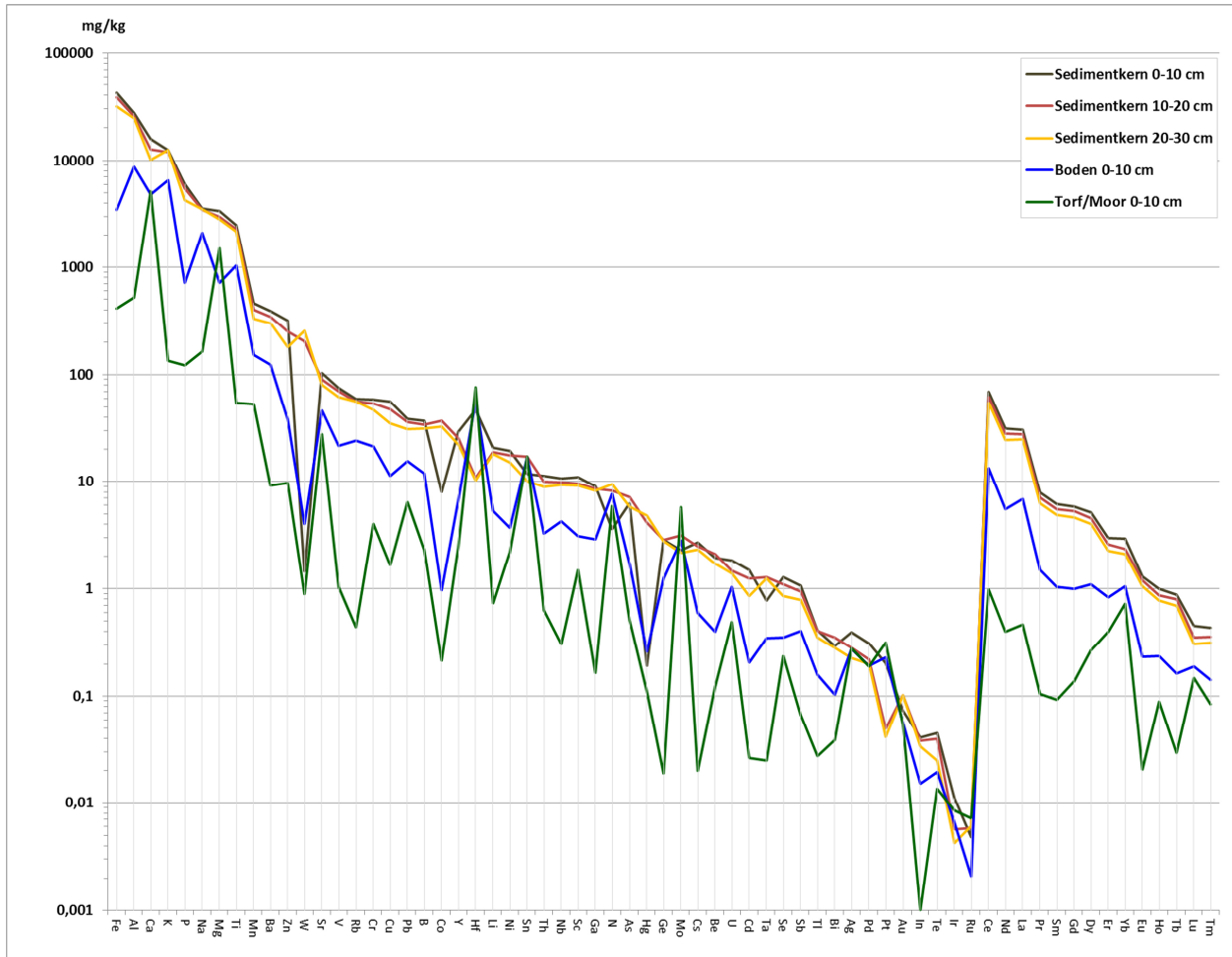


Abb. 20: Elementgehalte der Sediment- und Bodenproben

Angeordnet nach mittlerer Häufigkeit in den Sedimentproben; Lanthanide gesondert dargestellt

Für eine nähere Betrachtung werden in Abb. 21 die Elementgehalte als Index dargestellt. In dem Index werden die Werte auf die mittleren Sedimentgehalte (= 100%) referenziert, so dass die großen Skalenerunterschiede in der Häufigkeit eliminiert werden. Deutlich sind hierbei folgende Muster erkennbar:

- Die Boden- und Torfmoorprobe setzen sich im mittleren Teil der Grafik und bei den Lanthaniden rechts, einheitlich und deutlich von den Sedimentgehalten ab, hierbei die Torfprobe, - bis auf die beiden Nährstoffe Ca und Mg-, ebenfalls einheitlich mit größerem Abstand als die Bodenprobe. Lediglich einige wenige Elemente am linken (Hf-Pd) und rechten Rand (Hg-W) durchbrechen dieses Muster. Diese klare Ausprägung ist ein Beleg für den überwiegenden anthropogenen Einfluss, hier vor allem aus der landwirtschaftlichen Nutzung, und bestätigt damit eindrücklich die Ergebnisse der Huminstoff-Analysen.

Auch zwischen den Sedimentschichten zeigt sich eine deutliche Abstufung der Gehalte. Vom obersten, rezenten Horizont (0-10 cm) nehmen die Gehalte für die meisten Elemente über den mittleren Horizont (10-20 cm) nach unten (20-30 cm) hin ab. Dies ist als übergeordnetes Muster ein weiterer Beleg für anthropogenen Einfluss, da der Einfluss vom geogenen Untergrund in der obersten Schicht am geringsten ist.

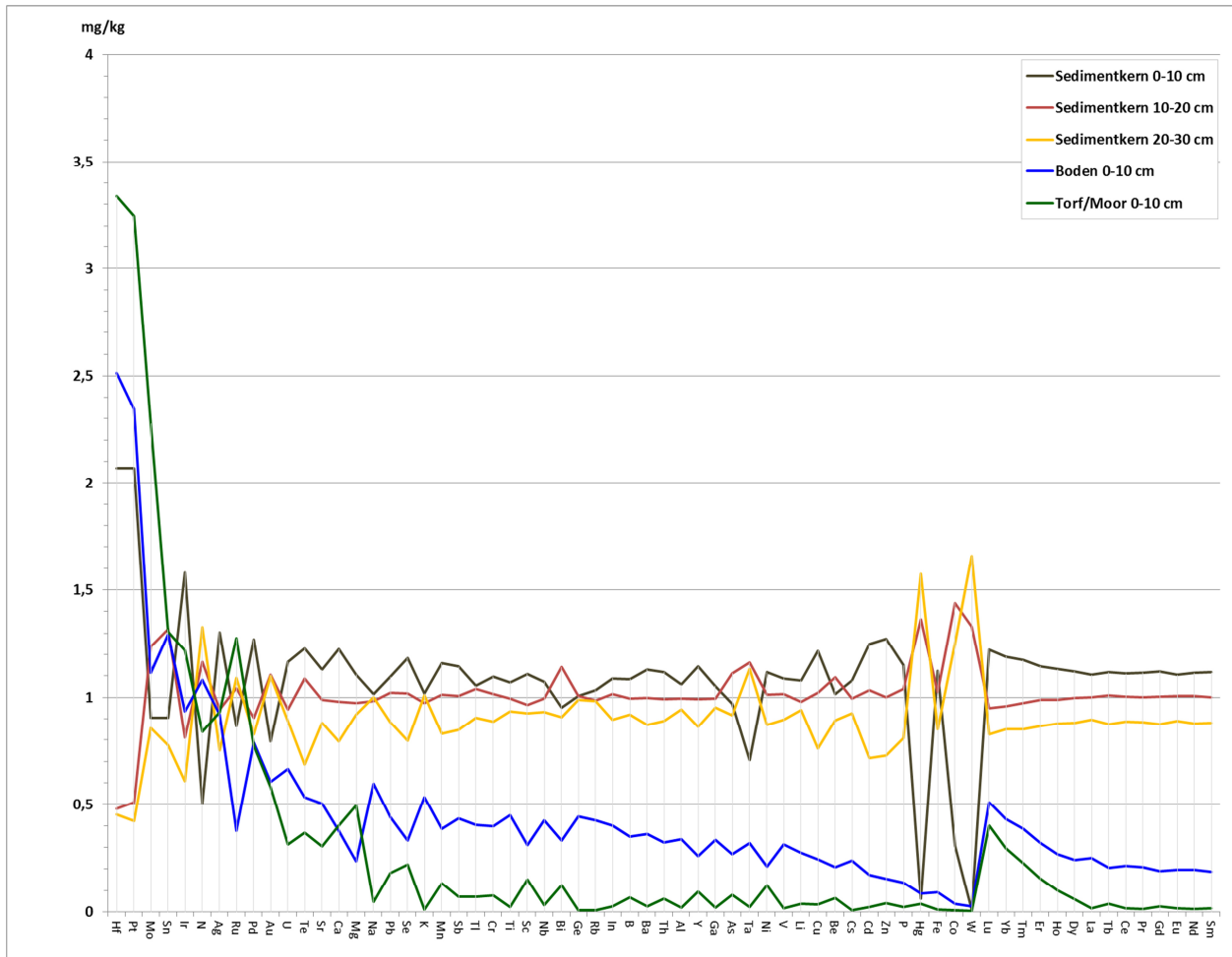


Abb. 21: Indexierte Elementgehalte der Sediment- und Bodenproben

Index der Elementgehalte bezogen auf mittlerer Häufigkeit in den Sedimentproben; angeordnet nach Abstand Sedimente – Boden/Torfmoor; Lanthanide gesondert dargestellt

3.4.4 Isotopenmuster $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$

Die Bestimmung der Isotopenmuster von C und N können zur Abklärung der Herkunft der Gewässerbelastung dienen (Frak et al. 2014; Kalbitz & Geyer 2002). Die Ergebnisse sind in Tab. 16 zusammengefasst. Die Werte für das Isotopenverhältnisse $\delta^{13}\text{C}$ liegen im Bereich von -27 bis 29 ‰ und weisen nur geringe Unterschiede auf, Ackerboden und Torfmoor keinen. Das N-Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$ zeigt Unterschiede im Sediment-Profil, jedoch nur einen geringen zwischen Ackerboden und Torfmoor. Dies bedeutet, dass hier im Haarengbiet die Isotopenmuster von C keine weiteren Hinweise zur Differenzierung der

Herkunft der Belastungen, hier speziell der hohen TOC-Werte, zulassen und bei N andere Einflüsse eine wesentliche Rolle spielen.

Tab. 16: Isotopenverhältnisse $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$ in den Sedimentprofil-, Boden- und Torfmoor-Proben

	C	sd C	$\delta^{13}\text{C}$	sd $\delta^{13}\text{C}$	N	sd N	$\delta^{15}\text{N}$	sd $\delta^{15}\text{N}$
	mg/g	mg/g	‰	‰	mg/g	mg/g	‰	‰
Sedimentprofil 0-10 cm	161,2	1,6	-28,94	0,06	3,58	0,02	4,87	1,45
Sedimentprofil 10-20 cm	135,4	1,0	-28,65	0,04	8,27	0,07	-0,81	0,44
Sedimentprofil 20-30 cm	107,0	0,6	-28,63	0,12	9,42	0,04	1,26	1,14
Ackerboden 0-10 cm	93,8	0,7	-27,42	0,18	7,67	0,04	0,85	0,48
Torfmoor 0-10 cm	475,2	13,6	-27,42	0,07	5,95	0,03	1,12	0,17

3.4.5 Pflanzenschutzmittel (PSM)

Die Sedimentprofil-, Ackerboden- und Torfmoor-Proben wurden auf 228 PSM analysiert, die Parameterliste und vollständigen Ergebnisse sind im Anhang dokumentiert. Eine Zusammenstellung der positiven Nachweise findet sich in Tab. 39.

In den Proben wurde eine ganze Reihe von PSM festgestellt., insgesamt 36, davon 12 mit Werten über der offiziellen Bestimmungsgrenze von 10 µg/kg. Auffällig ist die extrem hohe Belastung der Torfmoor-Probe mit Glyphosat mit einem Wert von 860 µg/kg. Dies weist auf eine direkte Applikation von Glyphosat im Zuge der gerade dort stattfindenden Abtorfungen hin. Das Herbizid ist als schädlich für Gewässerorganismen eingestuft und es besteht eine starke Entwässerung der Abbauflächen in die Grabensysteme zur Haaren hin, so dass es angezeigt ist diesem Befund näher nachzugehen. Glyphosat ist beim Torfabbau bisher als Pestizid zugelassen gewesen. Seit Mai 2015 ist die Anwendung in diesem Bereich verboten bzw. unterliegt wesentlich strengeren Genehmigungskriterien. In dem Untersuchungsgebiet gibt es drei Unternehmen, welche eine Sondergenehmigung nach §12 Pflanzenschutzgesetz zur Anwendung von Glyphosat haben. Diese Genehmigungen wurden 2014 erteilt. In der rezenten Ackerboden-Mischprobe gibt es dann noch einen auffällig hohen S-Metolachlor-Wert von 130 µg/kg sowie weitere Nachweise von PSM.

Tab. 17: PSM-Nachweise in den Torfmoor-, Ackerboden- und Sedimentprofil-Proben

Werte über der Bestimmungsgrenze in µg/kg farbig unterlegt.

Lfd. Nr.	Wirkstoff	Einheit	Torfmoor	Ackerboden	Sedimentprofil		
			0-10 cm	0-10 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
16	Azoxystrobin	µg/L	<BG	<BG	19	13	11
25	Bixafen	µg/L	<BG	<BG	1	<BG	<BG
30	Carbendazim	µg/L	<BG	<BG	10	6	6
45	Clothianidin	µg/L	<BG	1	<BG	<BG	<BG
49	Cyflufenamid	µg/L	<BG	<BG	1	<BG	<BG

Lfd. Nr.	Wirkstoff	Einheit	Torfmoor	Ackerboden	Sedimentprofil		
52	Cyproconazol	µg/L	<BG	2	<BG	<BG	<BG
61	Difenoconazol	µg/L	<BG	<BG	23	21	25
63	Diflufenican	µg/L	<BG	12	12	14	<BG
65	Dimethenamid-P	µg/L	<BG	18	<BG	<BG	<BG
71	Epoxiconazol	µg/L	<BG	3	3	2	1
78	Fenazaquin	µg/L	<BG	<BG	7	2	1
83	Fenpropimorph	µg/L	<BG	<BG	14	23	13
84	Fenpyroximat	µg/L	<BG	<BG	8	2	<BG
90	Fludioxonil	µg/L	<BG	<BG	8	10	6
91	Flufenacet	µg/L	<BG	1	2	2	1
98	Flurtamone	µg/L	<BG	<BG	<BG	1	1
99	Flusilazol	µg/L	<BG	<BG	67	38	34
108	Glyphosat	µg/L	860	<BG	<BG	<BG	<BG
110	Hexythiazox	µg/L	<BG	<BG	2	2	1
115	Imidacloprid	µg/L	<BG	<BG	5	<BG	<BG
116	Indoxacarb	µg/L	<BG	<BG	6	2	1
122	Isoxaben	µg/L	<BG	<BG	2	1	1
135	Mesotrione	µg/L	<BG	1	<BG	<BG	<BG
141	Metconazol	µg/L	<BG	2	<BG	<BG	<BG
142	Methiocarb	µg/L	<BG	3	<BG	<BG	<BG
150	Myclobutanil	µg/L	<BG	<BG	6	4	2
155	Penconazol	µg/L	<BG	3	<BG	<BG	<BG
157	Pendimethalin	µg/L	<BG	<BG	12	12	<BG
171	Propiconazol	µg/L	<BG	<BG	15	17	15
175	Prosulfocarb	µg/L	<BG	2	<BG	<BG	<BG
188	Quizalofop-P	µg/L	<BG	<BG	2	1	<BG
191	S-Metolachlor	µg/L	<BG	120	<BG	<BG	<BG
194	Spiroxamine	µg/L	<BG	<BG	9	9	9
199	Tebuconazol	µg/L	<BG	4	16	13	11
208	Thiacloprid	µg/L	<BG	<BG	21	9	3
215	Topramezone	µg/L	<BG	2	<BG	<BG	<BG

In den 3 Schichten des Sedimentprofils wurden eine ganze Reihe an Pflanzenschutzmitteln nachgewiesen. Die letzte Ausräumung der Sedimentablagerungen im HWRB fand 2005 (HWA) statt, so dass die 3 Horizonte einen Rückblick über diesen Zeitraum erlauben. PSM-Befunde finden sich in allen 3 Horizonten, so dass dies auf entsprechende PSM-Anwendungen nicht nur aktuell, sondern auch über die vergangenen Jahre hinweist. Die Nachweise in den 3 exemplarisch analysierten Ackerböden indizieren die Herkunft aus der landwirtschaftlichen Nutzung.

Werden die Ergebnisse der Sediment- und Bodenproben mit denen der Wasserproben verglichen, so zeigt sich, dass bis auf Pendimethalin alle auffälligen Stoffe der Tab. 17 in beiden Matrices in zum Teil nicht unerheblichen Mengen gefunden werden. Eine direkte Korrelation kann bei den Stoffen Glyphosat, S-Metolachlor und Dimethenamid-P festgestellt werden. Die Wasseranalysen sind zeitlich exakt zuord-

nungsbar sind und stellen punktuelle Aufnahmen dar, die Sedimente hingegen integrieren die Belastungen über längere Zeiträume, so dass sich beide Verfahren gegenseitig ergänzen.

3.5 Biomonitoring mit Fische und Muscheln (Biota)

Über das Biomonitoring mit Fischen und Muscheln wird die von Organismen aufgenommene Stoffbelastung auf integrierende Weise indiziert. Bei den Biota Fische und Muscheln gibt es für 3 prioritäre Stoffe in Einklang mit der WRRL und nach der zurzeit gültigen OGeV (2011) Umweltqualitätsnormen (UQN) sowie Empfehlungen der LAWA zur Durchführung (LAWA 2011, 2013). Gemäß 2013/39/EU wurden in der EU strengere UQN für prioritäre Stoffe festgelegt, die zwar noch der nationalen Umsetzung in der Novelisierung der OGeV bedürfen, hier jedoch bereits mit bei der Bewertung berücksichtigt wurden.

Fische repräsentieren, je nach artspezifischem Verhaltens- und Bewegungsmuster, eine sowohl zeitlich als auch räumlich integrierende Belastung. Fische gehören, wie der Mensch, zu den Konsumenten und indizieren eine Stoffanreicherung in der Nahrungskette, die sich über entsprechende Transferfaktoren ausdrücken lässt.

Muscheln sind ortsfest und filtrieren, je nach Art, mehrere Liter bis 10liter Wasser pro Tag und Individuum. Darin enthaltene Fein- und Schadstoffe werden hierbei mit aufgenommen und ausgefiltert. Muscheln erfüllen damit eine bedeutende Reinigungsfunktion für das Gewässer. Dies gilt sowohl für Detritus als tote organische Substanz als auch in Bezug auf Fein- und Schadstoffe sowie für Mikroorganismen wie Algen, Bakterien, Viren. Viele Schadstoffe und Krankheitserreger reichern sich daher in Muscheln besonders gut an, dadurch stellen sie einen nahezu idealen Akkumulations-Indikator im Monitoring dar.

Die Probenahme der Biota wurde gemäß den Empfehlungen der LAWA (RAKON - LAWA 2011, 2013) vorgenommen und erfolgte am 5.9.2014 in der Haaren beginnend vom Hochwasserrückhaltebecken flussabwärts. Für die Biota wurde Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) mit Filet und Leber sowie Süßwassermuscheln (Teichmuschel *Anodonta cygnea*, Malermuschel *Unio pictorum*) untersucht.

Die Fische wurden abschnittsweise beprobt (Elektrobefischung):

Abschnitt 1: Vom Hochwasserrückhaltebecken (HWRB) bis Schwerlastbrücke (SLB)

Abschnitt 2: Von Schwerlastbrücke (SLB) bis Stadtgrenze

Abschnitt 3: Stadtgebiet

Die Probenahme der Muscheln erfolgte gemäß Vorkommen vom HWRB bis zur Stadtgrenze (Abschnitte 1 und 2).



Haaren Abschnitt 1 nach dem HWRB



Haaren Abschnitt 1-2 bei Schwerlastbrücke



Haaren Abschnitt 2 zw. Schwerlastbrücke und Stadtgrenze



Haaren Abschnitt 3 zw. Stadtgrenze und Uhlandsweg



Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) (Bild: Hein)



Teichmuschel (*Anodonta cygnea*) (Bild: Hein)

Abb. 22: Biomonitoring mit Fische und Muscheln (Biota)

3.5.1 Prioritäre Stoffe: Quecksilber, Hexachlorbenzol und Hexachlorbutadien

Die Ergebnisse für die prioritären Stoffe sind in Tab. 40 im Anhang dokumentiert. Hierbei wurden Quecksilber (Hg), die aromatischen Halogenkohlenwasserstoffe Chlorbenzol, Hexachlorbenzol und Pentachlorbenzol sowie die organische Chlorverbindung Hexachlorbutadien (u.a. ein persistenter Metabolit von Lindan) untersucht. Auffällig war hierbei Hg (Tab. 18), das in allen Biota-Proben nachweisbar war und sowohl im Fischfilet als auch in Fischleber die UQN überschritt. Der chemische Zustand der Haaren wäre demnach als schlecht einzustufen.

Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ausführungen des „Entwurfs des niedersächsischen Beitrags zu den Bewirtschaftungsplänen 2015 bis 2021 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein“ (Stand Dez 2014), wonach bundesweit die UQN für Quecksilber überschritten wird und demnach alle Gewässer Niedersachsens und der gesamten Bundesrepublik Deutschland keinen guten chemischen Zustand aufweisen.

Tab. 18: Auffällige prioritäre Stoffe in den Biota-Proben

		BG	UQN	Fisch- filet F.1-10	Fisch- leber FL.11(1-10)	Muschel M.12-13	Muschel M.14
Quecksilber	Hg µg/kg NG	5	20	95	90	18	19

3.5.2 Weitere Elemente

Die Ergebnisse zu den Elementgehalten der Biota-Proben gehen aus Tab. 41 im Anhang hervor. In der grafischen Darstellung in Abb. 23 sind die Elementgehalte nach mittlerer Häufigkeit bezogen auf Frischgewicht angeordnet, die Lanthanide wiederum gesondert rechts. Die Gehalte umspannen einen breiten Konzentrationsbereich bis 0,1 µg/kg FG. Es deuten sich Muster an, die in dieser Darstellungsform z.B. bei den Lanthaniden klar erkennbar sind und auf die unterschiedliche Ernährungsweise hinweisen.

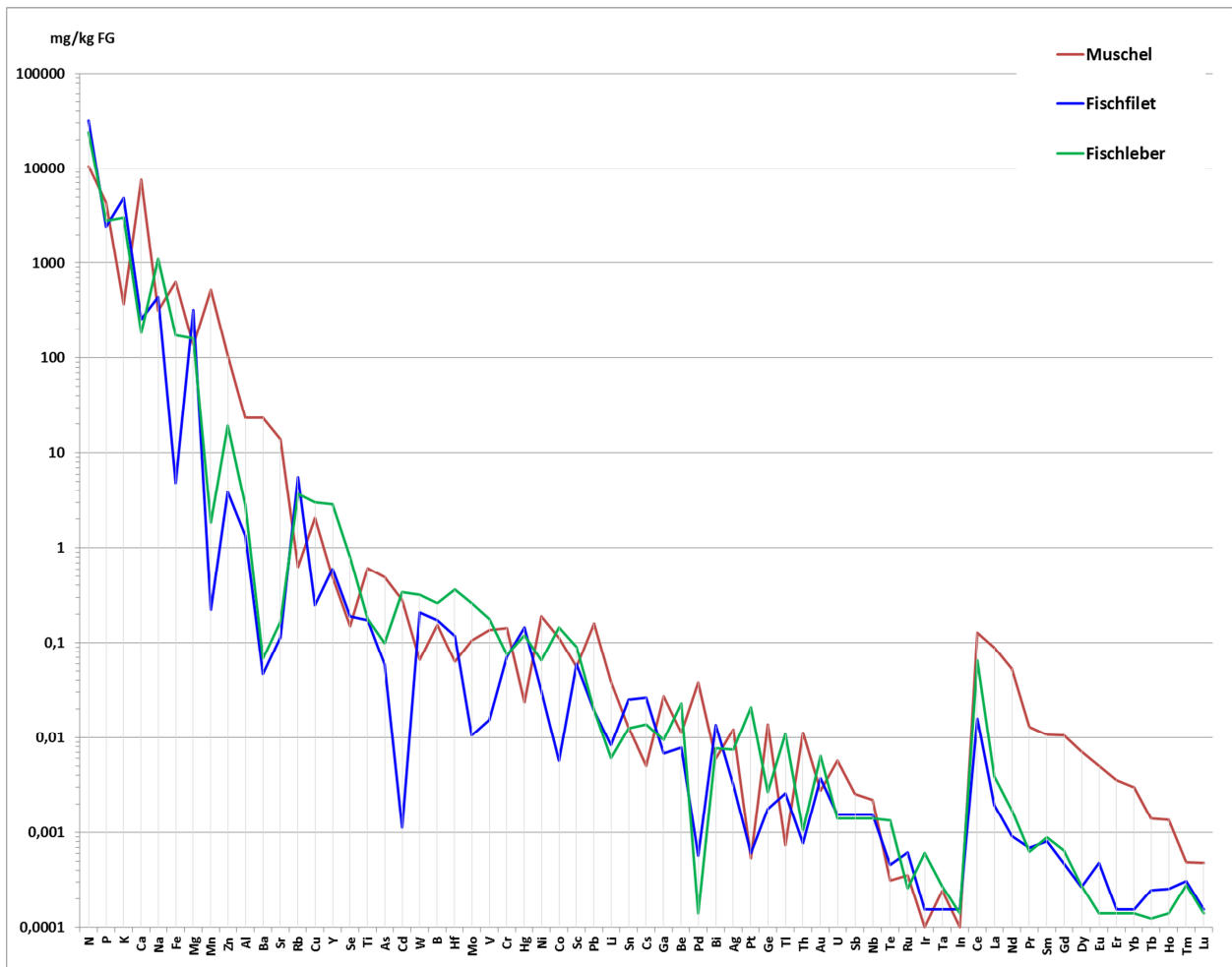


Abb. 23: Elementgehalte in den Biota-Proben

Angeordnet nach mittlerer Häufigkeit in den Sedimentproben; Lanthanide gesondert dargestellt

In Abb. 24 werden die Ergebnisse als Index bezogen auf den mittleren Trockengehalt der beiden Fischmatrizes Filet und Leber dargestellt, die Anordnung erfolgt jeweils nach absteigendem Verhältnis. Wir erkennen nun deutliche Muster:

- Für die Elemente auf der linken Hälfte liegen die Gehalte der Muschel über denen der Fischmatrizes. Dies zeigt eine stärkere Anreicherung dieser Stoffe durch die Muschel an, die im Wesentlichen auf die andere Ernährungsform als Filtrierer zurückzuführen ist. Einheitlich und markant zeigt sich dies auch bei den Lanthaniden rechterhand, die keine wesentliche Stoffwechselfunktion innehaben.

- Innerhalb der Fischmatrizes weist die Leber tendenziell etwas höhere Werte auf als das Filet.
- Für eine Reihe an Elementen im mittleren Bereich variieren die Verhältnisse ohne eindeutiges Muster.
- Im rechten Bereich von Cs bis K zeigen die Muscheln eine geringere Anreicherung.

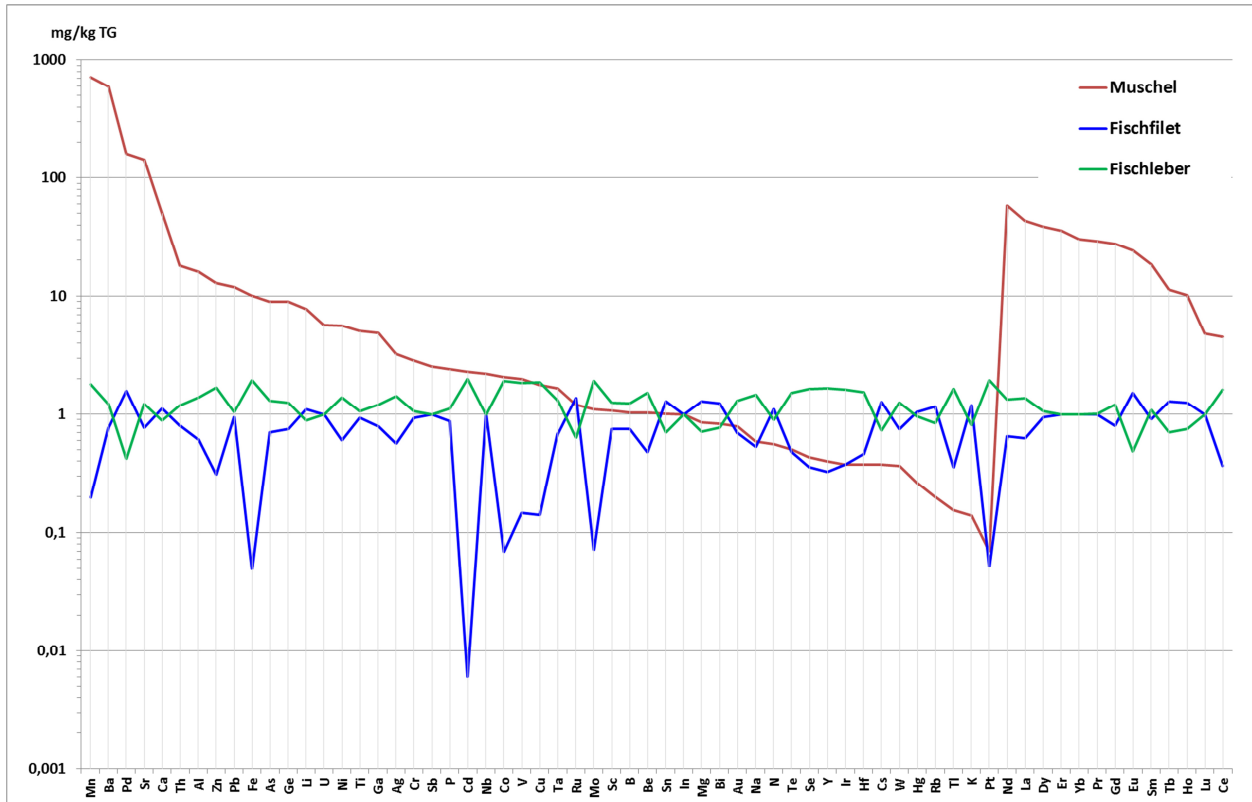


Abb. 24: Indexierte Elementgehalte der Biota-Proben

Index der Elementgehalte bezogen auf mittlere Häufigkeit in den Fischproben; angeordnet nach Verhältnis Muschel – Fisch; Lanthanide gesondert dargestellt

Anhand dieser Referenzwerte lassen sich Veränderungen in der Wasserqualität mit Auswirkungen auf die Biota bei späteren Untersuchungen sowohl statistisch als auch anschaulich verfolgen.

3.5.3 N mit Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$

Die Bestimmung des N-Gehaltes und dessen Isotopenverhältnis diene der Abklärung der Herkunft der N-Belastungen im Gewässer-Ökosystem. Die vollständigen Ergebnisse sind im Anhang dokumentiert, in Tab. 19 sind die Mittelwerte aufgeführt. Dort geht hervor, dass sich die Werte für das N-Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$ in den Biota-Proben im Bereich von 5 - 10,5 ‰ bewegen, wobei die Muschel ein etwas niederes Verhältnis zeigt. Die Ergebnisse werden in Zusammenhang mit den Sedimentdaten in Abschnitt 3.4.4 interpretiert.

Tab. 19: N-Gehalt mit Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$ in den Biota-Proben

	N (Trockengewicht)			N (Frischgewicht)		N-Isotopenverhältnis	
	N mg/g TG	Stabw N mg/g TG	TG/FG %	N mg/FG	Stabw mg/FG	$\delta^{15}\text{N}$ ‰	Stabw $\delta^{15}\text{N}$ ‰
Fischfilet	137,5	4,2	23 %	31,28	0,95	7,59	0,83
Fischleber	113,1	3,3	21 %	23,98	0,70	10,06	0,42
Muschel	69,6	4,0	15 %	10,44	0,61	5,41	0,68

4. Integrierte Bewertung

In der Zusammenschau wird zunächst eine zusammenfassende Bewertung des Zustandes der Haaren nach den gesetzlichen Grundlagen vorgenommen. Es folgt dann eine Bewertung im Hinblick auf die Herkünfte der Belastungen. Abschließend wird auf das Entwicklungspotenzial und Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes eingegangen.

4.1 Bewertung des Zustandes der Haaren gemäß der rechtlichen Vorgaben

Aufgrund fehlender Messungen im Gewässer konnte der chemische und chemisch-ökologische Zustand der Haaren bisher nicht bestimmt werden. Das Ermittlungsmonitoring hat eine begrenzte Parameterliste bezüglich der Prioritären und Flussgebietspezifischen Stoffe einbezogen, sodass eine orientierende, weil auf 5 Monate begrenzte, Bewertung ermöglicht wurde. Die Auswertung der Ergebnisse nach der aktuellen OGewV2011 ergibt, dass der chemische und chemisch-ökologische Zustand der Haaren jeweils als schlecht einzustufen ist. Diese Einordnung erfordert laut EG-WRRL entsprechende Maßnahmen. Die Überschreitungen sind hauptsächlich auf PAK und Pflanzenschutzmittelwirkstoffe zurückzuführen.

4.2 Bewertung im Hinblick auf die Herkünfte der Belastungen

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Ermittlungsmonitorings lassen in der Zusammenschau ein deutliches Bild erkennen.

Die mangelhafte Sauerstoffsituation der Haaren wurde bestätigt. Hierbei zeigte sich eindeutig, dass die Belastungen nicht auf den städtischen Bereich beschränkt sind und erhebliche Belastungen bereits im landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet entstehen. Die Belastungen im städtischen Bereich kommen dann hinzu. Auswirkungen wie ein Fischsterben nach Starkregen werden dann im Staubereich der unteren Haaren in der Stadt offensichtlich.

Es wurden hohe TOC- und Nährstoffbelastungen im Gewässer bestätigt, die sowohl vom zeitlichen Verlauf als auch im Längsprofil der Haaren die dominante Herkunft aus landwirtschaftlicher Nutzung ausweisen.

Ein dominanter landwirtschaftlicher Einfluss wurde durch weitere, unterschiedliche Messungen diverser Parameter im Wasserkörper, den Sedimenten und im Boden bestätigt.

Über mehrere Parameter ergab sich übereinstimmend, dass natürlichen Herkünften wie aus dem geogenen Untergrund bzw. Mooren hingegen lediglich eine untergeordnete Bedeutung zugewiesen werden kann.

Es wurde kein Einfluss durch militärische Altlasten oder Rüstungsaltposten festgestellt.

Vielmehr zeigte es sich, dass die Art der landwirtschaftlichen Nutzung der angrenzenden Flächen und der Unterhaltung des Gewässers eine hohe Bedeutung zukommt.

Dies betrifft zum einen die hohen Frachten an TOC, Nährstoffen und auch Feinsedimenten, die auf eine unsachgemäße landwirtschaftliche Nutzung vor allem der Graben- und Gewässerrandbereiche zurückzuführen sind. Diese belasten nicht nur das Gewässer aus ökologischer Hinsicht sondern verursachen zudem erhebliche Mehrkosten an Unterhaltungsmaßnahmen für die HWA, wie z.B. Sedimenträumungen und Pflegeaufwendungen.

Des Weiteren wurde eine erhebliche Menge an Pflanzenschutzmitteln sowohl im Wasser als auch im Sediment nachgewiesen. Das Spektrum weist auf die Herkunft aus Sonderkulturen, Ackerbau und Torfgewinnung hin.

Hierbei weisen auffällige ökotoxikologische Messwerte Hemmungen der Primärproduzenten aus. Dies ist ein Befund, der üblicherweise in Gewässern nicht auftritt.

Der Einsatz der Passivsammler wurde durch massive Fouling-Beläge gestört, so dass keine Nachweise von PSM möglich waren. Die Untersuchung der Fouling-Beläge ergab, dass hierbei organische Fettsäuren dominierten, die nicht primär aus dem aquatischen Milieu stammen sondern aus terrestrischen Bereichen bzw. landwirtschaftlicher Nutzung.

Dies bedeutet, dass die Haaren nicht nur durch Nähr- und Feinstoffe und PSM belastet ist, sondern Störungen in der Primärproduktion, d.h. den Sauerstoff-Produzenten, aufweist, was zusätzlich negativ den Sauerstoffhaushalt beeinflusst und insgesamt Fäulnisprozesse begünstigt.

Die Untersuchungen zeigten aber auch deutlich auf, dass dies kein unveränderlicher Zustand bleiben muss. Im Verlauf der Haaren wurden erhebliche Unterschiede, sowohl im Sauerstoffgehalt als auch in anderen Parametern festgestellt, die in Zusammenhang mit der Art der Gewässer-Unterhaltung und der Nutzung der Randbereiche stehen. In bestimmten Bereichen des FFH-Gebietes mit ökologisch verträglicher Gewässerunterhaltung und Landnutzung wurden beispielsweise erhebliche Verbesserungen der Parameter innerhalb relativ kurzer Distanzen von wenigen hundert Metern festgestellt. Hierbei kommen Refugien in Seitenarmen wie dem Woldbach oder bestimmten Strukturen im Gewässerbett, z.B. bei Hochwasserereignissen oder Sauerstoff-Defiziten, eine hohe Bedeutung zu, da hier Gewässerorganismen einen Rückzugsort finden.

4.3 Bewertung im Hinblick auf Entwicklungspotenzial und Verbesserung des ökologischen Zustandes

Die Ergebnisse aus dem Ermittlungsmonitoring lassen, wenngleich der aktuelle Zustand als schlecht einzustufen ist, ein deutliches Entwicklungspotenzial zur Verbesserung des Zustandes erkennen.

Während bei einigen Schadstoffbelastungen, die ubiquitär als regionaler Hintergrund vorkommen, wie z.B. die PAK, keine spezifischen Maßnahmen und Verbesserungen kurzfristig möglich sind, kann bei anderen Parametern lokaler Quellen wie PSM aus stofflicher Sicht angesetzt werden.

Insbesondere weisen die im vorigen Abschnitt aufgezeigten Zusammenhänge auf das erhebliche Verbesserungspotenzial des ökologischen Zustandes hin, wobei die hier in Frage kommenden Maßnahmen bereits im IGEPL ausführlich beschrieben wurden. Dazu zählen u. a. eine angepasste, bedarfsorientierte und schonende Gewässerunterhaltung, die Einrichtung ausreichend breiter Gewässerrandstreifen zur Reduzierung von Einträgen und Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur sowie des Sedimenthaushaltes des Gewässers. Einige der vorgeschlagenen Maßnahmen sind relativ kostengünstig und unmittelbar umsetzbar, so dass bereits kurz- und mittelfristig eine Verbesserung des ökologischen Zustandes erzielbar wäre. Das Ermittlungsmonitoring bestätigt eindrücklich die Wirksamkeit derartiger Maßnahmen.

5. Zusammenfassung

Die umfangreichen Untersuchungen haben wie geplant zu einer Abklärung der Gewässerbelastung und Eingrenzung der Eintragsquellen geführt. So wurde festgestellt, dass die Haaren und ihre Nebengewässer in keinem guten chemischen und chemisch-ökologischen Zustand aufgrund von Belastungen mit PSM sowie PAK waren (nach OGewV2011). Die Sauerstoffarmut und weitere Defizite wie die hohe Nährstoffbelastung wurden bestätigt. Die landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet hatte im Untersuchungszeitraum nachweislich einen negativen Einfluss auf den Zustand der Haaren und ihrer Nebengewässer, während ein Einfluss durch das angrenzende Moor und eventueller militärischer Altlasten des alten Fliegerhorsts weitestgehend ausgeschlossen werden konnte. Der städtische Einfluss wurde ebenfalls klar nachgewiesen. Außergewöhnlich waren die zum Teil auffälligen ökotoxikologischen Untersuchungsergebnisse, da solche Tests normalerweise im Abwasserbereich mit weit höheren Stoffkonzentrationen genutzt werden und daher im Gewässer eher unempfindlich reagieren sollten.

Zusätzlich konnte die Wirksamkeit geeigneter Maßnahmen in bestimmten Bereichen des FFH-Gebietes festgestellt werden. Daraus kann geschlossen werden, dass der Zustand der Haaren und ihrer Nebengewässer mit der Durchführung weiterer Maßnahmen, wie sie beispielsweise im IGEPL beschrieben sind, grundsätzlich verbessert werden kann und aufgrund der Ergebnisse des Ermittlungsmonitorings auch verbessert werden muss.

6. Quellen

- Bandowe, B.A.M.; Srinivasan, P.; Seelge, M.; Sirocko, F.; Wilcke, W. (2014): A 2600-year record of the past polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) deposition at Holzmaar (Eifel, Germany). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* (401): 111-121.
- Barndt, G.; Bohn, B.; Köhler, E. (1988): „Biologische und chemische Gütebestimmung von Fließgewässern“, 1988/1989. Hrsg Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz Band 53
- Beyer, L. (2006): Beprobung eines Fließgewässers auf den Sauerstoffgehalt. Facharbeit über die Haaren. Erhältlich über die Haaren-Wasseracht, Petersfehn.
- BLMP (Bund/Länder-Messprogramm Meeresumwelt Nord- und Ostsee) (2011): Konzept zur Ableitung von Nährstoffreduzierungszielen in den Flussgebieten Ems, Weser, Elbe und Eider aufgrund von Anforderungen an den ökologischen Zustand der Küstengewässer gemäß Wasserrahmenrichtlinie, vorgelegt von der ad-hoc AG Nährstoffreduzierung des BLMP.
- Börjes (2009): WRRL-Modellprojekt „Hunte 25“ – Wasserkörpergruppe Haaren und ihre Zuflüsse, Endbericht 2009. Ingeniurbüro Börjes; Projektträger: Hunte – Wasseracht.
- NLFB (Nds. Landesamt für Bodenforschung, Hrsg.) (2000): Digitaler Atlas geochemischer Hintergrundwerte NDS. CD-ROM
- Fauth, H.; Hindel, R.; Siewers, U.; Zinner, J. (1985): Geochemischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland. Verteilung von Schwermetallen in Wässern und Bachsedimenten. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover.
- Fauvelle, V.; Mazzella, N.; Delmas, F.; Madarassoui, K.; Eon, M.; Budzinski, H. (2012): Use of Mixed-Model on Exchange Sorbent for the Passive Sampling of Organic Acids by Polar Organic Chemical Integrative Sampler (POCIS). *Environ.Sci.Technol.* (46): 13344-13354.
- Frank, S.; Tiemyer, B.; Freibauer, A. (2014): Dissolved organic carbon concentrations along carbon and water table gradients in raised bogs in Lower Saxony (Germany) under Grassland. 14th International Peat Congress. Ext Abstr. No 232
- Girbig, A.; Steffen, D. (2011): Ermittlung von Schmetall-Trends in niedersächsischen Fließgewässern entsprechend EG-Wasserrahmenrichtlinie. *Oberirdische Gewässer Bd. 32, NLWKN.*
- Jens, Günter (1980): Die Bewertung der Fischgewässer. Maßstäbe und Anleitungen zur Wertbestimmung bei Nutzung, Kauf, Pacht und Schadensfällen. 2. Auflage. Verlag Paul Parey: Hamburg und Berlin.
- Kalbitz, K. and Geyer, S. (2002): Different effects of peat degradation on dissolved organic carbon and nitrogen. *Organic Geochemistry* 33, 319-326.
- Kuhn, U.; Hofmann, F.; Schlechtriemen, U. (2012): Integrierter Gewässer- und Entwicklungsplan (IGEPL) für die Haaren und ihre Nebengewässer. TIEM Integrierte Umweltüberwachung GbR, Dortmund/Bremen, unveröff. Gutachten v. 22.12.2012 im Auftrag des NLWKN Oldenburg.
- LAWA (2011): Konzeption für Biota-Untersuchungen zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen gemäß RL 2008/105/EG. LAWA-AO, Rahmenkonzeption Monitoring, Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier IV.3., Stand 18.10.2011 [RAKON].
- Charlestra, L., Amirbahman, A., Courtemanch, D.L., Alvarez, D.A., Patterson, H. (2012): Estimating pesticide sampling rates by the polar organic chemical integrative sampler (POCIS) in the presence of natural organic matter and varying hydrodynamic conditions. *Environmental Pollution* (169): 98-104.
- Kaserzon, S.L., Kennedy, K., Hawker, D.W., Holling, N., Escher, B.E., Booij, K., Mueller, J.F. (2011): Development of a passive sampler for N-nitrosodimethylamine (NDMA) in water. *Chemosphere* (84): 497-503.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2013): Analytik für Biota-Untersuchungen. Anlage 3, Ergänzung des RaKon IV.3. Stand 22.01.2013 [RaKon].
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland – Chemische Güteklassifizierung. Berlin, 1998.

- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2007): RaKon – Rahmenkonzeption Monitoring. Arbeitspapier des LAWAO-AO, Teil B – Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibung. Stand: 07.03.2007.
- Li, H., Helm, P.A., Paterson, G., Metcalfe, C.D. (2011): The effects of dissolved organic matter and pH on sampling rates for polar organic chemical integrative samplers (POCIS). *Chemosphere* (83): 271-280.
- Maly, E.; v.d.Ohe, P.C.; Grote, M.; Kühne, R.; Mony, C.P.; Usseglio-Polatera, P.; Brack, W.; Schäfer, R.B. (2014): Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *PNAS*: 6
- Moore, T.R. (1998): Dissolved Organic Carbon: Sources, Sinks, and Fluxes and Role in the Soil Carbon Cycle. In Lal, R., Kimble J.M., Follett, R.F., Stewart, B.A. (eds.). *Soil Processes And The Carbon Cycle*. 281-292, New York, USA
- NLWK (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz) (2000): Gewässergüte 1986-2000; Bericht der NLWK-Betriebsstelle Süd zu Untersuchungen der Gewässergüte in Südniedersachsen, Faasch, Guhl, Schwägler, September 2000.
- NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) (2014): Anhörungsdokumente des niedersächsischen Beitrags zu den Bewirtschaftungsplänen 2015 bis 2021 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein. Stand: 22.12.2014.
- NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) (2014): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN), Nährstoffe in niedersächsischen Oberflächengewässern – Stickstoff und Phosphor- Oberirdische Gewässer Band 35
- Ribeck, F.; Steffen, D.; Post, D.; Schneider, J.; Günther, W.J.; Ross, W. (2012): Ergebnisse Niedersächsischer Untersuchungsprogramme zur Charakterisierung der Stoffgehalte von Dioxinen (PCDD/F) und dioxinähnlichen (dl-)PCB-Belastungen in Sedimenten, Schwebstoffen, Böden und der Luft. *GeoBer* (25): 3-46.
- Schwalm, M.; Zeitz, J. (2011): DOC-Bildung und -Austrag in Mooren – ein Literaturüberblick (Production and export of DOC in peatlands – A review). *Telma* 41, 137-154.
- Smedes, F.; Booij, K. (2012): Guidelines for passive sampling of hydrophobic contaminants in water using silicone rubber samplers. *ICES Techniques in Marine Environmental Sciences* No. 52.
- Steffen, D. (2014): Schadstoffmonitoring niedersächsischer Oberflächengewässer entsprechend der EG-WRRL - Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2010 – 2013. August 2014, NLWKN, 54 S.
- Witt, G.; Lang, S.-C.; Ullmann, D.; Schaffrath, G.; Schulz-Bull, D.; Mayer, P. (2013): Passive Equilibrium Sampler for in Situ Measurements of Freely Dissolved Concentrations of Hydrophobic Organic Chemicals in Sediments. *Environ.Sci.Technol.* (47): 7830-7839.

Gesetze/Verordnungen:

- WRRL (Wasserrahmenrichtlinie): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. 22.12.2000.
- OGewV (Oberflächengewässerverordnung) vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429).
- RL 2008/105/EG.
- Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) Entscheidungshilfe für die Wasserbehörden in wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft IV B 7 1571/11-30707 v. 14.5.1991.
- Oberflächengewässerverordnung (OGewV) (2011) Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer. BGBl I, 2011.
- Oberflächengewässerverordnung Entwurf Stand 29.4.2015.
- Verordnung über Qualitätsanforderungen an Fischgewässer und Muschelgewässer vom 15.5.2007. Nds. GVBl. Nr. 14/2007, ausgegeben am 24.5.2007.
- Pflanzenschutzgesetz vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148, 1281), das zuletzt durch Artikel 375 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

7. Anhang

Im Anhang finden sich Details zu den einzelnen Methoden sowie eine Dokumentation der Ergebnisse.

7.1 Monatliche Wasseruntersuchungen

Die im Rahmen des Projektes zu untersuchenden Wasserproben waren grundsätzlich Einzelproben. Die Entnahme der chemischen und ökotoxikologischen Proben, deren Vorbehandlung, Transport und Lagerung sowie die Bestimmungsmethoden sind anhand von etablierten einheitlichen und qualitätsgesicherten Verfahren vom NLWKN oder einem beauftragten Labor durchgeführt worden. Mit Ausnahme der Wasseruntersuchungen der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe erfolgte die Probenahme monatlich von März bis Juli 2014. Um Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, welche später im Jahr aufgebracht werden, miterfassen zu können, wurden zusätzlich zu den Probenahmen von März bis Juli zwei Probenahmen im September und Oktober durchgeführt.

Im Folgenden sind die kompletten Untersuchungsergebnisse aufgeführt.

7.1.1 Physikalisch-chemischer Status

Tab. 20: Ergebnisse der monatlichen Wasseranalysen zur Bewertung des physikalisch-chemischen Status

Messstelle	Probenahme-datum	Uhrzeit	Wasser-stand	Wetter	Färbung	Geruch	Trübung	Luft-temperatur	Wasser-temperatur	pH	Leitfähigkeit	Sauerstoff	Sauer-stoffsätti-gung	Cyanid vor Ort	Säurekapazi-tät (pH=4,3)
								°C	°C		µS/cm	mg/l	%	mg/l	mmol/l
Petersfehn	24.03.14	12:40	normal	Sonne	schwach gelbbraun	schwach erdig	schwach trüb	9	8,6	6,9	381	7,2	61		1,95
Petersfehn	28.04.14	12:20	normal	Sonne	schwach gelbbraun	schwach erdig	fast klar	18	14,5	6,5	265	6,8	65	<0,002	1,14
Petersfehn	12.05.14	7:50	normal	Regen	schwach gelbbraun	schwach erdig	fast klar	10	11,0	6,6	318	7,6	68	<0,002	1,02
Petersfehn	16.06.14	14:15	normal	bedeckt	schwach gelbbraun	schwach erdig	schwach trüb	20	17,5	7,0	433	3,3	34	<0,002	2,81
Petersfehn	14.07.14	13:30	normal	Sonne	sehr schwach gelbbr.	schwach erdig	fast klar	23	19,6	6,9	327	3,8	40	<0,002	2,03
Uhlhornsweg	24.03.14	13:30	normal	Sonne	schwach gelbbraun	schwach erdig	schwach trüb	10	7,5	7,1	380	8	66		1,85
Uhlhornsweg	28.04.14	13:20	normal	Sonne	schwach gelbbraun	schwach erdig	schwach trüb	18,5	14,6	6,7	263	7	67	<0,002	1,27
Uhlhornsweg	12.05.14	10:00	normal	bedeckt	schwach gelbbraun	schwach erdig	fast klar	11	11,6	6,7	275	7,6	69	<0,002	1,18
Uhlhornsweg	16.06.14	13:00	normal	bedeckt	schwach gelbbraun	schwach erdig	schwach trüb	19	18,2	7,2	420	5,3	55	<0,002	2,45
Uhlhornsweg	14.07.14	12:40	niedrig	Sonne	sehr schwach gelbbr.	schwach erdig	fast klar	22	18,6	7,1	330	5,1	53	<0,002	1,88
Oldenburg	05.08.13	12:00	normal	Sonne	sehr schwach gelbbr.	schwach erdig	fast klar	26	23,8	7,2	389	3,8	43		2,35
Oldenburg	02.09.13	11:40	normal	bedeckt	sehr schwach gelbbr.	schwach erdig	fast klar	16	16,4	7,1	452	3,8	38		2,65
Oldenburg	07.10.13	12:30	normal	Sonne	schwach gelbbraun	schwach erdig	trüb	14	12,7	7,1	459	5,6	52		2,55
Oldenburg	04.11.13	14:20	normal	Regen	schwach gelbbraun	schwach erdig	schwach trüb	11	9,2	7,3	195	8,5	73		1,00
Oldenburg	25.11.13	13:10	niedrig	Sonne	sehr schwach gelbbr.	schwach erdig	fast klar	4	5,1	7,1	455	7,7	60		2,22
Oldenburg	24.02.14	11:50	niedrig	Sonne	sehr schwach gelbbr.	schwach erdig	fast klar	7	6,1	7,1	423	9,2	73		1,97
Oldenburg	24.03.14	14:20	normal	Schauer	schwach gelbbraun	schwach erdig	schwach trüb	10	6,3	7,0	386	8,5	68		1,84
Oldenburg	28.04.14	11:00	normal	Sonne	schwach braun	schwach erdig	schwach trüb	15	13,9	6,9	252	6,6	63		1,17
Oldenburg	12.05.14	10:45	normal	bedeckt	schwach gelbbraun	schwach erdig	fast klar	12	11,6	6,7	277	7,9	71		1,14
Oldenburg	16.06.14	11:40	normal	bedeckt	schwach gelbbraun	schwach erdig	schwach trüb	18	17,2	7,3	442	3,5	35		2,49
Oldenburg	14.07.14	11:10	niedrig	bedeckt	sehr schwach gelbbr.	schwach erdig	fast klar	19	18,6	7,0	322	4,3	45		1,80
Oldenburg	11.08.14	13:30	normal	Sonne	schwach gelbbraun	schwach erdig	schwach trüb	22	19,5	7,2	385	3,6	38		2,16
Oldenburg	15.09.14	8:25	normal	bedeckt	schwach gelbbraun	schwach erdig	fast klar	16	16,4	7,1	454	3,6	36		2,66
Oldenburg	13.10.14	13:45	normal	Regen	schwach gelbbraun	schwach erdig	fast klar	17	14,5	7,1	322	5,2	50		1,73
Staulinie	14.07.14	14:30	normal	Sonne	sehr schwach gelbbr.	schwach erdig	fast klar	21	20,5	7,1	367	4,5	48	<0,002	1,87

Messstelle	Probenahme-datum	Uhrzeit	Hydrogencarbonat	Abfiltrierbare Stoffe	Sauerstoffzehrung (5d)	Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N	TNb-N	ortho-Phosphat-P	Ges Phosphat-P	DOC	TOC	Chlorid	Sulfat	Natrium	Kalium	Calcium	Magnesium	Härte	
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l
Petersfehn	24.03.14	12:40	116	5	4,7	0,65	0,03	3,4	5,3	0,29	0,38	34	34	34	21	21	5,8	40	5,9	1,24	
Petersfehn	28.04.14	12:20	66,5	10	8,3	0,57	0,046	4,8	8,1	0,51	0,68	45	49	22	19	12	6,8	26	4,7	0,842	
Petersfehn	12.05.14	7:50	59,2	5	3,7	0,5	0,04	8,5	11	0,47	0,66	51	52	22	18	12	8,7	31	5,8	1,01	
Petersfehn	16.06.14	14:15	168	12	4,4	0,94	0,045	0,44	2,5	0,14	0,34	18	19	41	14	27	4,8	50	5,7	1,48	
Petersfehn	14.07.14	13:30	121	9	6,6	0,54	0,13	1,6	4,4	0,21	0,46	23	26	25	15	15	6,8	37	5,2	1,14	
Uhlhornsweg	24.03.14	13:30	110	7	4,7	0,47	0,022	2,5	4,2	0,21	0,34	30	33	39	23	23	5,2	38	5,5	1,17	
Uhlhornsweg	28.04.14	13:20	74,4	21	7,2	0,47	0,048	3,1	6,3	0,32	0,54	40	41	24	18	15	5,6	27	4,1	0,842	
Uhlhornsweg	12.05.14	10:00	68,9	16	4,1	0,41	0,027	5,3	7,3	0,37	0,53	45	45	22	16	14	6,8	29	4,7	0,917	
Uhlhornsweg	16.06.14	13:00	146	9	3,6	0,25	0,07	0,84	2,1	0,13	0,27	18	19	45	17	29	4,7	47	5,3	1,39	
Uhlhornsweg	14.07.14	12:40	112	10	4	0,62	0,14	1,4	3,4	0,15	0,36	19	23	28	14	19	5,6	36	4,5	1,08	
Oldenburg	05.08.13	12:00	140	5		0,37	0,077	0,52	1,8	0,12	0,2	14	16	42	15			41	4,6	1,21	
Oldenburg	02.09.13	11:40	159	4		0,36	0,017	0,31	1,4	0,03	0,081	11	12	53	15			43	5,4	1,30	
Oldenburg	07.10.13	12:30	153	18		0,39	0,032	0,63	1,7	0,062	0,27	13	16	59	19			43	6,4	1,34	
Oldenburg	04.11.13	14:20	58,0	35		0,25	0,018	0,63	2	0,08	0,38	10	20	20	9,9			17	2,3	0,519	
Oldenburg	25.11.13	13:10	132	3		0,53	0,039	3,2	4,8	0,23	0,34	30	31	49	32			45	6,5	1,39	
Oldenburg	24.02.14	11:50	117	6	3,3	0,63	0,024	3,7	5,4	0,26	0,39	33	35	44	29			42	6,0	1,29	
Oldenburg	24.03.14	14:20	109		4,6	0,46	0,026	2,4	4,2	0,19	0,31	28	31	41	23	25	5,2	38	5,5	1,17	
Oldenburg	28.04.14	11:00	68,3		8,6	0,52	0,045	2,9	6,6	0,31	0,6	41	42	24	17	14	5,7	26	3,9	0,809	
Oldenburg	12.05.14	10:45	66,5		4,9	0,41	0,038	5,4	7,6	0,37	0,57	45	45	22	16	14	6,8	30	4,9	0,950	
Oldenburg	16.06.14	11:40	149		3,4	0,41	0,066	0,77	2,3	0,12	0,26	17	19	49	17	32	4,9	48	5,4	1,42	
Oldenburg	14.07.14	11:10	107		6,8	0,64	0,16	1,7	3,8	0,14	0,33	19	23	29	15	19	5,8	36	4,3	1,08	
Oldenburg	11.08.14	13:30	129	7	3,7	0,36	0,028	0,59	1,8	0,078	0,21	14	15	43	14			36	4,3	1,08	
Oldenburg	15.09.14	8:25	159		3,7	0,28	0,022	0,41	1,4	0,031	0,18	12	14	55	16			47	5,3	1,39	
Oldenburg	13.10.14	13:45	103		3,1	0,24	0,021	0,6	1,4	0,062	0,18	10	12	42	13			32	3,6	0,947	
Staulinie	14.07.14	14:30	111	8	6,1	0,33	0,12	2	4	0,13	0,31	19	21	35	22	22	6,7	38	5,0	1,15	

Messstelle	Probenahme-datum	Uhrzeit	Eisen	Eisen (gelöst)	Mangan	Zink	Arsen	Blei	Chrom	Nickel	Kupfer	Cadmium	Cadmium (gelöst)	Quecksilber	Quecksilber (gelöst)
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Petersfehn	24.03.14	12:40	1,9		0,22	<0,030	1,1	<1,0	<2,0	<3,0	3,6	0,063	0,063	<0,005	<0,005
Petersfehn	28.04.14	12:20	1,2		0,21	<0,030	1,6	<1,0	3,0	<3,0	11	0,12	0,081	0,016	0,0083
Petersfehn	12.05.14	7:50	0,89		0,15	<0,030	1,8	1,5	3,7	3,3	9,8	0,097	0,083	0,014	0,0087
Petersfehn	16.06.14	14:15	3,5		0,23	<0,030	<1	<1,0	<2,0	<3,0	1,4	<0,05	<0,05	<0,005	<0,005
Petersfehn	14.07.14	13:30	2,8		0,25	<0,030	<1	<1,0	<2,0	<3,0	3,9	<0,05	<0,05	0,0064	<0,005
Uhlhornsweg	24.03.14	13:30	2,2		0,22	<0,030	1,4	1,1	<2,0	<3,0	4,0	0,11	<0,05	0,0063	0,0051
Uhlhornsweg	28.04.14	13:20	1,7		0,21	<0,030	1,8	1,3	2,2	<3,0	8,4	0,077	0,055	0,016	0,0054
Uhlhornsweg	12.05.14	10:00	1,2		0,15	<0,030	1,8	1,9	3,0	<3,0	7,8	0,06	0,051	0,012	0,0065
Uhlhornsweg	16.06.14	13:00	3,1		0,18	<0,030	<1	<1,0	<2,0	<3,0	1,9	<0,05	<0,05	<0,005	<0,005
Uhlhornsweg	14.07.14	12:40	3,1		0,22	<0,030	1,4	<1,0	<2,0	<3,0	3,5	<0,05	<0,05	0,006	<0,005
Oldenburg	05.08.13	12:00	3,2	<0,15											
Oldenburg	02.09.13	11:40	1,9	1,0											
Oldenburg	07.10.13	12:30	3,9	1,2											
Oldenburg	04.11.13	14:20	2,7	0,75											
Oldenburg	25.11.13	13:10	2,5	1,7											
Oldenburg	24.02.14	11:50	2,2												
Oldenburg	24.03.14	14:20	2,0		0,20	<0,030	1,3	<1,0	<2,0	<3,0	4,3	0,25			
Oldenburg	28.04.14	11:00	2,0		0,21	<0,030	1,7	2,2	2,3	<3,0	9,7	0,12	0,070	0,014	<0,005
Oldenburg	12.05.14	10:45	1,4		0,16	0,034	2	1,8	3,2	<3,0	8,9	0,085	0,052	0,012	0,0058
Oldenburg	16.06.14	11:40	3,2		0,23	<0,030	<1	<1,0	<2,0	<3,0	1,9	<0,05	<0,05	<0,005	<0,005
Oldenburg	14.07.14	11:10	3,2		0,17	<0,030	1,3	<1,0	<2,0	<3,0	3,4	<0,05	<0,05	<0,005	<0,005
Staulinie	14.07.14	14:30	3,0		0,21	<0,030	1,2	<1,0	<2,0	<3,0	2,2	<0,05	<0,05	<0,005	<0,005

7.1.2 Güteklassifizierung (nach LAWA)

Tab. 21: Güteklassifizierung der Nährstoffe, Salze und Summenkenngößen nach LAWA (1998).

Bei allen Kenngrößen wird das 90-Perzentil eines Jahres herangezogen, bei dem Sauerstoffgehalt das 10-Perzentil.

Klasse	TN _b mg/l N	NO ₃ ⁻ mg/l N	NO ₂ ⁻ mg/l N	NH ₄ ⁺ mg/l N	Gesamt- mg/l P	o-PO ₄ ⁻ mg/l P	Sauer- stoff- gehalt mg/l	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	TOC mg/l	AOX µg/l	Bedeutung
I	≤ 1	≤ 1	≤ 0,01	≤ 0,04	≤ 0,05	≤ 0,02	> 8	≤ 25	≤ 25	≤ 2	nicht nach- weisbar	unbelastet
I-II	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,08	≤ 0,04	> 7	≤ 50	≤ 50	≤ 3	≤ 10	sehr gering belastet
II	≤ 3	≤ 2,5	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,15	≤ 0,1	> 6	≤ 100	≤ 100	≤ 5	≤ 25	mäßig belastet
II-III	≤ 6	≤ 5	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 0,3	≤ 0,2	> 5	≤ 200	≤ 200	≤ 10	≤ 50	deutliche Belastung
III	≤ 12	≤ 10	≤ 0,4	≤ 1,2	≤ 0,6	≤ 0,4	> 4	≤ 400	≤ 400	≤ 20	≤ 100	erhöhte Belastung
III-IV	≤ 24	≤ 20	≤ 0,8	≤ 2,4	≤ 1,2	≤ 0,8	> 2	≤ 800	≤ 800	≤ 40	≤ 200	hohe Belastung
IV	> 24	> 20	> 0,8	> 2,4	> 1,2	> 0,8	< 2	> 800	> 800	> 40	> 200	sehr hohe Belastung

7.1.3 Huminstoffe

Tab. 22: Ergebnisse der Huminstoffanalysen in der Wasserphase

Messstelle	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Petersfehn	Petersfehn	Petersfehn	Petersfehn	Petersfehn	Staulinie
Probenahmedatum	24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14	24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14	13.07.14
Huminsäuren in mg/l	2,6	7,8	9	3,4	3,8	3,4	8,7	3,3	8,5	4,2	3,6

7.1.4 Prioritäre und flussgebietsspezifische Stoffe

Tab. 23: Ergebnisse der monatlichen Wasseranalysen auf prioritäre und flussgebietsspezifische Stoffe

Messstelle		Petersfehn	Petersfehn	Petersfehn	Petersfehn	Petersfehn	Mittelwert	Maximum	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Mittelwert	Maximum	Staulinie
Probenahmedatum		24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14			24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14			14.07.14
Prioritäre Stoffe																
Benzo(b)fluoranthen	ng/L	< 2	2	2	< 2	< 2	< 2	2	2	< 2	2	< 2	2	< 2	2	2
Benzo(k)fluoranthen	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Benzo(a)pyren	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	< 2	2	2
Benzo(ghi)perylen	ng/L	< 1	< 1	1	1	< 1	< 1	1	1	< 1	2	1	2	1,3	2	2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	ng/L	1	< 1	1	1	< 1	< 1	1	1	< 1	1	1	2	1,1	2	2
alpha-HCH	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
beta-HCH	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
delta-HCH	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
epsilon-HCH	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
gamma-HCH	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Hexachlorbenzol	ng/L	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Tributylzinn-Kation	µg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,00014	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,00014	<0,0001
Dicofol	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Flussgebietsspezifische Stoffe																
Dibutylzinn-Kation	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0016	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0016	<0,001
Tetrabutylzinn-Kation	µg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
AMPA	µg/l	0,066	0,18	0,16	0,13	0,18	0,14	0,18	0,066	0,15	0,18	0,11	0,098	0,12	0,18	0,12
Glyphosat	µg/l	0,18	0,51	0,36	0,36	0,72	0,43	0,72	0,1	0,4	0,7	0,23	0,51	0,39	0,7	0,23

7.1.5 Rüstungsaltslasten und militärische Altlasten

Tab. 24: Ergebnisse der monatlichen Wasseranalysen auf Rüstungsaltslasten und militärische Altlasten

		Nitroaromaten µg/l			Nitrobenzoesäurederivate µg/l											
		2-Nitrotoluol	2,4-Dinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol	2-Amino-4,6-dinitrobenzoesäure	4-Amino-2,6-dinitrobenzoesäure	2,4,6-Trinitrobenzoesäure	2,4-DNBS	2-NBS	2-A-4-NBS	2,4-DNP					
Staulinie	14.07.2014	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

Messstelle		Petersfehn	Petersfehn	Petersfehn	Petersfehn	Petersfehn	Mittelwert	Maximum	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Uhlhornsweg	Mittelwert	Maximum	Staulinie
------------	--	------------	------------	------------	------------	------------	------------	---------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	---------	-----------

7. Anhang

Probenahmedatum		24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14			24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14			14.07.14
Kohlenwasserstoff-Index	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe																
Dichlormethan	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Trichlormethan (Chloroform)	µg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff)	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1-Dichlorethan	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2-Dichlorethan	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,1,1-Trichlorethan	µg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
1,1,2-Trichlorethan	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,1-Dichlorethen	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2-Dichlorethen, cis-	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,2	< 1
1,2-Dichlorethen, trans-	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Trichlorethen (Trichlorethylen)	µg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,26	0,09	0,11	0,06	0,15	0,134	0,26	0,08
Tetrachlorethen (Perchlorethylen)	µg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,15	0,05	0,06	0,04	0,09	0,078	0,15	0,06
1,2-Dichlorpropan	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3-Trichlorpropan	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
3-Chlorpropen	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
1,3-Dichlorpropen, cis-	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,3-Dichlorpropen, trans-	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
2,3-Dichlorpropen	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Dibrommethan	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tribrommethan (Bromoform)	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,2-Dibrommethan	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Dibromchlormethan	µg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bromdichlormethan	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,2 Trichlortrifluorethan	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Benzol und Derivate																
Benzol	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Toluol	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,2-Dimethylbenzol (o-Xylol)	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Dimethylbenzol (m-Xylol und p-Xylol)	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Ethylbenzol	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Isopropylbenzol (Cumol)	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
PAK (16 Substanzen)																
Summe der PAK	ng/L	19	22	22	22	14	19,8	22	35	26	32	26	37	31,2	37	71
Naphthalin	ng/L	4	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	4	4	2	3	< 2	< 2	2,2	4	7
Acenaphthylen	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Acenaphthen	ng/L	< 2	2	2	2	< 2	< 2	2	3	4	3	4	5	3,8	5	14
Fluoren	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	< 2	< 2	2	2	< 2	2	8

Phenanthren	ng/L	6	5	5	5	4	5	6	7	6	6	5	6	6	7	13
Anthracen	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Fluoranthren	ng/L	5	6	5	6	5	5,4	6	7	7	7	6	8	7	8	10
Pyren	ng/L	3	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4,8	5	8
Benzo(a)anthracen	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Chrysen	ng/L	< 2	3	2	3	< 2	2	3	3	2	3	3	3	2,8	3	3
Dibenzo(a,h)anthracen	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Nitroaromaten																
2,4,6-Trinitrotoluol	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Schwerflüchtige HKWs																
2,4'-DDD	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
2,4'-DDT	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
2,4-DDE	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
4,4'-DDT	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
4,4-DDD	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
4,4-DDE	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Aldrin	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
PCB 101	ng/L	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
PCB 118	ng/L	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
PCB 138	ng/L	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
PCB 153	ng/L	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
PCB 180	ng/L	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
PCB 194	ng/L	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
PCB 28	ng/L	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
PCB 52	ng/L	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Pentachlorbenzol	ng/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2

7.1.6 Pflanzenschutzmittel

Tab. 25: Analyseergebnisse der 227 Wirkstoffe in alphabetischer Reihenfolge in µg/l

Lfd. Nr.	Wirkstoff	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Staulinie	Staulinie	Staulinie
		24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14	15.09.14	13.10.14	24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14	15.09.14	13.10.14	14.07.14	15.09.14	13.10.14
1	(E)7-(Z)9-Dodecadienylacetat	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2	(Z)-9-Dodecenylacetat	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
3	1-Decanol	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
4	1-Methylcyclopropan	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
5	2,4-D	<0,005	0,019	0,009	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,019	0,010	<0,005	0,011	<0,005	<0,005	0,021	<0,005	<0,005
6	Abamectin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
7	Acequinocyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
8	Acetamidrid	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
9	Aclonifen	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10	alpha-Cypermethrin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

		Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Staulinie	Staulinie	Staulinie
Lfd. Nr.	Wirkstoff	24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14	15.09.14	13.10.14	24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14	15.09.14	13.10.14	14.07.14	15.09.14	13.10.14
57	Desmedipham	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
58	Dicamba	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
59	Dichlorprop-P	0,025	0,029	0,030	0,020	0,012	<0,005	<0,005	0,014	0,028	0,023	0,027	0,019	<0,005	<0,005	0,043	<0,005	<0,005
60	Difenacoum	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
61	Difenoconazol	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	<0,005
62	Diflubenzuron	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
63	Diflufenican	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
64	Dimethachlor	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
65	Dimethenamid-P	<0,005	0,006	0,054	0,075	0,019	<0,005	<0,005	0,05	0,007	0,035	0,12	0,022	<0,005	<0,005	0,024	<0,005	<0,005
66	Dimethoat	<0,005	0,017	0,014	0,014	0,007	0,25	0,12	0,007	0,026	<0,005	0,77	0,25	0,34	5,8	<0,005	<0,005	<0,005
67	Dimethomorph	<0,005	0,009	0,006	0,007	0,011	<0,005	0,009	<0,005	0,023	<0,005	0,013	0,038	0,039	0,043	<0,005	<0,005	<0,005
68	Dimoxystrobin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
69	Dithianon	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
70	Dodin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
71	Epoxiconazol	<0,005	0,009	0,021	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,010	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
72	Esfenvalerat	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
73	Ethofumesat	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
74	Etofenprox	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
75	Famoxadone	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
76	Fenamidone	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
77	Fenazaquin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
78	Fenhexamid	0,024	<0,005	<0,005	0,11	<0,005	<0,005	0,095	0,011	0,013	<0,005	0,44	<0,005	<0,005	1,3	<0,005	<0,005	0,031
79	Fenoxaprop-P	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
80	Fenoxycarb	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
81	Fenpropidin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
82	Fenpropimorph	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
83	Fenpyroximat	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
84	Flazasulfuron	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
85	Flonicamid	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
86	Florasulam	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
87	Fluazifop-P	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
88	Fluazinam	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
89	Fludioxonil	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	0,014	0,006	<0,005	0,015	<0,005	0,013	0,011	0,028	0,023	0,043	<0,005	<0,005	<0,005
90	Flufenacet	0,030	0,019	0,021	0,033	0,031	<0,005	0,014	0,049	0,023	0,008	0,061	0,050	<0,005	0,024	0,011	<0,005	0,007
91	Flumioxazin	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,054	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	0,011	0,073	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005
92	Fluopicolide	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005
93	Fluoxastrobin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
94	Flupyrsulfuron-methyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
95	Fluquinconazol	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
96	Fluroxypyr-methylheptyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
97	Flurtamone	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
98	Flusilazol	0,005	0,009	0,008	0,007	0,008	0,014	0,008	0,007	0,014	<0,005	0,019	0,016	0,041	0,044	0,005	<0,005	<0,005
99	Flutolanil	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
100	Folpet	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
101	Foramsulfuron	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

		Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Uhl-hornsweg	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Peters-fehn	Staulinie	Staulinie	Staulinie
Lfd. Nr.	Wirkstoff	24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14	15.09.14	13.10.14	24.03.14	28.04.14	12.05.14	16.06.14	14.07.14	15.09.14	13.10.14	14.07.14	15.09.14	13.10.14
194	Sulcotrion	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
195	Sulfosulfuron	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
196	Sulfurylfluorid	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
197	tau-Fluvalinat	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
198	Tebuconazol	<0,005	0,013	0,017	<0,005	0,010	0,015	0,011	0,009	0,022	0,006	0,006	0,023	0,042	0,035	0,008	0,005	<0,005
199	Tebufenozid	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
200	Tebufenpyrad	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
201	Tefluthrin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
202	Tembotrione	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
203	Tepraloxymid	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
204	Terbutylazin	0,025	0,023	0,037	0,12	0,084	<0,005	0,005	0,075	0,035	0,027	0,18	0,16	0,006	<0,005	0,11	0,009	0,009
205	Tetraconazole	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
206	Thiabendazol	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
207	Thiacloprid	<0,005	0,007	0,007	0,020	0,023	0,017	<0,005	0,011	0,015	<0,005	0,033	0,043	0,032	0,013	0,027	<0,005	<0,005
208	Thiamethoxam	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,081	0,027	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,12	0,096	<0,005	0,012	0,012
209	Thiencarbazone-methyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
210	Thifensulfuron-methyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
211	Thiophanat-methyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
212	Thiram	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
213	Tolclofos-methyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
214	Topramezone	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	0,010	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005
215	Triadimenol	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
216	Triasulfuron	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
217	Triazoxid	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
218	Tribenuron-methyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
219	Triclopyr-2-butoxyethyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
220	Trifloxystrobin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
221	Triflurosulfuron	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
222	Trinexapac-ethyl	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
223	Triticonazol	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
224	Tritosulfuron	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
225	Warfarin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
226	zeta-Cypermethrin	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
227	Zoxamide	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tab. 26: Klassifizierungsergebnis der 227 Wirkstoffe in alphabetischer Reihenfolge und Angabe der jeweils maximal ermittelten Konzentration in µg/l.

Lfd. Nr.	Wirkstoff	Wirkung als	Bestimmungsgrenze	Maximum	Lfd. Nr.	Wirkstoff	Wirkung als	Bestimmungsgrenze	Maximum
1	(E)7-(Z)9-Dodecadienylacetat	Pheromon	<0,005	<0,005	115	Imidacloprid	Insektizid	<0,005	0,25
2	(Z)-9-Dodecenylacetat	Pheromon	<0,005	<0,005	116	Indoxacarb	Insektizid	<0,005	<0,005
3	1-Decanol	Wachstumsregler	<0,005	<0,005	117	Iodosulfuron-methyl	Herbizid	<0,005	<0,005
4	1-Methylcyclopropen	Wachstumsregler	<0,005	<0,005	118	loxynil	Herbizid	<0,005	<0,005
5	2,4-D	Wachstumsregler	<0,005	0,021	119	Iprodion	Fungizid	<0,005	<0,005
6	Abamectin	Insektizid	<0,005	<0,005	120	Iprovalicarb	Fungizid	<0,005	<0,005

Lfd. Nr.	Wirkstoff	Wirkung als	Bestimmungs- grenze	Maximum	Lfd. Nr.	Wirkstoff	Wirkung als	Bestimmungs- grenze	Maximum
7	Acequinocyl	Akarizid	<0,005	0,006	121	Isoproturon	Herbizid	<0,005	<0,005
8	Acetamiprid	Insektizid	<0,005	<0,005	122	Isoxaben	Herbizid	<0,005	0,32
9	Aclonifen	Herbizid	<0,005	<0,005	123	Isoxaflutole	Herbizid	<0,005	<0,005
10	alpha-Cypermethrin	Insektizid	<0,005	<0,005	124	Kresoxim-methyl	Fungizid	<0,005	<0,005
11	Ametoctradin	Fungizid	<0,005	<0,005	125	lambda-Cyhalothrin	Insektizid	<0,005	<0,005
12	Amidosulfuron	Herbizid	<0,005	<0,005	126	Lenacil	Herbizid	<0,005	<0,005
13	Aminopyralid	Herbizid	<0,005	0,017	127	Mancozeb	Fungizid	<0,025	<0,025
14	Amisulbrom	Fungizid	<0,005	<0,005	128	Mandipropamid	Fungizid	<0,005	<0,005
15	Azadirachtin (Neem)	Insektizid	<0,005	<0,005	129	Maneb	Fungizid	<0,025	<0,025
16	Azoxystrobin	Fungizid	<0,005	0,5	130	MCPA	Herbizid	<0,005	0,67
17	Beflubutamid	Herbizid	<0,005	<0,005	131	Mecoprop-P	Herbizid	<0,005	0,052
18	Benalaxyl-M	Fungizid	<0,005	<0,005	132	Mepanipyrim	Fungizid	<0,005	<0,005
19	Bentazon	Herbizid	<0,005	0,021	133	Mepiquat	Wachstumsregler	<0,025	<0,025
20	Benthiavalicarb	Fungizid	<0,005	<0,005	134	Mesosulfuron-methyl	Herbizid	<0,005	<0,005
21	Benzoessäure	Fungizid, Bakterizid, Viruzid	<0,005	<0,005	135	Mesotrione	Herbizid	<0,005	0,029
22	beta-Cyfluthrin	Insektizid	<0,005	<0,005	136	Metaflumizone	Insektizid	<0,005	<0,005
23	Bifenazate	Akarizid	<0,005	<0,005	137	Metalaxyl-M	Fungizid	<0,005	0,088
24	Bifenox	Herbizid	<0,005	<0,005	138	Metaldehyd	Molluskozid	<0,005	0,043
25	Bixafen	Fungizid	<0,005	<0,005	139	Metamitron	Herbizid	<0,005	<0,005
26	Boscalid	Fungizid	<0,005	0,15	140	Metazachlor	Herbizid	<0,005	0,039
27	Bromadiolon	Rodentizid	<0,005	<0,005	141	Metconazol	Fungizid	<0,005	<0,005
28	Bromoxynil	Herbizid	<0,005	<0,005	142	Methiocarb	Insektizid, Molluskizid	<0,005	0,014
29	Captan	Fungizid	<0,005	<0,005	143	Methoxyfenozide	Insektizid	<0,005	<0,005
30	Carbendazim	Fungizid	<0,005	0,04	144	Metiram	Fungizid	<0,025	0,025
31	Carfentrazone-ethyl	Herbizid	<0,005	<0,005	145	Metosulam	Herbizid	<0,005	<0,005
32	Chlorantraniliprole	Insektizid	<0,005	<0,005	146	Metrafenone	Fungizid	<0,005	<0,005
33	Chloridazon	Herbizid	<0,005	<0,005	147	Metribuzin	Herbizid	<0,005	0,045
34	Chlormequat	halmverkürzend - Getreide	<0,025	<0,025	148	Metsulfuron-methyl	Herbizid	<0,005	<0,005
35	Chlorpropham	Herbizid, Wachstumsregler	<0,005	<0,005	149	Milbemectin	Akarizid	<0,005	<0,005
36	Chlorpyrifos	Insektizid, Nematizid	<0,005	<0,005	150	Myclobutanil	Fungizid	<0,005	0,072
37	Chlorthalonil	Fungizid	<0,005	<0,005	151	Napropamid	Herbizid	<0,005	<0,005
38	Chlortoluron	Herbizid	<0,005	0,008	152	Nicosulfuron	Herbizid	<0,005	0,17
39	Cinidon-ethyl	Herbizid	<0,005	<0,005	153	Pacllobutrazol	Wachstumsregler	<0,005	<0,005
40	Clethodim	Herbizid	<0,005	<0,005	154	Pelargonsäure	Herbizid	<0,005	<0,005
41	Clodinafop-propargyl	Herbizid, Wachstumsregler	<0,005	<0,005	155	Penconazol	Fungizid	<0,005	<0,005
42	Clofentezin	Insektizid, Akarizid	<0,005	<0,005	156	Pencycuron	Fungizid	<0,005	<0,005
43	Clomazone	Herbizid	<0,005	<0,005	157	Pendimethalin	Herbizid	<0,005	<0,005
44	Clopyralid	Herbizid	<0,005	<0,005	158	Penoxsulam	Herbizid	<0,005	<0,005
45	Clothianidin	Insektizid	<0,005	0,36	159	Pethoxamid	Herbizid	<0,005	0,039
46	Codlemone (Codlelure)	Pheromon	<0,005	<0,005	160	Phenmedipham	Herbizid	<0,005	<0,005
47	Cyazofamid	Fungizid	<0,005	<0,005	161	Picloram	Herbizid	<0,005	<0,005
48	Cycloxydim	Herbizid	<0,005	0,028	162	Picolinafen	Herbizid	<0,005	<0,005
49	Cyflufenamid	Fungizid	<0,005	<0,005	163	Picoxystrobin	Fungizid	<0,005	<0,005
50	Cymoxanil	Fungizid	<0,005	<0,005	164	Pinoxaden	Herbizid	<0,005	<0,005
51	Cypermethrin	Insektizid	<0,005	<0,005	165	Pirimicarb	Insektizid	<0,005	0,03
52	Cyproconazol	Fungizid	<0,005	<0,005	166	Pirimiphos-methyl	Insektizid, Akarizid	<0,005	<0,005
53	Cyprodinil	Fungizid	<0,005	0,064	167	Prochloraz	Fungizid	<0,005	0,017
54	Daminozid	Wachstumsregler	<0,05	<0,05	168	Prohexadion	Wachstumsregler	<0,025	<0,025

7. Anhang

Lfd. Nr.	Wirkstoff	Wirkung als	Bestimmungs- grenze	Maximum	Lfd. Nr.	Wirkstoff	Wirkung als	Bestimmungs- grenze	Maximum
55	Deiquat	Herbizid	<0,025	<0,025	169	Propamocarb	Fungizid	<0,005	<0,005
56	Deltamethrin	Insektizid	<0,005	<0,005	170	Propaquizafop	Herbizid	<0,005	<0,005
57	Desmedipham	Herbizid	<0,005	<0,005	171	Propiconazol	Fungizid	<0,005	0,015
58	Dicamba	Herbizid	<0,005	<0,005	172	Propoxycarbazone	Herbizid	<0,005	<0,005
59	Dichlorprop-P	Herbizid	<0,005	0,043	173	Propyzamid	Herbizid	<0,005	0,46
60	Difenacoum	Rodentizid	<0,005	<0,005	174	Proquinazid	Fungizid	<0,005	<0,005
61	Difenoconazol	Fungizid	<0,005	0,008	175	Prosulfocarb	Herbizid	<0,005	<0,005
62	Diflubenzuron	Insektizid	<0,005	<0,005	176	Prosulfuron	Herbizid	<0,005	0,009
63	Diflufenican	Herbizid	<0,005	0,007	177	Prothioconazol	Fungizid	<0,005	<0,005
64	Dimethachlor	Herbizid	<0,005	<0,005	178	Pymetrozin	Insektizid	<0,005	<0,005
65	Dimethenamid-P	Herbizid	<0,005	0,12	179	Pyraclostrobin	Fungizid	<0,005	<0,005
66	Dimethoat	Insektizid, Akarizid	<0,005	5,8	180	Pyraflufen	Herbizid	<0,005	<0,005
67	Dimethomorph	Fungizid	<0,005	0,043	181	Pyrethrine	Insektizid	<0,005	<0,005
68	Dimoxystrobin	Fungizid	<0,005	<0,005	182	Pyridat	Herbizid	<0,005	<0,005
69	Dithianon	Fungizid	<0,025	<0,025	183	Pyrimethanil	Fungizid	<0,005	<0,005
70	Dodin	Fungizid, Mikrobiozid	<0,005	<0,005	184	Pyroxulam	Herbizid	<0,005	<0,005
71	Epoxiconazol	Fungizid	<0,005	0,021	185	Quinmerac	Herbizid	<0,005	<0,005
72	Esfenvalerat	Insektizid	<0,005	<0,005	186	Quinoclammin	Herbizid	<0,005	<0,005
73	Ethofumesat	Herbizid	<0,005	<0,005	188	Quizalofop-P	Herbizid	<0,005	<0,005
74	Etofenprox	Insektizid	<0,005	<0,005	189	Rimsulfuron	Herbizid	<0,005	<0,005
75	Famoxadone	Fungizid	<0,005	<0,005	190	Silthiofam	Fungizid	<0,005	<0,005
76	Fenamidone	Fungizid	<0,005	<0,005	191	S-Metolachlor	Herbizid	<0,005	0,32
77	Fenazaquin	Akarizid	<0,005	<0,005	192	Spinosad	Insektizid	<0,005	<0,005
78	Fenhexamid	Fungizid	<0,005	1,3	193	Spirodiclofen	Akarizid	<0,005	0,005
79	Fenoxaprop-P	Herbizid	<0,005	<0,005	194	Spiroxamine	Fungizid	<0,005	<0,005
80	Fenoxycarb	Insektizid	<0,005	<0,005	195	Sulcotrion	Herbizid	<0,005	<0,005
81	Fenpropidin	Fungizid	<0,005	<0,005	196	Sulfosulfuron	Herbizid	<0,005	<0,005
82	Fenpropimorph	Fungizid	<0,005	0,007	197	Sulfurylfluorid	Insektizid	<0,005	<0,005
83	Fenpyroximat	Akarizid	<0,005	<0,005	198	tau-Fluvalinat	Insektizid, Akarizid	<0,005	<0,005
84	Flazasulfuron	Herbizid	<0,005	<0,005	199	Tebuconazol	Fungizid	<0,005	0,042
85	Flonicamid	Insektizid	<0,005	<0,005	200	Tebufenozid	Insektizid	<0,005	<0,005
86	Florasulam	Herbizid	<0,005	<0,005	201	Tebufenpyrad	Akarizid	<0,005	<0,005
87	Fluazifop-P	Herbizid	<0,005	<0,005	202	Tefluthrin	Insektizid	<0,005	<0,005
88	Fluazinam	Fungizid	<0,005	<0,005	203	Tembotrione	Herbizid	<0,005	<0,005
89	Fludioxonil	Fungizid	<0,005	0,043	204	Tepraloxydim	Herbizid	<0,005	<0,005
90	Flufenacet	Herbizid	<0,005	0,061	205	Terbuthylazin	Herbizid	<0,005	0,18
91	Flumioxazin	Herbizid	<0,005	0,073	206	Tetraconazole	Fungizid	<0,005	<0,005
92	Fluopicolide	Fungizid	<0,005	0,005	207	Thiabendazol	Fungizid	<0,005	<0,005
93	Fluoxastrobin	Fungizid	<0,005	<0,005	208	Thiacloprid	Insektizid	<0,005	0,043
94	Flupyrsulfuron-methyl	Herbizid	<0,005	<0,005	209	Thiamethoxam	Insektizid	<0,005	0,12
95	Fluquinconazol	Fungizid	<0,005	<0,005	210	Thiencarbazone-methyl	Herbizid	<0,005	<0,005
96	Fluroxypyr-methylheptyl	Herbizid	<0,005	<0,005	211	Thifensulfuron-methyl	Herbizid	<0,005	<0,005
97	Flurtamone	Herbizid	<0,005	<0,005	212	Thiophanat-methyl	Fungizid	<0,005	<0,005
98	Flusilazol	Fungizid	<0,005	0,044	213	Thiram	Fungizid	<0,025	<0,025
99	Flutolanil	Fungizid	<0,005	<0,005	214	Tolclofos-methyl	Fungizid	<0,005	<0,005
100	Folpet	Fungizid	<0,005	<0,005	215	Topramezone	Herbizid	<0,005	0,013
101	Foramsulfuron	Herbizid	<0,005	<0,005	216	Triadimenol	Fungizid	<0,005	<0,005
102	Fosetyl	Fungizid	<0,05	5,1	217	Triasulfuron	Herbizid	<0,005	<0,005

Lfd. Nr.	Wirkstoff	Wirkung als	Bestimmungs- grenze	Maximum	Lfd. Nr.	Wirkstoff	Wirkung als	Bestimmungs- grenze	Maximum
103	Fosthiazate	Insektizid, Nematizid	<0,005	<0,005	218	Triazoxid	Fungizid	<0,005	<0,005
104	Fuberidazol	Fungizid	<0,005	<0,005	219	Tribenuron-methyl	Herbizid	<0,005	<0,005
105	gamma-Cyhalothrin	Insektizid	<0,005	<0,005	220	Triclopyr-2-butoxyethyl	Herbizid	<0,005	<0,005
106	Glufosinat	Herbizid	<0,025	0,38	221	Trifloxystrobin	Fungizid	<0,005	<0,005
107	Glyphosat	Herbizid	<0,025	0,72	222	Triflusulfuron	Herbizid	<0,005	<0,005
108	Haloxyfop-P	Herbizid	<0,005	<0,005	223	Trinexapac-ethyl	Wachstumsregler	<0,005	<0,005
109	Hexythiazox	Akarizid	<0,005	<0,005	224	Triticonazol	Fungizid	<0,005	<0,005
110	Hymexazol	Fungizid	<0,005	<0,005	225	Tritosulfuron	Herbizid	<0,005	<0,005
111	Imazalil	Fungizid	<0,005	<0,005	226	Warfarin	Gerinnungshemmend (Ratten)	<0,005	<0,005
112	Imazamox	Herbizid	<0,005	<0,005	227	zeta-Cypermethrin	Insektizid	<0,005	<0,005
113	Imazosulfuron	Herbizid	<0,005	<0,005	228	Zoxamide	Fungizid	<0,005	<0,005

7.1.7 Ökotoxikologische Untersuchungen

Tab. 27: Ergebnisse der ökotoxikologischen Tests zu den monatlichen Wasserproben

Messstelle	Probedatum	GA	GD	GEi	GL
Petersfehn	24.03.14	1 (0,8 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (-36,01 bei Verd. 1)
Uhlhornsweg	24.03.14	1 (-5,2 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (-32,23 bei Verd. 1)
Uhlhornsweg	28.04.14	1 (19,2 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (8,34 bei Verd. 1)
Petersfehn	28.04.14	2 (28,2 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (12,79 bei Verd. 1)
Uhlhornsweg	12.05.14	2 (22,9 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (14,52 bei Verd. 1)
Petersfehn	12.05.14	2 (36,3 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (13,04 bei Verd. 1)
Uhlhornsweg	16.06.14	1 (-20,6 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (11,14 bei Verd. 1)
Petersfehn	16.06.14	1 (-19,9 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (10,48 bei Verd. 1)
Petersfehn	14.07.14	1 (-23,5 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (5,12 bei Verd. 1)
Staulinie	14.07.14	1 (-28,3 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (10 bei Verd. 1)	1 (7,08 bei Verd. 1)
Uhlhornsweg	14.07.14	1 (-28,2 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (0 bei Verd. 1)	1 (8,59 bei Verd. 1)

7.2 Erweiterte Sauerstoffmessungen

7.2.1 Kontinuierliche Sauerstoff- und Temperaturmessungen

Am Standort Haarenufer in Oldenburg betreibt die HWA eine Messstation mit kontinuierlichen Sauerstoff- und Temperaturmessungen. Es wurden die mittleren Stundenwerte für einen kompletten Datensatz eines Jahres vom 1.10.2013 bis 30.9.2014 von der HWA übermittelt. Die Sauerstoffgehalte wurden statistisch auf ihre Dichteverteilung ausgewertet und die Ergebnisse grafisch dargestellt sowie die Sättigung berechnet. Die Einzelmessdaten sind tabellarisch hier aufgeführt.

Messtechnisch anzumerken ist, dass nach Angaben der HWA (H. Lueken) stichpunktartige Vergleichsmessungen mit einer mobilen Messsonde bei extrem niedrigen Werten z.T. Abweichungen im Sauerstoffgehalt gegenüber der fest installierten Sonde um bis zu 1-2 mg O₂/l ergaben. Ebenso wurde seitens der HWA beobachtet, dass der O₂-Gehalt anstieg, wenn die Fließgeschwindigkeit der Haaren, die im Unterlauf stagnieren kann, durch Tideeinfluss oder aktiver Regulierung, sich wieder erhöhte. Bei einer Überprüfung der Sonde im Frühjahr 2015 wurde ein Foulingbelag festgestellt, der die Messungen beeinflussen könnte, so dass die Sonde im Mai 2015 ausgetauscht wurde. Messtechnische Abweichungen könnten somit auch eine Rolle spielen, da O₂-Messungen eine geringe Strömung erfordern, was sich besonders bei extrem niedrigen Gehalten bemerkbar macht. Eine daraufhin vorgenommene zusätzliche Vergleichsanalyse mit Werten aus dem Vorjahr nach Neuinstallation ergab jedoch ein ähnliches Bild und nur eine geringfügige Abweichung der Mittelwerte über den Vergleichszeitraum (Diff. <0,3 mg/l). Bei aktuellen Messungen in 2015 mit der neuen Sonde (HWA) sowie weiteren Messungen in 2014 und 2015 (TIEM/Ecosurv, s.) für exemplarische Längsprofile der Haaren vom HWRB bis zum Siel wurden ebenfalls extrem niedrige Werte unter 2 mg/l erreicht, so dass auch bei korrekter Messung extrem niedrige Werte auftreten. Das bedeutet, prinzipiell können messtechnische Abweichungen auf Grund der hohen organischen Belastung und Zehrung, vor allem bei extrem niedrigen Werten auftreten, der Fehler scheint sich statistisch allerdings nur gering auszuwirken und führt insgesamt zu keiner wesentlich anderen Bewertung.

Tab. 28: Sauerstoff-Messwerte, Stundenmittel, in mg O₂/l (Auszug, vollständige Daten können bei, NLWKN erfragt werden)

Datum	0:30	1:30	2:30	3:30	4:30	5:30	6:30	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30	21:30	22:30	23:30
01.10.13	5,23	5,22	5,18	5,24	4,99	4,96	4,93	4,90	5,07	5,05	5,13	5,19	5,20	5,70	6,50	6,00	5,39	5,38	5,36	5,41	6,67	7,84	8,11	8,03
02.10.13	6,74	4,87	4,18	4,21	4,26	4,18	3,80	3,69	3,68	3,71	3,91	4,24	4,37	4,55	4,53	4,73	4,86	4,48	4,49	4,45	4,44	5,10	4,36	3,47
03.10.13	3,25	3,36	3,48	3,52	3,60	3,33	3,20	3,25	3,33	3,38	3,52	3,74	3,18	3,33	3,48	3,71	4,45	4,10	3,77	3,30	3,41	3,48	3,54	3,75
04.10.13	3,95	3,64	3,06	3,13	3,20	3,18	3,25	3,07	3,12	3,23	3,15	3,30	3,26	3,29	3,25	3,71	5,97	5,66	4,43	3,51	3,42	3,26	3,21	3,29
05.10.13	3,59	4,01	4,07	4,13	4,85	5,51	6,46	4,88	4,77	4,68	4,66	4,51	4,35	4,71	5,17	5,14	4,80	4,69	5,09	6,13	5,32	4,22	3,76	3,60
06.10.13	3,61	3,60	3,98	3,53	3,34	3,74	4,84	5,63	3,27	2,16	1,92	1,89	1,82	2,04	2,33	2,90	3,27	3,68	4,42	5,40	3,59	2,22	2,20	2,11
07.10.13	2,02	2,01	1,97	2,20	2,38	2,05	2,08	2,61	3,10	2,21	1,83	1,72	1,54	1,43	1,40	1,45	2,08	2,57	4,06	6,65	7,22	2,84	2,36	2,16
08.10.13	2,06	2,04	1,97	1,82	2,15	2,36	2,04	3,34	4,64	3,08	2,69	2,40	2,35	2,34	2,29	2,22	2,54	3,87	5,59	6,74	7,39	5,47	2,48	1,34
09.10.13	1,26	1,22	1,21	1,27	1,21	1,12	1,51	3,27	4,79	4,65	1,36	0,70	0,60	0,60	0,58	0,68	0,73	1,01	0,68	0,56	0,72	2,05	1,49	1,80
10.10.13	1,86	1,72	1,66	1,54	1,59	2,06	1,68	1,45	1,41	2,46	3,56	3,10	3,16	3,07	3,09	2,94	2,80	2,63	4,11	5,94	7,51	8,96	9,39	5,96
11.10.13	3,32	1,80	1,02	1,05	1,08	1,15	1,23	1,11	1,11	1,27	1,58	1,52	1,08	0,66	0,60	0,57	0,65	1,41	2,01	1,87	2,06	2,25	2,52	2,12
12.10.13	2,06	1,83	2,06	2,87	3,11	2,67	2,62	3,29	3,54	4,04	4,06	4,43	4,02	3,94	4,70	5,24	5,11	5,23	5,11	4,53	4,58	5,62	5,83	6,53
13.10.13	6,84	7,09	7,28	7,68	7,82	7,33	7,35	7,30	6,96	7,26	6,80	7,02	7,28	6,80	6,21	5,76	5,91	6,16	6,20	5,79	5,43	5,32	5,71	6,98
14.10.13	6,32	5,90	4,98	4,70	4,64	4,57	4,49	4,78	5,13	5,05	5,11	5,12	5,35	5,47	5,91	6,18	5,91	6,00	6,32	6,30	5,88	5,82	5,76	6,23

Tab. 29: Temperatur-Messwerte, Stundenmittel, in °C (Auszug, vollständige Daten können beim NLWKN erfragt werden)

Datum	0:30	1:30	2:30	3:30	4:30	5:30	6:30	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30	21:30	22:30	23:30	
01.10.13	10,9	10,9	10,8	10,6	10,5	10,4	10,4	10,4	10,2	10,2	10,2	10,3	10,4	10,5	10,5	10,8	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	11,0	11,0	11,0	11,0
02.10.13	10,8	10,5	10,3	10,3	10,3	10,1	9,9	9,9	9,8	9,8	9,8	9,9	10,1	10,1	10,1	10,2	10,3	10,3	10,3	10,3	10,2	10,2	10,1	10,1	10,1
03.10.13	10,0	10,0	9,9	9,9	9,8	9,6	9,5	9,4	9,3	9,3	9,3	9,3	9,4	9,5	9,5	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	9,8	9,8	9,7	9,7	9,7
04.10.13	9,7	9,6	9,6	9,5	9,5	9,5	9,4	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,4	9,5	9,6	9,9	9,8	9,8	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9
05.10.13	9,9	9,8	9,7	9,8	10,0	10,1	10,2	9,9	9,7	9,6	9,6	9,6	9,7	10,1	10,6	10,3	10,3	10,3	10,6	10,8	10,4	10,4	10,3	10,3	10,3
06.10.13	10,3	10,4	10,5	10,4	10,4	10,5	10,6	10,7	10,7	10,9	10,9	10,9	10,9	11,2	11,4	12,0	11,9	11,7	11,8	11,9	11,6	11,5	11,4	11,4	11,4
07.10.13	11,4	11,4	11,4	11,4	11,6	11,5	11,4	11,4	11,4	11,8	11,9	11,9	11,9	11,8	11,8	11,9	12,2	12,2	12,2	12,3	12,3	12,3	12,5	12,5	12,5
08.10.13	12,4	12,4	12,3	12,2	12,2	12,2	12,1	12,0	12,0	12,2	12,4	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,6	12,9	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,9	12,9
09.10.13	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,8	12,8	12,8	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,4	13,3	13,3	13,2	13,2	13,2	13,1	13,1	12,9	12,9
10.10.13	12,9	12,8	12,8	12,7	12,6	12,6	12,5	12,4	12,4	12,3	12,2	12,4	12,6	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,5	12,3	12,2	12,1	12,1	12,2	12,2
11.10.13	12,4	12,5	12,5	12,5	12,4	12,4	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,1	11,8	11,8	11,8	11,8	11,7	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5
12.10.13	11,5	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5	11,4	11,5	11,5	11,5	11,6	11,8	11,9	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
13.10.13	12,1	12,1	12,1	12,2	12,2	12,1	12,0	11,9	11,8	11,8	11,8	11,8	11,7	11,7	11,6	11,6	11,7	11,6	11,5	11,4	11,3	11,3	11,2	11,2	11,2
.....																									
30.9.14																									

7.2.2 Ergänzende Messungen im Längsprofil

Am 28.7.2014 wurde eine ergänzende Sauerstoff-Messung am HWRB vorgenommen und anlässlich der Bio-ta-Beprobung am 5.9.2014 ein Längsprofil der Haaren vom HWRB bis nach dem Siel in Oldenburg aufgenommen. Hierbei wurde der einmündende Woldbach mit erfasst. Ein zweites Profil wurde bei einer Kontrolle am 30.6.2015 erfasst.

Tab. 30: Ergänzende Sauerstoff-Messungen in der Haaren

km	28.7.14	5.9.14		30.6.15
	Haaren mg O ₂ /l	Haaren mg O ₂ /l	Woldbach mg O ₂ /l	Haaren mg O ₂ /l
HWRB See	9,4		2,3	1,7
HWRB Auslass	9,3	1,1	2,2	1,6
Brücke Woldweg	9,0		3,3	2,3
Brücke Sandweg (SLB)	8,2		4,1	3,4
Einmündung Woldbach	8,02		3,7	8,9
Holzbrücke Wold	7,0		3,5	3,3
Bloher Landstr	6,1		2,4	2,6
Hörneweg	5,0		2,9	2,8
Uhlhornsweg	3,7		2,6	2,3
Haarenufer (Stadt)	2,0		1,9	2,1
Haaren vor Siel	0,7		2,0	1,8
Haaren nach Siel vor Hunte	0,4		2,3	1,9

7.3 Passivsammler

Erfassung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) (apolare und polare Stoffe) mittels Passivsammler (Sorbstar, POCIS). Jeweils 10 Sorbstars und je 3 POCIS-Polar Passivsammler in einem durchlässigen Metallbehälter.

5 Kampagnen im Zeitraum Mai bis September 2014

Exposition im Bereich des Hochwasserrückhaltebeckens (HWRB)

Der ausgebrachte Sammler der ersten Kampagne vom 28.4.14 wurde am 20.5. von der HWA als entwendet gemeldet, wonach der Sammler ersetzt und der Standort an eine geschütztere Stelle verlegt wurde. Die Passivsammler wurden dann an einem Pfahl frei hängend im Gewässer vor dem Auslass so exponiert, dass die Sammler nicht sichtbar und eine stete Anströmung gewährleistet war.

Für die Analyse mittels GC-MS-Screening standen damit Proben von 4 Kampagnen zur Verfügung (Juni 2014 – September 2014; Wechseltermine: 21.5. - 1.7. - 28.7. - 5.9. - 3.10.14).

Die Proben der einzelnen Kampagnen wurden separat aufbereitet. Die Extraktion erfolgte mit Hexan, Hexan-Dichlormethan bei den Sorbstars und bei den POCIS-Sammlern mit Toluol/Dichlormethan für apolare PSM und mit Methanol für polare Stoffe. Dies führte zu 4 Extrakten pro Kampagne, die mittels GC-MS (Endvolumen 100 µl) analysiert wurden.

In den Abbildungen sind jeweils die Total-Ionen-Chromatogramme (TIC) der SCAN-Analysen dargestellt.

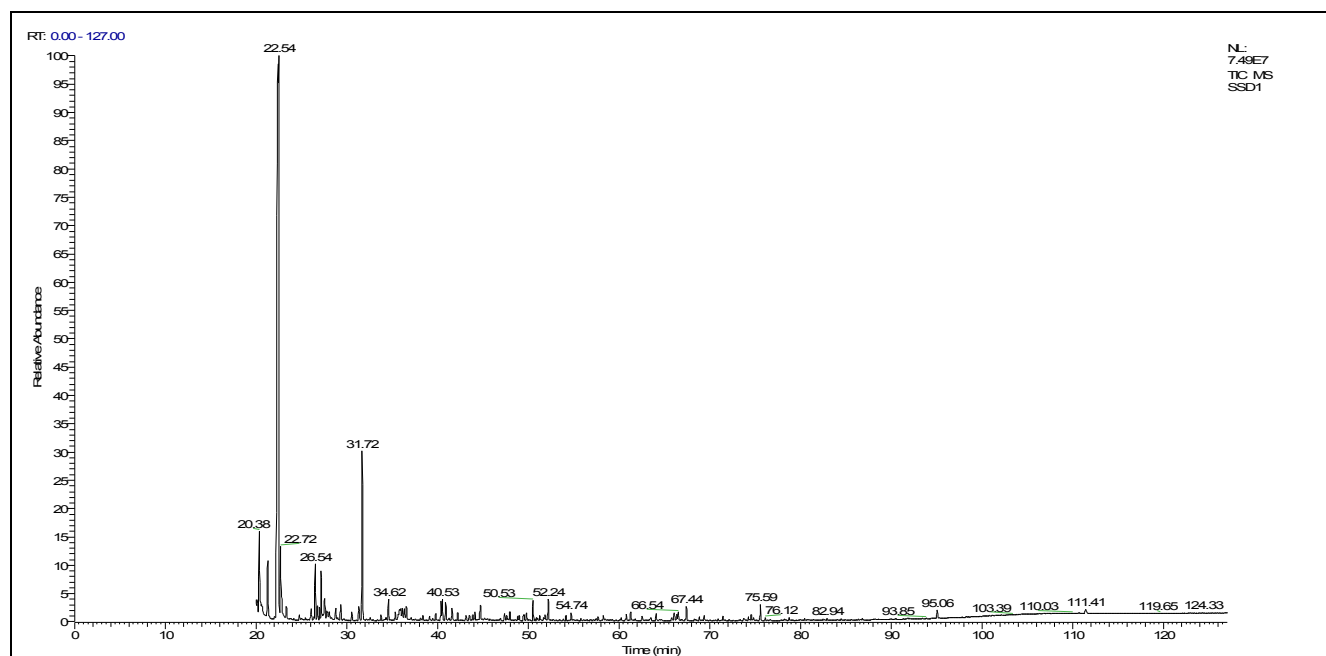


Abb. 25: TIC der unpolaren Fraktion (Juni 2014)

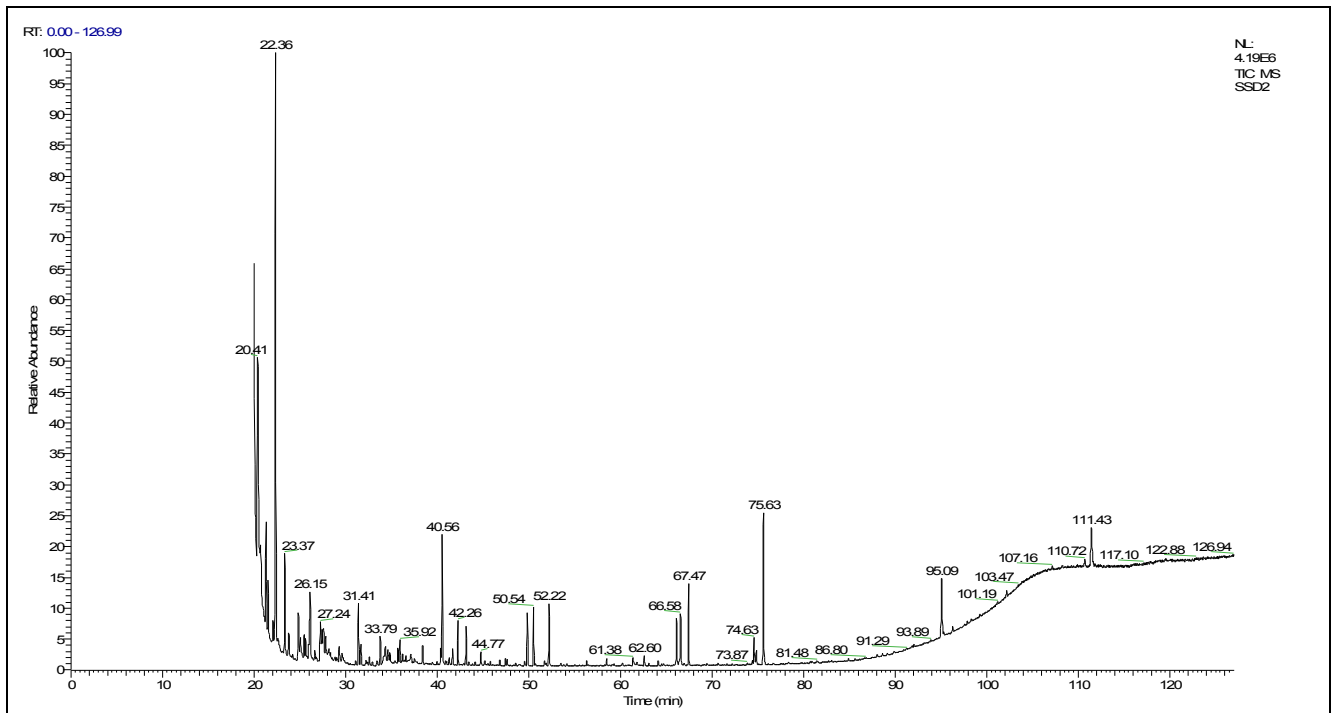


Abb. 26: TIC der unpolaren Fraktion (Juli 2014)

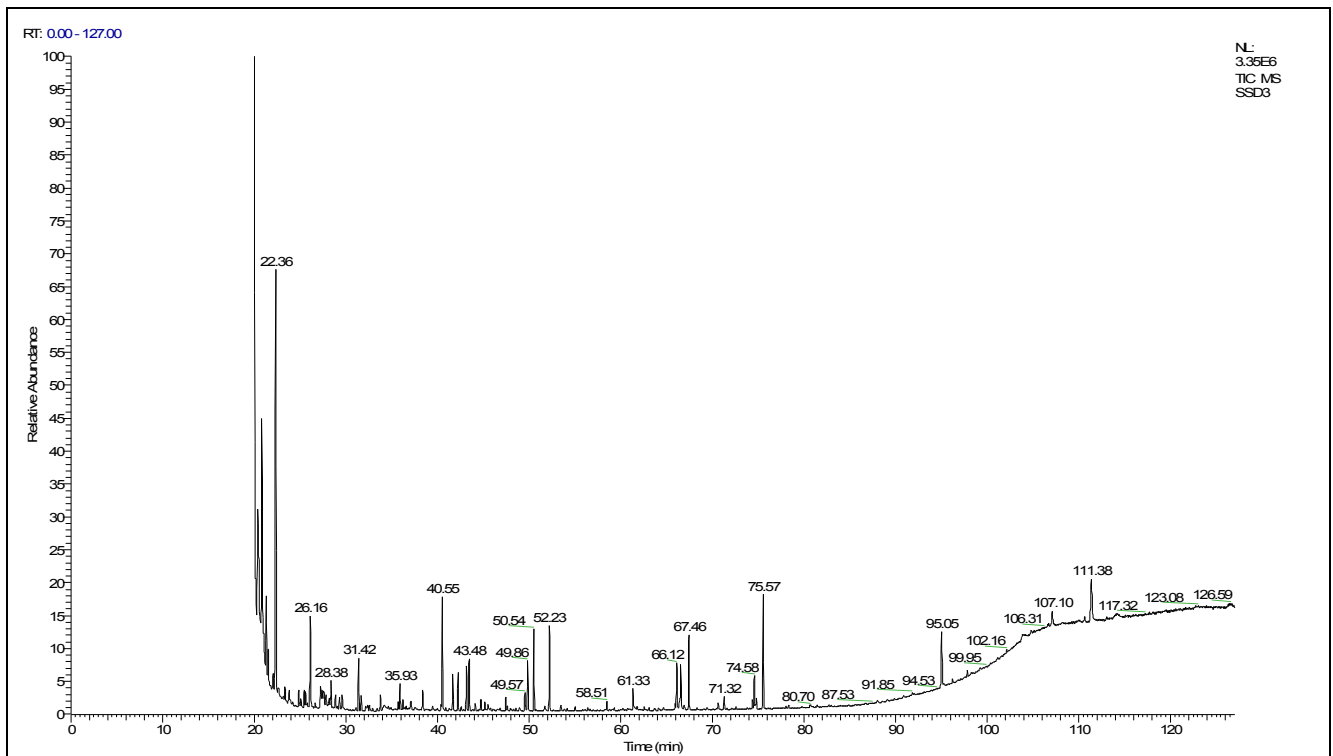


Abb. 27: TIC der unpolaren Fraktion (August 2014)

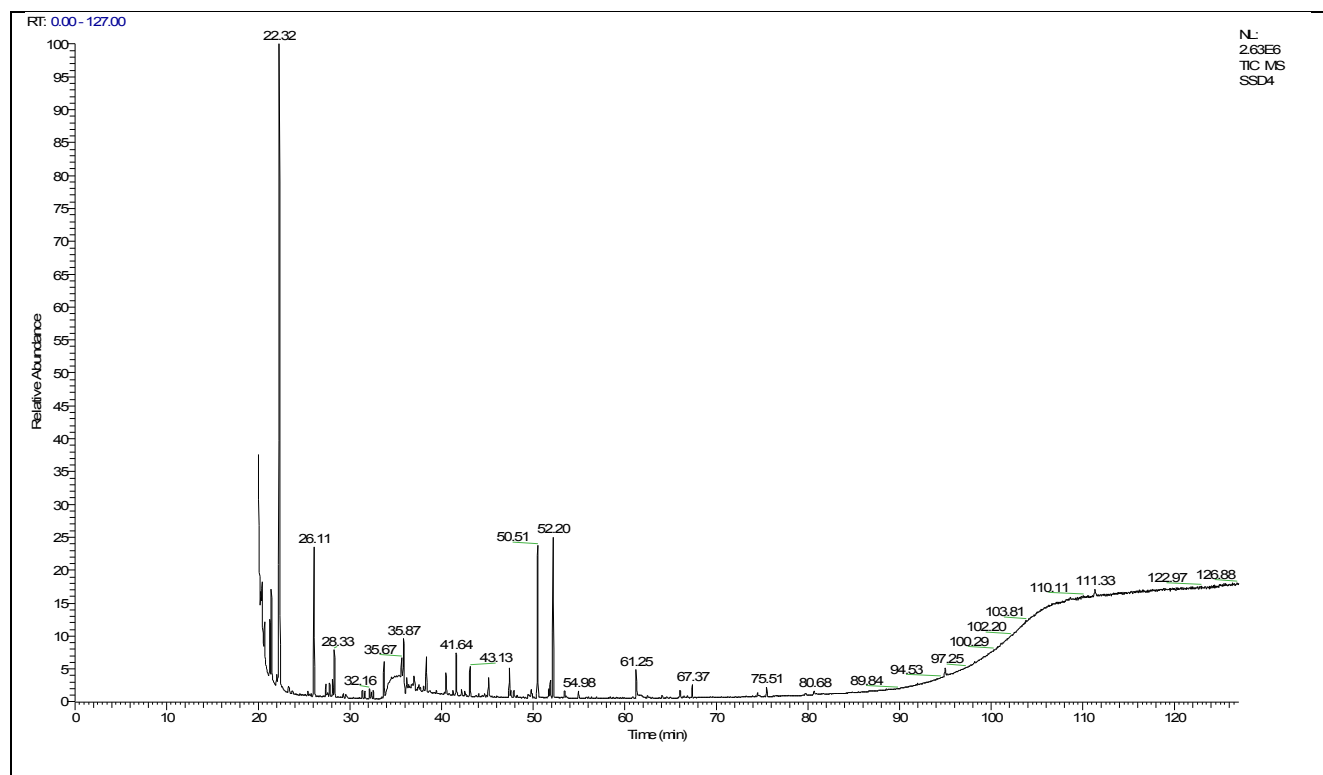


Abb. 28: TIC der unpolaren Fraktion (September 2014)

Die Pestizidfraktion POCIS sind in den Abb. 29 bis Abb. 32 dargestellt. Die TIC der Pestizidfraktion POCIS weisen eine biogene Überlagerung möglicher Pestizidspuren auf, ersichtlich an dem UCM (unresolved complex matrix), der auf Abbauprodukte von biogenem Material hinweist (Beispiel biogener Komponenten (Fettsäuremethylester) in Abb. 29).

Der Peak in Abb. 32 bei RT 78.18 Minuten ist ein Alkan, Nonacosan ($C_{29}H_{60}$), als ein Indikator von terrestrischem Eintrag aus dem angrenzenden Areal. Signaturen von Algen (C_{15} - C_{22}) oder mikrobieller Aktivität sind nicht nachweisbar.

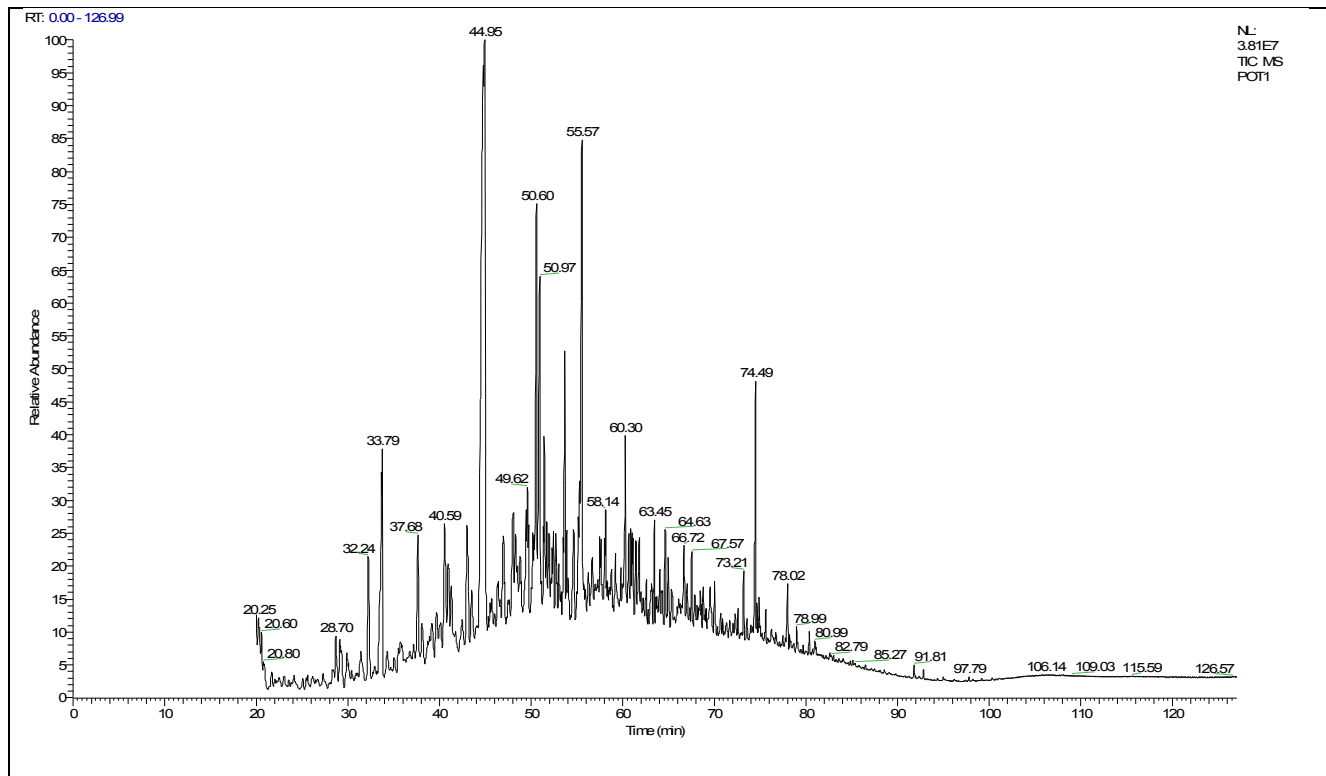


Abb. 29: TIC der Pestizidfraktion POCIS (Juni 2014)

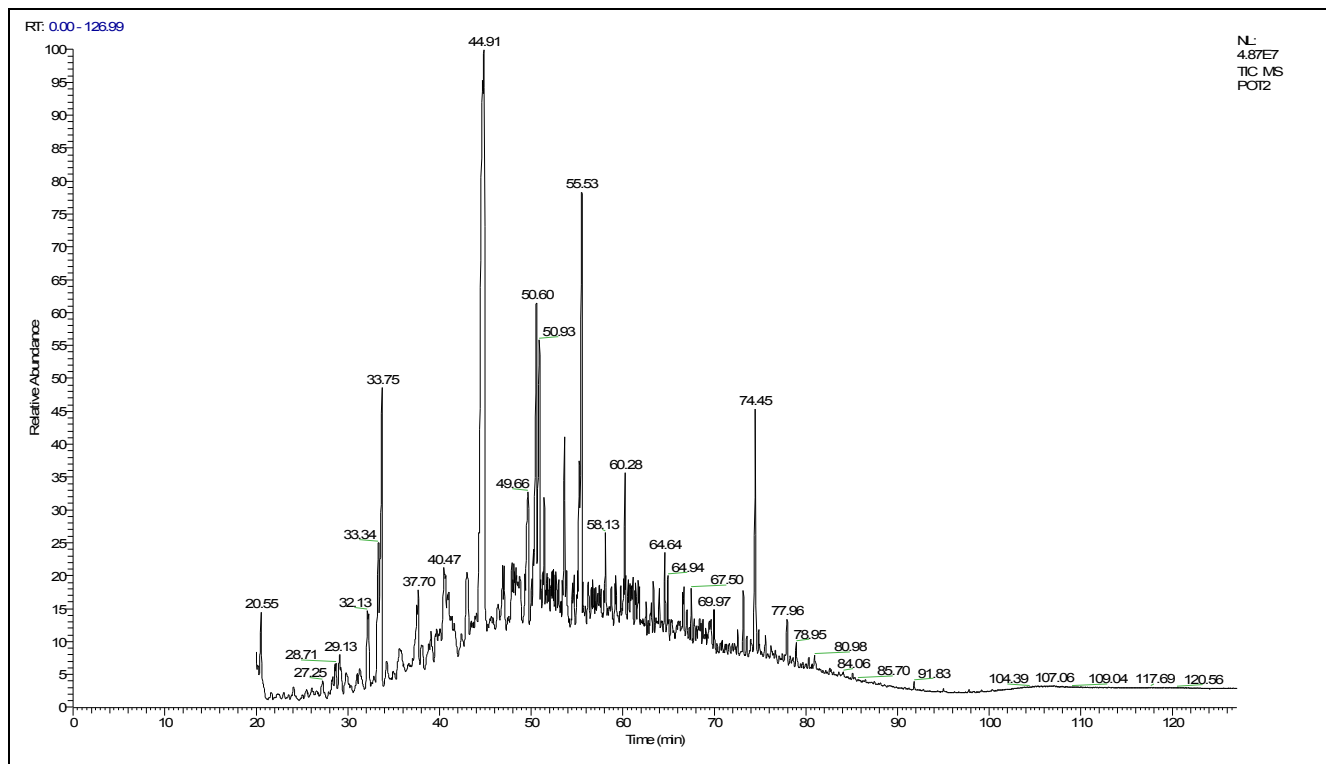


Abb. 30: TIC der Pestizidfraktion POCIS (Juli 2014)

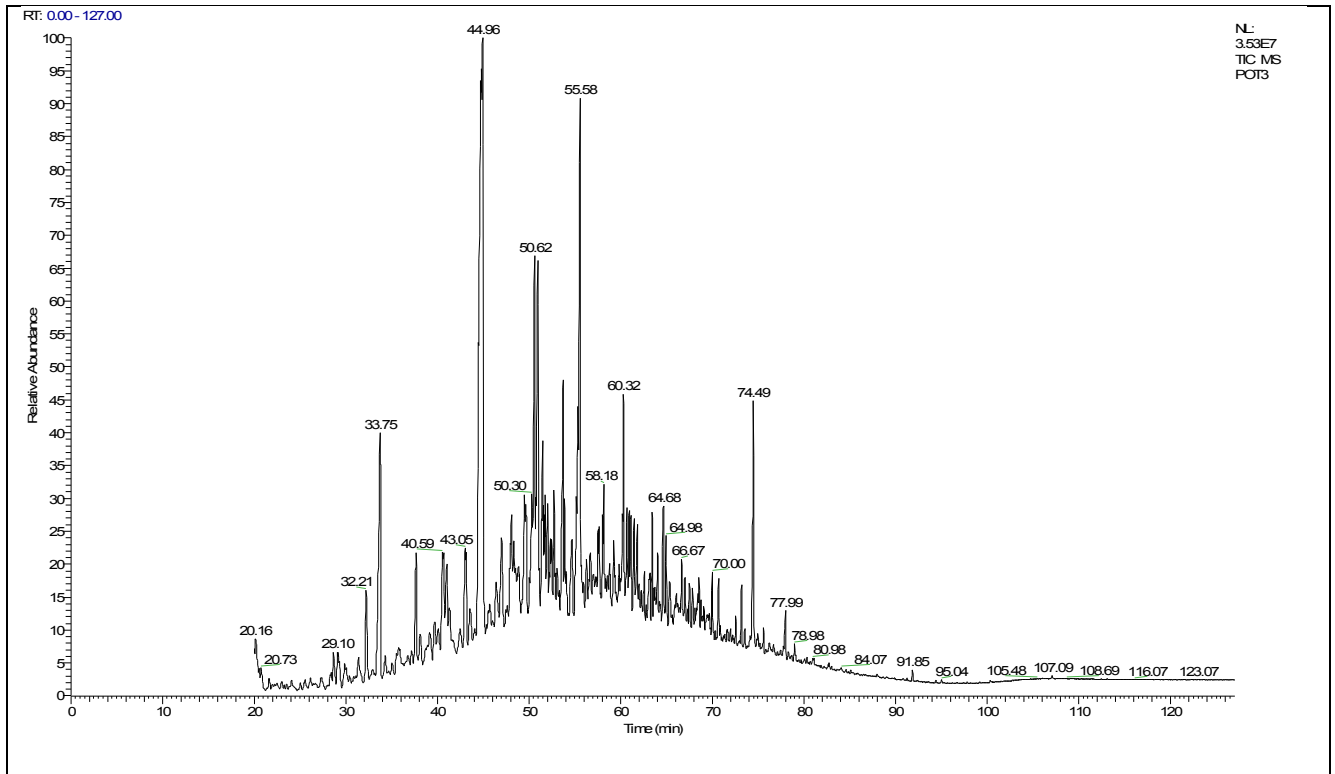


Abb. 31: TIC der Pestizidfraktion POCIS (August 2014)

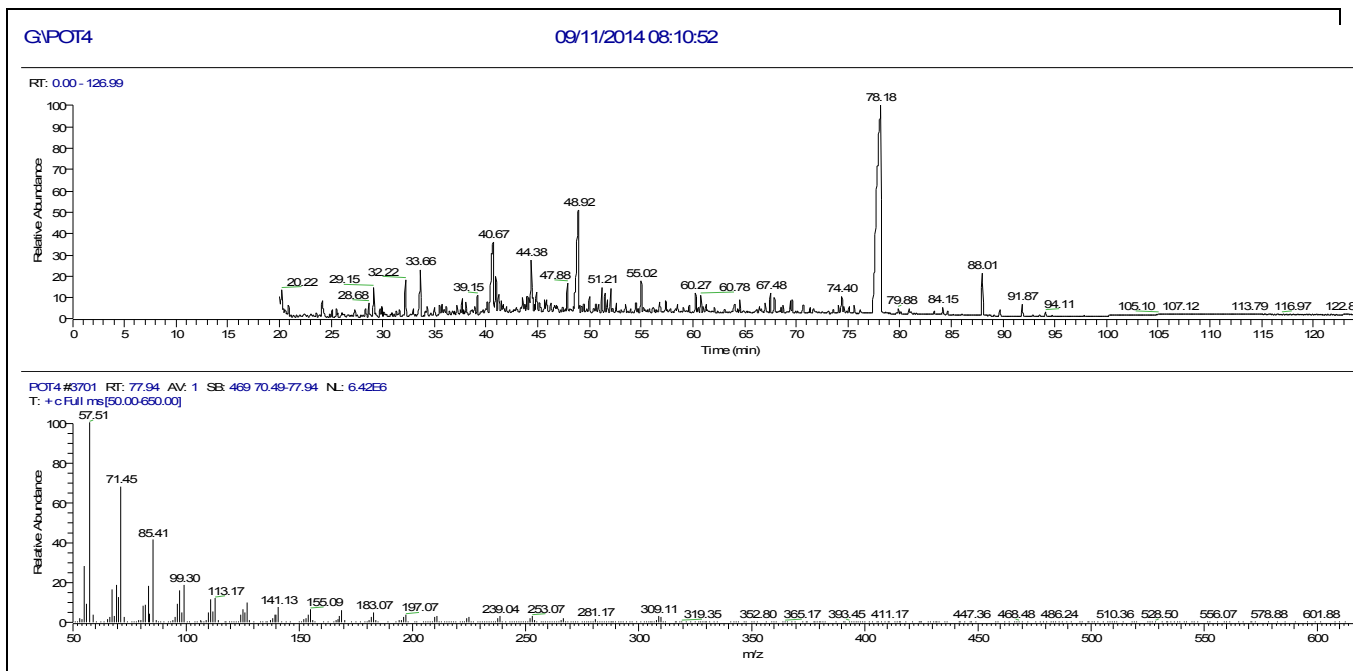


Abb. 32: TIC der Pestizidfraktion POCIS (September 2014)

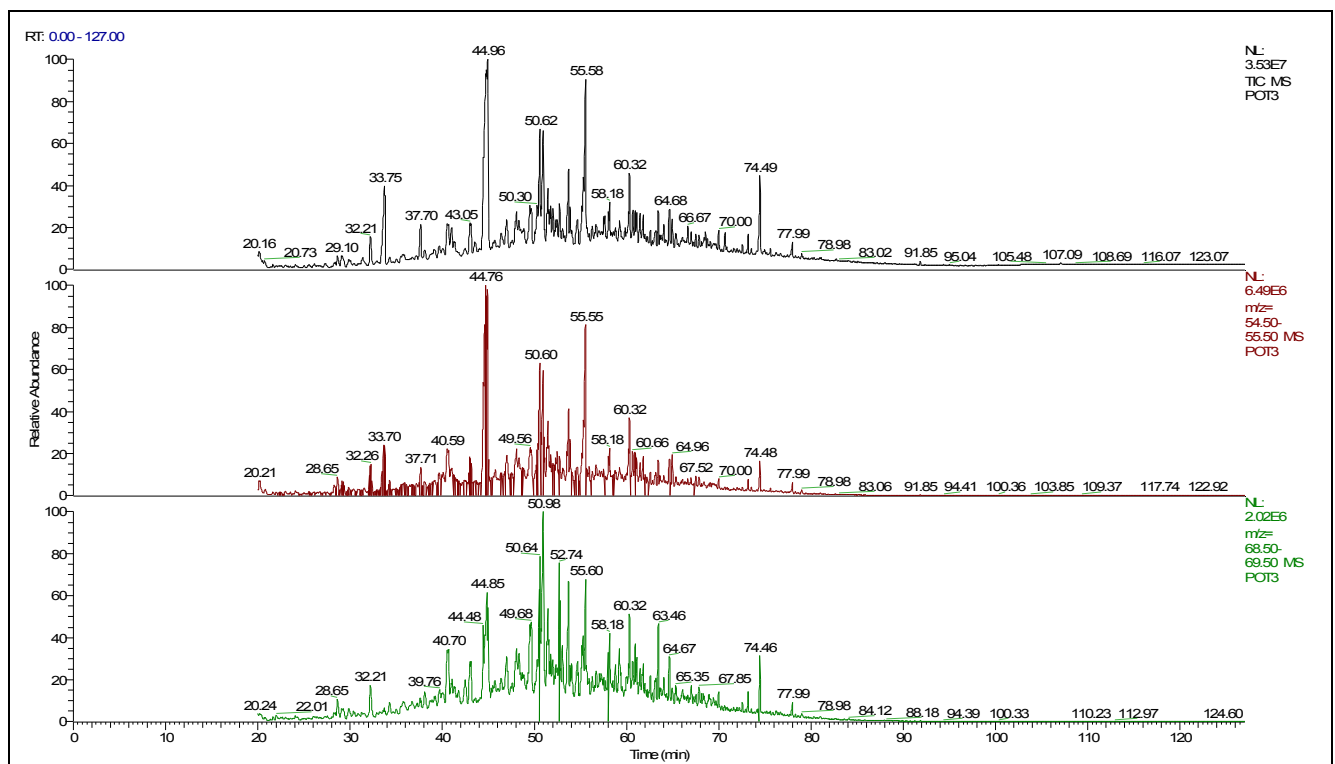


Abb. 33: Vergleich der TIC.

7.4 Sedimentprofil, Ackerboden, Torfmoor

7.4.1 Probenahme und Aufbereitung

Für eine repräsentative Probenahme wurden von M. Ricking und O. Menzel am 2.9.2014 im Hochwasserrückhaltebecken (HWRB) an 3 Stellen insgesamt 12 Sedimentkerne gezogen. Die Entnahme erfolgte von einem Ponton der HWA mit Hilfe eines speziellen Probenahmegerätes, wobei die Kerne direkt in transparente Acryl-Linern aufgenommen wurden.

Als Vergleichsproben für die Herkunftsanalysen dienten eine Ackerboden-Mischprobe von 3 Standorten im Einzugsgebiet sowie eine Torfmoor-Probe von einer gerade in Abtorfung befindlichen Fläche (jeweils oberer Horizont 0-10 cm).

Sämtliche Proben wurden unmittelbar vor Ort über flüssigem Stickstoff bei 196°C schockgefroren und im Labor weiterverarbeitet.

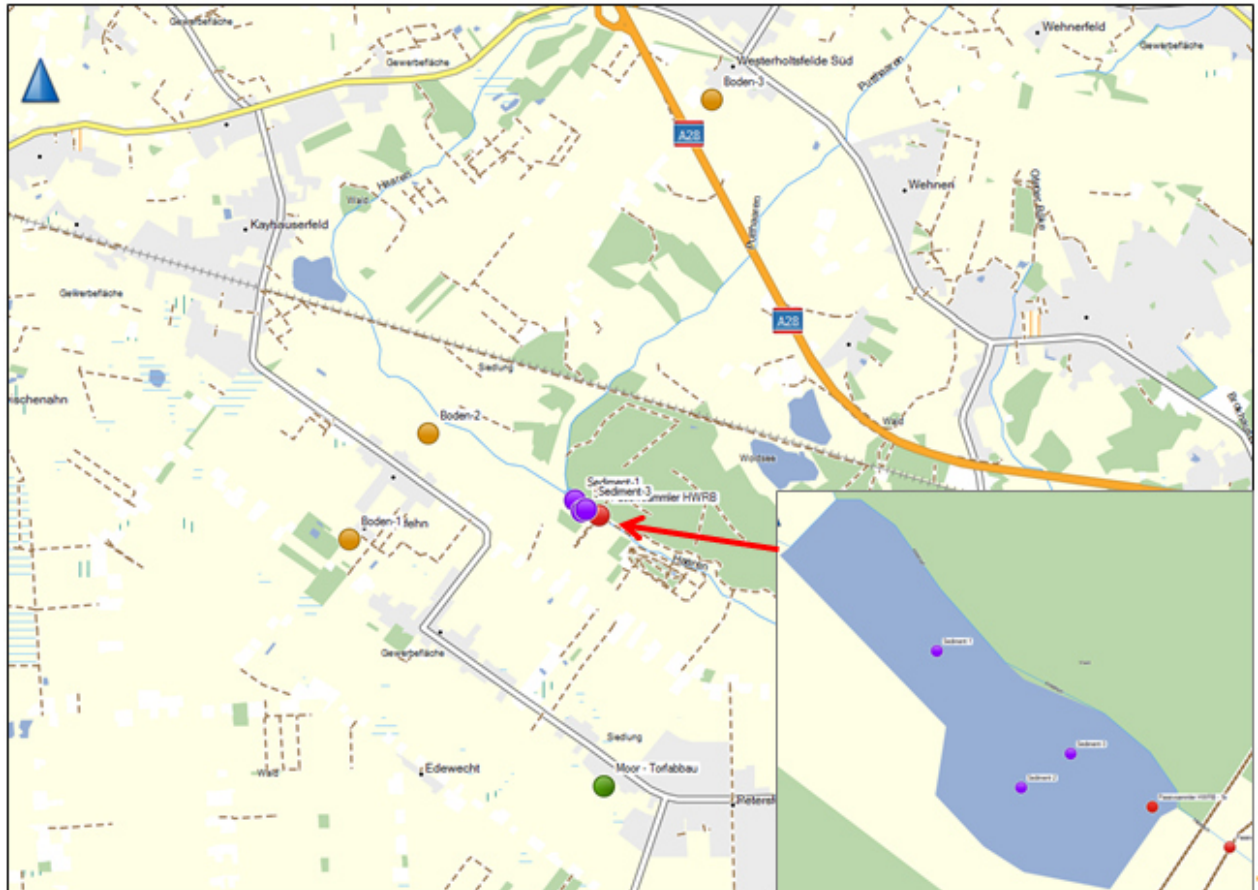
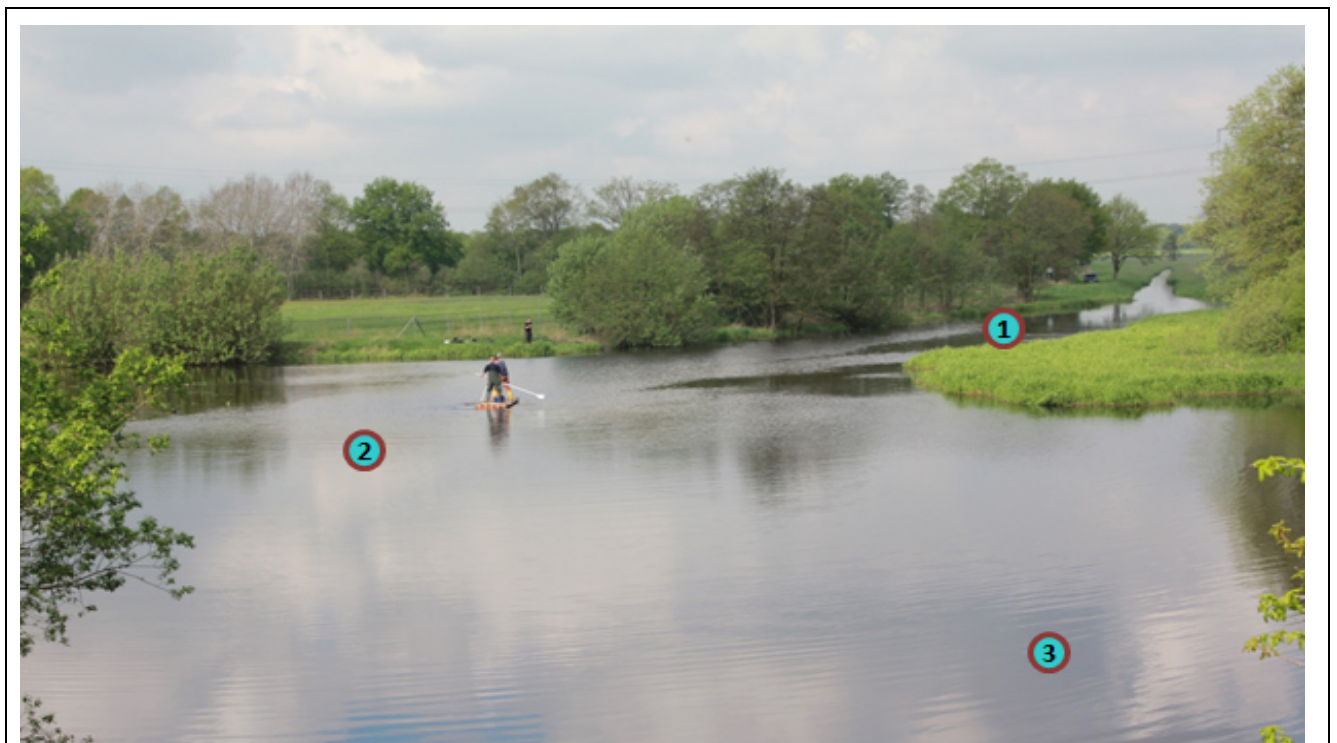


Abb. 34: Standortübersicht der Sedimentprofil-, Ackerboden- und Torfmoor-Probenahme





1 Einlass



2 Mitte



2 Auslass



Abb. 35: Sedimentprofil-Entnahme im HWRB



Abb. 36: Ackerboden 0-10 cm, Mischprobe von 3 Standorten im Einzugsgebiet



Abb. 37: Torfmoor-Probe von aktueller Abtorfungsfläche im Einzugsgebiet

7.4.2 Sedimentologische/bodenkundliche Parameter

Sedimentologische und bodenkundlichen Parameter wurden an den 3 Kernen in jeweils 3 Schichten (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm) ermittelt und sind in den Tabellen als Ein(lass), Mitte und Aus(lass) des HRWB angegeben.

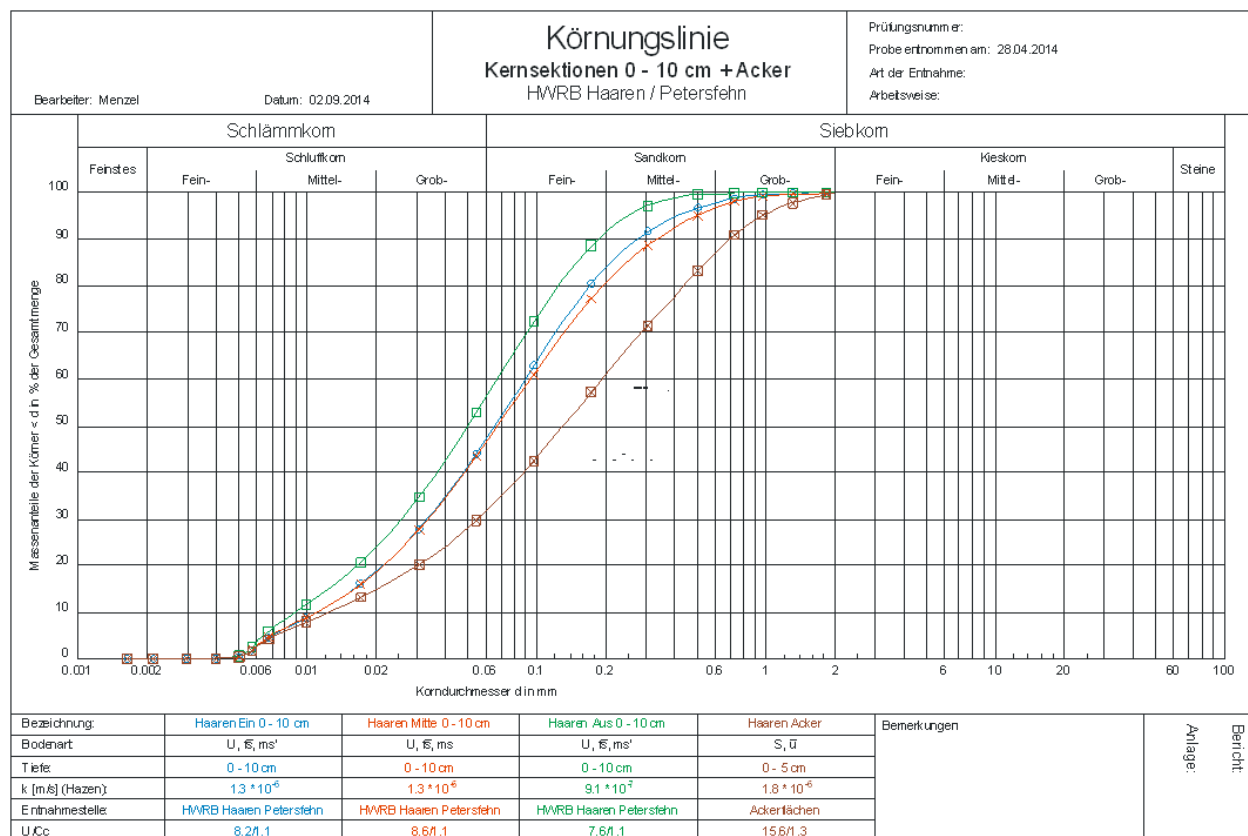
7.4.2.1 Wassergehalt und Lagerungsdichte

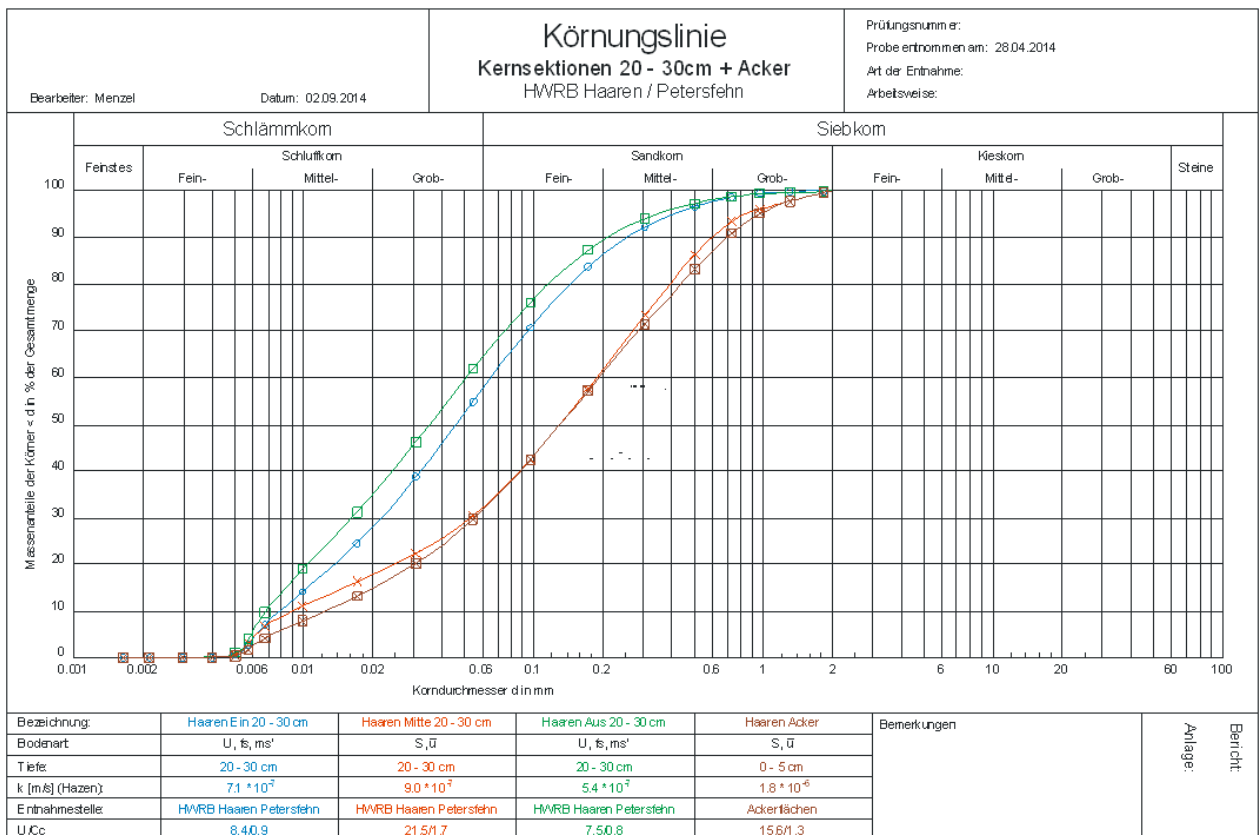
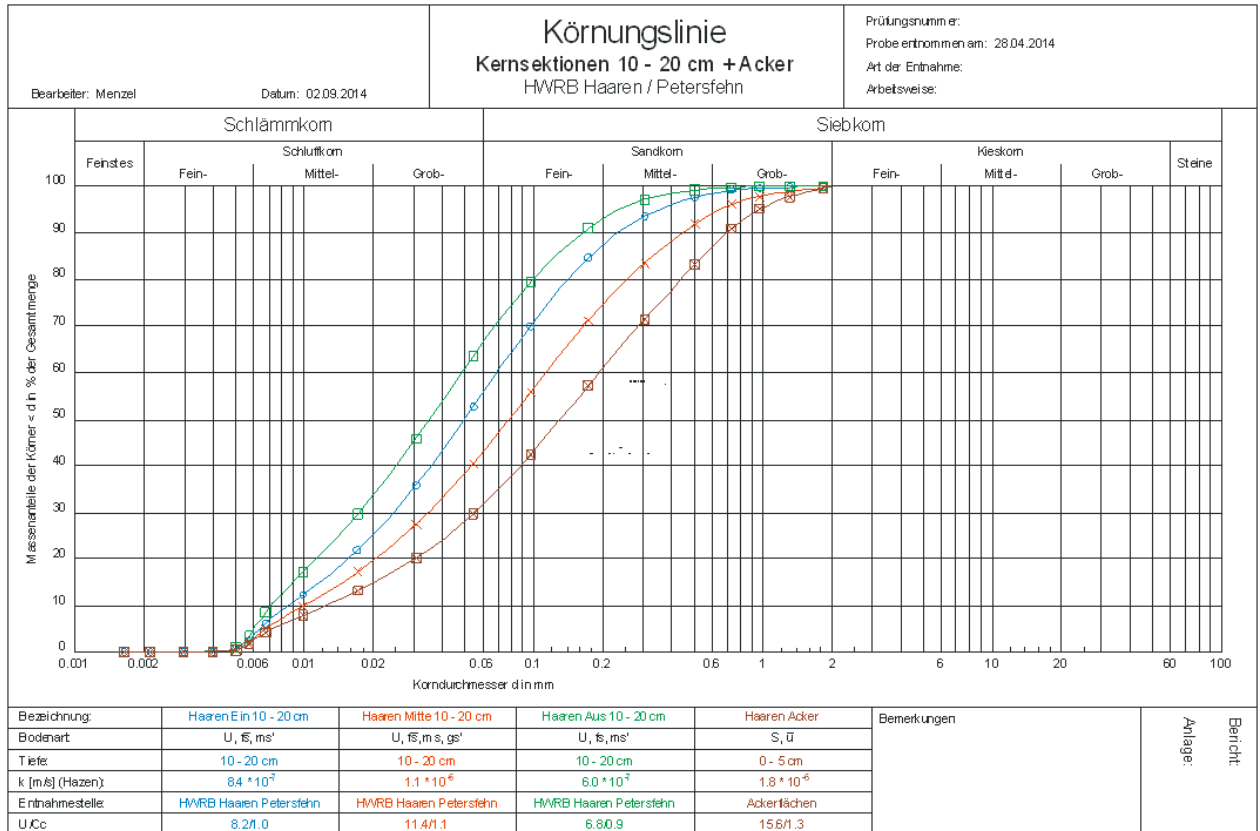
Tab. 31: Wassergehalt und Lagerungsdichte der Sedimentprofilproben

Sed. Profil Horizont	Wassergehalt in g	Wassergehalt in %	Lagerungsdichte in g/cm ³
0-10 cm	157,8	90,9	0,11
Ein 0 - 10 cm	140,2	92,6	0,078
Mitte 0 - 10 cm	192,8	90,2	0,145
Aus 0 - 10 cm	140,5	90,0	0,107
10-20 cm	176,5	82,6	0,26
Ein 10 - 20 cm	113,4	83,6	0,153
Mitte 10 - 20 cm	222,1	82,7	0,321
Aus 10 - 20 cm	194,2	81,5	0,303

Sed. Profil Horizont	Wassergehalt in g	Wassergehalt in %	Lagerungsdichte in g/cm ³
20-30 cm	139,5	69,1	0,46
Ein 20 - 30 cm	97,6	78,7	0,183
Mitte 20 - 30 cm	119,6	50,9	0,793
Aus 20 - 30 cm	201,4	77,7	0,398

Abb. 38: Korngrößenverteilung der Sedimentprofil- und Ackerboden-Proben





7.4.2.2 TOC und C/N-Verhältnis

TOC, TIC und das C/N-Verhältnis in den Sedimentkern-, Ackerboden- und Torfmoor-Proben wurden mittels C/N-Analyser mit Infrarotdetektor bestimmt. Der TOC-Gehalt ergab sich durch Differenz der Gesamtgehalte (TC) und der anorganischen Gehalte (TIC).

Tab. 32: Sedimentologische/bodenkundliche Parameter

Probe	TC %	TOC %	TIC %	N %	C/N
Sedimentprofil 0-10cm	17,13	16,85	0,28	0,81	21,08
Sedimentprofil 10-20cm	13,94	13,67	0,27	0,74	22,06
Sedimentprofil 20-30cm	11,48	11,22	0,26	0,67	23,79
Einlass 0-10 cm	18,50	18,21	0,29	0,89	20,46
Mitte 0-10 cm	14,10	13,80	0,30	0,61	22,62
Auslass 0-10 cm	18,80	18,55	0,25	0,92	20,16
Einlass 10-20 cm	15,90	15,62	0,28	0,74	21,11
Mitte 10-20 cm	8,61	8,35	0,26	<0,4	nd
Auslass 10-20 cm	17,30	17,03	0,27	0,74	23,01
Einlass 20-30 cm	16,20	15,93	0,27	0,71	22,44
Mitte 20-30 cm	2,14	1,89	0,25	<0,4	nd
Auslass 20-30 cm	16,10	15,84	0,26	0,63	25,14
Torfmoor	50,70	50,41	0,29	0,63	80,02
Ackerboden	9,44	9,20	0,24	<0,4	nd

7.4.3 EOM und Huminstoffe

Die Bestimmung der extrahierbaren organischen Substanz (EOM) und der Huminstoffgehalte und deren Fraktionen in den Sedimentprofil-, Ackerboden- und Torfmoor-Proben erfolgte in Anlehnung an die IHSS-Methode. Die Sedimentprofil-Proben wurden jeweils als Doppelbestimmung analysiert. Dazu wurden jeweils 10 g mit 40 ml H/DCM 1:1 versetzt und 15 Minuten im Ultraschallbad extrahiert und 48 h auf dem Horizontalschüttler bei 50 U/min geschüttelt. Der Extrakt wurde gravimetrisch als EOM (extrahierbare organische Matrix) nachgewiesen. Das getrocknete Material wurde zur Huminstoffbestimmung mit je 40 ml 0.1 M NaOH + 0.1 M Na₄P₂O₇ 30 s bei 2500 U/min auf dem Intensivschüttler vermischt, 15 Minuten im Ultraschallbad extrahiert und 24 h auf dem Horizontalschüttler bei 100 U/min weiterbehandelt. Die Feststoffe (Humin) wurden mittels Zentrifuge von der flüssigen Phase separiert und diese durch ansäuern bei pH<2 in die Huminsäuren (präzipitieren) und die Fulvinsäuren getrennt, die gelöst blieben. Diese beiden Phasen wurde bei 60°C bis zur Trockne eingengt und gravimetrisch bestimmt. Zusätzlich wurde die Huminfraction durch Bestimmung des Glühverlustes bei 800°C in die organische und minerogene Fraktion differenziert, die nicht originär zur Huminfraction gehört.

Tab. 33: EOM-Gehalte

EOM: Extrahierbare organische Matrix

	EOM [%]	Farbe
Torfmoor	4,477	braun
Ackerboden	0,622	goldgelb
Sedimentprofil		
0-10 cm	0,511	dunkel gelbbraun
0-10 cm	0,521	dunkel gelbbraun
10-20 cm	0,489	mittel gelbbraun
10-20 cm	0,442	mittel gelbbraun
20-30 cm	0,389	hell gelbbraun
20-30 cm	0,396	hell gelbbraun

Tab. 34: Huminstoffe

Prozentuale Differenzierung der Proben in Humin (unter Abzug des minerogenen Anteils), Huminsäuren (HA) und Fulvinsäuren (FA)

HS extrahiertes Material von EOM	% Humin	ohne minerogenen Anteil [%]	Huminsäuren [%]	Fulvinsäuren [%]
Torfmoor	58,99	47,62	3,56	37,45
Ackerboden	63,09	9,69	10,53	26,39
Sedimentprofil				
0-10 cm	60,13	14,36	14,24	25,63
0-10 cm	66,01	21,41	11,23	22,75
10-20 cm	55,71	13,48	11,66	32,64
10-20 cm	61,95	14,40	12,45	25,60
20-30 cm	65,92	10,99	10,59	23,49
20-30 cm	55,54	7,67	8,40	36,06

7.4.4 Elemente

7.4.4.1 Bewertungsgrundlagen

Für die Bewertung der Elementgehalte in den Sediment- und Bodenproben wurden folgende Maßstäbe angelegt, die in Tab. 35 zusammengefasst und nachfolgend erläutert werden:

Tab. 35: Zusammengefasste Bewertungsgrundlagen der Elemente in Sedimenten/Boden

[mg/kg]	UQN OGewV 2011	Orientierungswerte LAWA (1998)								Richtwerte NRW 2005			Geochemischer Atlas 1985 Sedimente Quartär Hintergrundwerte NDS 2000				BBodSchV		
		I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV	QK einge- halten	halbes QK nicht einge- halten	QK nicht einge- halten	min	max	geo. MW	Median	Ton	Lehm/ Schluff	Sand	
Silber	Ag								1	> <	2								
Arsen	As	40							20	> <	40								
Bor	B								250	> <	500								
Barium	Ba								500	> <	1000	20	10000	308	305				
Cadmium	Cd		0,3	0,6	1,2	2,4	4,8	9,6	>	0,5	> <	1,0	<0,3	22,2	0,5	0,6	1,5	1	0,4
Cobalt	Co											<5	225	7	5				
Chrom	Cr	640	80	90	100	200	400	800	>	320	> <	640	<5	1797	35	38	100	60	30
Kupfer	Cu	160	15	30	60	120	240	480	>	80	> <	160	<5	540	6,8	4,9	60	40	20
Quecksilber	Hg		0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	>								1	0,5	0,1
Molybdän	Mo								3	> <	5								
Nickel	Ni		30	40	50	100	200	400	>	60	> <	120	<5	270	11	10	70	50	15
Blei	Pb		25	50	100	200	400	800	>	50	> <	100	<5	23000	18	21	100	70	40
Selen	Se								2	> <	4								
Zinn	Sn								10	> <	20	<1	450	1	1				
Strontium	Sr											<5	1342	68	67				
Tellur	Te								0,1	> <	0,2								
Uran	U											<0,1	17,7	0,3	0,3				
Vanadium	V											<3	546	19	26				
Wolfram	W											<2	28	1	1				
Zink	Zn	800	100	150	200	400	800	1600	>	400	> <	800	<5	3040	36	39	200	150	60

7.4.4.2 Ergebnisse Multi-Element-Analytik ICP-MS

Multi-Element-Analytik per ICP-MS (M. Duve, zertifiziertes Labor Indikator GmbH).

Verfahren: Trocknung, Homogenisierung, Mikrowellenaufschluss, ICP-MS, Bezug Trocken- und Nassgewichte.

Tab. 36: ICP-MS Multi-Element-Analytik der Sedimentkern-, Boden- und Torfmoorproben

			NWG	Sedimentkern			Ackerboden	Torfmoor
				0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	0-10 cm
Silber	Ag	mg/kg	0,005	0,392	0,284	0,226	0,276	0,280
Aluminium	Al	mg/kg	1	27450	25790	24455	8760	520
Arsen	As	mg/kg	0,01	6,23	7,14	5,87	1,72	0,51
Gold	Au	mg/kg	0,005	0,074	0,102	0,102	0,056	0,054
Bor	B	mg/kg	0,1	37,2	34,1	31,5	12,0	2,3
Barium	Ba	mg/kg	0,1	387,0	342,0	298,0	123,5	9,2
Beryllium	Be	mg/kg	0,01	1,94	2,09	1,70	0,40	0,12
Wismut	Bi	mg/kg	0,01	0,30	0,35	0,28	0,10	0,04
Calcium	Ca	mg/kg	100	15750	12600	10200	4845	5130
Cadmium	Cd	mg/kg	0,002	1,490	1,235	0,854	0,207	0,026
Cer	Ce	mg/kg	0,01	68,80	62,10	54,80	13,33	0,98
Cobalt	Co	mg/kg	0,01	7,98	37,40	32,60	0,97	0,22
Chrom	Cr	mg/kg	0,1	58,5	54,3	47,3	21,3	4,0
Cäsium	Cs	mg/kg	0,01	2,70	2,49	2,32	0,60	0,02
Kupfer	Cu	mg/kg	0,5	56,5	47,4	35,3	11,3	1,7
Dysprosium	Dy	mg/kg	0,001	5,120	4,560	4,020	1,102	0,266
Erbium	Er	mg/kg	0,001	2,980	2,570	2,250	0,828	0,400
Europium	Eu	mg/kg	0,001	1,301	1,185	1,046	0,233	0,021
Eisen	Fe	mg/kg	10	41880	38195	31695	3460	411
Gallium	Ga	mg/kg	0,02	9,10	8,59	8,25	2,88	0,16
Gadolinium	Gd	mg/kg	0,001	5,870	5,260	4,580	0,998	0,138
Germanium	Ge	mg/kg	0,005	2,830	2,830	2,780	1,249	0,019
Hafnium	Hf	mg/kg	0,01	47,10	10,91	10,28	57,20	76,00
Quecksilber	Hg	mg/kg	0,05	0,19	4,15	4,80	0,26	0,11
Holmium	Ho	mg/kg	0,001	0,996	0,870	0,772	0,237	0,089
Indium	In	mg/kg	0,001	0,041	0,038	0,034	0,015	<0,001
Iridium	Ir	mg/kg	0,001	0,011	0,006	0,004	0,007	0,009
Kalium	K	mg/kg	20	12550	12000	12450	6555	135
Lanthan	La	mg/kg	0,005	30,700	27,800	24,900	6,930	0,468
Lithium	Li	mg/kg	0,02	20,85	18,90	18,20	5,32	0,73
Lutetium	Lu	mg/kg	0,001	0,455	0,353	0,308	0,190	0,149
Magnesium	Mg	mg/kg	5	3375	2970	2805	717	1510
Mangan	Mn	mg/kg	0,5	460,5	402,0	329,5	153,0	53,4
Molybdän	Mo	mg/kg	0,04	2,27	3,11	2,15	2,80	5,72
Natrium	Na	mg/kg	20	3565	3455	3520	2090	162
Niob	Nb	mg/kg	0,01	10,70	9,91	9,29	4,23	0,31
Neodym	Nd	mg/kg	0,002	31,300	28,300	24,700	5,530	0,398
Nickel	Ni	mg/kg	0,05	19,50	17,70	15,20	3,72	2,18
Phosphor	P	mg/kg	10	6025	5455	4245	715	122
Blei	Pb	mg/kg	0,05	38,65	36,00	31,10	15,50	6,42

			NWG	Sedimentkern			Ackerboden	Torfmoor
				0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	0-10 cm
Palladium	Pd	mg/kg	0,001	0,310	0,221	0,202	0,193	0,189
Praseodym	Pr	mg/kg	0,002	7,930	7,120	6,290	1,476	0,105
Platin	Pt	mg/kg	0,002	0,202	0,050	0,041	0,229	0,317
Rubidium	Rb	mg/kg	0,1	59,1	56,3	56,1	24,2	0,4
Ruthenium	Ru	mg/kg	0,001	0,005	0,006	0,006	0,002	0,007
Antimon	Sb	mg/kg	0,01	1,07	0,94	0,79	0,40	0,07
Scandium	Sc	mg/kg	0,02	11,00	9,56	9,18	3,09	1,50
Selen	Se	mg/kg	0,05	1,27	1,09	0,85	0,35	0,24
Samarium	Sm	mg/kg	0,002	6,170	5,530	4,870	1,038	0,093
Zinn	Sn	mg/kg	0,05	11,84	17,22	10,15	16,92	17,08
Strontium	Sr	mg/kg	0,1	103,5	90,6	80,8	46,1	27,8
Tantal	Ta	mg/kg	0,001	0,776	1,278	1,246	0,350	0,025
Terbium	Tb	mg/kg	0,001	0,883	0,799	0,691	0,162	0,029
Tellur	Te	mg/kg	0,001	0,045	0,040	0,025	0,020	0,013
Thorium	Th	mg/kg	0,005	11,270	10,000	8,970	3,260	0,632
Titan	Ti	mg/kg	0,5	2470,0	2295,0	2160,0	1035,0	54,4
Thallium	Tl	mg/kg	0,004	0,412	0,406	0,354	0,158	0,028
Thulium	Tm	mg/kg	0,002	0,434	0,360	0,315	0,142	0,084
Uran	U	mg/kg	0,01	1,82	1,47	1,39	1,04	0,49
Vanadium	V	mg/kg	0,1	75,3	70,2	61,9	21,7	1,0
Wolfram	W	mg/kg	0,1	1,4	203,5	253,5	4,0	0,9
Yttrium	Y	mg/kg	0,01	29,40	25,50	22,20	6,67	2,43
Ytterbium	Yb	mg/kg	0,001	2,920	2,350	2,090	1,057	0,728
Zink	Zn	mg/kg	1,0	316,0	248,5	180,5	38,1	9,7

7.4.5 C und N mit Isotopenverhältnisse $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$

Vorgehen: Trocknung, Homogenisierung, Analytik; Bezug Trocken- und Nassgewichte (M. Giesemann, Thünen-Institut)

Stickstoff N: Element-Analysator (Leco CNS)

Isotopenverhältnisse $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$: Thermionen-MS (Finnigan MAT)

Tab. 37: Kohlenstoff C und C-Isotopenverhältnis $\delta^{13}\text{C}$ in den Sedimentkern-, Boden- und Torfmoorproben

Bod/Torf/Sed	C mg/g	sd C mg/g	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	sd $\delta^{13}\text{C}$ ‰
Sedimentkern 0-10 cm	161,19	1,59	-28,94	0,06
Sedimentkern 10-20 cm	135,37	0,97	-28,65	0,04
Sedimentkern 20-30 cm	106,96	0,63	-28,63	0,12
Ackerboden 0-10 cm	93,75	0,67	-27,42	0,18
Torfmoor 0-10 cm	475,15	13,55	-27,42	0,18

Tab. 38: Stickstoff N und N-Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$ in den Sedimentkern-, Boden- und Torfmoorproben

Bod/Torf/Sed	N mg/g	sd N mg/g	$\delta^{15}\text{N}$ ‰	sd $\delta^{15}\text{N}$ ‰
Sedimentkern 0-10 cm	9,42	0,043	1,26	1,14
Sedimentkern 10-20 cm	7,67	0,037	0,85	0,48
Sedimentkern 20-30 cm	5,95	0,029	1,12	0,17
Ackerboden 0-10 cm	3,58	0,017	4,87	1,45
Torfmoor 0-10 cm	8,27	0,069	-0,81	0,44

7.4.6 Pflanzenschutzmittel (PSM)

Tab. 39: Pflanzenschutzmittel (PSM) in den Sedimentkern-, Boden- und Torfmoorproben

Kalibrierung bis Bestimmungsgrenze 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Werte über Bestimmungsgrenze auf der Farbskala gelb bis rot markiert; nachweisbare PSM unter der Bestimmungsgrenze 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ wurden mit aufgeführt und farbig markiert (Farbskala gelbgrün-blau)

Lfd. Nr.	Wirkstoff		Torfmoor	Ackerboden	Sedimentkern		
			0-10 cm	0-10 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
1	(E)7-(Z)9-Dodecadienylacetat	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
2	(Z)-9-Dodecenylacetat	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
3	1-Decanol	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
4	1-Methylcyclopropen	$\mu\text{g}/\text{L}$	<100	<100	<100	<100	<100
5	2,4-D	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
6	Abamectin	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
7	Acequinocyl	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
8	Acetamiprid	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
9	Aclonifen	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
10	alpha-Cypermethrin	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
11	Ametoctradin	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
12	Amidosulfuron	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
13	Aminopyralid	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
14	Amisulbrom	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
15	Azadirachtin (Neem)	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
16	Azoxystrobin	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	19	13	11
17	Beflubutamid	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
18	Benalaxyl-M	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
19	Bentazon	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10
20	Benthiavalicarb-isopropyl	$\mu\text{g}/\text{L}$	<10	<10	<10	<10	<10

Lfd. Nr.	Wirkstoff		Torfmoor	Ackerboden	Sedimentkern		
21	Benzoessäure	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
22	beta-Cyfluthrin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
23	Bifenazate	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
24	Bifenox	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
25	Bixafen	µg/L	<10	<10	1	<10	<10
26	Boscalid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
27	Bromadiolon	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
28	Bromoxynil	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
29	Captan	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
30	Carbendazim	µg/L	<10	<10	10	6	6
31	Carfentrazone-ethyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
32	Chlorantraniliprole	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
33	Chloridazon	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
34	Chlormequat	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
35	Chlorpropham	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
36	Chlorpyrifos	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
37	Chlorthalonil	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
38	Chlortoluron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
39	Cinidon-ethyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
40	Clethodim	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
41	Clodinafop-propargyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
42	Clofentezin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
43	Clomazone	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
44	Clopyralid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
45	Clothianidin	µg/L	<10	1	<10	<10	<10
46	Codlemone (Codlelure)	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
47	Cyazofamid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
48	Cycloxydim	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
49	Cyflufenamid	µg/L	<10	<10	1	<10	<10
50	Cymoxanil	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
51	Cypermethrin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
52	Cyproconazol	µg/L	<10	2	<10	<10	<10
53	Cyprodinil	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
54	Daminozid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
55	Deiquat	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
56	Deltamethrin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
57	Desmedipham	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
58	Dicamba	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
59	Dichlorprop-P	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
60	Difenacoum	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
61	Difenoconazol	µg/L	<10	<10	23	21	25
62	Diflubenzuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
63	Diflufenican	µg/L	<10	12	12	14	<10
64	Dimethachlor	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
65	Dimethenamid-P	µg/L	<10	18	<10	<10	<10
66	Dimethoat	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10

Lfd. Nr.	Wirkstoff		Torfmoor	Ackerboden	Sedimentkern		
67	Dimethomorph	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
68	Dimoxystrobin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
69	Dithianon	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
70	Dodin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
71	Epoxiconazol	µg/L	<10	3	3	2	1
72	Esfenvalerat	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
73	Ethephon	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
74	Ethofumesat	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
75	Etofenprox	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
76	Famoxadone	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
77	Fenamidone	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
78	Fenazaquin	µg/L	<10	<10	7	2	1
79	Fenhexamid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
80	Fenoxaprop-P	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
81	Fenoxycarb	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
82	Fenpropidin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
83	Fenpropimorph	µg/L	<10	<10	14	23	13
84	Fenpyroximat	µg/L	<10	<10	8	2	<10
85	Flazasulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
86	Flonicamid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
87	Florasulam	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
88	Fluazifop-P	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
89	Fluazinam	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
90	Fludioxonil	µg/L	<10	<10	8	10	6
91	Flufenacet	µg/L	<10	1	2	2	1
92	Flumioxazin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
93	Fluopicolide	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
94	Fluoxastrobin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
95	Flupyrsulfuron-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
96	Fluquinconazol	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
97	Fluroxypyr-methylheptyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
98	Flurtamone	µg/L	<10	<10	<10	1	1
99	Flusilazol	µg/L	<10	<10	67	38	34
100	Flutolanil	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
101	Folpet	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
102	Foramsulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
103	Fosetyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
104	Fosthiazate	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
105	Fuberidazol	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
106	gamma-Cyhalothrin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
107	Glufosinat	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50
108	Glyphosat	µg/L	860	<50	<50	<50	<50
109	Haloxypop-P	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
110	Hexythiazox	µg/L	<10	<10	2	2	1
111	Hymexazol	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
112	Imazalil	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10

7. Anhang

Lfd. Nr.	Wirkstoff		Torfmoor	Ackerboden	Sedimentkern		
113	Imazamox	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
114	Imazosulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
115	Imidacloprid	µg/L	<10	<10	5	<10	<10
116	Indoxacarb	µg/L	<10	<10	6	2	1
117	Iodosulfuron-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
118	Ioxynil	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
119	Iprodion	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
120	Iprovalicarb	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
121	Isoproturon	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
122	Isoxaben	µg/L	<10	<10	2	1	1
123	Isoxaflutole	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
124	Kresoxim-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
125	lambda-Cyhalothrin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
126	Lenacil	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
127	Mancozeb	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50
128	Mandipropamid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
129	Maneb	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50
130	MCPA	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
131	Mecoprop-P	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
132	Mepanipyrim	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
133	Mepiquat	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50
134	Mesosulfuron-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
135	Mesotrione	µg/L	<10	1	<10	<10	<10
136	Metaflumizone	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
137	Metalaxyl-M	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
138	Metaldehyd	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
139	Metamitron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
140	Metazachlor	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
141	Metconazol	µg/L	<10	2	<10	<10	<10
142	Methiocarb	µg/L	<10	3	<10	<10	<10
143	Methoxyfenozide	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
144	Metiram	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50
145	Metosulam	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
146	Metrafenone	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
147	Metribuzin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
148	Metsulfuron-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
149	Milbemectin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
150	Myclobutanil	µg/L	<10	<10	6	4	2
151	Napropamid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
152	Nicosulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
153	Paclobutrazol	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
154	Pelargonsäure	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
155	Penconazol	µg/L	<10	3	<10	<10	<10
156	Pencycuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
157	Pendimethalin	µg/L	<10	<10	12	12	<10

Lfd. Nr.	Wirkstoff					Sedimentkern	
			Torfmoor	Ackerboden			
158	Penoxsulam	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
159	Pethoxamid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
160	Phenmedipham	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
161	Picloram	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
162	Picolinafen	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
163	Picoxystrobin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
164	Pinoxaden	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
165	Pirimicarb	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
166	Pirimiphos-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
167	Prochloraz	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
168	Prohexadion	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
169	Propamocarb	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
170	Propaquizafop	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
171	Propiconazol	µg/L	<10	<10	15	17	15
172	Propoxycarbazone	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
173	Propyzamid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
174	Proquinazid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
175	Prosulfocarb	µg/L	<10	2	<10	<10	<10
176	Prosulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
177	Prothioconazol	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
178	Pymetrozin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
179	Pyraclostrobin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
180	Pyraflufen-ethyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
181	Pyrethrine	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
182	Pyridat	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
183	Pyrimethanil	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
184	Pyrosulam	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
185	Quinmerac	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
186	Quinoclammin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
187	Quinoxyfen	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
188	Quizalofop-P	µg/L	<10	<10	2	1	<10
189	Rimsulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
190	Silthiofam	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
191	S-Metolachlor	µg/L	<10	120	<10	<10	<10
192	Spinosad	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
193	Spirodiclofen	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
194	Spiroxamine	µg/L	<10	<10	9	9	9
195	Sulcotrion	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
196	Sulfosulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
197	Sulfurylfluorid	µg/L	<100	<100	<100	<100	<100
198	tau-Fluvalinat	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
199	Tebuconazol	µg/L	<10	4	16	13	11
200	Tebufenozid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
201	Tebufenpyrad	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
202	Tefluthrin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
203	Tembotrione	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10

Lfd. Nr.	Wirkstoff		Torfmoor	Ackerboden	Sedimentkern		
204	Tepraloxymid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
205	Terbutylazin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
206	Tetraconazole	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
207	Thiabendazol	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
208	Thiacloprid	µg/L	<10	<10	21	9	3
209	Thiamethoxam	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
210	Thiencarbazone-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
211	Thifensulfuron-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
212	Thiophanat-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
213	Thiram	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50
214	Tolclofos-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
215	Topramezone	µg/L	<10	2	<10	<10	<10
216	Triadimenol	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
217	Triasulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
218	Triazoxid	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
219	Tribenuron-methyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
220	Triclopyr-2-butoxyethyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
221	Trifloxystrobin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
222	Triflursulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
223	Trinexapac-ethyl	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
224	Triticonazol	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
225	Tritosulfuron	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
226	Warfarin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
227	zeta-Cypermethrin	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
228	Zoxamide	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10

7.5 Biomonitoring Fische und Muscheln (Biota)

7.5.1 Probenahme

Die Probenahme der Biota wurde gemäß den Empfehlungen der LAWA (RAKON, LAWA 2011; 2013) vorgenommen und erfolgte am 5.9.2014 in der Haaren beginnend vom Hochwasserrückhaltebecken flussabwärts. Beprobte wurde Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) mit Filet und Leber sowie Süßwassermuscheln (*Anodonta cygnea*, *Uno pictorum*).

Die Fische wurden abschnittsweise beprobt:

Abschnitt 1: Vom Hochwasserrückhaltebecken (HWRB) bis Schwerlastbrücke (SLB)

Abschnitt 2: Von Schwerlastbrücke (SLB) bis Stadtgrenze

Abschnitt 3: Stadtgebiet

Die Probenahme der Muscheln erfolgte gemäß Vorkommen vom HWRB bis Stadtgrenze (Abschnitte 1 und 2).

Die Details wurden protokolliert.

Die Proben wurden unmittelbar vor Ort präpariert und in 50 ml Zentrifugenröhrchen des NLWKN (Sarstedt) mittels Trockeneis tiefgefroren und später im Labor in entsprechende Unterproben für die jeweiligen Analyseverfahren aufgeteilt und tiefgefroren versendet.

7.5.2 Prioritäre Stoffe gemäß WRRL

Die Analyse erfolgt anhand der Nassproben im Labor GALAB.

Quecksilber Hg: Verfahren SOP-Nr. 53 (Mikrowellenaufschluss, ICP-MS)

Chlorbenzole: MCB, HCB, PeCB; Verfahren: GC-MSD

Organochlor-Pestizide: 1,3-Hexachlorbutadien HCBD (persistenter Metabolit von Lindan); Verfahren SOP-Nr. 146 (GC-MSD)

Tab. 40: Prioritäre Stoffe gemäß WRRL in den Biota-Proben

Fischfilet F.1-10: Flussbarsch *Perca fluviatilis*, Mischprobe, 3 Gewässerabschnitte, 10 Individuen, Mittelwerte aus Doppelmessung

Fischleber FL.11: Flussbarsch *Perca fluviatilis*, Mischprobe aus F.1-10, 3 Gewässerabschnitte, 10 Individuen

Muschelproben: M.12-13 Gr. Teichmuschel *Anodonta cygnea*; M.13 Malermuschel *Uno pictorum*, Mischprobe, 3 Gewässerabschnitte, 6 Individuen, Mittelwert aus Doppelmessung

			BG	UQN	Fischfilet F.1-10	Fischleber FL.11(1-10)	Muschel M.12-13	Muschel M.14
Quecksilber	Hg	µg/kg NG	5	20	95	90	18	19
Chlorbenzol	MCB	µg/kg NG	10		<10	<10	<10	<10
Hexachlorbenzol	HCB	µg/kg NG	10	10	<10	<10	<10	<10
Pentachlorbenzol	PeCB	µg/kg NG	10		<10	<10	<10	<10
Hexachlorbutadien	HCBD	µg/kg NG	10	55	<10	<10	<10	<10

7.5.3 Elemente

Multi-Element-Analytik per ICP-MS (M. Duve, zertifiziertes Labor Indikator GmbH)

Verfahren: Trocknung, Homogenisierung, Mikrowellenaufschluss, ICP-MS, Bezug Trocken- und Nassgewichte

Tab. 41: ICP-MS Multi-Element-Analytik in den Biota-Proben

Fischfilet F.1-10: Flussbarsch *Perca fluviatilis*, Mischprobe, 3 Gewässerabschnitte, 10 Individuen, Mittelwerte aus Doppelmessung

Fischleber FL.11: Flussbarsch *Perca fluviatilis*, Mischprobe aus F.1-10, 3 Gewässerabschnitte, 10 Individuen

Muschelprobe M.12-14: Gr. Teichmuschel *Anodonta cygnea*, Malermuschel *Uno pictorum*, Mischprobe, 3 Gewässerabschnitte, 6 Individuen, Mittelwert aus Doppelmessung

a) Stoffkonzentration bezogen auf Trockengewicht

			NWG	Muschel M.12-14	Fischfilet F.1-10	Fischleber FL.11(1-10)
TG/FG	%			15 %	23 %	21 %
Silber	Ag	mg/kg TG	0,005	0,081	0,014	0,035
Aluminium	Al	mg/kg TG	1	156	6	13
Arsen	As	mg/kg TG	0,01	3,29	0,26	0,47
Gold	Au	mg/kg TG	0,005	0,019	0,016	0,031
Bor	B	mg/kg TG	0,1	1,0	0,7	1,2
Barium	Ba	mg/kg TG	0,1	156,6	0,2	0,3
Beryllium	Be	mg/kg TG	0,01	0,07	0,03	0,11
Wismut	Bi	mg/kg TG	0,01	0,04	0,06	0,04
Calcium	Ca	mg/kg TG	100	50075	1117	880
Cadmium	Cd	mg/kg TG	0,002	1,875	0,005	1,624
Cer	Ce	mg/kg TG	0,01	0,85	0,07	0,31
Cobalt	Co	mg/kg TG	0,01	0,75	0,02	0,70
Chrom	Cr	mg/kg TG	0,1	1,0	0,3	0,4
Cäsium	Cs	mg/kg TG	0,01	0,03	0,12	0,07
Kupfer	Cu	mg/kg TG	0,5	13,6	1,1	14,3
Dysprosium	Dy	mg/kg TG	0,001	0,048	0,001	0,001
Erbium	Er	mg/kg TG	0,001	0,024	<0,001	<0,001
Europium	Eu	mg/kg TG	0,001	0,034	0,002	<0,001
Eisen	Fe	mg/kg TG	10	4234	21	820
Gallium	Ga	mg/kg TG	0,02	0,18	0,03	0,05
Gadolinium	Gd	mg/kg TG	0,001	0,071	0,002	0,003
Germanium	Ge	mg/kg TG	0,005	0,092	0,008	0,013
Hafnium	Hf	mg/kg TG	0,01	0,42	0,51	1,72
Quecksilber	Hg	mg/kg TG	0,05	0,16	0,63	0,57
Holmium	Ho	mg/kg TG	0,001	0,009	0,001	<0,001
Indium	In	mg/kg TG	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Iridium	Ir	mg/kg TG	0,001	<0,001	<0,001	0,003
Kalium	K	mg/kg TG	20	2463	21175	14280
Lanthan	La	mg/kg TG	0,005	0,591	0,008	0,019
Lithium	Li	mg/kg TG	0,02	0,26	0,04	0,03
Lutetium	Lu	mg/kg TG	0,001	0,003	<0,001	<0,001
Magnesium	Mg	mg/kg TG	5	915	1390	762
Mangan	Mn	mg/kg TG	0,5	3511,3	1,0	8,8
Molybdän	Mo	mg/kg TG	0,04	0,71	0,05	1,24
Stickstoff	N	mg/kg TG	100	69600	137500	113100
Natrium	Na	mg/kg TG	20	2100	1903	5260
Niob	Nb	mg/kg TG	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Neodym	Nd	mg/kg TG	0,002	0,355	0,004	0,008
Nickel	Ni	mg/kg TG	0,05	1,26	0,13	0,31
Phosphor	P	mg/kg TG	10	28725	10445	13380
Blei	Pb	mg/kg TG	0,05	1,06	0,08	0,09
Palladium	Pd	mg/kg TG	0,001	0,255	0,002	<0,001
Praseodym	Pr	mg/kg TG	0,002	0,087	0,003	0,003
Platin	Pt	mg/kg TG	0,002	0,004	0,003	0,099
Rubidium	Rb	mg/kg TG	0,1	4,2	24,3	17,6

			NWG	Muschel M.12-14	Fischfilet F.1-10	Fischleber FL.11(1-10)
TG/FG	%			15 %	23 %	21 %
Ruthenium	Ru	mg/kg TG	0,001	0,002	0,003	0,001
Antimon	Sb	mg/kg TG	0,01	0,02	<0,01	<0,01
Scandium	Sc	mg/kg TG	0,02	0,37	0,26	0,43
Selen	Se	mg/kg TG	0,05	1,00	0,83	3,82
Samarium	Sm	mg/kg TG	0,002	0,071	0,004	0,004
Zinn	Sn	mg/kg TG	0,05	0,09	0,11	0,06
Strontium	Sr	mg/kg TG	0,1	92,7	0,5	0,8
Tantal	Ta	mg/kg TG	0,001	0,002	<0,001	0,001
Terbium	Tb	mg/kg TG	0,001	0,009	0,001	0,001
Tellur	Te	mg/kg TG	0,001	0,002	0,002	0,006
Thorium	Th	mg/kg TG	0,005	0,075	<0,005	0,005
Titan	Ti	mg/kg TG	0,5	4,1	0,8	0,9
Thallium	Tl	mg/kg TG	0,004	0,005	0,011	0,052
Thulium	Tm	mg/kg TG	0,002	0,003	<0,002	<0,002
Uran	U	mg/kg TG	0,01	0,04	<0,01	<0,01
Vanadium	V	mg/kg TG	0,1	0,9	<0,1	0,8
Wolfram	W	mg/kg TG	0,1	0,4	0,9	1,5
Yttrium	Y	mg/kg TG	0,01	3,24	2,63	13,64
Ytterbium	Yb	mg/kg TG	0,001	0,020	<0,001	<0,001

b) Stoffkonzentration bezogen auf Frischgewicht

			Muschel	Fischfilet	Fischleber	Nachweisgrenzen		
			M.1-3	F.1-10	FL.1-10	Muschel	Fischfilet	Fischleber
TG/FG	%		15%	23%	21%			
Silber	Ag	mg/kg FG	0,012	0,003	0,007	<0,00075	<0,00115	<0,00105
Aluminium	Al	mg/kg FG	23,3	1,4	2,8	<0,15	<0,23	<0,21
Arsen	As	mg/kg FG	0,493	0,059	0,100	<0,0015	<0,0023	<0,0021
Gold	Au	mg/kg FG	0,003	0,004	0,006	<0,00075	<0,00115	<0,00105
Bor	B	mg/kg FG	0,15	0,17	0,26	<0,015	<0,023	<0,021
Barium	Ba	mg/kg FG	23,49	0,05	0,07	<0,015	<0,023	<0,021
Beryllium	Be	mg/kg FG	0,011	0,008	0,023	<0,0015	<0,0023	<0,0021
Wismut	Bi	mg/kg FG	0,006	0,014	0,008	<0,0015	<0,0023	<0,0021
Calcium	Ca	mg/kg FG	7511	257	185	<15	<23	<21
Cadmium	Cd	mg/kg FG	0,2813	0,0011	0,3410	<0,0003	<0,00046	<0,00042
Cer	Ce	mg/kg FG	0,1280	0,0159	0,0647	<0,00075	<0,00115	<0,00105
Cobalt	Co	mg/kg FG	0,112	0,006	0,146	<0,0015	<0,0023	<0,0021
Chrom	Cr	mg/kg FG	0,14	0,07	0,07	<0,015	<0,023	<0,021
Cäsium	Cs	mg/kg FG	0,005	0,027	0,014	<0,0015	<0,0023	<0,0021
Kupfer	Cu	mg/kg FG	2,0	0,2	3,0	<0,075	<0,115	<0,105
Dysprosium	Dy	mg/kg FG	0,0072	0,0003	0,0003	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Erbium	Er	mg/kg FG	0,0036	<0,00023	<0,00021	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Europium	Eu	mg/kg FG	0,0050	0,0005	<0,00021	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Eisen	Fe	mg/kg FG	635	5	172	<1,5	<2,3	<2,1
Gallium	Ga	mg/kg FG	0,027	0,007	0,009	<0,003	<0,0046	<0,0042
Gadolinium	Gd	mg/kg FG	0,0106	0,0005	0,0007	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Germanium	Ge	mg/kg FG	0,014	0,002	0,003	<0,00075	<0,00115	<0,00105
Hafnium	Hf	mg/kg FG	0,063	0,118	0,360	<0,0015	<0,0023	<0,0021

			Muschel M.1-3	Fischfilet F.1-10	Fischleber FL.1-10	Nachweisgrenzen		
						Muschel	Fischfilet	Fischleber
Quecksilber	Hg	mg/kg FG	0,02	0,14	0,12	<0,0075	<0,0115	<0,0105
Holmium	Ho	mg/kg FG	0,0014	0,0003	<0,00021	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Indium	In	mg/kg FG	<0,00015	<0,00023	<0,00021	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Iridium	Ir	mg/kg FG	<0,00015	<0,00023	0,0006	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Kalium	K	mg/kg FG	369	4870	2999	<3	<4,6	<4,2
Lanthan	La	mg/kg FG	0,089	0,002	0,004	<0,00075	<0,00115	<0,00105
Lithium	Li	mg/kg FG	0,039	0,008	0,006	<0,003	<0,0046	<0,0042
Lutetium	Lu	mg/kg FG	0,0005	<0,00023	<0,00021	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Magnesium	Mg	mg/kg FG	137	320	160	<0,75	<1,15	<1,05
Mangan	Mn	mg/kg FG	526,7	0,2	1,9	<0,075	<0,115	<0,105
Molybdän	Mo	mg/kg FG	0,11	0,01	0,26	<0,006	<0,0092	<0,0084
Stickstoff	N	mg/kg FG	10440	31625	23751	<15	<23	<21
Natrium	Na	mg/kg FG	315	438	1105	<3	<4,6	<4,2
Niob	Nb	mg/kg FG	0,002	<0,0023	<0,0021	<0,0015	<0,0023	<0,0021
Neodym	Nd	mg/kg FG	0,0533	0,0009	0,0017	<0,0003	<0,00046	<0,00042
Nickel	Ni	mg/kg FG	0,19	0,03	0,07	<0,0075	<0,0115	<0,0105
Phosphor	P	mg/kg FG	4309	2402	2810	<1,5	<2,3	<2,1
Blei	Pb	mg/kg FG	0,16	0,02	0,02	<0,0075	<0,0115	<0,0105
Palladium	Pd	mg/kg FG	0,0382	0,0006	<0,00021	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Praseodym	Pr	mg/kg FG	0,0130	0,0007	0,0006	<0,0003	<0,00046	<0,00042
Platin	Pt	mg/kg FG	0,0005	0,0006	0,0207	<0,0003	<0,00046	<0,00042
Rubidium	Rb	mg/kg FG	0,63	5,58	3,70	<0,015	<0,023	<0,021
Ruthenium	Ru	mg/kg FG	0,0004	0,0006	0,0003	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Antimon	Sb	mg/kg FG	0,003	<0,0023	<0,0021	<0,0015	<0,0023	<0,0021
Scandium	Sc	mg/kg FG	0,055	0,059	0,090	<0,003	<0,0046	<0,0042
Selen	Se	mg/kg FG	0,15	0,19	0,80	<0,0075	<0,0115	<0,0105
Samarium	Sm	mg/kg FG	0,0107	0,0008	0,0009	<0,0003	<0,00046	<0,00042
Zinn	Sn	mg/kg FG	0,01	0,03	0,01	<0,0075	<0,0115	<0,0105
Strontium	Sr	mg/kg FG	13,90	0,11	0,17	<0,015	<0,023	<0,021
Tantal	Ta	mg/kg FG	0,0002	<0,00023	0,0003	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Terbium	Tb	mg/kg FG	0,0014	0,0002	0,0001	<0,000075	<0,000115	<0,000105
Tellur	Te	mg/kg FG	0,0003	0,0005	0,0013	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Thorium	Th	mg/kg FG	0,011	<0,00115	0,001	<0,00075	<0,00115	<0,00105
Titan	Ti	mg/kg FG	0,6	0,2	0,2	<0,075	<0,115	<0,105
Thallium	Tl	mg/kg FG	0,001	0,003	0,011	<0,0006	<0,00092	<0,00084
Thulium	Tm	mg/kg FG	0,0005	<0,00046	<0,00042	<0,0003	<0,00046	<0,00042
Uran	U	mg/kg FG	0,006	<0,0023	<0,0021	<0,0015	<0,0023	<0,0021
Vanadium	V	mg/kg FG	0,14	<0,023	0,18	<0,015	<0,023	<0,021
Wolfram	W	mg/kg FG	0,07	0,21	0,32	<0,015	<0,023	<0,021
Yttrium	Y	mg/kg FG	0,486	0,604	2,864	<0,0015	<0,0023	<0,0021
Ytterbium	Yb	mg/kg FG	0,0030	<0,00023	<0,00021	<0,00015	<0,00023	<0,00021
Zink	Zn	mg/kg FG	105,8	3,9	19,4	<0,15	<0,23	<0,21

7.5.4 N mit Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$

Vorgehen: Trocknung, Homogenisierung, Analytik; Bezug Trocken- und Nassgewichte (M. Giesemann, Thünen-Institut)

Stickstoff N: Element-Analysator (Leco CNS)

Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$: Thermionen-MS (Finnigan MAT)

Tab. 42: N-Gehalt mit Isotopenverhältnis $\delta^{15}\text{N}$ in den Biota-Proben

Fischfilet F.1-10: Flussbarsch *Perca fluviatilis*, Mischprobe, 3 Gewässerabschnitte, 10 Individuen, Mittelwerte aus Doppelmessung

Fischleber FL.11: Flussbarsch *Perca fluviatilis*, Mischprobe, 3 Gewässerabschnitte, 10 Individuen

Muschelproben: M.12+13 Gr. Teichmuschel *Anodonta cygnea*; M.14 Malermuschel *Uno pictorum*

	N mg/g TG	Stabw N mg/g TG	TG/FG %	N mg/FG	Stabw mg/FG	$\delta^{15}\text{N}$ ‰	Stabw $\delta^{15}\text{N}$ ‰
Fischfilet	137,5	4,2	23 %	31,28	0,95	7,59	0,83
F.1	136,6	4,1	21 %	28,23	0,85	4,87	1,45
F2	135,8	4,1	21 %	27,86	0,85	8,21	0,04
F3	140,1	4,2	27 %	37,76	1,14	9,69	0,98
Fischleber							
FL.11	113,1	3,3	21 %	23,98	0,70	10,06	0,42
Muschel	69,6	4,0	15 %	10,44	0,61	5,41	0,68
M.12	68,5	4,8	14 %	9,89	0,69	3,51	0,84
M.13	64,4	2,3	13 %	8,19	0,29	6,76	0,84
M.14	76,0	4,8	17 %	13,22	0,84	5,97	0,36