

Universität Vechta

**Untersuchung des ökologischen Zustandes eines
“erheblich veränderten“ sowie teilweise renaturierten Gewässers
am Beispiel des Vechtaer Moorbachs
und der Bedeutung der zunehmenden “Vermaisung“ für den
Lebensraum Fließgewässer in der Region Vechta.**

Dissertation zur
Erlangung des Grades einer Doktorin der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.),
angenommen vom Senat der Universität Vechta.

Erstgutachter: apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Markus Böggemann (Universität Vechta)
Zweitgutachter: Prof. Dr. habil. Herbert Zucchi (Hochschule Osnabrück)

Vorgelegt von
Elisabeth Logemann, M. Ed., 2016

Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	XIV
1. Zusammenfassung	1
2. Einleitung	3
2.1 Die Region Vechta – Stadt und Landkreis zugleich.....	5
2.2 Allgemeine Fließgewässerkunde.....	8
2.2.1 Morphologie.....	8
2.2.2 Der Stoffhaushalt der fließenden Welle.....	12
2.2.3 Das Wechselspiel von Saprobie und Trophie und ihre Bedeutung für das Makrozoobenthos	16
2.2.4 Die historische Entwicklung der Fließgewässer in Deutschland: Von der Flurbereinigung bis zur EG-WRRL.....	19
2.3 Der Vechtaer Moorbach	26
2.3.1 Ein Bach mit Geschichte.....	26
2.3.2 Die Landwirtschaft im Einzugsgebiet im Wandel der Zeit	33
2.4 Maisanbau und die Entwicklung von Biogasanlagen.....	37
2.4.1 Mais als Kulturpflanze	37
2.4.2 Die “goldene“ Ernte der vergangenen Jahre	42
2.4.3 Biogas – Was ist das? Wie geht das?.....	45
2.5 Fragestellungen und Ziele der Arbeit	49
3. Material und Methoden	51
3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	51
3.2 Die Probenstellen des Vechtaer Moorbachs und der Zuläufe	64
3.3 Die Erhebungsdaten im Untersuchungszeitraum	82
3.4 Die Erhebung der Strukturgüte.....	84
3.5 Die Erhebung hydrologischer Parameter	87

3.6	Die Erhebung klimatischer Parameter.....	87
3.7	Die Erhebung chemischer Parameter	88
3.8	Die Erhebung physikalischer Parameter	90
3.9	Die Erhebungen zum Makrozoobenthos	91
3.10	Die Erhebung der Anbauverhältnisse.....	94
3.11	Sonstige verwendete Materialien zur Anfertigung der Arbeit	95
4.	Ergebnisse.....	96
4.1	Strukturgütekartierung.....	96
4.2	Hydrologische Parameter	104
4.3	Klimatische Parameter	104
4.4	Chemische und physikalische Parameter	107
4.5	Makrozoobenthosaufsammlung	121
4.6	Anbauverhältnisse der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs.....	133
5.	Diskussion.....	143
5.1	Veränderungen in der Strukturgüte?!	144
5.2	Die Relevanz hydrologischer und klimatischer Parameter	147
5.3	Der Stoffhaushalt des Vechtaer Moorbachs	150
5.4	Der Makrozoobenthosbestand des Vechtaer Moorbachs	164
5.5	Die „Vermäisierung“ und ihr Einfluss auf das Ökosystem Fließgewässer	172
5.6	Erfolgreiche Renaturierung? Ein Fazit zum Projekt Vechtaer Moorbach	179
6.	Literaturverzeichnis	182
6.1	Allgemeine Literatur	182
6.2	Online-Publikationen	192
	Danksagung.....	194
	Eidesstattliche Erklärung	195
	Werdegang	196
	Anhang.....	A

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage der Stadt Vechta (roter Punkt) und des Landkreises Vechta (grüne Markierung) im Südwesten von Niedersachsen (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972, verändert).....	6
Abb. 2: Die Verteilung des Wassers auf der Erde (Tarbuck & Lutgens 2009).....	8
Abb. 3: Mäandrierender Bachverlauf mit vergrößertem Querschnitt an einer ausgewählten Stelle (Madsen & Tent 2000; Schönborn 2003, verändert).	9
Abb. 4: Exemplarisch mäandrierender Flussverlauf mit einem Querschnitt der angrenzenden Auenlandschaft, der die Struktur der reliefbildenden, flutenden Welle verdeutlicht (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985, verändert).....	11
Abb. 5: Der biochemische Stickstoffkreislauf im Gewässer (Lacombe 1999, verändert)..	13
Abb. 6: Die Beziehung zwischen Trophie und Saprobie. Bei der Belastung eines Baches mit organischen Abwässern nimmt die Saprobie von S nach S´ zu, die Trophie von T nach T´ ab. Bei der Selbstreinigung regulieren sich beide Größen beispielsweise auf S“ und T“ ein (Schwoerbel & Brendelberger 2005).	17
Abb. 7: Idealisierte Längszonierung eines Fließgewässers auf Grundlage der Ernährungstypen und Strömungsanpassungen des Makrozoobenthos, wobei P=Produktion/Assimilation und R=Respiration/Dissimilation steht (Patt et al. 2011).	18
Abb. 8: Der Verlauf der Ems bei Warendorf vor (dunkelblau) und nach (hellblau) den Begradigungen, macht deutlich, wie viele Kilometer Gewässerstrecke durch Verlaufsbegradigungen verloren gegangen sind.....	20
Abb. 9: Verlauf eines kleinen löss/lehmgeprägten Bachlaufs des Vechtaer Moorbachs in einem Waldstück in Norddeutschland im Sommer 2015, der in seiner Struktur über die Jahre kaum verändert wurde (© Logemann).	20
Abb. 10: Der Vechtaer Moorbach (blau gekennzeichnet) in seiner vollen Längsausdehnung in einer Karte aus dem Jahre 1805 (Le Coq 1805, verändert). (Ein Maßstab ist nicht mehr verfügbar).....	26
Abb. 11: Der Verlauf des Vechtaer Moorbachs östlich vom heutigen Stadtgebiet auf einer Karte aus dem Jahr 1898, der deutliche und typische Mäanderstrukturen aufweist (Rathaus Goldenstedt 1898). (Die erneute Aufführung der Karte von Le Coq aus dem Jahr 1805 dient lediglich zur Orientierung des Kartenausschnitts).....	28
Abb. 12: Übersichtskarte von Vechta aus dem Jahr 1900 (oben) und 1950 (unten). Der Vechtaer Moorbach ist jeweils blau eingezeichnet, sodass die Laufverlegung, die in der Vorkriegszeit durchgeführt wurde, deutlich wird (Klohn 1990, verändert).	29

Abb. 13: Links: Schemazeichnung von installierten Bongossi-Flechtmaten. Mittelgroße Hölzer werden dazu senkrecht im Uferbereich im Gewässergrund befestigt und die Zwischenräume mit den sogenannten Bongossi-Flechtmaten gefüllt. Rechts Schemazeichnung von Laubholzfashinen, bei denen mittelgroße Hölzer mit einem entsprechenden Abstand seitlich versetzt senkrecht im Uferbereich in den Grund eingelassen werden, damit dann biegsame Zweige und Äste waagrecht in die Zwischenräume gepresst werden (© Logemann).	30
Abb. 14: Blick von der Bahnbrücke auf den Vechtaer Moorbach. A: 1966 (Hase-Wasseracht 1966); B: 2015 (© Logemann).	30
Abb. 15: Der Verlauf des Vechtaer Moorbachs auf einer zusammengestellten Karte aus den Jahren 1900 (links) und 1898 (rechts), wobei die ursprüngliche Linienführung dunkelblau, die Bachverlegung aus den 1930er Jahren rot und die ausgebauten Strecken des Vechtaer Moorbachs rot gepunktet gekennzeichnet sind (Katasteramt Vechta 1900; Rathaus Goldenstedt 1898, verändert).	32
Abb. 16: Überschwemmungen im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs an der Oyther Furt bei der „Oyther Bäke“ im Winter 1978/79 (Katholische Kirchengemeinde Lutten 1979).	33
Abb. 17: Planskizze zur agrarstrukturellen Vorplanung im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs (dunkelblau) aus dem Jahr 1973, der die erforderlichen Maßnahmen verdeutlicht. In den blau markierten Gebieten ist ein Gesamtausbau erforderlich, was vor allem die Flächen im direkten Grenzbereich zum Vechtaer Moorbach betrifft (Hase-Wasseracht 1973).	35
Abb. 18: Anzahl der installierten Biogasanlagen in den Jahren 2009 und 2011 in Niedersachsen (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).	36
Abb. 19: Anbauflächen von Mais (in ha) in Niedersachsen: Grün: Mais ohne Energiemais; Gelb: Energiemais (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).	36
Abb. 20: Skizze der Pflanze Teosinte, die bereits 7000 v. Chr. von indianischen Völkern in Mexiko domestiziert wurde (Miedaner 2014).	37
Abb. 21: Skizze einer Maispflanze (Miedaner 2014, verändert) und Photo des Wurzelballens einer Maispflanze (© Logemann).	38

Abb. 22: Entwicklungsstadien der Maispflanze (Zscheischler et al. 1979, 1990, verändert).	39
Abb. 23: Trockensubstanzbildung und Stickstoffaufnahme (N) der Maispflanze (Zscheischler et al. 1990, verändert).	41
Abb. 24: Entwicklung der Maisanbauflächen in Deutschland in den Jahren von 1927 bis 1989 bezüglich der Nutzungen als Silomais und Körnermais, wobei allerdings nicht jedes einzelne Jahr berücksichtigt wird. Die Werte aus den Jahren 1949 bis 1989 beziehen sich ausschließlich auf die BRD ohne DDR (Zscheischler et al. 1979, 1990; Lütke Entrup & Zerhusen 1992; Miedaner 2014, verändert).	43
Abb. 25: Entwicklung der Maisanbauflächen in Deutschland in den Jahren von 2000 bis 2013 bezüglich der Nutzungen als Silomais, Körnermais und Energiemais (Miedaner 2014).	44
Abb. 26: Verfahrensschema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).	45
Abb. 27: Entwicklung des Ackerflächenbedarfs für die Energiepflanzenproduktion in Deutschland. Zusätzlich sind die Verabschiedung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) 2000, die Novellierung des Gesetzes im Jahr 2004, die Einführung der Energiepflanzenförderung durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) 2007 und zu guter Letzt eine erneute Verbesserung des EEG im Jahre 2009 als ausschlaggebende Veränderungen des Ackerflächenbedarfs eingezeichnet (Steinhäuser 2012).	47
Abb. 28: Entwicklung der Anzahlen der Biogasanlagen in Deutschland für den Zeitraum 1992 bis 2013.	48
Abb. 29: Das Flussgebiet der Ems mit eingezeichnetem Bearbeitungsgebiet der Hase und zusätzlich gekennzeichnetem Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs (Bezirksregierung Weser-Ems 2005, verändert).	51
Abb. 30: Naturräumliche Gliederung (A) und Fließgewässergroßlandschaften (B) im Bundesland Niedersachsen, wobei die Lage des Einzugsgebiets des Vechtaer Moorbachs jeweils durch den roten Kreis markiert wird (Rasper 2001, verändert).	52
Abb. 31: Die Gewässertypen 14 “Sandgeprägter Tieflandbach“ und 18 “Löss/lehmgeprägter Tieflandbach“ des Vechtaer Moorbachs in einem Kartenausschnitt des Bearbeitungsgebiets der Hase (Bezirksregierung Weser-Ems 2005, verändert).	52

Abb. 32: Der Verlauf des Vechtaer Moorbachs (blau gekennzeichnet) mit der Ausdehnung des Einzugsgebiets (rote Markierung) und dem Zulauf des Spredaer Bachs (oranger Punkt), wo der Moorbach in den Fladderkanal übergeht, verändert.	53
Abb. 33: Übersicht über das Plangebiet, das im Zuge der EG-WRRL zu einer Verbesserung der Gewässerqualität des Vechtaer Moorbachs beitragen soll. Die grün markierten Flächen stellen den 40,97 ha großen Flächenpool dar (Salva 2001, verändert). Oberhalb des gelben Querstriches weist der Moorbach die Gewässerstrukturgüteklasse 4 “deutlich verändert“ und unterhalb die Klasse 5 “stark verändert“ auf (Bohne 2008).....	55
Abb. 34: Entwicklungsplan des Flächenpools am Vechtaer Moorbach mit durchnummerierten Maßnahmen. Zusätzlich sind die Probenstellen (PS) 1 bis 4 eingezeichnet (Bohne 2012, verändert).	56
Abb. 35: Detailplan zur Erstellung der Sekundäraue (Höne 2011, verändert).	57
Abb. 36: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 0+. A: Flussaufwärts im April 2014 (© Logemann). B: Flussabwärts im April 2013 (© Logemann).....	64
Abb. 37: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 0. A: Flussaufwärts im August 2013 (© Logemann). B: Flussabwärts im Juni 2013 (© Logemann).	65
Abb. 38: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 1. A: Flussaufwärts mit unbewaldeter Sekundäraue im Hintergrund im Juni 2014 (© Logemann). B: Flussabwärts im August 2013 (© Logemann).	66
Abb. 39: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle A im August 2014 (© Logemann).	67
Abb. 40: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 2. A: Flussabwärts, B: Flussaufwärts jeweils im August 2014 (© Logemann).....	68
Abb. 41: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle B: A: Vor dem Umbau im Juni 2013 (© Logemann). B: Nach dem Umbau im Juli 2015 (© Logemann).	69
Abb. 42: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 3. A: Flussabwärts im September 2014 (© Logemann). B: Flussaufwärts im November 2014 (© Logemann).....	70
Abb. 43: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle C1 im April 2014 (© Logemann).	71
Abb. 44: A: Blick von oben im Juni 2014 (© Logemann). B: Blick von der Seite im August 2014 (© Logemann) auf einen Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle C2.	72
Abb. 45: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 4. A: Flussabwärts im November 2013 (© Logemann). B: Flussaufwärts im November 2014, wobei im Hintergrund die	

Baggerarbeiten zur Gestaltung einer unbewaldeten Sekundäraue zu erkennen sind (© Logemann).....	73
Abb. 46: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle D im März 2014 (© Logemann).....	74
Abb. 47: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 5. A: Flussaufwärts und B: Flussabwärts jeweils im Mai 2014 (© Logemann).....	75
Abb. 48: A/B: Der Totarm des Vechtaer Moorbachs, der Stadtgraben genannt wird und mittels Moorbachwasser gefüllt wird. Beide Bilder wurden im Juni 2014 erstellt (© Logemann).....	76
Abb. 49: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 7 im Mai 2014. A: Flussaufwärts mit Blick auf die Stauwehr. B: Flussabwärts, wo die Verengung nach dem Stauabfluss deutlich wird (© Logemann).	77
Abb. 50: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs, der sogenannte Zitadellengraben, mit der Probenstelle E im April 2014 (© Logemann).....	78
Abb. 51: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 8. A: Flussaufwärts im April 2014 (© Logemann). B: Flussabwärts im August 2014 (© Logemann).	79
Abb. 52: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 9. A: Flussaufwärts unmittelbar nach dem Einfluss der Kläranlage. B: Flussabwärts, jeweils im August 2014 (© Logemann). ..	80
Abb. 53: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 10. A: Flussaufwärts im April 2014 (© Logemann). B: Flussabwärts im August 2014 (© Logemann).	81
Abb. 54: Ausschnitt aus dem Feldprotokoll, der die allgemeine Situation des Vechtaer Moorbachs an jeder einzelnen Probenstelle festhält.....	83
Abb. 55: Seite 1 des Bewertungsbogens zur Gewässerstrukturgütekartierung (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie 2001).	85
Abb. 56: Seite 2 des Bewertungsbogens zur Gewässerstrukturgütekartierung (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie 2001).	86
Abb. 57: Ausschnitt aus dem Feldprotokoll, der die hydrologischen Parameter des Vechtaer Moorbachs an jeder einzelnen Probenstellen festhält.	87
Abb. 58: Ausschnitt aus dem Feldprotokoll, der die erhobenen klimatischen Parameter aufführt.....	87
Abb. 59: Ausschnitt aus dem Feldprotokoll, der die physikalischen Parameter des Vechtaer Moorbachs an jeder einzelnen Probenstellen festhält.	90
Abb. 60: Ausschnitt aus einem ausgefüllten Protokoll zur Makrozoobenthosaufsammlung (Meier et al. 2006) an PS 8 am 14.04.14. Dem Habitat “Makrolithal“ wurden 20 %	

Deckungsgrad in Bezug auf die gesamte Probenstelle zugewiesen, sodass während der späteren Beprobung 4 Teilproben im Bereich dieser Habitatstruktur genommen wurden..	92
Abb. 61: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot) mit den Probenstellen 0+ bis 10, die entsprechend der Ergebnisse der Strukturgütekartierung 2014 eingefärbt sind. In den weiß hinterlegten Kästen ist der jeweilige berechnete Wert aufgeführt (Die Kartengrundlage ist ein Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung 2015, verändert).....	103
Abb. 62: Die ermittelten Verteilungen beziehen sich auf alle 432 Messwerte aus 2013 und 2014, die insgesamt an allen 18 Probenstellen (Moorbach-Probenstellen und Zuläufe) erhoben wurden und zeigen somit deren prozentuale Verteilung in den Kategorien “eingehalten“ und “nicht eingehalten“.....	108
Abb. 63: Die ermittelten Verteilungen beziehen sich auf alle 432 Messwerte aus 2013 und 2014, die insgesamt an allen 18 Probenstellen (Moorbach-Probenstellen und Zuläufe) erhoben wurden und zeigen somit deren prozentuale Verteilung in den Kategorien “eingehalten“ und “nicht eingehalten“. Unter der Kategorie “eingehalten“ sind alle Messwerte zusammengefasst, die ein sehr gering bis unbelastetes Gewässer (Güteklassen I und I-II) belegen und die Kategorie “nicht eingehalten“ symbolisiert eine mäßige bis sehr hohe Gewässerbelastung (Güteklassen II-IV).	109
Abb. 64: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Ammonium-N erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach, als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.....	110
Abb. 65: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Nitrat-N erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach, als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.	111
Abb. 66: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Nitrit-N erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach, als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.	112

Abb. 67: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Ortho-Phosphat-P erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach, als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.....113

Abb. 68: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Chlorid erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach, als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.114

Abb. 69: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Sulfat erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach, als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.115

Abb. 70: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Sauerstoffgehalt erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach, als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.....116

Abb. 71: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter BSB₅ erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach, als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.117

Abb. 72: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter CSB erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach, als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.118

Abb. 73: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot) mit den Probenstellen 0+ bis 10, die entsprechend der Ergebnisse des Saprobien-Index 2013/14 eingefärbt sind. In den weiß hinterlegten Kästen ist der jeweilige arithmetische Mittelwert

aufgeführt (Die Kartengrundlage ist ein Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung 2015, verändert).....	126
Abb. 74: Die Ergebnisse zum Litoral-Besiedler-Index beziehen sich auf arithmetische Mittelwerte der Probengänge 2013/14. Je größer der Wert einer Probenstelle ausfällt, desto mehr gleicht das eigentliche Fließgewässerhabitat in seinen Eigenschaften einem Lebensraum mit stehendem Gewässer.....	131
Abb. 75: Die Ergebnisse zum EPT-Index stellen arithmetische Mittelwerte der Probengänge 2013/14 dar. Mit der Abkürzung EPT sind die Tiergruppen Ephemeroptera (Eintagsfliegen), Plecoptera (Steinfliegen) und Trichoptera (Köcherfliegen) gemeint. Je niedriger der Wert einer Probenstelle ausfällt, desto strukturärmer und unnatürlicher ist das Gewässer an dieser Stelle.....	132
Abb. 76: Die Ergebnisse zum Anzahl-Trichoptera-Arten-Index beziehen sich auf arithmetische Mittelwerte der Probengänge 2013/14. Trichoptera stellt die Tiergruppe der Köcherfliegen dar. Je niedriger der Wert einer Probenstelle ausfällt, desto strukturärmer und unnatürlicher ist das Gewässer an dieser Stelle.	132
Abb. 77: Die Ergebnisse zur Berechnung des Sörensen-Index, die sich auf alle acht Probengänge zur Makrozoobenthosaufsammlung in 2013 und 2014 insgesamt an den Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbachs beziehen.....	133
Abb. 78: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot) . Zusätzlich ist das Wasserschutzgebiet (WSG) “Vechta/Holzhausen“ (grün) eingezeichnet. (Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung 2015, verändert).....	134
Abb. 79: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ im Wasserschutzgebiet Vechta/Holzhausen in den Jahren 1996 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 1996.	135
Abb. 80: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot). Zusätzlich sind die Grenzen der Gemarkungen (gelb) eingezeichnet. (Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung 2015, verändert).	136
Abb. 81: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Lutten in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.....	137

Abb. 82: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Vechta in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.....	138
Abb. 83: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Oythe in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.....	139
Abb. 84: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Visbek in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.....	140
Abb. 85: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Bakum in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.....	140
Abb. 86: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Langförden in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.....	141
Abb. 87: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Goldenstedt in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.....	141
Abb. 88: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot). Zudem sind das Wasserschutzgebiet “Vechta/Holzhausen“ (grün) und die Grenzen der Gemarkungen (gelb) eingezeichnet. (Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung 2015, verändert).	142
Abb. 89: Nitrat-N-Konzentrationen im Jahr 2013 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, die die jahreszeitlichen Schwankungen deutlich machen. .	153
Abb. 90: Der Makrophytenbestand im Jahr 2013 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, wobei folgende Quantitätskategorien genutzt werden: 0: kein Wuchs; 1: spärlicher Wuchs; 2: untergeordneter Wuchs; 3: vorherrschender Wuchs (Tümping & Friedrich 1999).	153

Abb. 91: Nitrat-N-Konzentrationen im Jahr 2014 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, die die jahreszeitlichen Schwankungen deutlich machen. .	154
Abb. 92: Der Makrophytenbestand im Jahr 2014 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, wobei folgende Quantitätskategorien genutzt werden: 0: kein Wuchs; 1: spärlicher Wuchs; 2: untergeordneter Wuchs; 3: vorherrschender Wuchs (Tümping & Friedrich 1999).	154
Abb. 93: Streudiagramm der Parameter Makrophytenbestand und Nitrat-N-Konzentration an der Probenstelle 2 im Revitalisierten Agrarbereich im Jahr 2013.	155
Abb. 94: Ammonium-N-Konzentrationen im Jahr 2013 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, die im Gegensatz zu den Nitrat-N-Konzentrationen keine jahreszeitlichen Schwankungen aufweisen.....	156
Abb. 95: Ammonium-N-Konzentrationen im Jahr 2014 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, die im Gegensatz zu den Nitrat-N-Konzentrationen keine jahreszeitlichen Schwankungen aufweisen.....	157
Abb. 96: Gemeinsame Darstellung der Indizes “Saprobien-Index“, “Litoral Besiedler-Index“, “EPT-Index“ und “Anzahl-Trichoptera-Arten-Index“ als arithmetische Mittelwerte aus den Erhebungsjahren 2013/14 pro Probenstelle.	166
Abb. 97: Monatliche Niederschlagsmenge in mm im Jahr 2013. Im Hintergrund sind die Nitrat-N-Konzentrationen aus dem Jahr 2013 an den Probenstellen 1 bis 4 dargestellt (vgl. Kapitel 5.3, Abb. 89).....	174
Abb. 98: Monatliche Niederschlagsmenge in mm im Jahr 2014. Im Hintergrund sind die Nitrat-N-Konzentrationen aus dem Jahr 2013 an den Probenstellen 1 bis 4 dargestellt (vgl. Kapitel 5.3, Abb. 91).	175
Abb. 99: Die Konzentrationen der untersuchten Stickstoffparameter in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich.....	178
Abb. 100: Die Probenstellen 1 bis 4 des Vechtaer Moorbachs und die Probenstellen A, B, C1, C2 und D in den Zuläufen in einem vergrößerten Kartenausschnitt (Bohne 2012, verändert).	hinterer Einband
Abb. 101: Die Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbach und die Probenstellen A, B, C1, C2, D und E in den Zuläufen (Die Kartengrundlage ist ein Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung 2015, verändert).	hinterer Einband

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zusammenfassung ausgewählter technischer Daten zu den gewässerbaulichen Maßnahmen am Vechtaer Moorbach, wobei beispielsweise die Angabe “5 + 350“ den Punkt im Vechtaer Moorbach markiert, der 5 km und 350 m von der Mündung in den Fladderkanal entfernt ist (Hase-Wasseracht 1973, verändert).....	31
Tab. 2: Flächennutzung der landwirtschaftlichen Betriebe über 2 ha Landfläche im Landkreis Vechta in den Jahren 1960 und 1971 (nach Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972, verändert).	34
Tab. 3: Photoschau zu den Umbaumaßnahmen am Vechtaer Moorbach in der Zeit vom Sommer 2012 bis zum Herbst 2015.....	63
Tab. 4: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 0+.....	64
Tab. 5: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 0.	65
Tab. 6: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 1.	66
Tab. 7: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle A.	67
Tab. 8: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 2.	68
Tab. 9: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle B.	69
Tab. 10: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 3.	70
Tab. 11: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle C1.	71
Tab. 12: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle C2.	72
Tab. 13: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 4.	73
Tab. 14: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle D.	74
Tab. 15: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 5.	75
Tab. 16: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 6.	76
Tab. 17: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 7.	77
Tab. 18: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle E.....	78
Tab. 19: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 8.	79
Tab. 20: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 9.	80
Tab. 21: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 10.	81
Tab. 22: Die genauen Daten der Probenentnahmen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10, sowie der Zuläufe A bis E. (* Am 14.01.13 wurden die Probenstellen 0+ bis 4 und am 23.01.13 die Probenstellen 5 bis 10 beprobt. Die Zuläufe A bis E wurde im Januar 2013 gar nicht untersucht. An den darauffolgenden Probenentnahmetermeninen wurden immer alle Probenstellen 0+ bis 10 und A bis E an einem Tag beprobt).....	82

Tab. 23: Übersicht der Erhebungsdaten zur Bestimmung der Strukturgüte des Vechtaer Moorbachs an den Probenstellen 0+ bis 10.	84
Tab. 24: Die genauen Daten der Probenentnahmen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbachs für die Bestimmung der BSB ₅ -Werte...	88
Tab. 25: Übersicht der Probenentnahmedaten zur Bestimmung des Makrozoobenthos an den Probenstellen (PS) 0+ bis 10, wobei die Probenstellen 5 und 6 jeweils am 25.03.13 zugefroren waren und somit keine Beprobung durchgeführt werden konnte.....	91
Tab. 26: Indexspanne, Bedeutung und farbliche Markierung der Gewässergüteklassen 1 bis 7, die auf der Strukturkartierung basieren.	96
Tab. 27: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 0+ bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.	96
Tab. 28: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 0 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	97
Tab. 29: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 1 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	97
Tab. 30: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 2 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	98
Tab. 31: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 3 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	98
Tab. 32: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 4 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	99
Tab. 33: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 5 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	99
Tab. 34: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 6 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	100

Tab. 35: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 7 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	100
Tab. 36: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 8 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	101
Tab. 37: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 9 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	101
Tab. 38: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 10 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.....	102
Tab. 39: Ergebnisse der Messungen zur Lichtintensität in lux an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 1 und der jährliche Mittelwert.....	104
Tab. 40: Ergebnisse der Messungen zur Lichtintensität in lux an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 2 bis 4 und der jährliche Mittelwert.....	105
Tab. 41: Ergebnisse der Messungen zur Lichtintensität in lux an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 5 bis 7 und der jährliche Mittelwert.....	105
Tab. 42: Ergebnisse der Messungen zur Lichtintensität in lux an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 8 bis 10 und der jährliche Mittelwert.....	106
Tab. 43: Ergebnisse der Messungen zur Luftfeuchtigkeit in %, Lufttemperatur in °C, Windgeschwindigkeit in km / h, Wind-Chill in °C und Taupunkt in °C an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014.	106
Tab. 44: Ergebnisse der Messungen zur Niederschlagsmenge in mm an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014. “Tag“ meint dabei die Niederschlagsmenge, die direkt am Probentag gefallen ist, “Monat“ beinhaltet den Niederschlagswert des aktuellen Monats bis zum Tag der Probenentnahme und “Jahr“ listet den gerundeten Wert des insgesamt im aktuellen Jahr notierten Niederschlags bis zum Tag der Probenentnahme.	107

Tab. 45: Beschreibung der Gewässergüteklassen, die auf Grundlage der chemischen Gewässergüteklassifikation des Bund-Länder-Arbeitskreises Qualitätsziele entstanden sind, verändert.....	109
Tab. 46: Ergebnisse der Messungen zur Leitfähigkeit in mikroS/cm, Carbonat- und Gesamthärte in °d in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 und den Zuläufen des Vechtaer Moorbachs; jeweils als arithmetischer Mittelwert angegeben.....	119
Tab. 47: Ergebnisse der monatlichen Messungen der Wassertemperatur in °C in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 und den Zuläufen des Vechtaer Moorbachs.....	121
Tab. 48: Übersicht über sämtliche erhobene Saprobien-Indizes in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbachs, wobei die “Gesamttaxa Anzahl“ die Summe aller verschiedenen, bestimmten Taxa darstellt, die “Anzahl der Indikatortaxa“, diejenigen Taxa umfasst, die für die Berechnung des Saprobien-Index relevant sind und die “Summe der Abundanzklassen“ einen statistischen Wert vermittelt, der mindestens 20 betragen sollte, um einen aussagekräftigen Saprobien-Index zu erhalten. Die farbliche Markierung in der Spalte “Saprobien-Index“ zeichnet in grün eine gute saprobielle Qualitätsklasse und in gelb eine mäßige saprobielle Qualitätsklasse des Gewässers aus.	125
Tab. 49: Übersicht über die Klassifizierung der erhobenen Indizes (ASTERICS 2013, verändert).	127
Tab. 50: Übersicht über die erhobenen Indizes “Litoral-Besiedler-Index“, “EPT-Index“ und “Anzahl-Trichoptera-Arten-Index“ in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbachs.....	131
Tab. 51: Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen den Parametern Makrophytenbestand und Nitrat-N-Konzentration an den Probenstellen 1bis 4 im Revitalisierten Agrarbereich in den Jahren 2013 und 2014. Die Werte sind als Korrelationskoeffizient R nach Spearman angegeben.	155

1. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Promotionsarbeit wurde der Vechtaer Moorbach über die Jahre 2013 und 2014 monatlich an zwölf Probenstellen bezüglich chemischer, physikalischer und hydrologischer Parameter sowie jeweils im Frühjahr 2013 und 2014 hinsichtlich des Makrozoobenthosbestandes und im Winter 2014 bezüglich der Struktur untersucht. Zusätzlich wurden fünf Zuläufe des Gewässers mit je einer Probenstelle, ebenfalls im monatlichen Turnus, aber nur im Hinblick auf chemische und physikalische Parameter beprobt. Die zwölf Untersuchungspunkte wurden insgesamt vier festgelegten Naturräumen zugeteilt, die da lauten: "Referenzbereich", "Revitalisierter Agrarbereich", "Rückstaubereich" und "Regulärer Wasserwirtschaftsbereich". Somit wird deutlich, dass der Vechtaer Moorbach mit 20,4 km Länge sehr unterschiedlich charakterisierte Landschaften durchfließt. Im besonderen Fokus der Analysen liegt dabei der Revitalisierte Agrarbereich. Dort wurden im Zeitraum von 2012 bis 2014 unterschiedliche Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt. Die Strukturgütekartierung ergab nur an der dem Ursprung nahe gelegenen Probenstelle eine geringe Veränderung (Klasse 2). Drei Untersuchungsstellen wurden der Klasse 3 "mäßig verändert", zwei Erhebungspunkte der Klasse 4 "deutlich verändert" und sechs Probenstellen der Klasse 5 "stark verändert" zugeordnet. Damit unterliegt der Vechtaer Moorbach zum überwiegenden Teil starken Eingriffen in seiner morphologischen Ausprägung und ist von einem naturnahen Zustand, wie es von der EG-WRRL gefordert wird, weit entfernt. Die Fließgeschwindigkeit des Untersuchungsgewässers ist sehr gering und unterstützt somit die strukturbildenden Prozesse nicht. Der enorme Rückstau, der durch das installierte Stauwehr künstlich erzeugt wird, reduziert die Strömung weiterhin, sodass zum Teil gar kein typischer Fließgewässercharakter vorliegt. Abgesehen von den im Bachverlauf obersten zwei Probenstellen stellen die Konzentrationen für die Nährstoffparameter Ammonium-N, Nitrat-N und Ortho-Phosphat-P eine deutliche bis erhöhte Belastung für den Vechtaer Moorbach dar. Trotz dieser hohen Nährstoffwerte und der geringen Strömung liegen die Ergebnisse der Sauerstoffmessungen im Bereich der sehr geringen bis mäßigen Belastung. Ebenso schließen die Resultate der Erhebungen zum Salzgehalt eine deutliche Belastung des Wassers aus. Die auf Grundlage der Makrozoobenthosaufsammlung berechneten Indizes spiegeln ein einheitlich unbefriedigendes Bild des Vechtaer Moorbachs wieder. Nur an zwei Untersuchungsstellen konnte beispielsweise der Saprobien-Index mit "gut" bewertet werden, an allen anderen zehn Punkten wurde lediglich die Gewässergütekategorie

“mäßig“ ermittelt. Die durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen deuten zwar vereinzelt leichte Verbesserungen im Bereich der Nährstoffkonzentrationen an, lassen aber noch keine definitiven Erfolgsaussagen zu. Darüber hinaus wurden die genannten Ergebnisse mit den landwirtschaftlichen Anbauverhältnissen im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs verglichen, um mögliche Einflusstendenzen einer zunehmenden “Vermaisung“ auf den Lebensraum Fließgewässer am Beispiel des Vechtaer Moorbachs zu ermitteln. Die Ergebnisse jener Vergleiche und unter anderem auch die Resultate der aufgestellten Korrelationen weisen darauf hin, dass es keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Zunahme der mit Mais bewirtschafteten Ackerflächen und dem ökologischen Zustand des Vechtaer Moorbachs gibt.

2. Einleitung

An einen Fluss

*Wär' ich wie du! o, wären wir Zwei,
Lieblicher Fluss, gleich heiter und frei!
Sagt, Spiegelwellen! Woher ihr naht,
wohin ihr wandert, und was ihr saht?
Von dem ersten Lächeln mit Tagbeginn
bis zum letzten Seufzer des Abends hin?
Durch die ernsten Stunden der schweigenden Nacht
ziehst du rastlos dahin mit reißender Macht.
Murmelnd melodisch, sorglos und froh -
lieblicher Fluss, o wär' ich so!
Aus der Erde Schoß
rang dein Quell sich los.
[...]
Durch das kühle Gebüsch, den schattigen Hain,
durch das grünende Tal und den blumigen Rain,
und durch Felsen, die rau und ruinengleich sind,
und voll Heiterkeit, wie ein unschuldiges Kind,
mit Tanz und Gesang, und nur Spiele im Sinn,
über Wiesen und Auen dahin und dahin.
Des Morgenstrahls früheste rosige Glut
fällt nieder auf deine nie trübende Flut,
und der Mittag, der spiegelnd in dir sich besieht,
zeigt die Klarheit des Wassers, das blitzend entflieht.
[...]
Und siehe wo wandernd die Wellen zieh'n,
da erschien in den Tälern lebendiges Grün,
der Grashalm erhebt sich, die Knospe sie bricht,
die Blume entfaltet ihr Kindergesicht,
und die Blößen der Erde bedeckt die Natur
mit den mannigfachen Gewändern der Flur.
So lacht dir überall das Land,
von unsichtbarer Geisterhand
ist rings mit Blüte, Frucht und Baum
mild überdeckt der weite Raum.
Manche stille Schönheit weilt,
wo dein Strom vorübereilt.
[...]
Und so ziehst du frei und froh -
schöner Fluss, o wär' ich so!*

Joseph Emanuel Hilscher (1840)

Dieses romantisch verliebte Gedicht ist leider nur noch als Ode an längst vergangene Zeiten zu betrachten, denn in der Realität des 21. Jahrhunderts angekommen, sind lediglich 2 % aller Gewässer in Deutschland strukturell unverändert (Jähning et al. 2011). Aus der heutigen Sicht lassen sich Fließgewässer wohl eher als Abflussrinnen der oberirdischen Wassermengen bezeichnen, was auch mit der klassischen hydrologischen Definition für fließende Gewässer übereinstimmt (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Viele Flüsse und Bäche wurden seit der Mitte des letzten Jahrhunderts aus unterschiedlichsten Gründen strukturell intensiv bearbeitet: Durch den Hochwasserschutz, um Landwirtschaft und Siedlungsbau im direkten Umfeld der Gewässer zu ermöglichen, durch den Ausbau zu Schifffahrtswegen oder durch den Abbau von Bodenschätzen wurden diese eingedeicht, sowie die Auenbereiche abgeholzt und trocken gelegt, wobei oft verschmutztes Spülwasser in die Bäche eingeleitet wurde (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Einhergehend mit diesen anthropogenen Eingriffen in die Gefüge der Ökosysteme Fließgewässer sind die sogenannten Primärverschmutzungen, also Abwassereinleitungen, stark beeinflussend, da sie die Gewässer organisch und anorganisch belasten (Hamm 1996a), wodurch diese bevorzugt von anspruchslosen Tier- und Pflanzenarten besiedelt werden und keinen vielfältigen Lebensraum mehr darstellen (Jähning et al. 2011). Ein signifikantes Beispiel für die jahrelange Überformung und daraus resultierende Degeneration der biologischen Vielfalt ist der Vechtaer Moorbach. Der im Oldenburger Münsterland gelegene norddeutsche, sandgeprägte Tieflandbach wurde bereits 2004 im Rahmen der durch die EG-Wasserrahmenrichtlinie angestoßenen Untersuchungen von der Bezirksregierung Weser-Ems und dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz als erheblich verändertes Gewässer (HMWB = Heavily Modified Waterbodies) kategorisiert (Bezirksregierung Weser-Ems 2005). Allerdings wurde nicht nur die Gewässerstruktur in den letzten 60 Jahren stark verändert, sondern auch die Flächen im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs unterlagen dem strukturellen Wandel. Das Dreieck Lohne/Vechta/Dinklage (Abb. 1) hat sich im Verlauf der wirtschaftlichen Entwicklungen zu einem stark landwirtschaftlich geprägten Raum ausgebildet (Woltmann 2011), infolgedessen das karge Bild der Fließgewässerlandschaft durch das Aufkommen von Monokulturen und intensiven Feldbewirtschaftungen komplettiert wird. Einen besonderen Stellenwert nimmt hierbei der Maisanbau ein. Seitdem jene Kulturpflanze zusätzlich als erneuerbarer Energieträger zur Strom-, Wärme- oder Kraftstoffproduktion genutzt wird (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt,

Energie und Klimaschutz 2012), und nicht ausschließlich mehr als Futtermittel, sind die Flächen für den Maisanbau stetig gewachsen (Miedaner 2014). Parallel zu den Veränderungen in der Landwirtschaft ist aber auch der Umweltgedanke seit den 1980er Jahren verstärkt in die politischen Diskussionen aufgenommen worden, sodass der Bach oder der Fluss nicht mehr nur den oberirdischen Wasserabfluss gewährleisten soll, sondern auch als ganzheitliches Ökosystem mit Tieren und Pflanzen gesehen wird (Jähning et al. 2011). Die unter anderem daraus resultierenden Renaturierungs- und Revitalisierungsmaßnahmen, die unter der Leitung der Stadt Vechta in Kooperation mit dem zuständigen Unterhaltungsverband, der Hase-Wasseracht und diversen Planungsbüros im Zeitraum 2004 bis 2014 durchgeführt wurden, sollen sowohl eine strukturelle, als auch eine biologische Aufwertung des Vechtaer Moorbachs erzielen. Ob nun wirklich eine strukturelle, aber vor allem biologische Verbesserung erreicht werden konnte, stellt die Kernfrage dieser Arbeit dar. Mittels der monatlichen Untersuchung chemisch-physikalischer Parameter, der Erhebung des Makrozoobenthos in den Jahren 2013 und 2014 sowie der Strukturgütekartierung im Jahr 2014 werden die Auswirkungen der Neuanlegung einer Sekundäraue auf einer Fläche von etwa 8.250 m² (Höne 2011) und die Umgestaltung von insgesamt drei Dränvorflutern auf den Vechtaer Moorbach überprüft, um somit festzustellen, ob diese Ansätze von Renaturierungs- bzw. Revitalisierungsmaßnahmen einen Beitrag zur Heranführung von Flüssen und Bächen an ihren naturnahen Zustand leisten konnten. Zudem wird im Rahmen der Promotionsarbeit der Einfluss der zunehmenden “Vermaisung“ im direkten oberirdischen Einzugsgebiet auf das Ökosystem Fließgewässer mithilfe der Parameter Orthophosphat-P, Ammonium-N, Nitrat-N und Nitrit-N am Beispiel des oben genannten Gewässers analysiert und ausgewertet. Ob darüber hinaus womöglich ein Zusammenhang zwischen dem Renaturierungserfolg und der Entwicklung auf den landwirtschaftlichen Flächen besteht, wird im Verlauf der Auswertungen diskutiert.

2.1 Die Region Vechta – Stadt und Landkreis zugleich

Der Landkreis Vechta befindet sich mit ungefähr 135.000 Einwohnern und 812 km² im Norddeutschen Tiefland im Südwesten von Niedersachsen (Woltmann 2011). In Richtung Nordosten ist der Naturpark Wildeshausener Geest gelegen, im Süden ist der Naturpark Dümmer-See-Dammer-Berge lokalisiert und östlich grenzt das Goldenstedter Hochmoor an den Landkreis (Woltmann 2011). Bereits im 11. Jahrhundert wurde die Grafschaft

Vechta gegründet, deren Bezeichnung 1933 in Kreis Vechta übergang (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972). Kreisstadt ist die gleichnamige Stadt Vechta (Stadt Vechta 2011) (Abb. 1), deren Gründungsjahr wohl ebenfalls in das 11. Jahrhundert zurückreicht (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972), als der Graf von Ravensberg Vechta zum Burg- und Handelsplatz machte (Stadt Vechta 2011).

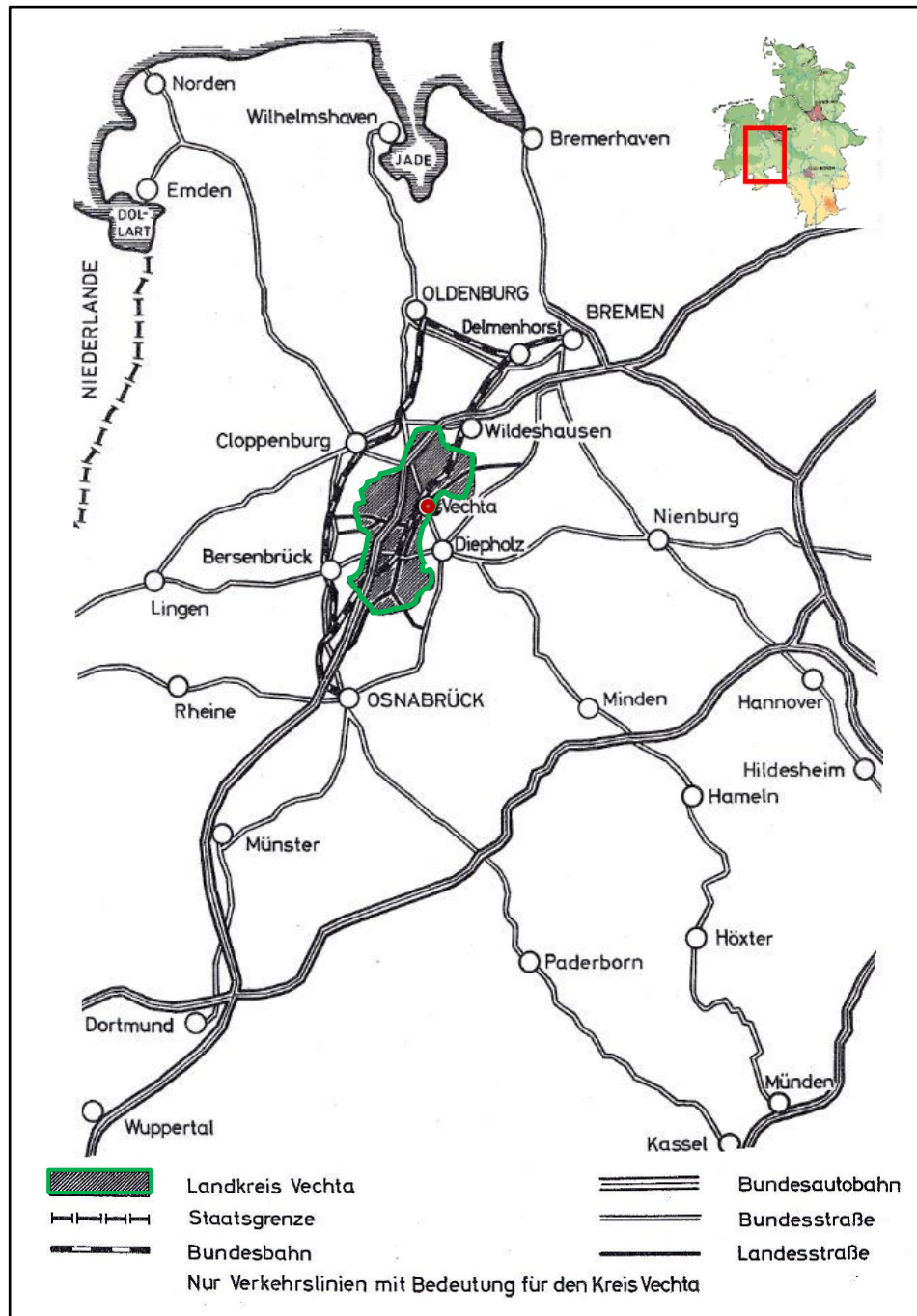


Abb. 1: Lage der Stadt Vechta (roter Punkt) und des Landkreises Vechta (grüne Markierung) im Südwesten von Niedersachsen (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972, verändert).

Vechta, die „als typische Moorpass-Stadt am Übergang der Rheinischen Straße über die nasse Senke zwischen der Geest im Norden und dem Höhenzug im Süden“ (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972, S. 28) entstand und somit bereits im Mittelalter

eine verkehrsgünstige Lage zwischen Bremen und Osnabrück hatte (Stadt Vechta 2011), ist sowohl in verwaltungstechnischer, als auch in kirchlicher und schulischer Hinsicht zentraler Knotenpunkt im Landkreis (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972). Die Region ist außerdem stark landwirtschaftlich geprägt, sodass unter anderem die Futtermittel- und Stallausrüstungsindustrie, aber auch die Ernährungsindustrie, der Maschinen- und Anlagenbau und die Kunststofftechnik die führenden Sparten in der Wirtschaftsstruktur im Bereich Vechta sind (Woltmann 2011). Die Stadt Vechta mit 32.000 Einwohnern stellt somit einen interessanten und modernen Wirtschaftsstandort im Norden Deutschlands dar, der mit immerhin 3.000 Gewerbebetrieben 8.000 Arbeitsplätze verfügbar macht (Stadt Vechta 2011). Aber nicht nur in Bezug auf die Wirtschaftsstrukturen hat Vechta einiges zu bieten. Auch im Bereich der Freizeitgestaltung können die Bewohner aufgrund der ländlichen Lage und des Vechtaer Moorbachs kurzfristig Naherholungsgebiete erreichen. Der Vechtaer Moorbach als Fließgewässerökosystem mit seiner gewässerbegleitenden Umgebung liegt dabei im besonderen Spannungsfeld zwischen landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutzinteressen. Doch um die Komplexität der Fließgewässerökosysteme und ihre weitreichende Bedeutung für Natur und Umwelt gänzlich verstehen zu können, ist ein Exkurs in die allgemeine Fließgewässerkunde notwendig. Zum Teil wird dadurch auch die später beschriebene Auswahl der Untersuchungsparameter verständlich.

2.2 Allgemeine Fließgewässerkunde

2.2.1 Morphologie

Weltweit sind etwa 70 % der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt. Einen Großteil machen die Ozeane mit 97,2 % aus. Die restlichen 0,65 % sind Süßwässer, die in Seen und Flüssen (Abb. 2), im Grundwasser, in der Bodenfeuchte oder in der Atmosphäre zirkulieren (Frimmel 1999).

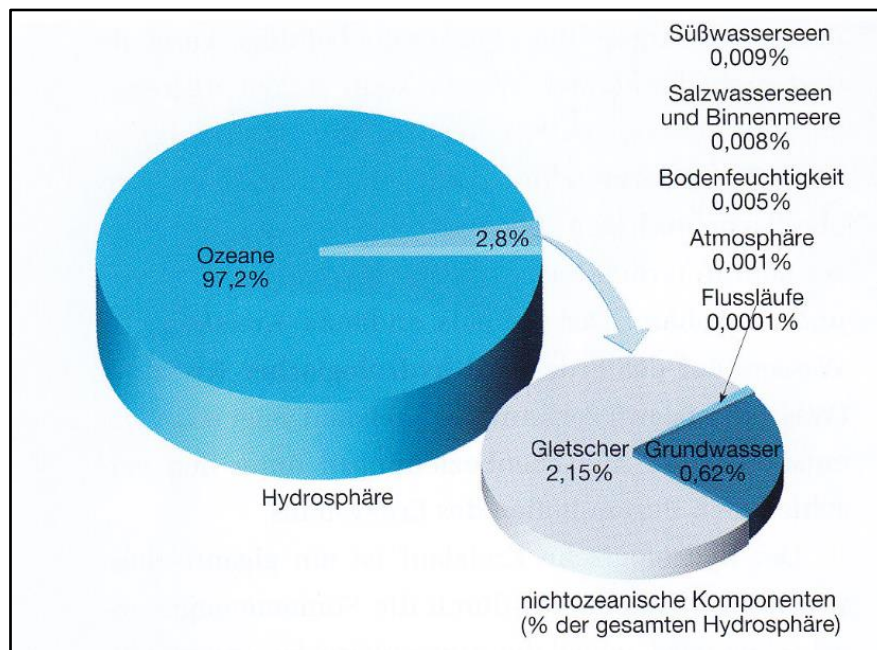


Abb. 2: Die Verteilung des Wassers auf der Erde (Tarbuck & Lutgens 2009).

Allein in Deutschland gibt es ca. 600.000 km Fließgewässerstrecke (Lüderitz & Jüpner 2009), sprich „lange, lineare Ökosysteme, in denen die eine Hauptstruktur (Flussbett) stationär, die andere (Freiwasser) gerichtet dynamisch ist“ (Schönborn 1992, S. 13). Primäre Bäche werden generell als Fließgewässer I. Ordnung bezeichnet (Schönborn 1992). Fließen zwei Gewässer I. Ordnung ineinander, so entsteht eines II. Ordnung (Schönborn 1992). Gewässer bis einschließlich zur III. Ordnung sind als Bach definiert, wohingegen alles darüber hinaus als Fluss betitelt wird (Schönborn 1992). Aus wasserrechtlicher Sicht hingegen sind Gewässer I. Ordnung diejenigen, die schiffbare Gewässerstrecken aufweisen. Kleinere Flüsse und Bäche gehören der II., sehr kleine Bäche der III. Ordnung an (Madsen & Tent 2000). Dieses System regelt die Hierarchie der Unterhaltung (Madsen & Tent 2000). Unabhängig davon, welcher Kategorie das fließende Element zugeordnet werden kann, weisen alle eine Gemeinsamkeit auf, sodass es sich bei entsprechend naturnahem Zustand um ein komplexes Ökosystem handelt, in dem Produzenten, Konsumenten und Destruenten im Wechselspiel miteinander agieren (Schönborn 2003). Als formender Faktor für die morphologische Ausprägung eines

Gewässers kann das Gefälle und damit insbesondere die Strömung benannt werden (Schönborn 2003). Betrachtet man den für norddeutsche Flüsse typischen Verlauf, so ist es die Strömung, die die Strukturen wie Prallhang, Gleithang oder beispielsweise Kolke (Abb. 3) entstehen lässt und das Gewässer durch stetige Erosions- und Akkumulationsprozesse formt (Madsen & Tent 2000). Die Strömung wiederum wird durch das Gefälle beeinflusst: Fließgewässer mit einem mittleren Gefälle von 25cm/100m haben eine geringe Strömung und können somit Mäander ausbilden (Madsen & Tent 2000). Hingegen sind Flüsse mit einem Gefälle von etwa 40 ‰ im Überwiegenden begradigt, sodass keine Mäanderstrukturen mehr vorhanden sind (Madsen & Tent 2000). Ohne anthropogene Einwirkungen würde es aber aufgrund von Wirbelströmungen und Turbulenzen nicht zu einem gradlinigen Verlauf des Gewässers kommen (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Durch die unterschiedlich hohe Strömungsdiversität sowohl flussabwärts, als auch im Querprofil des Gewässers, erodieren Stoffe im Flussbett und formen Prallhang (Breitenerosion, (Schönborn 1992)) und Kolk (Tiefenerosion, (Schönborn 1992)). Die durch Akkumulation in Strömungsfeldern mit geringer Fließung angesammelten Ablagerungen werden als Gleithänge bezeichnet (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985).

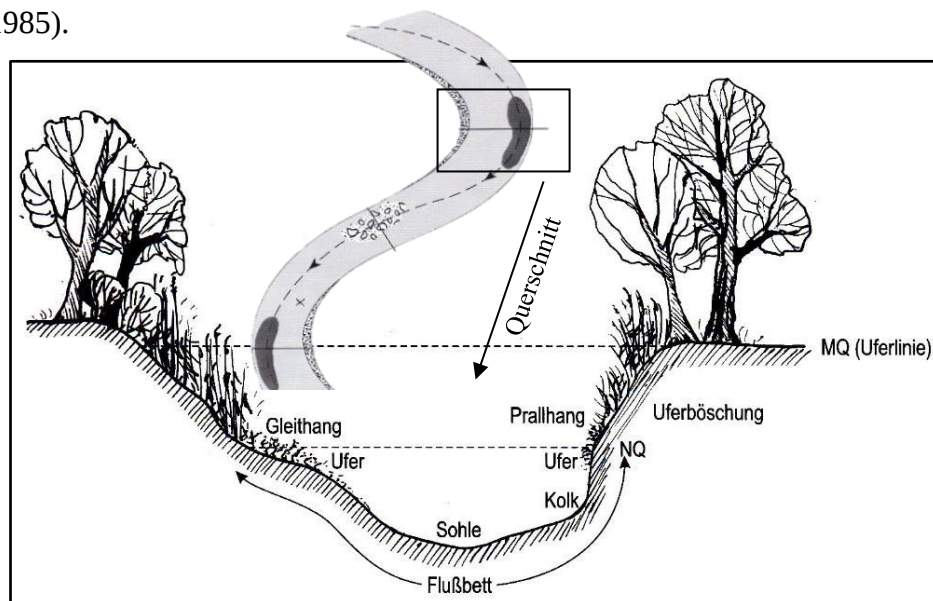


Abb. 3: Mäandrierender Bachverlauf mit vergrößertem Querschnitt an einer ausgewählten Stelle (Madsen & Tent 2000; Schönborn 2003, verändert).

Wurzeln oder Totholz, aber auch größere Steine im Flussbett sorgen für Strömungsunterbrechungen bzw. Verwirbelungen und somit für eine höhere Varianz des Strömungsbildes, wodurch unterschiedliche Habitate (Madsen & Tent 2000), sprich Stillen und Schnellen (Schönborn 1992), für die Organismen zur Verfügung stehen (Madsen & Tent 2000). Des Weiteren wird der Stofftransport auch durch die Vegetation beeinflusst,

sodass eine Modellierung des Flussbettes durch Sohlenerosionen und -aufhöhungen stattfindet (Schönborn 1992). „Der Ursprung vieler Fließgewässer sind Quellen, aus denen Grundwasser dauernd oder periodisch an die Oberfläche tritt und abfließt“ (Schönborn 1996, S. 1), womit das Flussbett auch bei Niedrigwasser immer mit Wasser bedeckt ist (Schönborn 1992). Ist dies gegeben, wird der obere Längsabschnitt eines Gewässers als Krenal (Quellregion) bezeichnet (Schönborn 1992). In dieser ist die Nährstoffkonzentration sehr gering, sodass die Primärproduktion nur bedingt abläuft und die Tier- und Pflanzenwelt reduziert vorliegt (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Die Quellregion ist somit der erste von drei Abschnitten einer allgemeingültigen Zonierung, die auf Grundlage der Temperaturmaxima und der Stromsohle erstellt wird (Schwoerbel & Brendelberger 2005). In dem darauf folgenden Streckenabschnitt, dem Rhithral, ist die Wassertemperatur weiterhin niedrig, das Gefälle aber stark ausgeprägt und somit die Sauerstoffsättigung aufgrund der dementsprechend hohen Fließgeschwindigkeit hoch (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Diese Zone, die typisch für Gebirgsbäche ist, ist bei Flachlandflüssen nur mit sehr kurzen Abschnitten vertreten und die Sohle ist überwiegend durch Kolke und seichte Stellen sowie Stillwasserbereiche gekennzeichnet, in denen Steine, Kies und nur vereinzelt auch Sand und Schlamm lagern (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Die letzte der drei Längszonen eines typischen Tieflandflusses wird Potamal genannt (Schönborn 1992). Es handelt sich hierbei um sommerwarme Gewässer mit schwankenden Temperaturen und einer geringen Sauerstoffsättigung (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Das Sohlensubstrat besteht überwiegend aus Sand und Schlamm, da die Strömung mittel bis schwach ausgeprägt ist (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Die geringe Fließung bewirkt zum einen eine Trübung durch Schwebstoffe und zum anderen die Möglichkeit der Mäander- und Auenbildung (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985), wodurch der Bach oder der Fluss intensiv mit seiner Umgebung verbunden ist (Schönborn 1992). Das eigentliche Verbindungselement stellt dabei die Uferlinie dar, die durch den Mittelwasserstand gezeichnet ist (Abb. 3) (Schönborn 1992). In diesem Zustand ist die Uferböschung von Wasser überflutet (Schönborn 1992). Hochwasser hingegen erhöhen nicht nur temporär die Transportkraft des Flusses, sie dehnen letztlich das Flussbett in das Hochwasserbett aus, womit die angrenzende und in diesem Fall überflutete Aue gemeint ist (Schönborn 1992). Die Flussauen, auch Flussniederungen genannt, bieten einen weiteren speziellen Lebensraum für zum Teil auch gefährdete Tiere und Pflanzen (Schönborn 1996), der von wechselnden Wasserständen, sowie Trockenheit und Nässe geprägt ist (Koenzen 2005). Durch die Überflutung mit Flusswasser werden Nährstoffe in

die Auenböden getragen, sodass jene flussbegleitenden Biotope zu den weltweit produktivsten (Schwoerbel & Brendelberger 2005) und artenreichsten Ökosystemen Mitteleuropas gehören (Abb. 4), soweit sie in voller Funktion vorliegen (Koenzen 2005).

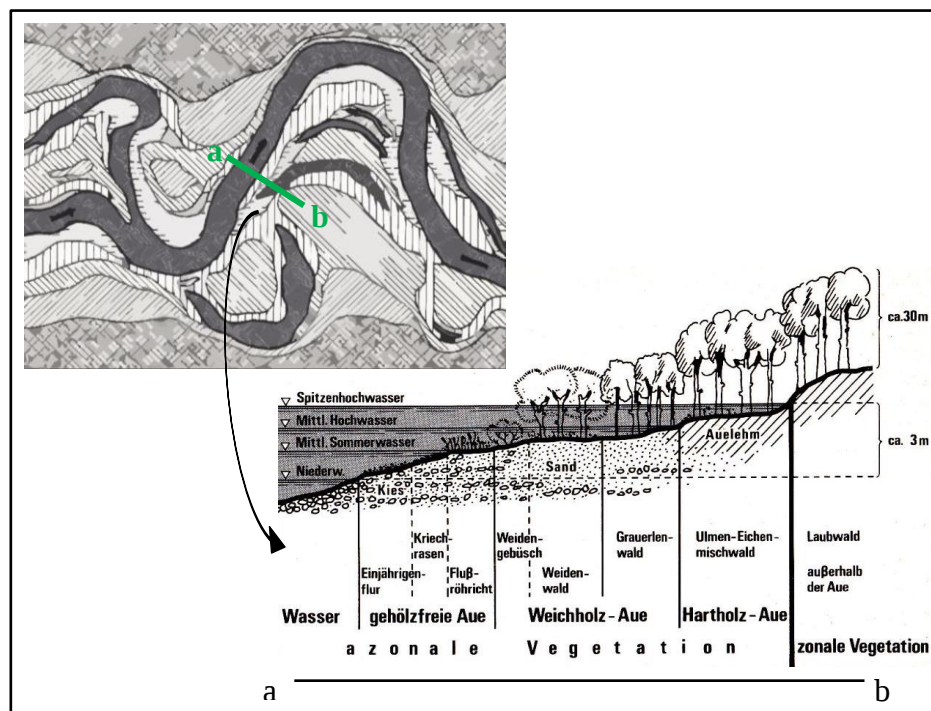


Abb. 4: Exemplarisch mäandrierender Flussverlauf mit einem Querschnitt der angrenzenden Auenlandschaft, der die Struktur der reliefbildenden, flutenden Welle verdeutlicht (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985, verändert).

Innerhalb der Aue ist keine lineare Zonierung festzuhalten, sondern eher eine durch die flutende Welle reliefbildende, ungleichmäßige Struktur (Abb. 4), die ein Nebeneinander verschiedenster Tier- und Pflanzengesellschaften bedingt (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Flussauen sind natürliche Lebensadern unserer Landschaft (Koenzen 2005) und haben zudem noch eine entscheidende Filterfunktion für das begleitende Gewässer (Schönborn 1996). Abhängig vom angrenzenden Naturraum werden Auen zum Beispiel in Wildflusslandschaften in den Alpen oder in große Talmoore im nordostdeutschen Tiefland unterschieden, sodass verschiedenste Auentypen nach den Charakteristika des jeweiligen Einzugsgebietes benannt werden können (Koenzen 2005). Ebenso wie die Auenlandschaften können Flüsse oder Bäche einzelnen Fließgewässertypen zugeordnet werden (Rasper 2001). Bis zum Jahr 2000 gab es in Deutschland die verschiedensten Typisierungen: Beispielsweise wurde nach dem Fisch-, Makrozoobenthos- oder Makrophytenbestand charakterisiert, sodass, im Übrigen auch in anderen europäischen Ländern, viele verschiedene Verfahren gleichzeitig genutzt wurden (Feld 2005). Um einen einheitlichen Ordnungsrahmen für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik zu schaffen, wurde 2000 die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen

Gemeinschaft (vgl. Kapitel 2.2.4) erlassen, woraufhin in Deutschland eine neue Fließgewässertypologie eingeführt wurde (Feld 2005). Anhand vorgegebener Typisierungskriterien wie beispielsweise Ökoregion, Höhenlage, Gewässergröße oder Sohlsubstrat werden 24 Fließgewässertypen festgelegt. Dabei werden zunächst die vier Landschaftsregionen “Alpen und Alpenvorland“, “Mittelgebirge“, “Norddeutsches Tiefland“ und “Ökoregion unabhängig“ unterschieden. In diesen vier Kategorien erfolgt eine weitere Unterteilung in eben insgesamt 24 Fließgewässertypen. Im Landschaftsbereich “Norddeutsches Tiefland“ werden acht Typen aufgeführt wie zum Beispiel “Sandgeprägte Tieflandbäche“ oder “Kiesgeprägte Tieflandflüsse“, wobei jeder einzelne Gewässertyp mittels eines Steckbriefs charakterisiert wird (Feld 2005). Die aufgeführten morphologischen, physikalischen, chemischen, hydrologischen und biozönotischen Merkmale beschreiben immer den Idealtyp des entsprechenden Gewässertyps und dienen zudem der Leitbildorientierung (Lüderitz & Jüpner 2009).

2.2.2 Der Stoffhaushalt der fließenden Welle

Im Mittel beträgt die Verweildauer des Wassers in einem Fluss etwa zehn Tage, wobei diese durch unterschiedlichste Einträge von Oberflächen und Böden beeinflusst wird (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Dementsprechend sind vor allem kleinere Fließgewässer bezüglich ihres Stoffhaushaltes ein Spiegelbild der geochemischen Bedingungen des Einzugsgebietes (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Jener Stoffhaushalt wird darüber hinaus sowohl durch Lösungsvorgänge, Verdunstung und Ausfällung, Adsorption und Desorption von Schwebstoffen und Sedimenten als auch durch gewässerinterne Umsätze und dem Austausch mit der Atmosphäre und dem Uferbereich oder aber Grundwasserzuströmen modifiziert (Schwoerbel & Brendelberger 2005). So wie die Morphologie eines Gewässers überwiegend durch die Strömung charakterisiert wird, so ist der Sauerstoffgehalt des Wassers für viele chemisch-biologische Abläufe relevant (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (=NLWKN) 2006). Dieser wird zum einen durch die Atmosphäre an der Wasseroberfläche, zum anderen durch die Photosynthese der Wasserpflanzen eingetragen, wobei sowohl Wind und Wasserbewegung, als auch Lichteinfall und Wassertemperatur diese Vorgänge beeinflussen (Schönborn 2003). Gleichzeitig wird der Sauerstoffgehalt des Flusses durch Atmung, Abbauvorgänge organischer Substanzen und Diffusion in die Luft wieder reduziert (NLWKN 2006). Das Gleichgewicht zwischen Sauerstoffeintrag und –

verbrauch kann durch Belastungen mit Nährstoffen gestört werden und zu einem Sauerstoffdefizit durch die erhöhte Abbaurate des organischen Materials führen (NLWKN 2006). In unbeschatteten Gewässerabschnitten können sogar starke Sauerstoffübersättigungen negative Auswirkungen auf die Organismen haben (NLWKN 2006). Mithilfe der Summenparameter “Biochemischer Sauerstoffbedarf“ (BSB) und “Chemischer Sauerstoffbedarf“ (CSB) kann die Aktivität des biologischen Abbaus durch Bakterien und damit der Grad der Verschmutzung des Gewässers gemessen werden (Frimmel 1999). Weitere bedeutende Nährstoffe und Salze, die zur chemischen Einschätzung von Flüssen herangezogen werden, sind beispielsweise Stickstoffverbindungen wie Ammonium, Nitrat oder Nitrit, aber auch Phosphat, Chlorid und Sulfat (NLWKN 2006). In oberirdischen Gewässern sind es unter anderem die gelösten N-Verbindungen, die das Pflanzenwachstum regulieren können (NLWKN 2014). Sie entstehen zum einen durch den Abbau von organischen Verbindungen, gelangen aber auch durch Auswaschungen und Erosionen von Ackerböden und zu geringen Anteilen aus der Atmosphäre in die Gewässer (Schönborn 2003). Ein Abbauprodukt von Eiweißen ist unter anderem Ammonium (Abb. 5) und somit das erste Glied im Stickstoffkreislauf der fließenden Welle (NLWKN 2006).

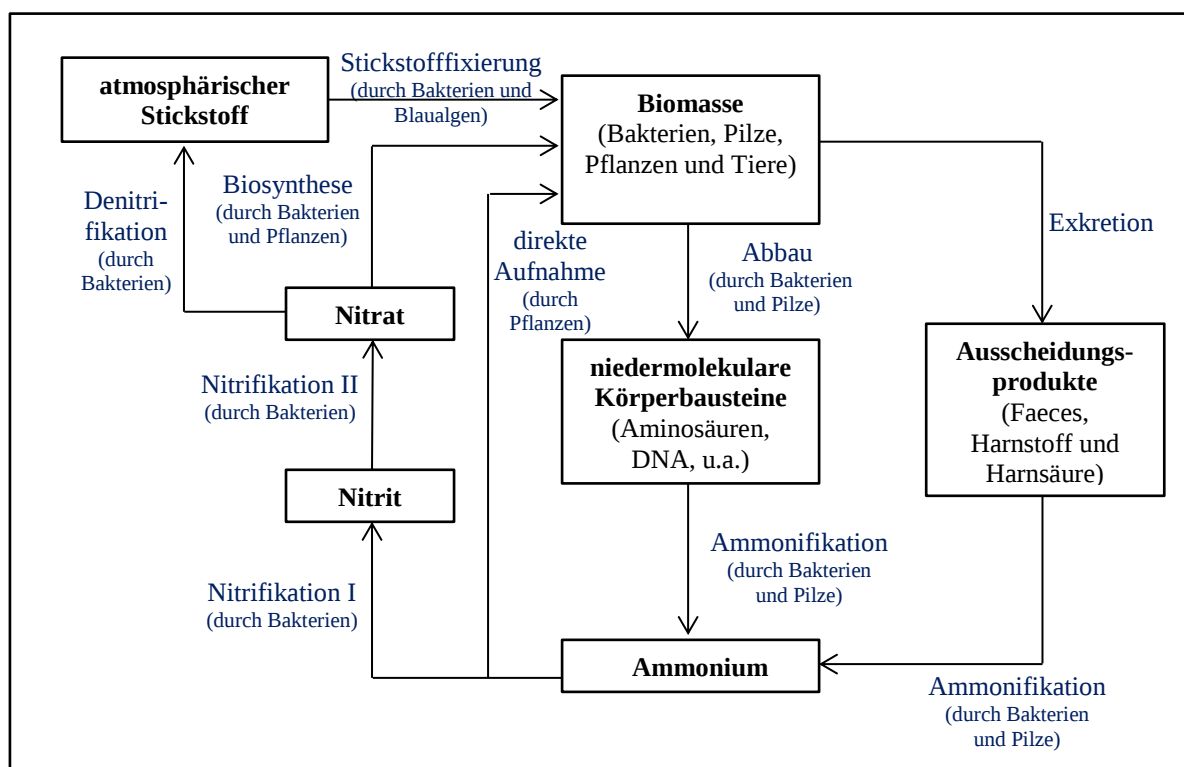


Abb. 5: Der biochemische Stickstoffkreislauf im Gewässer (Lacombe 1999, verändert).

Ist das Gewässer relativ unbelastet, tritt Ammonium in sehr geringen Mengen auf, sodass Ammonium im Umkehrschluss ein wesentlicher Anzeiger für Gewässerbelastungen ist

(NLWKN 2014). Ammonium kann von den Wasserpflanzen direkt als Nährstoff aufgenommen (NLWKN 2006) oder unter hohem Sauerstoffverbrauch zu Nitrit oxidiert werden (NLWKN 2014). Beispielsweise werden zur Nitrifikation von 1 mg Ammonium etwa 4,5 mg/l Sauerstoff benötigt (NLWKN 2006). Des Weiteren bildet sich aus Ammonium bei einer pH-Wert-Verschiebung in den alkalischen Bereich ($\text{pH} \geq 9$) vermehrt Ammoniak, welches auf die Gewässerorganismen eine toxische Wirkung hat (NLWKN 2014). Von den oben genannten Stickstoffverbindungen ist das toxische Zwischenprodukt Nitrit das Seltenste in Gewässern und vorwiegend nur in mit Abwässern belasteten Gerinnen vorzufinden (NLWKN 2014). Es entsteht als Übergangsprodukt während der Oxidation von Ammonium zu Nitrat (NLWKN 2006) (Abb. 5) und wird entsprechend des Sauerstoffgehaltes „relativ schnell oder auch langsam [...] zu Nitrat oxidiert“ (Schönborn 2003, S. 151). Nitrat hingegen ist die am häufigsten vorzufindende Stickstoffverbindung im Bach und ein wichtiger Pflanzennährstoff (NLWKN 2014). Bei sehr hohen Nitrat-Anteilen im Wasser kann dies zur Eutrophierung führen (NLWKN 2006). Die dann absterbenden Makrophyten werden unter hohem Sauerstoffverbrauch von Mikroorganismen abgebaut, sodass die Nährstoffe wieder freigesetzt werden, die dem Stickstoffkreislauf erneut zur Verfügung stehen und eine sogenannte Sekundärbelastung auslösen (NLWKN 2006). Ein Teil des Nitrats wird mittels Denitrifikation als molekularer Stickstoff an die Atmosphäre abgegeben (Abb. 5) (Hamm 1996a). Zusätzlich zum Abbauprodukt Ammonium entsteht Schwefelwasserstoff aus der Eiweißzersetzung. Bei entsprechendem Sauerstoffvorkommen oxidiert dieser über das Zwischenprodukt Schwefel zu Sulfat. Ist der Sauerstoffgehalt jedoch zu gering, setzt die Desulfurikation ein und Sulfat wird wieder zu Schwefelwasserstoff umgewandelt (Schönborn 2003). Dies kann vor allem in strömungsschwachen Uferbuchten oder Totwasserräumen geschehen, in denen die Schwefelwasserstoffansammlungen durch plötzliche Verwirbelungen toxische Reaktionen für Fische und Invertebraten hervorrufen können (Schönborn 2003). Abgesehen von moorigen Gewässern ist der Nährstoffgehalt an Phosphat in unbeeinflussten Bächen und Flüssen eher gering (NLWKN 2006) und somit der eigentlich limitierende Faktor für das Pflanzenwachstum (NLWKN 2014). Insgesamt sind drei Phosphatgruppen von Bedeutung: anorganisch gelöstes Phosphat (Ortho-Phosphat), organisch gelöstes Phosphat und partikuläres Phosphat (in Organismen, im Detritus oder im Sediment) (NLWKN 2006). Alle Gruppen zusammen ergeben den Summenparameter Gesamtposphor (TP) (NLWKN 2014), dessen Gehalt nur wenig über dem des Ortho-Phosphats liegt (Schönborn 2003), womit letzteres die wichtigste Phosphatfraktion darstellt (Gunkel 1996). Ortho-Phosphat

ist für das Wachstum von Wasserpflanzen sehr relevant, da es frei verfügbar ist und somit bei erhöhter Konzentration zur Verkrautung des Gewässers führen kann (NLWKN 2014). Die gebundenen Phosphate in ihrer stabilen Verbindung werden erst dann für den Stoffhaushalt bedeutend, wenn sie durch Sedimentation freigesetzt werden und so wiederum als Ortho-Phosphat verfügbar sind (NLWKN 2014). Ebenso wie die Parameter Karbonat- und Gesamthärte ist der Parameter Chlorid in überwiegenden Maßen von der Geologie des Einzugsgebiets abhängig (NLWKN 2006), wobei verschiedenste Geochemotypen unterschieden werden (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Zum Beispiel Silikatgesteinsregionen oder karbonatische Bereiche (Gunkel 1996). In den zuerst genannten Regionen sind die Chlorid-Werte eher gering, wie auch die elektrische Leitfähigkeit (allgemeiner Summenparameter für die Aktivität der im Wasser gelösten Ionen) (Gunkel 1996). Auf karbonatreichen Böden sind die elektrische Leitfähigkeit und auch der Chlorid-Gehalt deutlich höher (Gunkel 1996). Konzentrationen, die von den Bedingungen des Einzugsgebiets abweichen, sind Anzeichen für chloridhaltige, anthropogen bedingte Einleitungen (NLWKN 2006). Die Gesamthärte eines Gewässers hingegen ist ein Maß für die Anzahl der gelösten Erdalkalitionen, die zum einen Aussagen über die Fruchtbarkeit und zum anderen, in Verbindung mit den Anionen der Kohlensäure, Aussagen über die Pufferung eines Flusses zulassen (Frimmel 1999). Der Anteil an Magnesium- und Kalziumionen wird mittels der sogenannten Carbonathärte gemessen und ermöglicht ebenfalls Angaben zur Pufferfunktion des Gewässers (Barndt et al. 1989). Dabei sind Gewässer, die eine hohe Pufferkapazität aufweisen, relativ unempfindlich gegenüber pH-Wert-Änderungen (Barndt et al. 1989). Der pH-Wert wird zusätzlich zum geologischen Untergrund vom Durchfluss beeinflusst (Schönborn 1992) und gibt Auskunft über das saure, neutrale oder eben basische Milieu des Baches, indem die Konzentration der Hydroxoniumionen im Wasser gemessen wird (Barndt et al. 1989). Gewässer, deren pH-Wert zwischen 6,5 und 9,5 liegt, sind für Organismen nicht schädlich (Gunkel 1996). Im Gegensatz zu fast allen genannten Einflussgrößen, mit Ausnahme des Sauerstoffgehalts, ist vor allem bei der Temperatur eine konstante Zunahme von der Quelle bis zur Mündung zu notieren, wobei Wassertemperatur und Lufttemperatur eine lineare Abhängigkeit aufweisen (Schönborn 1992). Obwohl die Strömung direkt unterhalb der Wasseroberfläche am größten ist, kommt es aufgrund entsprechender Turbulenzen zu einer guten Durchmischung bezüglich der Temperatur im Flussquerschnitt (Schönborn 1992). Den Hauptenergielieferanten stellt das Sonnenlicht dar, das bei geringem Uferbewuchs ungehindert in das Gewässer eindringt und dessen Streuung lediglich durch im Wasser

befindliche Trübstoffe erhöht werden kann, da dann die Sichttiefe reduziert wird (Schönborn 1992).

All die aufgeführten Parameter bedingen sich natürlich gegenseitig und stehen zudem noch unter dem Einfluss von Grundwassereinströmungen und der Wechselwirkung mit dem Gewässerumland (Burberg et al. 1990). Darüber hinaus fließen ungefähr 20 % des Niederschlags oberirdisch in die Gewässer ein und rufen damit eine weitere Variable der Veränderung hervor (Schönborn 1992). Der Stoffhaushalt der fließenden Welle ist daher im ständigen Wandel und stellt somit eine spezielle Herausforderung für alle Wasserorganismen dar (Schönborn 1992).

2.2.3 Das Wechselspiel von Saprobie und Trophie und ihre Bedeutung für das Makrozoobenthos

Die Intensität der Primärproduktion, sprich die Trophie, steht der Intensität des Abbaus der organischen Substanz, also der Saprobie, gegenüber, wobei es sich dennoch nicht um voneinander gelöste Vorgänge handelt - sie greifen ineinander und bedingen sich wechselseitig (Schönborn 1992). Dieses Wechselspiel basiert auf drei unterschiedlichen Ernährungsgruppen: Produzenten, Konsumenten und Destruenten (Uhlmann & Horn 2001). Die Produzenten ernähren sich überwiegend von anorganischen Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorverbindungen (Uhlmann & Horn 2001). Damit wird von den Produzenten organische Masse aufgebaut, die wiederum den Konsumenten als Nahrungsgrundlage dient, die anschließend den Destruenten als organisch abbaubare Substanz vorliegt (Uhlmann & Horn 2001). Zusätzlich zu den Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorverbindungen benötigen die Makrophyten zur Leistung der Primärproduktion Wasser und Sonnenlicht (Schönborn 2003), sodass die Aktivität der produzierenden, konsumierenden und destruierenden Organismen sowohl von den chemisch-physikalischen, als auch von den morphologischen Gegebenheiten des Gewässers abhängig ist (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Die Trophie, auch als Assimilation bezeichnet (Schönborn 2003), kann zur Klassifizierung eines Fließgewässers herangezogen werden, indem die Chlorophyll-Werte ermittelt werden, wenn das Gewässer planktondominiert ist (Frimmel 1999). Geläufiger ist aber das Verfahren der Saprobien-Index-Bestimmung, das eine Aussage über die organische Belastung eines Flusses oder Baches zulässt (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Das Verhältnis zwischen Trophie und Saprobie bedingt sich, wie

oben bereits erwähnt, gegenseitig: Steigt der Umsatz der autotrophen Organismen, nimmt die Biomasse zu und die Aktivität der heterotrophen Organismen wird ebenfalls intensiver (Abb. 6) (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Da zwischen der Trophie und der Nährstoffkonzentration im Wasser positive Korrelationen bestehen (Schönborn 2003), kann ein erhöhtes Aufkommen an anorganischen Nährstoffen das Gleichgewicht zwischen Trophie und Saprobie unterbrechen (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Die mehr als ausreichende Nahrungsgrundlage der heterotrophen Organismen ermöglicht eine gesteigerte Assimilationsrate (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Zeitverzögert setzt in natürlichen Fließgewässern auch eine Zunahme der Saprobie ein, sodass durch die stärkere Abbauleistung der Konsumenten das Gleichgewicht zwischen Assimilation und Dissimilation wieder hergestellt werden kann (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Dieser Vorgang, der alle Glieder der Nahrungskette mit einschließt, wird allgemein als natürliche Selbstreinigungskraft des Gewässers bezeichnet (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985), die jedoch durch Einleitungen von Dränagen oder Abwässern unterbunden werden kann (Schwoerbel & Brendelberger 2005).

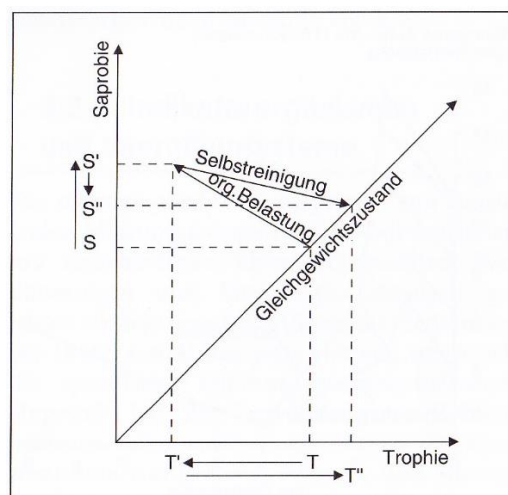


Abb. 6: Die Beziehung zwischen Trophie und Saprobie. Bei der Belastung eines Baches mit organischen Abwässern nimmt die Saprobie von S nach S' zu, die Trophie von T nach T' ab. Bei der Selbstreinigung regulieren sich beide Größen beispielsweise auf S'' und T'' (Schwoerbel & Brendelberger 2005).

Da durch die ständige Zufuhr von Nährstoffen selbst eine erhöhte Abbauleistung das Gleichgewicht zwischen Trophie und Saprobie nicht wieder herstellen kann (Schwoerbel & Brendelberger 2005), kommt es zur Sekundärbelastung durch allochthone Saprobie (Schönborn 1992). Der Sauerstoffgehalt sinkt durch die vermehrte Dissimilation, sodass der Sauerstoffverbrauch beispielsweise in Form einer BSB-Messung (vgl. Kapitel 2.2.2) ebenfalls als Maß der Belastung herangezogen werden kann (Schönborn 2003). Die unterschiedlichen Belastungsgrade von oligosaprob bis polysaprob (Schönborn 2003) lassen sich mittels der Saprobien-Index-Bestimmung anhand des Makrozoobenthos

herausfinden, welches artspezifisch unterschiedliche ökologische Valenzen aufweist und somit die Möglichkeit bietet, Gewässerbelastungen mithilfe katalogisierter Indikatororganismen zu identifizieren (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Zum Makrozoobenthos zählen Organismen aus dem Benthos, dem Bereich des Gewässerbettes, sodass zusätzlich zum autochthonen und allochthonen Stoffhaushalt der fließenden Welle (Schönborn 2003) die Struktur der Gewässersohle (Schwoerbel & Brendelberger 2005) und die Strömungsbedingungen (Schönborn 2003) für Zeigerorganismen wie Turbellarien, Amphipoden, Ephemeropteren, Plecopteren, Trichopteren oder Dipteren relevant sind (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Beispielsweise ist die sogenannte Prandtl'sche Grenzschicht (eine laminare Grenzschicht zwischen dem strömenden Wasser und dem Benthos mit sehr geringer Strömung) bei einer durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit von etwa 1 m/s 1 mm hoch. Das erfordert entsprechende Anpassungen der Tiere, die eine längszonale Verteilung (Abb. 7) unterschiedlicher Arten und Ernährungstypen im Flussverlauf erkennen lassen (Schönborn 2003).

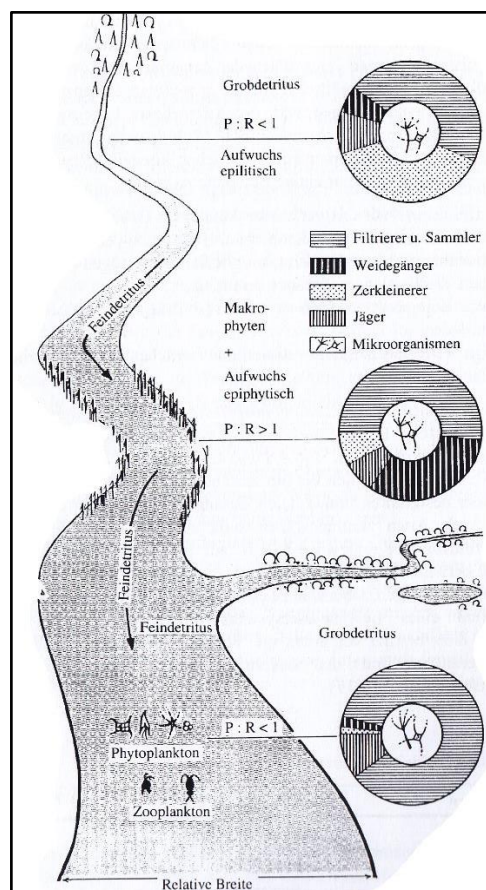


Abb. 7: Idealisierte Längszonierung eines Fließgewässers auf Grundlage der Ernährungstypen und Strömungsanpassungen des Makrozoobenthos, wobei P=Produktion/Assimilation und R=Respiration/Dissimilation steht (Patt et al. 2011).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sowohl hydrologische Bedingungen, wie das Gefälle und die Strömung, als auch der Stoffhaushalt und die Anwesenheit von Mikrohabitaten durch abwechselnde Gewässerstrukturen und auch das Nahrungsangebot im Einklang mit dem Wechselspiel aus Trophie und Saprobie die Fließgewässerfauna auf natürliche Weise entscheidend prägen (Lacombe 1999). Diese natürliche Dynamik wurde in den vergangenen Jahren aufgrund unterschiedlicher Beweggründe immer wieder gestört.

2.2.4 Die historische Entwicklung der Fließgewässer in Deutschland: Von der Flurbereinigung bis zur EG-WRRL

In Deutschland gibt es, wie bereits erwähnt, etwa 600.000 km Fließgewässerstrecke (Lüderitz & Jüpner 2009), deren Weg durch die Lösung von Gestein oder Ausfurchung lockeren Bodens gezeichnet ist und über den einen oder anderen Umweg immer im Meer endet (Schönborn 1992). Fließgewässer sind durch oberirdisch abfließendes Wasser charakterisiert, welches beispielsweise aus dem Wasserüberschuss aus Seen, Mooren oder Sümpfen, aber auch durch Grundwasseraustritt oder Niederschlägen hervorgeht (Schönborn 1992). Im Norddeutschen Tiefland sind viele heute noch aktive Flüsse und Bäche auf den glazialen Einfluss und die geomorphologischen Prozesse des Quartärs zurückzuführen (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Im Flächenland Niedersachsen mit rund 47.500 km² existieren insgesamt 180.000 km Strecke Fließgewässer, von denen 2.116 km Gewässer I. Ordnung, 27.900 km Gewässer II. Ordnung und die restlichen 149.984 km mindestens III. Ordnung sind (Kairies & Dahlmann 1995). Aber nur wenige Kilometer können als naturnah bezeichnet werden (Kairies & Dahlmann 1995). Auf ganz Deutschland bezogen sind 80 % der 600.000 km Bach- und Flusstrecke „in ihrer Struktur deutlich, stark, sehr stark oder vollständig verändert bzw. geschädigt“ (Lüderitz & Jüpner 2009, S. 96) und stellen somit nur noch einen eingeschränkten Lebensraum für Tiere oder Pflanzen dar (Kairies & Dahlmann 1995). Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass jene 600.000 km Gewässerstrecke bezüglich der heutigen Ausdehnungen ermittelt wurden und nicht auf Grundlage der ursprünglichen Verläufe (Lüderitz & Jüpner 2009). Allein an dem kleinen Ausschnitt der Ems bei Warendorf (Abb. 8) wird deutlich, dass die heutigen Angaben zu den Gewässerverläufen nur noch einen Bruchteil ihrer natürlichen Ausdehnung darstellen.

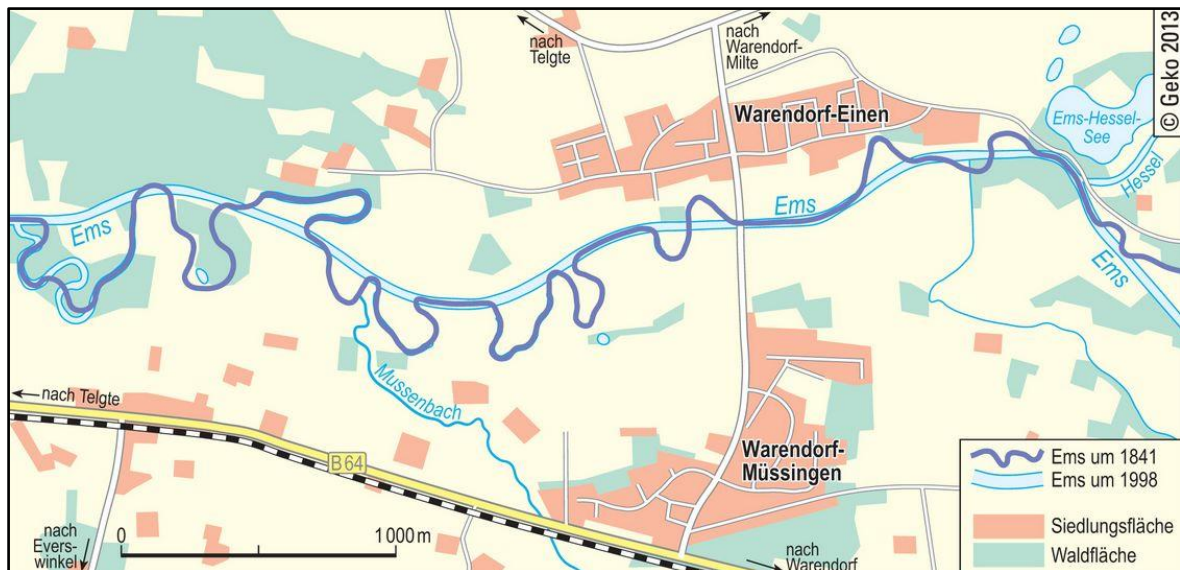


Abb. 8: Der Verlauf der Ems bei Warendorf vor (dunkelblau) und nach (hellblau) den Begradigungen¹, macht deutlich, wie viele Kilometer Gewässerstrecke durch Verlaufsbegradigungen verloren gegangen sind.

Europaweit sind die natürlichen Bach- und Flussverläufe und auch die begleitenden Auen mit Sträuchern und Bäumen bewachsen gewesen (Abb. 9), deren Erlen- und Weidenwurzeln ins Wasser ragten und dadurch zum einen besondere Habitate kreierten und zum anderen die Flussufer und -sohlen stabilisierten (Schönborn 1996).



Abb. 9: Verlauf eines kleinen Bachlaufs des Vechtaer Moorbachs in einem Waldstück in Norddeutschland im Sommer 2015, der in seiner Struktur über die Jahre kaum verändert wurde (© Logemann).

Bereits „seit dem 3. Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung [griff der Mensch] als Ackerbauer und Viehzüchter durch Rodungen und Weidebewirtschaftung in die Naturwaldbestände ein“ (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985, S. 89) und dehnte die

¹ http://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen_Regional/Naturraum/Emsrenaturierung, letzter Aufruf: 25.10.2015, 10.37 Uhr.

landwirtschaftlichen Kulturflächen durch feudale Gesellschaftsstrukturen bis zum Ende des 13. Jahrhunderts aus (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Im 16. und 17. Jahrhundert stieg die Rodung von Waldflächen intensiv an (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003) und hinzu kam die frühzeitige Nutzung der bodenfeuchten und nährstoffreichen Auen als fruchtbares Ackerland (Baumgart et al. 2005), wodurch ihre Funktionen im Naturhaushalt nachhaltig zerstört wurden (Jähning et al. 2011). Diese Eingriffe sind überwiegend punktuell in Erscheinung getreten, wobei das flächendeckende Destruieren der Fluss- und Auenlandschaften erst mit dem Einsatz technischer Geräte im 19. Jahrhundert einherging (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Nach den Kriegsjahren um 1950 wurden mittels öffentlicher Maßnahmen die Flussauen trockengelegt und die Gewässerläufe begradigt, um die landwirtschaftlichen Nutzflächen auszudehnen und die Versorgung der Bevölkerung zu gewährleisten, wodurch vor allem die kleineren Bäche den Charakter eines Fließgewässers verloren haben (Lüderitz & Jüpner 2009). Die an die Gewässer grenzenden Flächen wurden durch die Bearbeitung regelrecht versiegelt, sodass deren Retentionskraft herabgesetzt wurde (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Im Rahmen der sogenannten Flurbereinigungen in den 1960er und 1970er Jahren wurde die Gewässermorphologie derart modifiziert, dass sie nun mehr einem Abflussgerinne mit Regelprofil gleicht (Lüderitz & Jüpner 2009). Grünlandflächen wurden ebenfalls intensiv bewirtschaftet oder gar zu Ackerflächen umgebrochen, womit die Belastung der Gewässer durch diffuse Einträge mit Nährstoffen und Feinsedimenten, besonders im Falle von hohen Niederschlägen, zunahm (Baumgart et al. 2005), da sowohl die Transportleistung der Vegetation, als auch die Rückhalteleistung des Bodens vermindert worden war (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Des Weiteren kam es durch das anthropogen erzwungene Regelprofil zu starken Schwankungen zwischen Wasserständen bei Niedrig- und Hochwasser und zu einer Erhöhung der Abflussmengen bei reduzierter Abflusszeit (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003), sodass vielerorts Stauwerke zur Regulierung der Wasserstände eingerichtet wurden (Lüderitz & Jüpner 2009). Trotz der Staustufen können die Wassermassen, deren Kraft sich flussabwärts summiert, nicht immer einen geeigneten Hochwasserschutz gewährleisten (Schwoerbel & Brendelberger 2005), womit durch die ebenfalls anthropogen gestärkte Erosionskraft des Gewässers (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003) enorme Schäden entstehen können (Schwoerbel & Brendelberger 2005), zumal der Siedlungsbau mit versiegelten Flächen nah an die Fließgewässer herangekommen ist (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Mit dem Einbau der Querbauwerke hat sich die ohnehin schon geringe Reliefenergie der norddeutschen

Tieflandbäche gänzlich auf das Fließverhalten der Flüsse und Bäche ausgewirkt und vielerorts zu Rückstauerscheinungen geführt (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Hinzu kommen die regelmäßigen Unterhaltungsmaßnahmen in Form von Gehölzpflege, Sohl- und Böschungsmahd sowie das Ausbaggern des Gewässers (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003), die naturferne, kanalartige Abflusssysteme mit Einheitsböschung schufen (Dahl et al. 2005). Am Ende der 1960er Jahre waren fast sämtliche Bäche und Flüsse in ihrer Morphologie und Hydrologie derart abgewandelt (Jähning et al. 2011), dass sie sich nicht mehr selbst regenerieren konnten (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Erst im Verlauf der 1970er Jahre wurde erkannt, dass die Fließgewässer ihre grundlegenden ökologischen Funktionen nicht mehr erfüllen konnten und zudem weder die Fischerei in heimischen Gewässern gewinnbringend betrieben werden konnte, noch die Trinkwasserentnahme möglich war (Lüderitz & Jüpner 2009). 1973 wurde auf diesen Missstand mit einem gemeinsamen Runderlass von Landwirtschafts- und Kultusminister reagiert, indem veranlasst wurde, zukünftige wasserbauliche Maßnahmen naturnah und unter der Berücksichtigung von Naturschutz und Landschaftspflege zu betreiben (Dahl et al. 2005). Es stellte sich allerdings heraus, dass wegen der starken Strukturveränderungen keine natürlichen Gewässertypen mehr vorhanden waren, nach deren Vorbild Gewässerausführungen getätigt werden könnten (Lüderitz & Jüpner 2009). 1973 und 1974 wurden viele Erlen und Weiden in den Uferbereich der Tieflandgewässer gepflanzt, wodurch sich die Vorstellung festigte, naturnahe Flüsse und Bäche wiederherstellen zu können (Dahl et al. 2005). 1975 wurde der BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland) gegründet, im Folgejahr das Bundesnaturschutzgesetz verabschiedet und die ersten Bewirtschaftungspläne aufgestellt, die die Wasserökologie einbezogen (Dahl et al. 2005), da bis dato ebenfalls die biologische und chemische Qualität des Wassers durch Nähr- und Schadstoffeinträge belastet wurde (Lüderitz & Jüpner 2009). Eine erstmalige Kartierung der Ökosystemminderungen erfolgte in den Jahren 1990 und 1991 (Dahl et al. 2005), woraufhin Kommunen, Naturschutzorganisationen, Wasser- und Bodenverbände viele einzelne Projekte zur Verbesserung der Situationen umsetzten, die die Entfernung von Ufer- und Sohlbefestigungen, das Anlegen von Schleifen um Wehre oder den Wiederanschluss an die Auenlandschaft eines Gewässers beinhalteten (Jähning et al. 2011). Durch die im Folgenden eingeführte “Flora und Fauna Habitat Richtlinie“ (FFH-Richtlinie) wurde erstmals auch der Schutz der Arten in ihren speziellen Lebensräumen verstärkt in den Fokus gerückt, sodass mittels der Renaturierungsmaßnahmen naturnahe Bedingungen in die Fließgewässerökosysteme zurückkehrten (Jähning et al. 2011). Hinter

dem Begriff “Renaturierung“ verstecken sich viele Ideen und Ansätze, wobei einige Definitionen wie zum Beispiel Revitalisierung oder Sanierung sogar synonym eingesetzt werden, obwohl es streng genommen Abgrenzungen gibt. Eine Renaturierung verfolgt laut Zerbe et al. (2009) das Ziel, einen Zustand geringer Nutzungs- bzw. Eingriffsintensität zu erhalten. Damit dies erfolgen kann, sollte die Nutzung des Gewässers und des Umfeldes in jeglicher Form unterbunden und Entwicklungsziele mittels natürlicher Sukzession erreicht werden (Zerbe et al. 2009). Dahingegen soll mithilfe einer Revitalisierung die „Wiederherstellung von erwünschten abiotischen Umweltbedingungen als Voraussetzung für die Ansiedlung von standorttypischen Lebensgemeinschaften [bewirkt werden]“ (Zerbe et al. 2009, S. 4). Eine Rehabilitation schließt die „Wiederherstellung von bestimmten Ökosystemfunktionen gemäß eines historischen Referenzzustandes [ein]“ (Zerbe et al. 2009, S. 3), die im Falle einer Rekonstruktion mit technischen Veränderungen umgesetzt wird (Zerbe et al. 2009). Ganz anders ist es bei der Durchführung einer Extensivierung, die sich auf die Verringerung der Nutzungsintensität angrenzender Gebiete bezieht und somit im weitesten Sinne zur Vielfalt ökologischer Renaturierungskonzepte hinzugefügt werden kann (Zerbe et al. 2009). Unabhängig davon, ob nun auch noch Begriffe wie “Rekultivierung“, “Sanierung oder Wiederherstellung der ökologischen Integrität“ bzw. “Ökosystemgesundheit“ verwendet werden, allen Bezeichnungen ist die Wiederherstellung eines ursprünglichen, natürlichen oder diesem möglichst stark angenäherten Zustand des betroffenen Ökosystems gemein (Zerbe et al. 2009). In Bezug auf Fließgewässer werden am häufigsten und treffendsten die Begriffe der Renaturierung und Revitalisierung verwendet (Zerbe et al. 2009). Mit dem Jahr 2000 tritt die “Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft“ (EG-WRRL) und somit ein Ordnungsrahmen in Kraft (Fröhlich & Irmer 2005), der eine umfassende ökologische Untersuchung und Sanierung der Gewässer vorschreibt (Jähning et al. 2011), um Binnen-, Übergangs-, Küstengewässer und das Grundwasser zu schützen (Fröhlich & Irmer 2005). Es wird das Ziel verfolgt, mit Hilfe von Bewirtschaftungsplänen und dem Anlegen von Flussgebietseinheiten (Fröhlich & Irmer 2005) sämtliche Oberflächengewässer bis 2015 in einen guten ökologischen Zustand zu versetzen, es sei denn, das Gewässer befindet sich in einem erheblich veränderten Zustand, dann wird lediglich das gute ökologische Potenzial des entsprechenden Gewässers angestrebt (Jähning et al. 2011). Im Unterschied zu bereits erlassenen Richtlinien wird mittels der EG-WRRL die Gesamtheit des aquatischen Ökosystems anhand der Organismengruppen überprüft (Jähning et al. 2011). Insbesondere für kleinere Fließgewässer, wie Bäche, werden die Gruppen des Phytoplanktons, der

Makrophyten, des Makrozoobenthos und der Fische herangezogen, wobei der langfristige Erfolg entscheidend ist (NLWKN 2014). Darüber hinaus wird angeraten, eine Überprüfung der Nährstoffgehalte im Wasser durchzuführen (NLWKN 2014). Allerdings werden für eine positive Wirksamkeit auf die Gewässerbiozöten umfangreiche hydromorphologische Veränderungen vorausgesetzt, die nur möglich sind, wenn entsprechend gewässerbegleitende Flächen zur Verfügung stehen (Jähning et al. 2011), damit beispielsweise Uferrandstreifen, Retentionsflächen (die natürliche Retentionsfähigkeit ist oftmals durch Begradigungen, Eindeichungen oder Versiegelungen drastisch herabgesetzt (Lüderitz & Jüpner 2009)), die Nutzung von erosionsmindernden Bodenbearbeitungstechniken oder die Teilnahme an Extensivierungsprogrammen gewährleistet werden können (Baumgart et al. 2005). Nach ersten Bestandsaufnahmen sind derzeit fast alle europäischen Länder, die sich an der EG-WRRL beteiligen, nicht in der Lage, für ihre oberirdischen Gewässer einen guten ökologischen Zustand oder gar ein gutes ökologisches Potenzial zu erzielen (Jähning et al. 2011). Die wasserbaulichen Eingriffe sind auf den in Deutschland befindlichen 600.000 km Fließgewässerstrecke allgegenwärtig und so kommt es, dass nur 20 % der im Rahmen der EG-WRRL untersuchten 33.000 km Gewässerstrecke „in einem morphologisch gesehen annähernd naturnahen Zustand [vorliegen]“ (Lüderitz & Jüpner 2009, S. 96). Hingegen sind 33 % in einem äußerst schlechten Zustand und nur bei 14 % ist es möglich, die Zielvereinbarungen zu erreichen (Lüderitz & Jüpner 2009). Dabei sind überwiegend die Strukturveränderungen der Flüsse und Bäche und die organischen Belastungen die Ursache für das Nichterreichen der Vorhaben der EG-WRRL, sodass eine Fristverlängerung bis 2027 auf Antrag möglich und in vielen Fällen auch notwendig ist (Jähning et al. 2011). Anstrebenswert ist zuerst eine Verbesserung der allgemeinen Wasserqualität im gesamten Einzugsgebiet, die dann durch eine Aufwertung der Habitatstruktur, wenn auch anfänglich nur vereinzelt, die Entstehung von typischen aquatischen Lebensgemeinschaften zulässt (Jähning et al. 2011). Die Revitalisierungen sollten aber nicht durch sogenannte Biomanipulationen, also durch das anthropogen gesteuerte Einsetzen von Tier- und Pflanzengesellschaften, vorangetrieben werden, da dies einen weiteren Eingriff in den Naturhaushalt darstellen würde (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Erstrebenswerter ist es, die Stoffbelastung herabzusetzen (Kail & Wolter 2011), eine Vergrößerung der Lauflänge durch Mäandrieren begradigter Abschnitte, eine Verbesserung der Strukturvielfalt im Gewässerbett, beispielsweise durch Totholzeinlagerungen oder das Anlegen von Kiesbänken (Schwoerbel & Brendelberger 2005), und vor allem die Durchgängigkeit des Gewässers wieder

herbeizuführen, um somit eine Wiederbesiedlung mit aquatischer Flora und Fauna zu ermöglichen (Kail & Wolter 2011). Auch wenn seit der Verabschiedung der EG-WRRL viele, zum Teil kleinere Projekte durchgeführt wurden, besteht dennoch aktuell ein Wissensdefizit bezüglich der Wirksamkeit der absolvierten Renaturierungsmaßnahmen (Jähning et al. 2011). So kann bislang keine Prognose für die morphologisch dynamischen Entwicklungen von renaturierten Gewässerabschnitten in anthropogen geprägten Einzugsgebieten oder über die gemeinsame Wirkung von lokalen Maßnahmen zum Rückhalt von Nährstoffen und Feinsedimenten getroffen werden (Kail & Wolter 2011). Des Weiteren sind die Auswirkungen multipler Belastungen und die entsprechenden Wirkungen von Revitalisierungen von Gewässern im Norddeutschen Tiefland bis jetzt kaum bewertet worden (Kail & Wolter 2011). Dieses sind ungeklärte Fragen, die weitere Untersuchungen im gewässerökologischen Bereich fordern und womöglich mithilfe für diese Situationen angefertigter Leitbilder einzelner Fließgewässertypen beantwortet werden können.

2.3 Der Vechtaer Moorbach

2.3.1 Ein Bach mit Geschichte

Die Geschichte des Vechtaer Moorbachs ist ein Paradebeispiel für die eben beschriebenen Entwicklungen im Bereich der Fließgewässerlandschaft in Deutschland, die nun in Einzelheiten beleuchtet wird, um die später durchgeführten Renaturierungen (vgl. Kapitel 3.1) besser verstehen zu können. Der Vechtaer Moorbach beginnt nördlich von Vechta nahe Hagstedt (Abb. 10) als kleines Rinnsal (N 52° 49.108', E 008° 16.126'). Nach Hagstedt passiert dieser das Dorf Astrup, um daran anschließend bei Holtrup zum Teil durch den Staatsforst Alhorn zu fließen (pers. Mitt. Höne, Hase-Wasseracht).



Abb. 10: Der Vechtaer Moorbach (blau gekennzeichnet) in seiner vollen Längsausdehnung in einer Karte aus dem Jahre 1805 (Le Coq 1805, verändert). (Ein Maßstab ist nicht mehr verfügbar).

Im weiteren Verlauf strömt der Vechtaer Moorbach nun mit zunehmender Größe durch die Ortschaften Westerlutton, Holzhausen, Telbrake und Füchtel und gelangt dann an die Wassermühle inmitten der Stadt Vechta (pers. Mitt. Höne, Hase-Wasseracht). Beim

Ausfluss aus dem Siedlungsgebiet durchfließt der Moorbach die städtische Weide und geht dann im Bereich Daren in den Fladderkanal über (pers. Mitt. Höne, Hase-Wasseracht). Laut dem Niedersächsischem Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2007) ist der Vechtaer Moorbach im oberen Abschnitt als löss/lehmgeprägter und im restlichen Verlauf als sandgeprägter Tieflandbach kategorisiert und müsste, falls der Moorbach in seiner Ursprünglichkeit erhalten geblieben wäre, somit, dem Leitbild entsprechend, im löss/lehmgeprägten Bereich folgende Eigenschaften aufweisen: Der geschlängelte bis mäandrierende, manchmal sommertrockene Bach weist natürlicherweise eine hohe Einschnitttiefe auf, sodass die Prallhänge zwar zum Teil stark unterspült werden, aber aufgrund der lösshaltigen Substrate trotzdem sehr stabil sind (Pottgießer & Sommerhäuser 2008). Das überwiegende Sohlmaterial ist Schluff und Ton, wobei geringe organische Anteile möglich sind. Die Strömung ist über die Länge des Baches relativ gleichbleibend und nur vereinzelt durch plattige Hartsubstrate unterbrochen (Pottgießer & Sommerhäuser 2008). Die Artenanzahl ist insgesamt betrachtet eher gering, da die hohen Mineralanteile in der fließenden Welle für viele Organismen lebensfeindliche Bedingungen darstellen (Pottgießer & Sommerhäuser 2008). Die sandgeprägten Fließgewässer hingegen sind stark mäandrierend und verlaufen in einem flachen Muldental, dessen dominierendes Sohlsubstrat Sand ist (Pottgießer & Sommerhäuser 2008). Vereinzelt sind kleine Kiesablagerungen zu erkennen (Pottgießer & Sommerhäuser 2008). Aufgrund der stellenweise turbulenten Strömung sind die Strukturen Prall- und Gleithang vorhanden, die zusätzlich durch Totholzablagerungen abwechslungsreiche Habitate für Zerkleinerer wie Weidegänger, aber auch Detritus- und Sedimentfresser erschließen (Pottgießer & Sommerhäuser 2008). Diese Szenerie eines stark mäandrierenden Vechtaer Moorbachs (Abb. 11) prägten zum einen die Geschichten der Kaufleute, deren Ware beim Passieren des Moorbachs durch eine sogenannte Furth Gefahr lief, von den Fluten weggeschwemmt zu werden und zum anderen die der Bauersleute zwischen 1817 und 1870, die „in Stiefelholzschuhen Roggen gemäht [haben]“ (Themann 1976, S. 5). Letzteres ist sogar ein eindeutiges Indiz für regelmäßige Hochwasser, die eine ehemalige Auenlandschaft entlang des Vechtaer Moorbachs vermuten lassen.

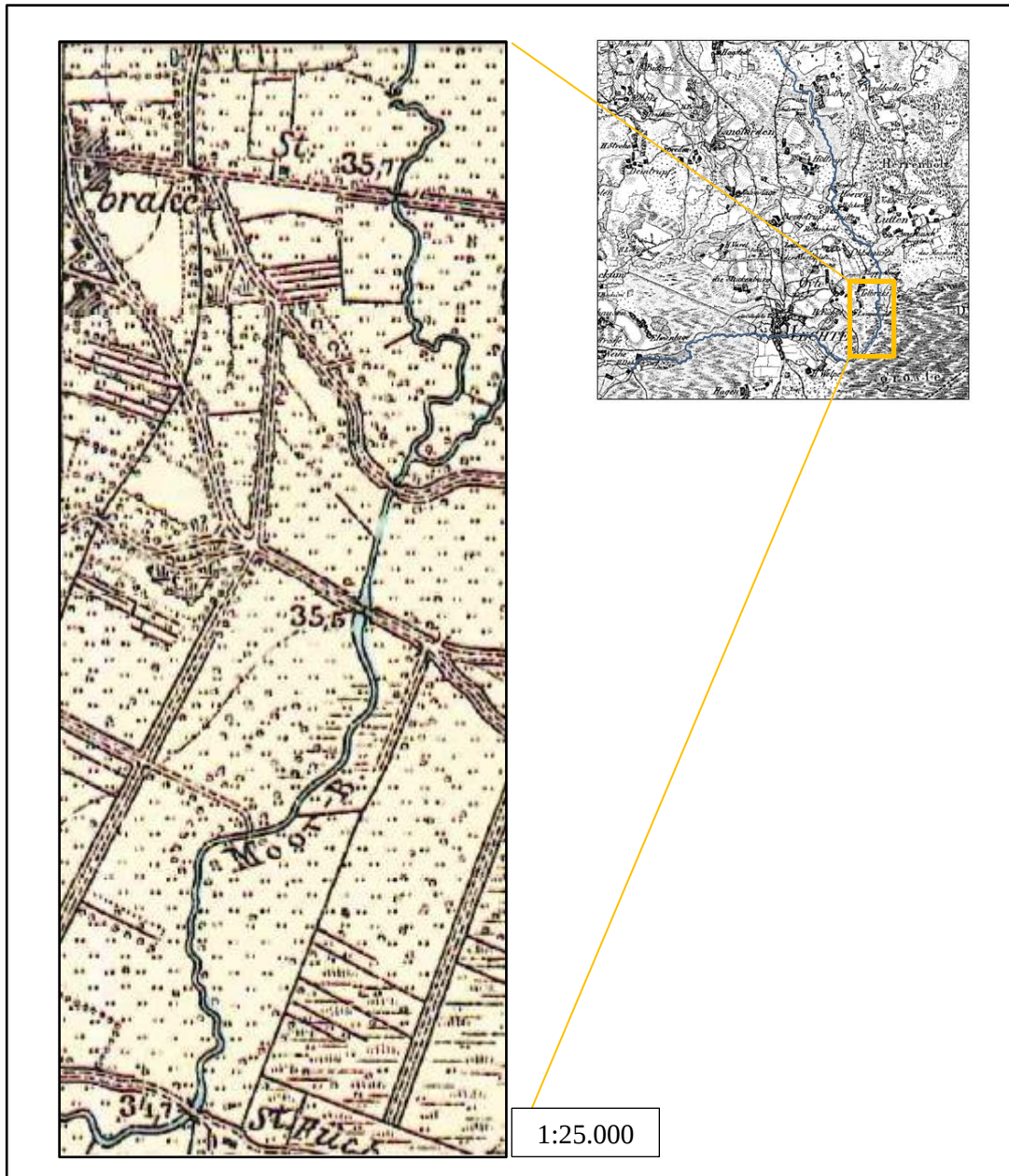


Abb. 11: Der Verlauf des Vechtaer Moorbachs östlich vom heutigen Stadtgebiet auf einer Karte aus dem Jahr 1898, der deutliche und typische Mäanderstrukturen aufweist (Rathaus Goldenstedt 1898). (Die erneute Aufführung der Karte von Le Coq aus dem Jahr 1805 dient lediglich zur Orientierung des Kartenausschnitts).

Direkte Eingriffe in das Gewässer gab es zur damaligen Zeit nur durch den aufkommenden Brückenbau und durch das installierte Stauwehr mit einer Absturzhöhe von 1,10 m (Bezirksregierung Weser-Ems 2005), das zur Inbetriebnahme der Wassermühle im Jahr 1727² benötigt wurde. Die Tiefe im Staubereich der Wassermühle wurde zudem auch als Badestelle genutzt (Hellbernd & Kuropka 1993). Ab 1931 wurde auf der städtischen Weide, der sogenannten Marsch, ein kleiner Flughafen aufgebaut, der zunächst dem zivilen Luftsport und Flugverkehr diente (Hellbernd & Kuropka 1993). In Anbetracht des Zweiten

² <http://www.niedersaechsische-muehlenstrasse.de/index.php?id=329>, letzter Aufruf: 09.06.2015, 10.37 Uhr.

Weltkrieges musste der Flughafen auf Anweisungen der Deutschen Luftwaffe erweitert werden, sodass es in diesem Abschnitt zu einer Laufverlagerung (Abb. 12) des Vechtaer Moorbachs kam (Hellbernd & Kuropka 1993).

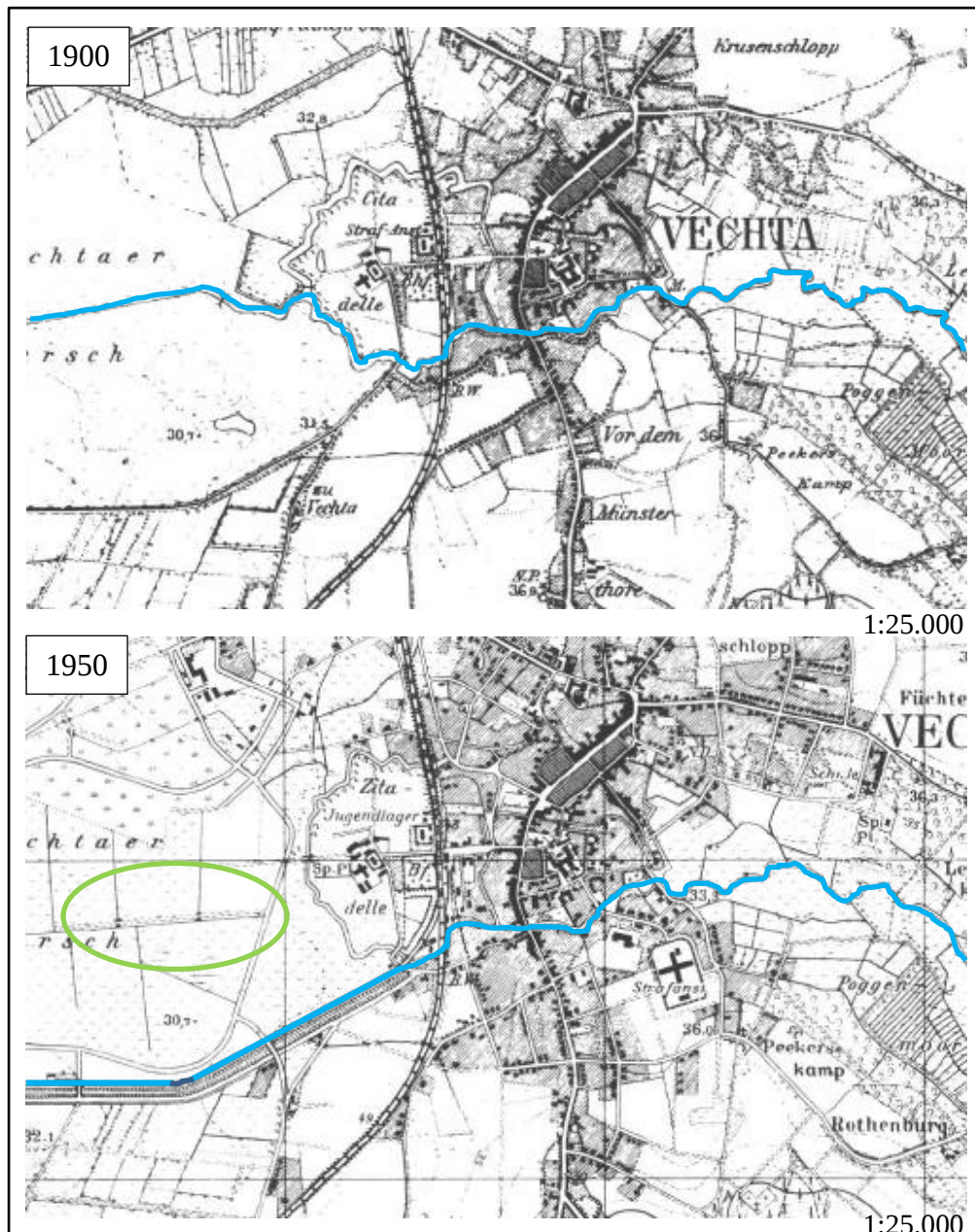


Abb. 12: Übersichtskarte von Vechta aus dem Jahr 1900 (oben) und 1950 (unten). Der Vechtaer Moorbach ist jeweils blau eingezeichnet, sodass die Laufverlegung, die in der Vorkriegszeit aufgrund der Flughafenausdehnung (grüne Markierung) durchgeführt wurde, deutlich wird (Klohn 1990, verändert).

Die darüber hinaus entsprechend gravierenden gewässerbaulichen Maßnahmen wurden ab den 1960er Jahren mit dem Aufkommen der Unterhaltungsverbände geplant und durchgeführt (Hase-Wasseracht 1966). Ursächlich für diese Regulierungen waren Überflutungen in Siedlungsgebieten und auf Ackerflächen (vgl. Kapitel 2.3.2). So wurden beispielsweise etwa 4 km des Gewässerverlaufs des Vechtaer Moorbachs oberhalb des Stadtgebiets im Bereich Telbrake / Oythe weitestgehend begradigt (Hase-Wasseracht

1986). Durchstiche wurden nur in Einzelfällen vorgenommen, wie bei der Verlegung des Zuflusses Schlochter Bäke (Hase-Wasseracht 1973). Aber die Sohlbreite des Moorbachs wurde reduziert, sodass auch bei mittlerer Wasserführung eine günstige Wassertiefe erzielt werden kann (Hase-Wasseracht 1973). Des Weiteren wurden die Böschungen im typischen Unterhaltungsprofil angelegt und diese folglich zur Sicherung an vielen Stellen mit Bongossi-Flechtmatten und Laubholzfaschinen ausgekleidet (Abb. 13).

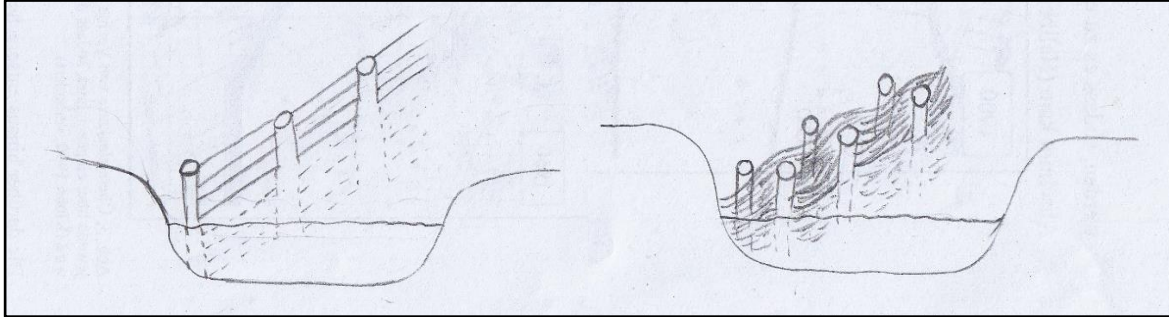


Abb. 13: Links: Schemazeichnung von installierten Bongossi-Flechtmatten. Mittelgroße Hölzer werden dazu senkrecht im Uferbereich im Gewässergrund befestigt und die Zwischenräume mit den sogenannten Bongossi-Flechtmatten gefüllt. Rechts: Schemazeichnung von Laubholzfaschinen, bei denen mittelgroße Hölzer mit einem entsprechenden Abstand seitlich versetzt senkrecht im Uferbereich in den Grund eingelassen werden, damit dann biegsame Zweige und Äste waagrecht in die Zwischenräume gepresst werden (© Logemann).

Unter den Brücken wurden sogar 0,20 m starke Böschungspflaster eingesetzt, um die Stabilität der Brücken zu sichern und ein Unterspülen zu verhindern (Hase-Wasseracht 1973). Durch die zusätzlich geschaffenen Drainagegräben und das starke naturbedingte Längsgefälle erhöht sich die Abflussmenge des Vechtaer Moorbachs und somit die Fließgeschwindigkeit (Hase-Wasseracht 1973). Damit diese keine allzu starke Tiefenerosion erzeugt, sind einige strömungsbrechende Sohlabstürze mit einer Mindesthöhe von 0,50 m eingearbeitet worden (Hase-Wasseracht 1973). 1977 erfolgte dann der Ausbau der knapp 2,50 km langen Strecke zwischen dem Klärwerk und dem Bahndurchlass (Abb. 14) unterhalb der Stadt Vechta (Hase-Wasseracht 1988).

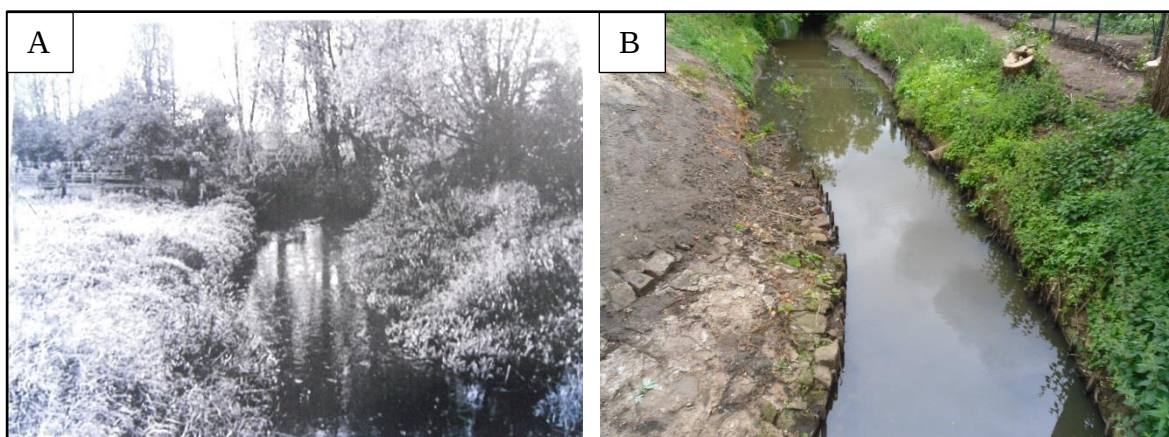


Abb. 14: Blick von der Bahnbrücke auf den Vechtaer Moorbach. A: 1966 (Hase-Wasseracht 1966); B: 2015 (© Logemann).

Auch hier führte man die zur damaligen Zeit leider schon standardisierten Schritte des Ausbaus durch: Anlage eines Regelprofils mit einem Böschungsverhältnis von 1:1 (Hase-Wasseracht 1988), allgemeine Verbreiterung der Linienführung mit einer durchschnittlichen Sohlbreite von 3,50 m (Hase-Wasseracht 1976) und die leichte Vertiefung der Gewässersohle (Hase-Wasseracht 1988). Damit konnten der mittlere Wasserstand um 0,50 m abgesenkt (Hase-Wasseracht 1976) und Hochwasserwellen vermieden werden, um beispielsweise die umliegenden Ackerflächen verstärkt zur intensiven Nutzung heranzuziehen (Hase-Wasseracht 1966). Bei entsprechend starken Fluten konnte nun auch der Stadtbereich durch den geregelten Abfluss im Bachunterlauf der Stadt gesichert und Regenwasser kanalisiert werden. Die dann erhöhte Strömung hätte zu Uferunterspülungen führen können (Hase-Wasseracht 1966), die wiederum durch den Einbau von Bongossi-Flechtmaten unterbunden wurde (Hase-Wasseracht 1988). Aufgrund der gewässerbaulichen Maßnahmen oberhalb der Stadt Vechta in den 1970er Jahren erhöhte sich die Wassermenge, die der Moorbach derzeit durch die Stadt transportiert, enorm, die nicht nur mit Hilfe der eben genannten Maßnahmen unterhalb der Stadt kompensiert werden konnte (Hase-Wasseracht 1986). Innerhalb der Stadt wurden daraufhin die Uferwände massiv befestigt, die Sohle vertieft und mittels Schüttsteinen (Hase-Wasseracht 1986) bzw. zum Teil sogar mit einer Betondecke fixiert (Hase-Wasseracht 1973).

Gewässer-kilometer		Ausbaulänge (m)	Gesamt-aushub-boden (m³)	Böschungs-pflaster 20cm (m²)	Schüttstein-lagen 20cm (m²)	Sohl-abstürze (0,5 - 0,8m)
von	5 + 350	2239	~22.800	120	/	1
bis	7 + 589					
von	7 + 589	869	~7.200	650	1.000	1
bis	8 + 458					
von	10 + 359	3120	~24.000	80	/	/
bis	13 + 479					
von	13 + 479	2010	~18.300	50	/	1
bis	15 + 489					
von	15 + 489	3280	~19.100	80	/	2
bis	18 + 769					
von	18 + 769	3685	~16.200	100	/	4
bis	22 + 454					

Tab. 1: Zusammenfassung ausgewählter technischer Daten zu den gewässerbaulichen Maßnahmen am Vechtaer Moorbach, wobei beispielsweise die Angabe "5 + 350" den Punkt im Vechtaer Moorbach markiert, der 5 km und 350 m von der Mündung in den Fladderkanal entfernt ist (Hase-Wasseracht 1973, verändert).

Die bereits 1977 ausgebaute Bachstrecke zwischen dem Bahndurchlass (Gewässerkilometer: 5 + 350) und dem Klärwerk (Gewässerkilometer: 00 + 589) befand sich 1988, zumindest wasserbautechnisch, in einem schlechten Zustand (Hase-Wasseracht 1988). Die Bongossi-Flechtmatten waren hinterspült, defekt oder gar nicht mehr vorhanden, die steilen Böschungen stellenweise abgerutscht und gefährdeten somit die angrenzende, parallel verlaufende Kreisstraße (Hase-Wasseracht 1988). Darüber hinaus lag eine starke Tiefenerosion vor, die durch den Ausbau einer rechtsseitigen 2,00 bis 3,50 m breiten Berme aufgefangen wurde (Hase-Wasseracht 1988). Sowohl die Gewässersohle als auch die Uferböschung wurden zudem durch Steinschüttungen verstärkt (Hase-Wasseracht 1988). Die linksseitige Uferböschung wurde aus Platzmangel mittels Anpflanzungen gesichert und die Fließgeschwindigkeit durch vermehrte Sohlschwellen aus Steinschüttungen reduziert, sodass auch Erosionen der feinen und schluffigen Sande im Gewässerbett unterbrochen wurden (Hase-Wasseracht 1988). Insgesamt wurden somit zwischen 1936 und 1990 etwa 15,20 km Fließgewässerstrecke des Vechtaer Moorbachs ausgebaut (Tab. 1), was ungefähr 74,51 % (Abb. 15) des Baches ausmacht (Hase-Wasseracht 1973). Die aktuellen Veränderungen und Renaturierungsmaßnahmen werden im Kapitel 3.1 im Zusammenhang mit der Beschreibung des Untersuchungsgebiets ausführlich erläutert.

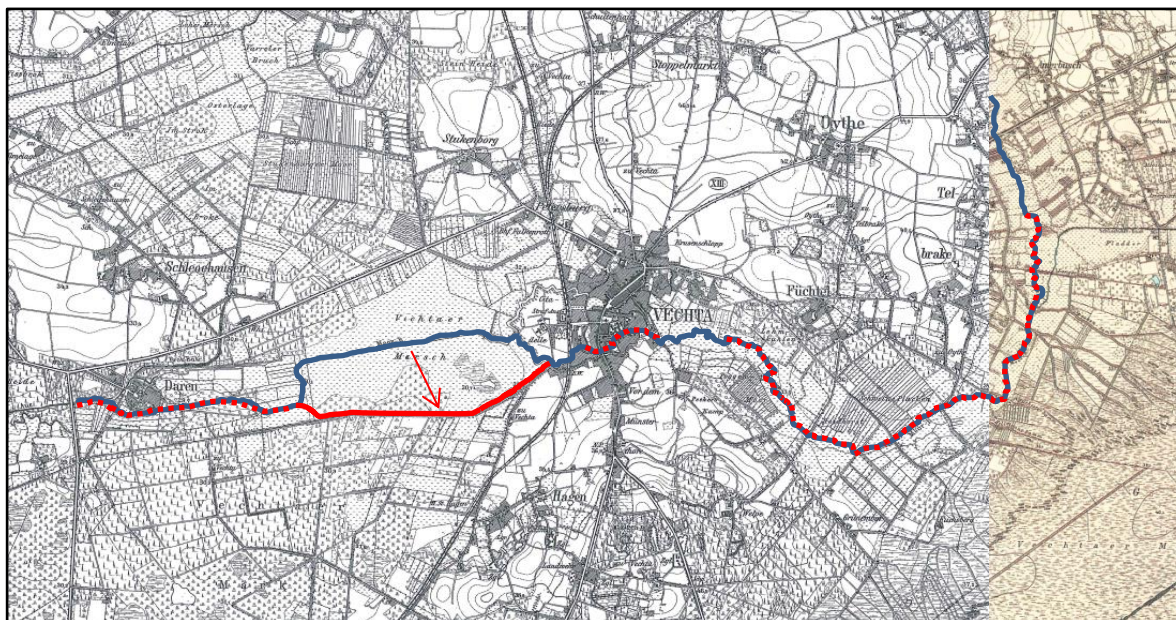


Abb. 15: Der Verlauf des Vechtaer Moorbachs auf einer zusammengestellten Karte aus den Jahren 1900 (links) und 1898 (rechts), wobei die ursprüngliche Linienführung dunkelblau, die Bachverlegung aus den 1930er Jahren rot und die ausgebauten Strecken des Vechtaer Moorbachs rot gepunktet gekennzeichnet sind (Katasteramt Vechta 1900; Rathaus Goldenstedt 1898, verändert).

2.3.2 Die Landwirtschaft im Einzugsgebiet im Wandel der Zeit

Wie im vorangegangenen Kapitel erläutert, sind vor allem die Entwicklungen in der Landwirtschaft grundlegende Ursache der baulichen Veränderungen am und im Vechtaer Moorbach, sodass nun die Details der Entwicklung dieses Wirtschaftssektors dargestellt werden. Laut dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2012) werden zurzeit 2,6 Millionen ha Fläche landwirtschaftlich genutzt, wobei davon ca. 1,9 Millionen ha als Ackerland und 0,7 Millionen ha als Grünland fungieren. Insgesamt hat das Flächenland Niedersachsen eine Größe von gut 4,8 Millionen ha, sodass dem landwirtschaftlichen Sektor eine entsprechende Bedeutung beizumessen ist.³ Der Landkreis Vechta, der auch das Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs umfasst, weist eine Fläche von 76.008 ha auf (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972). Aktuell werden davon etwa 54.670 ha landwirtschaftlich bewirtschaftet.⁴ Diese Zahl war in der Vergangenheit längst nicht so hoch. Aus den Beiträgen zur Besiedlung von Lutten (nördlich gelegene Gemeinde im Kreis Vechta), die sich auf die Jahre 1800 bis 1870 beziehen, geht hervor, dass es im Quellgebiet und in der Umgebung des Vechtaer Moorbachs häufig zu Hochwassern kam (Abb. 16), sodass „die Wiesen bis ans Ackerland [...] öfters einige Wochen [...] große Seen [bildeten]“ (Themann 1976, S. 5).



Abb. 16: Überschwemmungen im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs an der Oyther Furt bei der „Oyther Bäke“ im Winter 1978/79 (Katholische Kirchengemeinde Lutten 1979).

Milchwagen mussten häufig mithilfe eines zweiten Gespanns aus dem Schlamm gezogen werden und der Roggen wurde zuweilen in Stiefeln geerntet (Themann 1976). Diese Ausführungen machen deutlich, wie schwierig die Bewirtschaftung der Äcker zur

³http://www.niedersachsen.de/land_leute/land/zahlen_fakten/laendervergleich_flaeche/19949.html, letzter Aufruf: 07.07.2015, 15.02 Uhr.

⁴<http://www.landkreis-vechta.de/politik-und-verwaltung/der-landkreis-vechta/zahlen-daten-fakten.html>, letzter Aufruf: 09.07.2015, 08.00 Uhr.

damaligen Zeit war, und lassen ebenfalls vermuten, dass vor allem im direkten Grenzgebiet zum Vechtaer Moorbach ausschließlich Wiesen vorhanden waren, da eine Nutzung der Flächen als Ackerland durch Staunässe überhaupt nicht möglich war (Themann 1976). Durch das Aufkommen von Unterhaltungsverbänden und die Notwendigkeit, mehr Raum für den landwirtschaftlichen Sektor zu schaffen, „hat die Hase-Wasseracht nach dem Zweiten Weltkriege gehörig aufgeräumt und sämtliche Bäche begradigt, verbreitert und vertieft“ (Themann 1976, S. 5). Insgesamt bestanden die Maßnahmen nicht nur in den direkten Eingriffen in die Fließgewässer (vgl. Kapitel 2.3.1), sondern auch in dem Gestalten neuer Gräben mit Vorfluterfunktion und dem Anlegen von Dränagen in den bis dahin noch durch Staunässe betroffenen Flächen (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972).

Jahr	Landwirtschaftlich genutzte Fläche ha	Ackerfläche		Grünland	
		ha	%	ha	%
1960	52.842	27.135	51,4	25.707	48,6
1971	54.092	33.812	62,5	20.280	37,5

Tab. 2: Flächennutzung der landwirtschaftlichen Betriebe über 2 ha Landfläche im Landkreis Vechta in den Jahren 1960 und 1971 (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972, verändert).

Von 1960 bis 1971 stieg der Flächenanteil der Äcker um 11,1 % (Tab. 2), die des Grünlandes sank entsprechend um diesen Anteil, da die zuvor nur als Grünland zu gebrauchenden Flächen aufgrund der Dränage nun auch ackertechnisch genutzt werden konnten (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972). Weiterhin wurden aber nur etwa 52 % der Grünlandflächen intensiv genutzt (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972). Der Rahmenentwurf zur Entwässerung im Niederungsgebiet des Vechtaer Moorbachs oberhalb Vechtas von 1973 (Abb. 17) weist eben diesen weiteren Bedarf im Ausbau des Einzugsgebietes des Vechtaer Moorbachs auf (Hase-Wasseracht 1973), zumal die Landwirtschaft die Existenzgrundlage für einen Großteil der Bevölkerung darstellte und als Nahrungsmittelproduzent auch über die Kreisgrenzen hinaus wirtschaftliche Relevanz hatte (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972). Parallel zum Ausbau und zu der Dränierung des Gebiets rund um den Vechtaer Moorbach konnte sich die Landwirtschaft auf den neu gewonnen Flächen weiter entwickeln. Wie in ganz Deutschland bzw. Niedersachsen nahm die Größe der einzelnen Betriebe auch im Landkreis Vechta zu, die Gesamtanzahl hingegen sank (Landwirtschaftskammer Weser-Ems 1972).

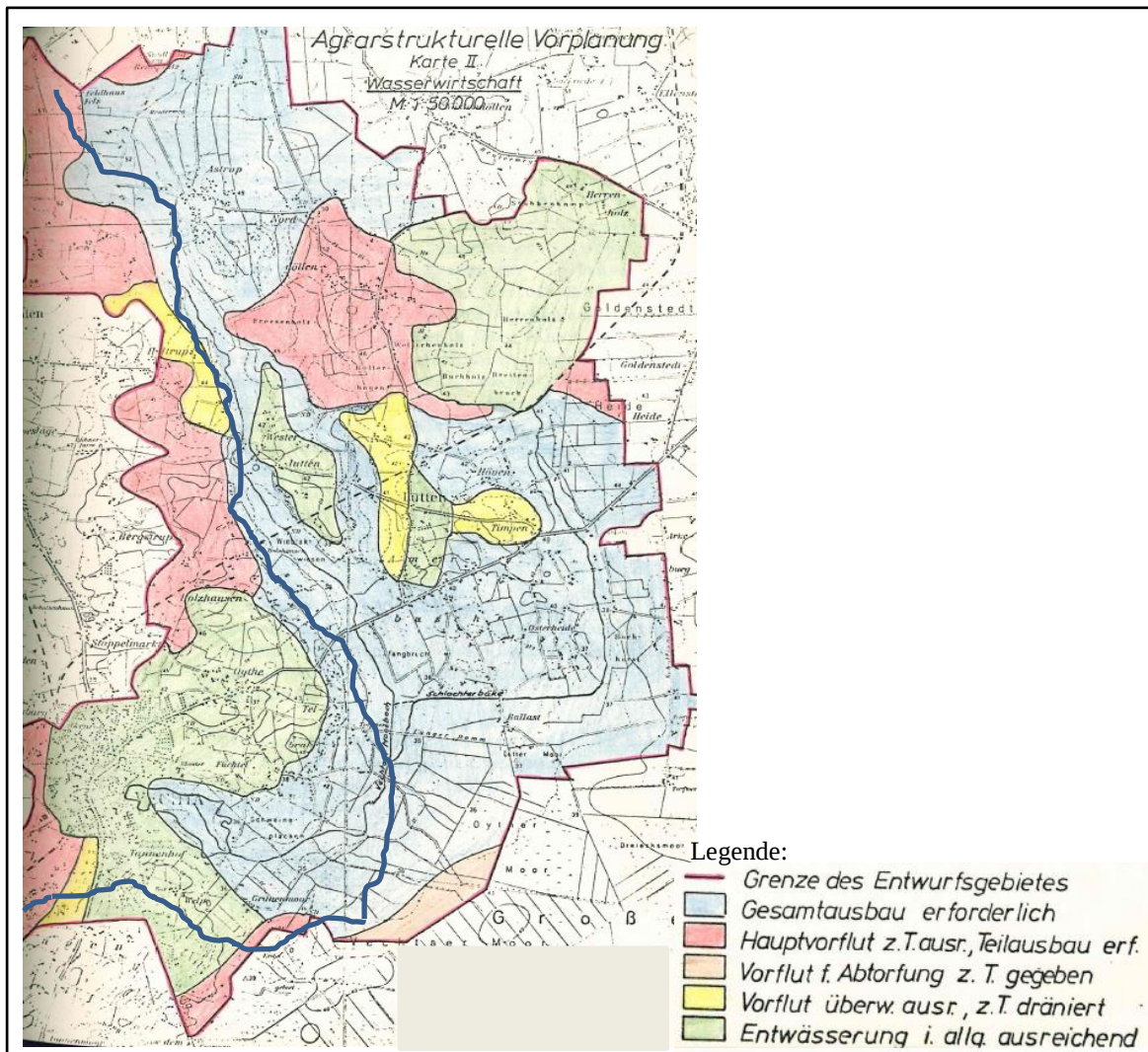


Abb. 17: Planskizze zur agrarstrukturellen Vorplanung im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs (dunkelblau) aus dem Jahr 1973, der die erforderlichen Maßnahmen verdeutlicht. In den blau markierten Gebieten ist ein Gesamtausbau erforderlich, was vor allem die Flächen im direkten Grenzbereich zum Vechtaer Moorbach betrifft (Hase-Wasseracht 1973).

Seit den 2000er Jahren, mit der Einführung des “Erneuerbaren Energien Gesetzes“, hat die Entwicklung von Biogasanlagen zunehmend an Relevanz gewonnen⁵, da immerhin 30 % des Stroms, der mittels Biogas produziert wird, auf niedersächsische Anlagen zurückzuführen ist (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). Von anfänglich nur vereinzelten Anlagen ist die Zahl im Kreis Vechta mit 13 Produktionsstätten im Jahr 2009 (Abb. 18) auf 29 Biogasanlagen im Jahr 2011 gestiegen (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). Mittlerweile sind es 30 Anlagen, von denen eine nicht zu

⁵ <http://www.energymap.info/>, letzter Aufruf: 09.07.2015, 08.10 Uhr.

den klassischen Nawaro-Anlagen (Anlage, die mit nachwachsenden Rohstoffen wie zum Beispiel Mais betrieben wird) zählt, sondern eine Trockenfermentationsanlage darstellt, die auf dem Gelände der Mülldeponie Vechta installiert ist (pers. Mitt. Krebeck, Landkreis Vechta).

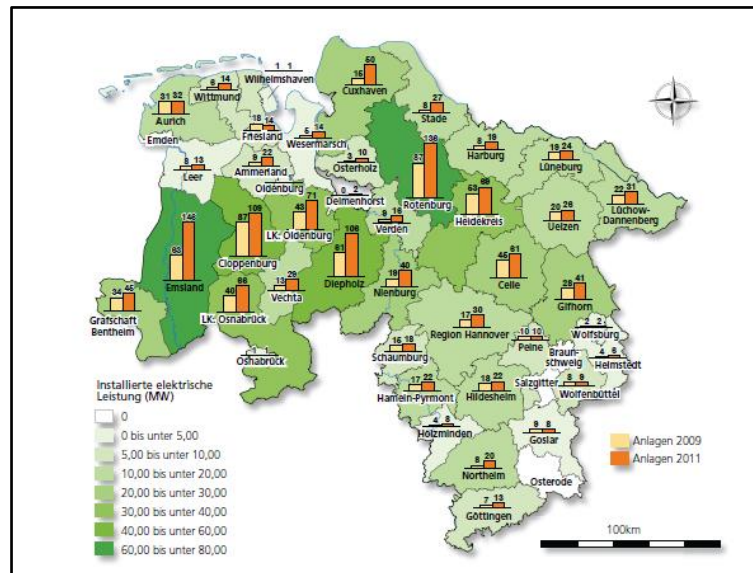


Abb. 18: Anzahl der installierten Biogasanlagen in den Jahren 2009 und 2011 in Niedersachsen (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).

Da nun zusätzlich zur Futtermittelbewirtschaftung der intensiven Viehhaltung in Vechta noch Flächen für den Energiemais gefunden werden müssen (Abb. 19), ist der Flächendruck bzw. die Nachfrage nach Flächen stärker geworden. Zudem wurden die Betriebsstrukturen der traditionellen Landwirtschaft bedeutend verändert und modernisiert (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).

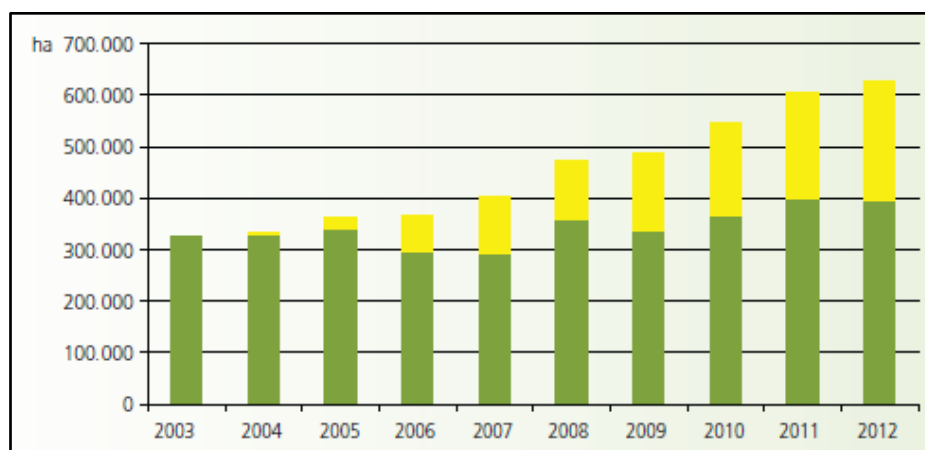


Abb. 19: Anbauflächen von Mais (in ha) in Niedersachsen: Grün: Mais ohne Energiemais; Gelb: Energiemais (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).

Speziell auf Vechta bezogen liegt der Anteil an Energiemais bei 19 %, in ganz Niedersachsen werden 230.000 ha mit Pflanzen zur Biogasgewinnung bewirtschaftet, wobei davon auf 205.000 ha die Kulturpflanze Mais angebaut wird (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).

2.4 Maisanbau und die Entwicklung von Biogasanlagen

2.4.1 Mais als Kulturpflanze

Es stellt sich die Frage, welche Eigenschaften Mais zu einer so besonderen Kulturpflanze machen, dass die Anbauflächen nicht nur in Niedersachsen, sondern in ganz Deutschland, zunehmen. Die Suche nach dem Ursprung unserer heutigen Maispflanze führt uns in das Jahr 7000 v. Chr. zurück. Zur damaligen Zeit wurde im sogenannten Balsas-Tal im südwestlichen Mexiko die Vorgängerpflanze Teosinte (Abb. 20) angepflanzt und von den indianischen Völkern genutzt (Miedaner 2014).



Abb. 20: Skizze der Pflanze Teosinte, die bereits 7000 v. Chr. von indianischen Völkern in Mexiko domestiziert wurde (Miedaner 2014).

Über die Jahre verbreitete sich die Kultivierung der Teosinte durch indianische Völker bis ins nördliche Amerika um 800 n. Chr. (Miedaner 2014) und um 1493 brachte Kolumbus die Maispflanze von einer seiner Seefahrten in die Neue Welt über Spanien ins heutige Europa (Zscheischler et al. 1979). Erstmals botanisch beschrieben wurde die Ackerfrucht in den 1590er Jahren (Miedaner 2014). Die gegenwärtige Bezeichnung *Zea mays* erhielt die Kulturpflanze erst 1737 durch Linné, wobei Ähnlichkeiten zur indianischen Nennung malnz bzw. marsini vorhanden sind (Zscheischler et al. 1979). Die Kultivierung der

Maispflanzen in Deutschland schritt schnell voran, sodass beispielsweise 1839 noch 4500 ha, 1938 aber bereits 190.000 ha Ackerland mit eben jener Pflanze bestellt wurden (Miedaner 2014). Aufgrund der enormen Nachfrage begann in den 1950er Jahren die Hybridzüchtung in Deutschland, aus der 1965 die erste Hybridsorte hervorging (Zscheischler et al. 1979). Schon 1995 wurde in den USA gentechnisch veränderter Mais genehmigt, obwohl es erst 2009 gelang, das Maisgenom vollständig zu sequenzieren (Miedaner 2014). 2012 war Mais die zweitwichtigste Ackerpflanze nach Weizen in Deutschland und wurde auf 2,5 Millionen ha angebaut (Miedaner 2014). Zu beachten ist jedoch: Mais ist nicht gleich Mais. Es wird zum Beispiel zwischen Zahn-, Hart-, Puff-, Zucker-, Stärke-, Wachs- oder Spezialmais unterschieden, wobei dabei die Pflanzenlänge, die Wachstumszeit und die Kornform und -farbe ausschlaggebend sind (Zscheischler et al. 1979). Das einjährige Gras, welches zu den Süßgräsern gehört (Miedaner 2014), beginnt sein Wachstum mit der primären Keimwurzel, die die Samenschale durchbricht, woraufhin drei bis fünf sekundäre Keimwurzeln folgen (Zscheischler et al. 1979). Die späteren anzahlreichen Kronenwurzeln wachsen etwa 2 – 5 cm unterhalb der Bodenoberfläche an den unteren Nodien des Stängels und stützen somit die Maispflanze (Zscheischler et al. 1979). Zusätzlich entwickeln sich sogenannte Luftwurzeln (Abb. 21), die an den Nodien kurz oberhalb des Ackerbodens sprießen und dann in den Boden eindringen, sodass Mais sowohl flach- als auch tiefwurzelnd ist (Zscheischler et al. 1979).

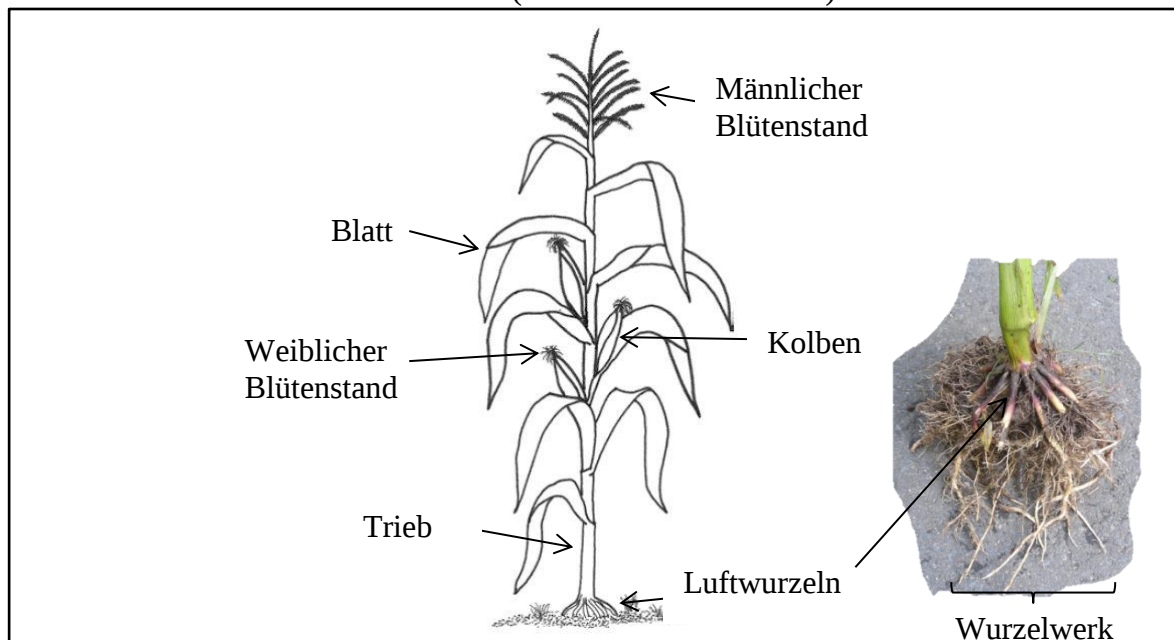


Abb. 21: Skizze einer Maispflanze (Miedaner 2014, verändert) und Photo des Wurzelballens einer Maispflanze (© Logemann).

Frühe Maissorten haben sechs bis acht Blätter, hingegen können späte Sorten bis zu 48 Blätter ausbilden, sodass die Anzahl ein Indikator für die Reifezeit der Pflanze ist

(Zscheischler et al. 1979). In Deutschland weisen die angebauten Sorten zwischen acht und 16 Blätter auf (Zscheischler et al. 1979). Die Blätter (Abb. 21) „bestehen aus Blattspreite, Blattscheide [...] und einem kragenartigen Blatthäutchen“ (Zscheischler et al. 1979, S. 54), die aufgrund der Tatsache, dass Mais eine C4-Pflanze ist, Kohlenstoffdioxid für die Photosynthese fixieren können (Miedaner 2014). Die Kolbenschösslinge entstehen aus kleinen Sprossen, die sich am Grund der Internodien entwickeln (Zscheischler et al. 1979). Durchschnittlich bildet die Maispflanze bis zu acht Kolben aus (Abb. 21), die acht bis 18 Reihen Körner besitzen, die wiederum in vier bis neun Doppelreihen angeordnet sind (Zscheischler et al. 1979). Da je Reihe etwa 30 bis 50 Körner heranreifen, können 250 bis 400 Körner pro Kolben gezählt werden (Zscheischler et al. 1979). Sowohl die weiblichen, als auch die männlichen Blüten sitzen zwar an unterschiedlichen Stellen, aber an der gleichen Maispflanze (Abb. 21), womit die Befruchtung und ebenfalls die Kornausbildung gesichert sind (Miedaner 2014). Im Jahresverlauf ist die Aussaat der Maiskörner zwischen Mitte April und Anfang Mai datiert, wobei Bodenfröste die Keimung verhindern können (Zscheischler et al. 1979). Die Keimung der Maissaat (Abb. 22) wird beeinflusst durch die Bodentemperatur, die ungefähr 9 °C betragen sollte, und dem Wassergehalt im Boden (Zscheischler et al. 1979). Ist sie erfolgt, setzt die sogenannte vegetative Phase ein, die in etwa während der Monate Mai bis Juli abläuft (Zscheischler et al. 1979).

							
Keimung	Auslaufen	Blatt- bzw. Sprossausbildung	Längenwachstum	Rispen-schieben	Blüte des männl. Blütenstands	Blüte des weiblichen Blütenstands	Reife
Jugendentwicklung			Schossenentwicklung		Blüte		Gelbreife
Vegetative Phase					Generative Phase		
Mai		Juni		Juli	August		September

Abb. 22: Entwicklungsstadien der Maispflanze (Zscheischler et al. 1979, 1990, verändert).

Dabei wird in Jugendentwicklung und Schossenentwicklung unterschieden: Während der Jugendentwicklung bildet der Keimling die ersten Blätter, wobei der Wasserbedarf und das oberirdische Wachstum noch sehr gering sind (Zscheischler et al. 1979). Zur Zeit der

Schossenentwicklung bildet die Ackerpflanze ihre Länge, die Stängeldicke sowie die restlichen Blätter aus und benötigt dementsprechend mehr Wasser (Zscheischler et al. 1979). Darüber hinaus werden bereits die Rispen geschoben, aus denen sich später die Kolben entwickeln (Zscheischler et al. 1979). Mit der Blüte der Pflanzen beginnt ungefähr im August die generative Phase: Die männlichen und weiblichen Blütenstände wachsen und blühen, womit die Befruchtung erfolgt (Zscheischler et al. 1979). In den daran anschließenden drei Wochen wachsen die Maiskolben rasch heran und erhöhen dann in den nächsten zwei Wochen ihre Trockensubstanz (Teigreife) (Zscheischler et al. 1979). Die letzte Phase in den Entwicklungsstadien der Maispflanze stellt die Gelbreife im Monat September dar: Die Pflanze trocknet nun witterungsbedingt schneller oder langsamer ab, um dann spätestens im Oktober geerntet werden zu können (Zscheischler et al. 1979). Die Maisernte erfolgt, je nach ausgesäter Sorte, unter verschiedenen Nutzungszielen. Handelt es sich um Silomais, wird die gesamte Pflanze mittels entsprechender Erntemaschinen gehäckselt und in Maishaufen siliert, um dann als Futtermais zu fungieren (Zscheischler et al. 1979). Bei der Körnermaiserte werden hingegen, wie bei anderen Getreidesorten ebenfalls, nur die Körner verwertet, die dann als Kraftfutter für Rinder, Schweine oder Geflügel, aber auch zur Ethanol- und Stärkegewinnung genutzt werden können (Miedaner 2014). Die restliche Pflanze, die unter anderem etwa ein Drittel der angereicherten Nährstoffe enthält, kann als Nährhumus genutzt werden (Zscheischler et al. 1979). Bei einer Grünfütterernte würde die oft noch grüne, unabgereifte Maispflanze direkt verfüttert werden, was eigentlich nur in Fällen der Futterknappheit durchgeführt wird (Zscheischler et al. 1979). Darüber hinaus kann das „Allround-Talent“ Mais auch als Substrat für Biogasanlagen dienlich sein (vgl. Kapitel 2.4.3), indem wiederum die gesamte Ackerpflanze gehäckselt und in Maishaufen gelagert wird, um dann ganzjährig verfügbar zu sein (Miedaner 2014). Weltweit betrachtet wird vorwiegend der Körnermais genutzt, vor allem in Südamerika und Afrika, wo das aus den Maiskörnern gewonnene Maismehl als tägliches Grundnahrungsmittel einen hohen Stellenwert hat (Miedaner 2014). In Deutschland dagegen werden über 90 % des angebauten Mais als Futtermittel für Tiere verwertet (Lütke Entrup & Zerhusen 1992). Unabhängig davon, in welcher Form der Mais nach der Reife genutzt wird, um einen kräftigen Trieb und volle Kolben auszubilden, benötigt die Pflanze neben einer ausreichenden Wasserversorgung (Zscheischler et al. 1979) auch Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium, wobei die Stickstoff- und Phosphorverbindungen die wichtigsten und somit limitierenden sind (Lütke Entrup & Zerhusen 1992). Etwa im Zeitraum 40 Tage nach der Saat bis zum Ende der

Blüte und Kornausbildung nimmt die Maispflanze ca. 85 % des insgesamt benötigten Stickstoffs (Abb. 23) und Phosphats auf (Lütke Entrup & Zerhusen 1992). Aufgrund der relativ kurzen Vegetationsperiode (ca. zwei bis drei Monate) ist die prozentual größte Nährstoffaufnahme auf diese Zeitspanne konzentriert (Zscheischler et al. 1979). In der Jugendentwicklung liegt der Anteil lediglich bei 3 % und während der Phasen Teig- und Gelbreife bei 13 % (Lütke Entrup & Zerhusen 1992).

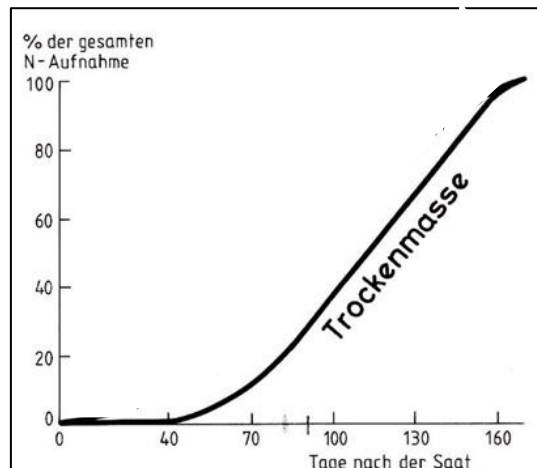


Abb. 23: Trockensubstanzbildung und Stickstoffaufnahme (N) der Maispflanze (Zscheischler et al. 1990, verändert).

Im Gegensatz zu Stickstoff ist Phosphat im Boden nur wenig beweglich, sodass eine gleichmäßige Verteilung des Düngers im Boden vorliegen muss (Zscheischler et al. 1979). Zur Düngung werden zum einen Rinder-, Schweine- oder Geflügelgülle oder -mist und zum anderen auch Industriedünger verwendet, die entweder im Herbst oder im zeitigen Frühjahr ausgebracht werden (Lütke Entrup & Zerhusen 1992). Um eine Überdüngung und Umweltbelastungen zu vermeiden, bestehen Richtlinien in Form von Düngeverordnungen für die Landwirtschaft, die sowohl EU-weit als auch auf Kreisebene ausgeschrieben werden (Bundesministerium der Justiz 2009). Laut der Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen des Bundesministeriums der Justiz (2009) gelten folgende Verordnungen in ganz Deutschland:

- § 3, (1): [...]. Die Düngebedarfsermittlung muss so erfolgen, dass ein Gleichgewicht zwischen dem voraussichtlichen Nährstoffbedarf und der Nährstoffversorgung gewährleistet ist.
- § 3, (4): Aufbringungszeitpunkt und -menge sind bei Düngemitteln [...] so zu wählen, dass verfügbare oder verfügbar werdende Nährstoffe den Pflanzen weitest möglich zeitgerecht in einer dem Nährstoffbedarf der Pflanzen entsprechenden Menge zur Verfügung stehen.

- § 3, (6): Beim Aufbringen von Düngemitteln [...] mit wesentlichen Nährstoffgehalten an Stickstoff oder Phosphat ist ein direkter Eintrag in oberirdische Gewässer durch Einhaltung eines Abstandes von mindestens drei Metern [...] zu vermeiden und dafür zu sorgen, dass kein Abschwemmen in oberirdische Gewässer erfolgt.
- § 4, (5): Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbaren Stickstoffen [...] dürfen zu den nachfolgend genannten Zeiten nicht aufgebracht werden:
 1. auf Ackerland vom 1. November bis 31. Januar
 2. auf Grünland vom 15. November bis 31. Januar.
- § 4, (6): Auf Ackerland dürfen [...] insgesamt nicht mehr als 40 Kilogramm Ammoniumstickstoff oder 80 Kilogramm Gesamtstickstoff je Hektar aufgebracht werden.

2.4.2 Die “goldene“ Ernte der vergangenen Jahre

Die Entwicklung des Maisanbaus in Deutschland ist vor allem durch geschichtliche, politische und technische Bewegungen beeinflusst worden. Die Anfänge führen in den Süden Deutschlands: Nach dem Ersten Weltkrieg wurde überwiegend in Bayern Mais als neues Futtermittel angebaut, das siliert wurde (Zscheischler et al. 1979). Aufgrund der Gründung des Silorings war in den Jahren 1927 bis 1931 eine Verdopplung der Maisanbaufläche in Bayern von anfänglich 4.236 auf 8.448 ha zu verzeichnen (Zscheischler et al. 1979). Bereits in den 1930er Jahren wurden entsprechende begleitende Untersuchungen durchgeführt, die empfahlen, die Maissaat nicht vor den Maifrösten zu legen und zusätzlich zum Stallmist eine vorgegebene Menge an Phosphat, Kalium und Stickstoff zu verabreichen (Zscheischler et al. 1979). Die sogenannte „Erzeugungsschlacht vor dem Zweiten Weltkrieg“ (Zscheischler et al. 1979, S. 18) führte einen weiteren doppelten Anstieg der Maisanbauflächen in ganz Deutschland herbei, wobei dieser Mais vorwiegend als Körnermais genutzt wurde, sodass 1935 noch 9.662 ha Maisfläche existierten (Abb. 24), hingegen 1938 dann schon 17.659 ha (Zscheischler et al. 1979). In etwa die Hälfte der aufgeführten Fläche kann dem Bundesland Bayern zugeordnet werden (Zscheischler et al. 1979).

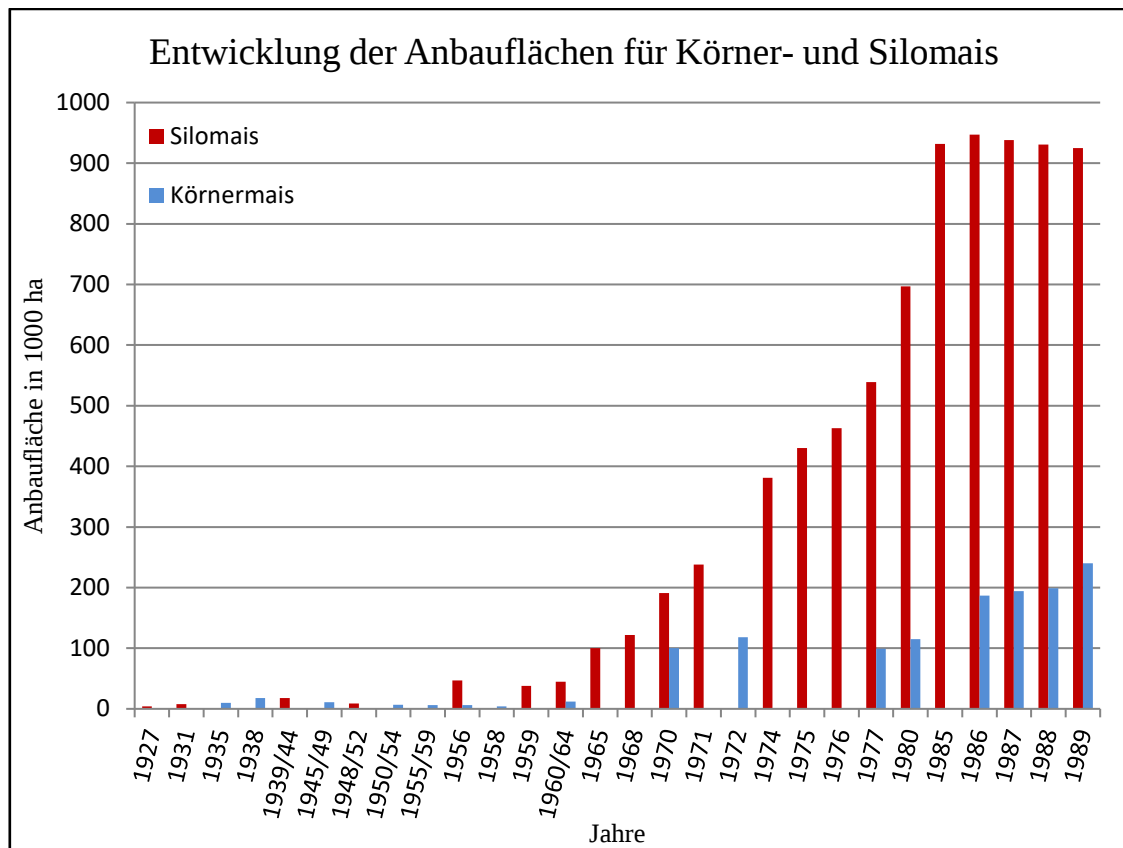


Abb. 24: Entwicklung der Maisanbauflächen in Deutschland in den Jahren von 1927 bis 1989 bezüglich der Nutzungen als Silomais und Körnermais, wobei allerdings nicht jedes einzelne Jahr berücksichtigt wird. Die Werte aus den Jahren 1949 bis 1989 beziehen sich ausschließlich auf die BRD ohne DDR (Zscheischler et al. 1979, 1990; Lütke Entrup & Zerhusen 1992; Miedaner 2014, verändert).

Während der Kriegsjahre sind keine besonderen Veränderungen zu vermerken und auch in den Jahren danach wurde der Anbau von Mais, sowohl als Silo-, als auch als Körnermais, nur vereinzelt durchgeführt und machte somit nur 0,6 % der gesamten Ackerfläche in Deutschland aus, da unter anderem der arbeitstechnische Aufwand zu hoch war (Zscheischler et al. 1990). Es gab weder spezielle Maschinen, die die Aussaat erledigten, noch gab es entsprechende Spritzmittel gegen unerwünschte Unkräuter und darüber hinaus gestaltete sich die Ernte mittels Sensen in Form von Handarbeit als sehr anstrengend und zeitintensiv (Zscheischler et al. 1990). Ab den späten 1960er Jahren stieg der Anbau von Mais in der Bundesrepublik Deutschland stark an (Abb. 24), vor allem in der Nutzung als Silomais (Zscheischler et al. 1990). Dies lag darin begründet, dass die Unkrautbekämpfung aufgrund chemischer Präparate deutlich erleichtert wurde und zudem entsprechende Maschinen entwickelt wurden, die zum einen die Aussaat und zum anderen die Ernte der Maispflanze erleichterten und somit eine bessere Kosten-Nutzen-Effizienz erzielten (Zscheischler et al. 1990). Des Weiteren ermöglichte die Entwicklung adaptiver Maispflanzen die Bewirtschaftung der Flächen mit Mais auch im kühlen Norden (Lütke Entrup & Zerhusen 1992), sodass kältetolerante und ertragreiche Maissorten den gesamten

Flächenanbau von 1971 mit 238.000 ha Silomais bis 1977 auf 539.000 ha Silomais (Abb. 24) ansteigen ließen (Zscheischler et al. 1979). Das entsprach im Durchschnitt einem Flächenzuwachs von etwa 43.000 ha pro Jahr in den 1970er Jahren (Zscheischler et al. 1979). Da der Silomais durch kontinuierlich verbesserte Produktionstechniken als ganzjähriges Futtermittel für beispielsweise Mastbullen zur Verfügung stand, dehnten sich die Anbauflächen in den 1980er Jahren von anfänglich 697.000 ha Silomais im Jahr 1980 auf 925.000 ha Silomais im Jahr 1989 aus (Abb. 24) (Lütke Entrup & Zerhusen 1992). Damit betrug der Flächenanteil von Silomais an der gesamten Ackerfläche in der ehemaligen Bundesrepublik 12,8 %, bezogen auf die Ackerfläche für Futtermittel sind es 72,9 % (Zscheischler et al. 1990). Seit der Einführung von Biogasanlagen (vgl. Kapitel 2.4.3) wird die Ackerpflanze Mais zusätzlich als Energiemais genutzt, wodurch die Anbauflächen ab 2004 (Abb. 25) erneut einen drastischen Zuwachs verzeichneten (Miedaner 2014).

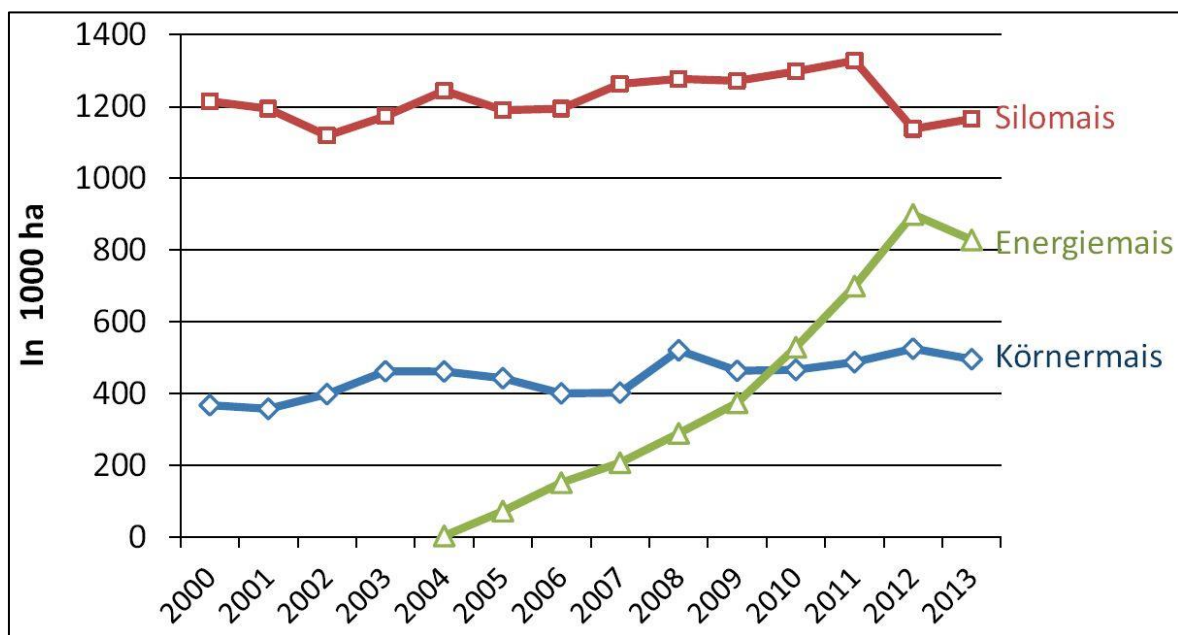


Abb. 25: Entwicklung der Maisanbauflächen in Deutschland in den Jahren von 2000 bis 2013 bezüglich der Nutzungen als Silomais, Körnermais und Energiemais (Miedaner 2014).

Bereits im Jahr 2012 wurde auf insgesamt 2,5 Millionen ha landwirtschaftlich genutzter Fläche die Kulturpflanze Mais angebaut, infolgedessen Mais nach Weizen die zweitwichtigste Bedeutung in der deutschen Landwirtschaft erlangte (Miedaner 2014).

2.4.3 Biogas – Was ist das? Wie geht das?

Jedem sind die grünen „Schneekuppen“ in der Landschaft bekannt, die zumeist in der Nähe von landwirtschaftlichen Betrieben angesiedelt sind. Doch was genau geschieht im Inneren dieser Anlagen, die laut Volksmund mit „Mais gefüttert“ werden und dann Strom erzeugen? Biogas ist genau genommen ein Gas, das zu 50 bis 55 % aus Methan (Miedaner 2014), des Weiteren aus Kohlenstoffdioxid, Wasserdampf und geringen Mengen an Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Stickstoff und anderen Gasen besteht (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). Damit dieses Gasmisch gebildet wird, werden die Fermenter (Abb. 26) mit Energiepflanzen wie zum Beispiel Mais, mit Wirtschaftsdünger oder mit anderen organischen Reststoffen wie Gülle oder Mist befüllt (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). An dieser Stelle ist es wichtig, von Koferment-Anlagen zu unterscheiden, deren Gärsubstrat aus Bioabfällen besteht (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).

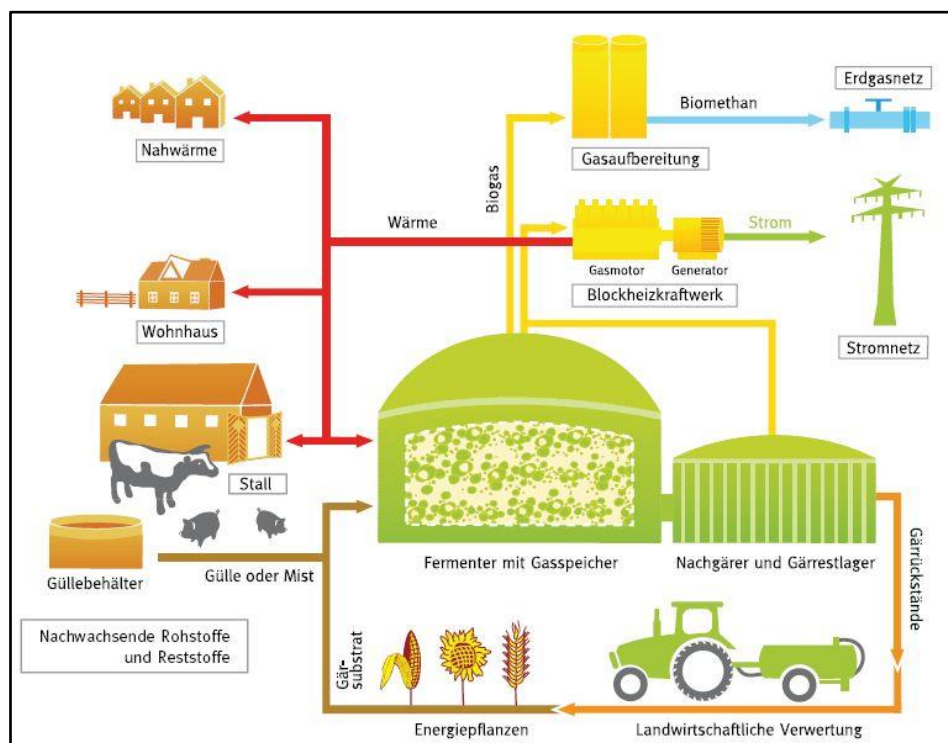


Abb. 26: Verfahrensschema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).

Das organische Material wird im Fermenter (Faulbehälter) unter anaeroben Bedingungen mithilfe entsprechender Mikroorganismen vergoren, sodass im Durchlauf eines vierstufigen Vergärungsprozesses die oben genannten Gase entstehen: Zunächst werden die Makromoleküle hydrolysiert, deren Spaltprodukte dann in organische Säuren umgewandelt werden, woraufhin Ameisensäure, Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid entstehen, die wiederum die Grundlage für die letzte Stufe, die Methanbildung, darstellen (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). Das sogenannte Biogas kann zum einen im Rahmen der Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken zur Stromerzeugung genutzt werden (Miedaner 2014) oder zum anderen in entsprechenden Gasaufbereitungsanlagen als Biomethan ins Erdgasnetzwerk eingespeist werden (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). Zusätzlich steht die im Fermenter erzeugte Abwärme als direkte Beheizung von Wohngebäuden oder Stallungen zur Verfügung, kann aber auch in ein Nahwärmenetz eingespeist werden. Darüber hinaus wird ein kleiner Anteil der Wärme genutzt, um die Gärtemperatur im Fermenter aufrechtzuerhalten (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). Der Gärückstand, der zunächst als Nebenprodukt der Biogaserzeugung erscheint, stellt einen hochwertigen Dünger dar, beispielsweise für die benötigten Energiepflanzen (Abb. 26), der in der landwirtschaftlichen Feldbestellung Verwendung findet (Miedaner 2014). Somit ist Biogas zu einem bedeutungsvollen „grundlastfähigen [und] erneuerbaren Energieträger zur Strom-, Wärme- oder Kraftstoffproduktion“ (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012, S. 3) geworden, dessen Heizwert im Mittel bei etwa 5,5 kWh pro Kubikmeter liegt (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). Dabei muss berücksichtigt werden, dass Mais von allen Energiepflanzen den höchsten Methanertrag erzielt, sodass ungefähr 70 % aller Gärsubstrate für Biogasanlagen aus Mais bestehen und nur zu 30 % aus Roggen- und Triticale-Silagen (Miedaner 2014), was zu einem starken Anstieg des Ackerflächenbedarfs für Energiepflanzen (Abb. 27), insbesondere für die Ackerfrucht

Mais (vgl. Kapitel 2.4.2), geführt hat (Miedaner 2014). Das dezentrale Energieversorgungsnetz wurde entsprechend effizient ausgebaut, womit Biogas im Jahr 2011 knapp 15 % der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ausmacht (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).

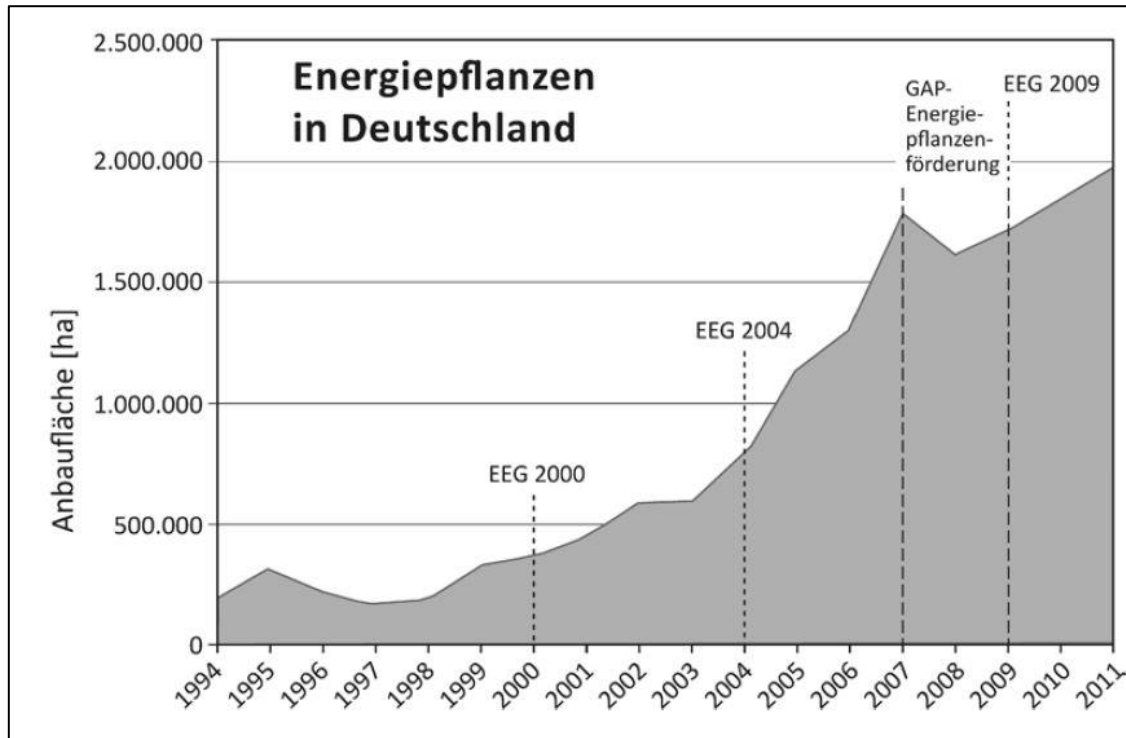


Abb. 27: Entwicklung des Ackerflächenbedarfs für die Energiepflanzenproduktion in Deutschland. Zusätzlich sind die Verabschiedung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) 2000, die Novellierung des Gesetzes im Jahr 2004, die Einführung der Energiepflanzenförderung durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) 2007 und zu guter Letzt eine erneute Verbesserung des EEG im Jahre 2009 als ausschlaggebende Veränderungen des Ackerflächenbedarfs eingezeichnet (Steinhäuser 2012).

Die rapide Entwicklung der Biogasanlagen ist nicht zufällig verlaufen, sondern wurde gezielt durch bundesweite Fördermaßnahmen vorangetrieben. Um das Konstrukt aus Gesetzen und Förderungen besser zu verstehen, ist es notwendig, bis in die 1950er Jahre zurückzublicken: 1958 wurde im Rahmen der Europäischen Gemeinschaft die “Gemeinsame Agrarpolitik“ (GAP) ins Leben gerufen (Rohwer 2010). Mittels Subventionen sollte die Versorgung mit Grundnahrungsmitteln im Europa der Nachkriegszeit gesichert werden (Rohwer 2010). Die Gemeinsame Agrarpolitik behielt Bestand und reagierte immer wieder auf Krisen, so auch beispielsweise 1992 mit der Einführung von Flächenprämien auf Getreidesaaten, um die Probleme auf dem EU-Getreidemarkt zu lösen (Gömann 2001). Für die Entwicklung der Biogasanlagen ist die Verabschiedung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf Bundesebene im Jahr 2000

von entscheidender Relevanz (Abb. 27, Abb. 28): Das EEG legte Bonuszahlungen für die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen in Biogasanlagen fest und zudem wurde die „grüne Stromerzeugung“ durch günstige Darlehen für den Bau der Anlagen und „eine festgelegte Vergütung zur Stromeinspeisung für 20 Jahre“ (Miedaner 2014, S. 175) enorm gefördert (Miedaner 2014). 2004 wurde das „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ novelliert, womit die Abwärme-Nutzung und die erhöhten Vergütungsabkommen für Strom aus nachwachsenden Rohstoffen neue Impulse setzten (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). Hinzu kam die Tatsache, dass die Landwirte zur allgemeinen Marktentlastung aufgrund des geringen Preisniveaus zur vereinzelten Stilllegung von Ackerflächen gezwungen waren, die dann jedoch zum Anbau nachwachsender Rohstoffe genutzt wurden (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012). Die gestaffelten Grund- und zusätzlichen Bonusvergütungen für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe sowie die Nutzung von Gülle ließen nach ihrer Einführung 2009 (Abb. 27) den Flächenanteil für Energiepflanzen erneut ansteigen (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).

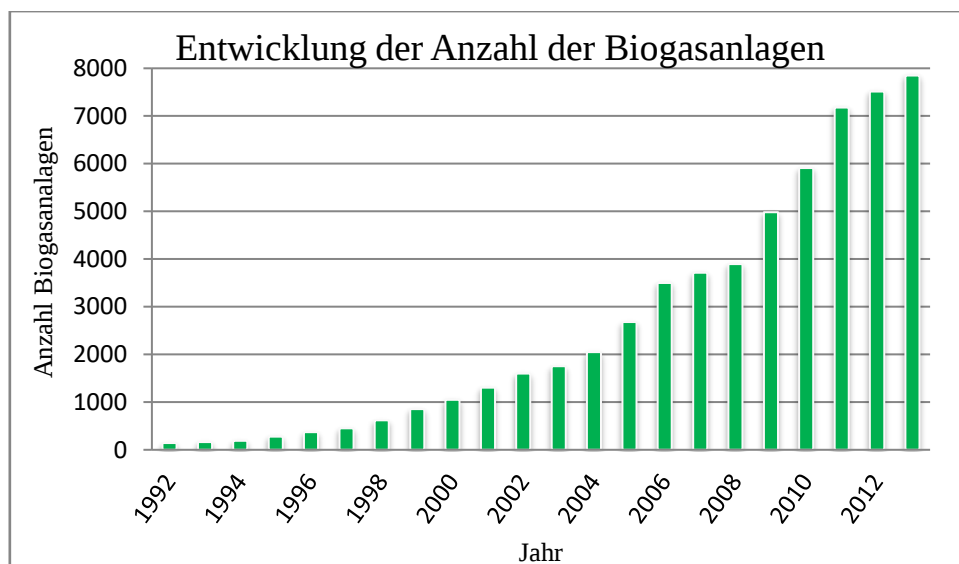


Abb. 28: Entwicklung der Anzahlen der Biogasanlagen in Deutschland für den Zeitraum 1992 bis 2013⁶.

⁶<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167671/umfrage/anzahl-der-biogasanlagen-in-deutschland-seit-1992/>, letzter Aufruf: 19.05.2015, 09.25 Uhr.

Parallel zur Windkraft und Photovoltaiknutzung hat sich der Biogassektor durch die genannten Förderungen im Rahmen von GAP und EEG zu einer sicheren Einnahme und somit zu einem zweiten Standbein für Landwirte entwickelt, wodurch sich die Anbaufläche von Energiepflanzen von etwa 360.000 ha im Jahr 2000 auf 1.966.000 ha im Jahr 2011 mehr als verfünffacht hat (Steinhäuser 2012) und die Anzahl der Biogasanlagen in ganz Deutschland von 1992 mit anfänglich 139 auf 7.850 im Jahr 2013 gestiegen ist¹ (Abb. 28). Mittlerweile werden 14 % der gesamten deutschen Ackerflächen nicht mehr für die Nahrungsmittelproduktion genutzt, sondern zum Anbau von Energiepflanzen, die zu 85 bis 87 % aus Mais-Kulturen bestehen (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz 2012).

2.5 Fragestellungen und Ziele der Arbeit

Mittels dieser Arbeit soll eine Einschätzung des ökologischen Zustands des Vechtaer Moorbachs auf unterschiedlichen Parameterebenen erzielt werden, die dann wiederum eine Aussage zur Einhaltung der Richtlinien der EG-WRRL ermöglichen und zudem den Erfolg der besonderen und neuartigen Renaturierungskonzepte überprüft:

- Strukturgütekartierung $\Rightarrow$ Einen Vergleich mit Voruntersuchungen vom NLWKN aus dem Jahr 2000 bzw. von der Stadt Vechta aus dem Jahr 2004 durchführen, um mögliche Veränderungen in der morphologischen Ausprägung des Vechtaer Moorbachs erkenntlich zu machen. Im besonderen Fokus steht dabei der renaturierte Bereich oberhalb der Stadt Vechta, damit mögliche erfolgreiche Auswirkungen der Installation der Sekundäraue auf die Gewässermorphologie festgehalten werden können.
- Hydrologische und klimatische Parameter $\Rightarrow$ Die Bedeutung der Strömung für den Lebensraum Fließgewässer hervorheben. Dabei soll speziell für den Vechtaer Moorbach überprüft werden, inwiefern die Fließgeschwindigkeit einen Einfluss auf die Gewässermorphologie und die Sichttiefen des Gewässers hat.
- Chemische und physikalische Parameter $\Rightarrow$ Einschätzung der Belastung durch Nährstoffe mittels Güteklassen. Vereinzelt liegen vorangegangene Untersuchungen des NLWK (2000) und der Stadt Vechta (2004) vor, die bezüglich der durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen einen Vorher-Nachher-Vergleich

ermöglichen, sodass vor allem überprüft werden kann, ob ein erfolgsversprechender Effekt in der Reduzierung der Nährstoffbelastung des Vechtaer Moorbachs im Bereich der Sekundäraue (=Pufferzone) und den umgestalteten Vorflutern erzielt werden konnte.

- Bestandserhebungen des Makrozoobenthos $\Rightarrow$ Einschätzung der biologischen Qualität des Vechtaer Moorbachs mittels Güteklassen und den folgenden Indizes: Saprobien-Index, Litoral-Besiedler-Index, Anzahl-Trichoptera-Arten-Index, EPT-Index und Sørensen-Index.

Zusammenfassend stellt sich die Frage, ob auf der Grundlage der Ergebnisse aller aufgeführten Untersuchungsparameter die Heranführung des Vechtaer Moorbachs an einen naturnahen Zustand festgestellt werden kann. Um letztendlich den Einfluss der zunehmenden "Vermaischung" auf den Lebensraum Fließgewässer am Beispiel des Vechtaer Moorbachs zu analysieren, sollen sämtliche genannten Erhebungsparameter herangezogen und gebündelt mit den Entwicklungen der Anbauflächen im Einzugsgebiet des betreffenden Gewässers verglichen bzw. nach Möglichkeit korreliert werden.

3. Material und Methoden

3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Der Vechtaer Moorbach ist wasserrechtlich dem Einzugsgebiet der Hase zuzuordnen (Abb. 29), die wiederum bei Meppen in die Ems mündet, sodass der Vechtaer Moorbach dem Flussgebiet der Ems angehört (Bezirksregierung Weser-Ems 2005) und somit als ihr Nebenfluss aufgeführt werden kann (Schönborn 1992).

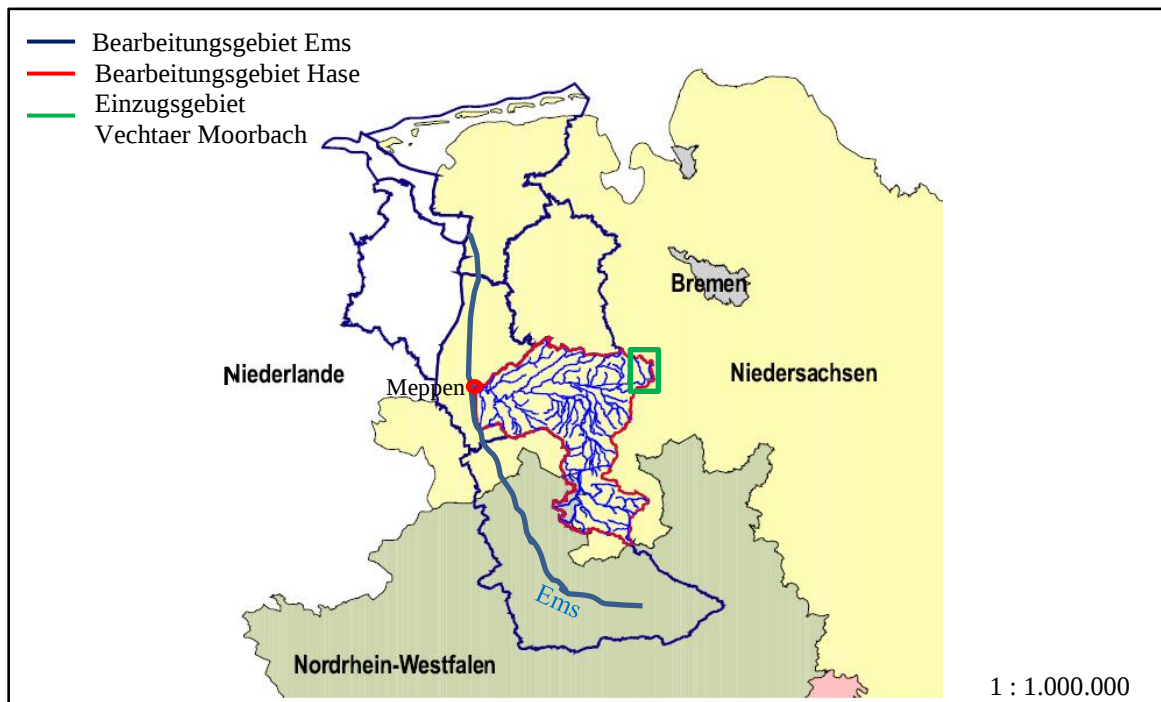


Abb. 29: Das Flussgebiet der Ems mit eingezeichnetem Bearbeitungsgebiet der Hase (rot) und zusätzlich gekennzeichnetem Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs (grün) (Bezirksregierung Weser-Ems 2005, verändert).

Es handelt sich um ein Fließgewässer II. Ordnung mit einer gesamten Laufstrecke von 20,4 km und einem durchschnittlichen Sohlgefälle von 1,12 m/km (Höne 2011). Das Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs beträgt 86,5 km² (Höne 2011) und befindet sich im niedersächsischen Tiefland (Abb. 30A), genauer gesagt in den Fließgewässergroßlandschaften der Löss-/Ton- und Sandgebiete (Abb. 30B) (Rasper 2001). Die sogenannte Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geest-Niederung (Rasper 2001) liegt in einem altglazial geprägten Gebiet, dessen eiszeitliche Ablagerungen ca. 190.000 Jahre alt sind (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Dabei handelt es sich unter anderem um abgelagerte sand-, kies- und lösshaltige Materialien, die die Sohlsubstrate der Fließgewässer bis heute charakterisieren (Rasper 2001).

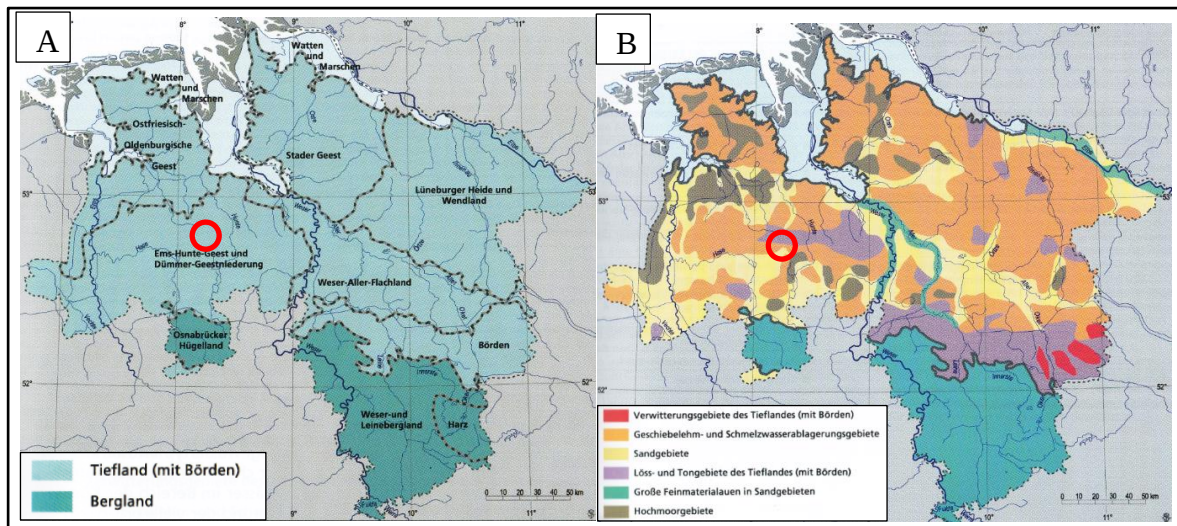


Abb. 30: Naturräumliche Gliederung (A) und Fließgewässergroßlandschaften (B) im Bundesland Niedersachsen, wobei die Lage des Einzugsgebiets des Vechtaer Moorbachs jeweils durch den roten Kreis markiert wird (Rasper 2001, verändert).

Deshalb wird der Vechtaer Moorbach oberhalb der Einmündung der Schlochter Bäche als “löss/lehmgeprägtes Gewässer“ gelistet und danach flussabwärts als ein “sandgeprägter Tieflandbach“ (Abb. 31) bezeichnet (Bezirksregierung Weser-Ems 2005).

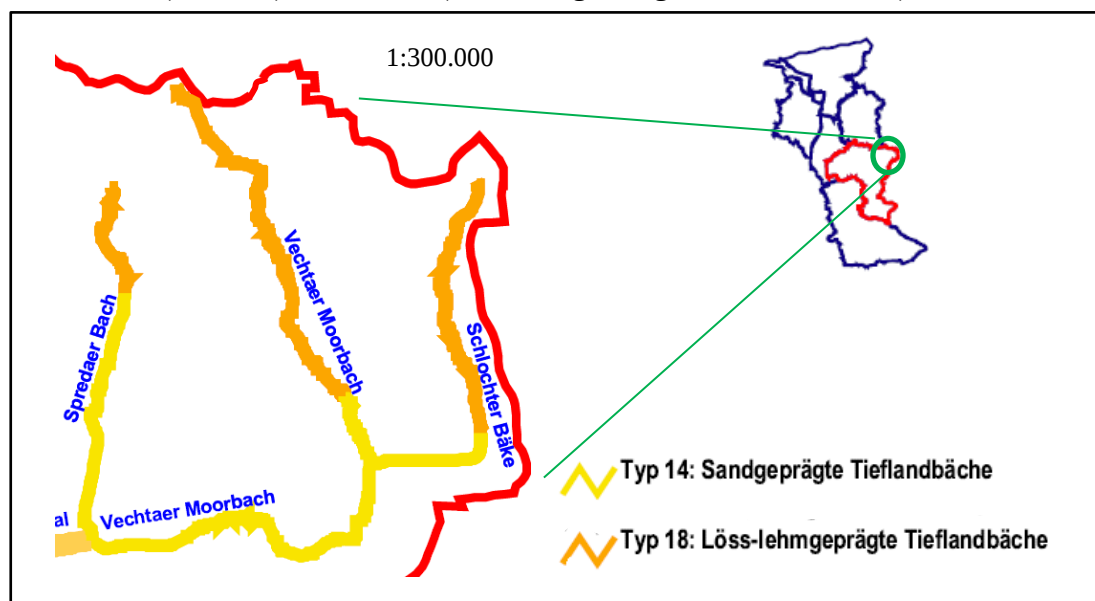


Abb. 31: Die Gewässertypen 14 “Sandgeprägter Tieflandbach“ und 18 “Löss/lehmgeprägter Tieflandbach“ des Vechtaer Moorbachs in einem Kartenausschnitt des Bearbeitungsgebiets der Hase (rote Markierung) (Bezirksregierung Weser-Ems 2005, verändert).

Der Vechtaer Moorbach entspringt (wie bereits in Kapitel 2.3.1 erwähnt) in der Bauernschaft Hagstedt / Gemeinde Visbek (Abb. 32), fließt dann durch Holtrup, Westerlutton, Telbrake und Füchtel, um dann das Stadtgebiet Vechta zu durchqueren (pers. Mitt. Höne, Hase-Wasseracht). Anschließend geht er parallel zum Industriegebiet Vechtaer Marsch flussabwärts mit dem Einfließen des Spredaer Bachs in den Fladderkanal über

(Bohne 2012). Der Oberlauf des Vechtaer Moorbachs ist noch von alten Waldgebieten gesäumt, die sich bis etwas südlich von Astrup erstrecken⁷.

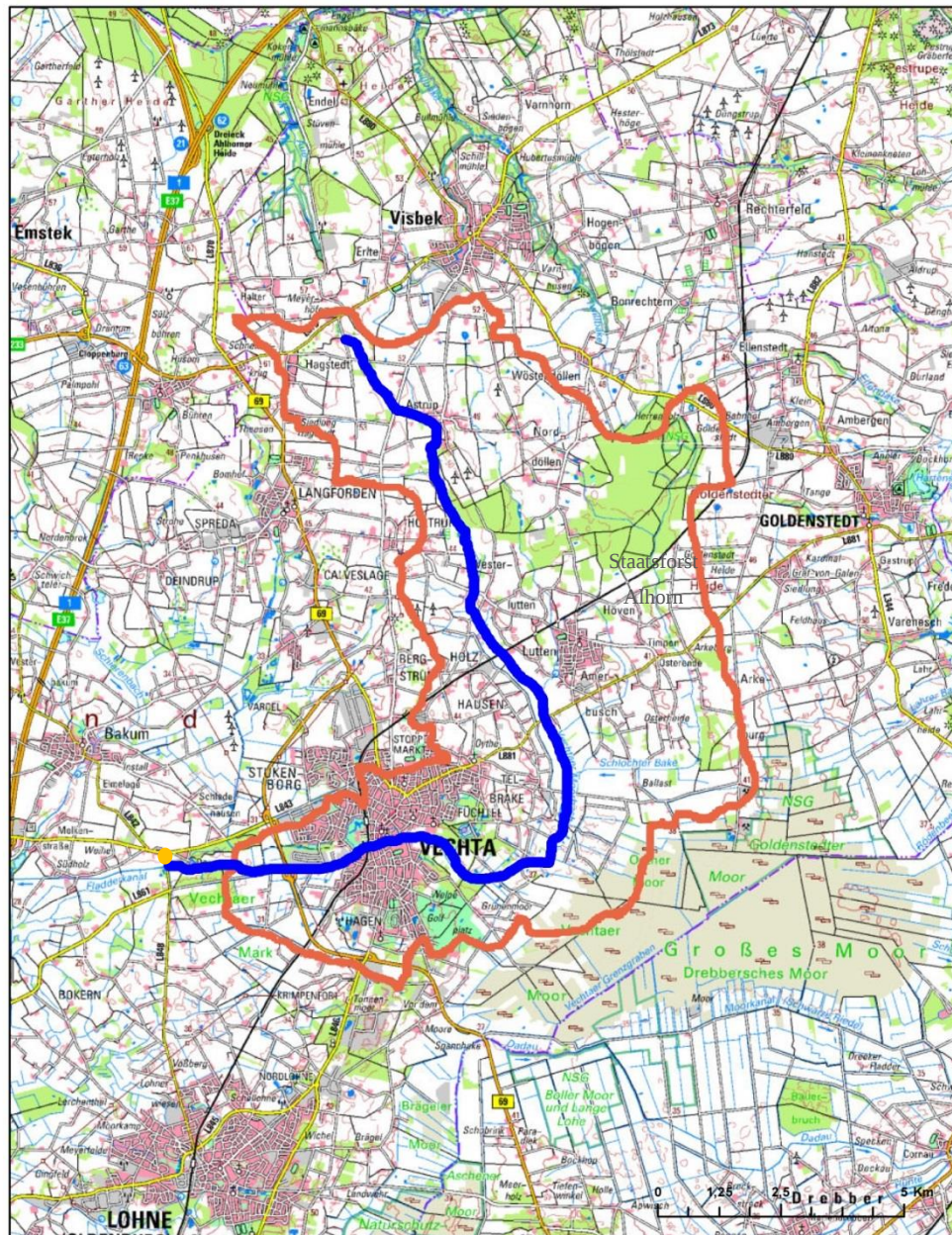


Abb. 32: Der Verlauf des Vechtaer Moorbachs (blau gekennzeichnet) mit der Ausdehnung des Einzugsgebiets (rote Markierung) und dem Zulauf des Spreder Baches (orangefarbener Punkt), wo der Moorbach in den Fladderkanal übergeht⁷, verändert.

Die Flächen im Einzugsgebiet werden, abgesehen vom Alhorer Staatsforst, überwiegend landwirtschaftlich genutzt (AGL Ingenieure und Biologen für Umwelt und Infrastruktur 2004). Vereinzelt werden die Ackerflächen von Brachflächen, Einzelgehöften und den zuvor genannten Ortschaften unterbrochen (AGL Ingenieure und Biologen für Umwelt und

⁷ www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFx_Umweltkarten, letzter Aufruf: 11.03.2015, 14.50 Uhr.

Infrastruktur 2004). Südöstlich grenzt das Oyther Moor, ein Teilbereich des Goldenstedter Moores, an den Vechtaer Moorbach (pers. Mitt. Höne, Hase-Wasseracht). Beim Einfluss in das Siedlungsgebiet der Stadt Vechta passiert der Moorbach das Waldgebiet Füchtel und anschließend eine kleine extensiv genutzte Grünlandfläche (AGL Ingenieure und Biologen für Umwelt und Infrastruktur 2004). Ca. 1 km weiter flussabwärts wird die bis dahin vorhandene Durchgängigkeit des Fließgewässers durch das 1,30 m hohe Stauwehr an der ehemaligen Wassermühle unterbrochen (Höne 2011). Durch den künstlichen Aufstau wird derzeit lediglich der Nepomukgraben gewässert, der aus touristischen Gründen unterhalten wird (Höne 2011). Die Absturzhöhe für wirbellose Tiere oder Fische beträgt 1,12 m, sodass eine barrierefreie Durchwanderbarkeit des Moorbachs nicht gegeben ist (Höne 2011). Aufgrund der vielen gewässerbaulichen Veränderungen, die am Vechtaer Moorbach durchgeführt wurden (vgl. Kapitel 2.3.1), wird dieser heute als erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB) deklariert (Bezirksregierung Weser-Ems 2005). „[...] der gradlinige Verlauf sowie die intensiv landwirtschaftliche Nutzung der Aue des Vechtaer Moorbachs [sind] charakteristisch für die Beschreibung des Gewässers [, dessen] typische Ufergehölze fast gänzlich fehlen“ (Bohne 2008, S. 8). Aufgrund der Einführung der EG-WRRL im Jahr 2000 und den damit verbundenen Zielen, Oberflächengewässer bis 2015 in einen guten ökologischen Zustand zu versetzen, hat die Stadt Vechta in Kooperation mit dem Unterhaltungsverband Hase-Wasseracht versucht, einen zusammenhängenden Flächenpool in unmittelbarer Nähe zum Vechtaer Moorbach zu erstellen (Bohne 2008). Mit dieser Initiative soll eine Verbesserung der ökologischen Situation des Moorbachs bewirkt werden und „ein langjähriges Flurbereinigungsverfahren zum Abschluss gebracht werden“ (Bohne 2008, S. 3). Seit 2011 wird diese Kooperation durch das Fach Biologie der Universität Vechta mittels aquatischer Untersuchungen entlang des Vechtaer Moorbachs unterstützt. Dazu wurden insgesamt 12 Probenstellen (vgl. Abb. 101 / hinterer Einband) über die Gesamtlänge des Vechtaer Moorbachs installiert, wobei vor allem im Gebiet des Flächenpools die Probenstellen sehr nah aneinander gesetzt wurden. Dennoch ist es wichtig, den gesamten Wasserkörper zu überprüfen, um möglicherweise sogenannte Strahlwirkungen aus renaturierten Gebieten auf unveränderte Bereiche des Moorbachs feststellen zu können (Jähning et al. 2011). Letztendlich konnte ein 40,97 ha großer Flächenpool (Abb. 33) zusammengestellt werden (Bohne 2012), der den Vechtaer Moorbach in etwa von Gewässerkilometer 7 + 620 bis 9 + 220 und somit auf einer Fließstrecke von 1,60 km umgibt (pers. Mitt. Höne, Hase-Wasseracht). Vom Beginn dieser Fließstrecke bis zur Kreuzung der Straße “Allerloh“

(gelbe Markierung Abb. 33) weist der Moorbach die Gewässerstrukturgüteklasse 4 “deutlich verändert“ und weiter bachabwärts sogar die Klasse 5 “stark verändert“ auf (Bohne 2008).

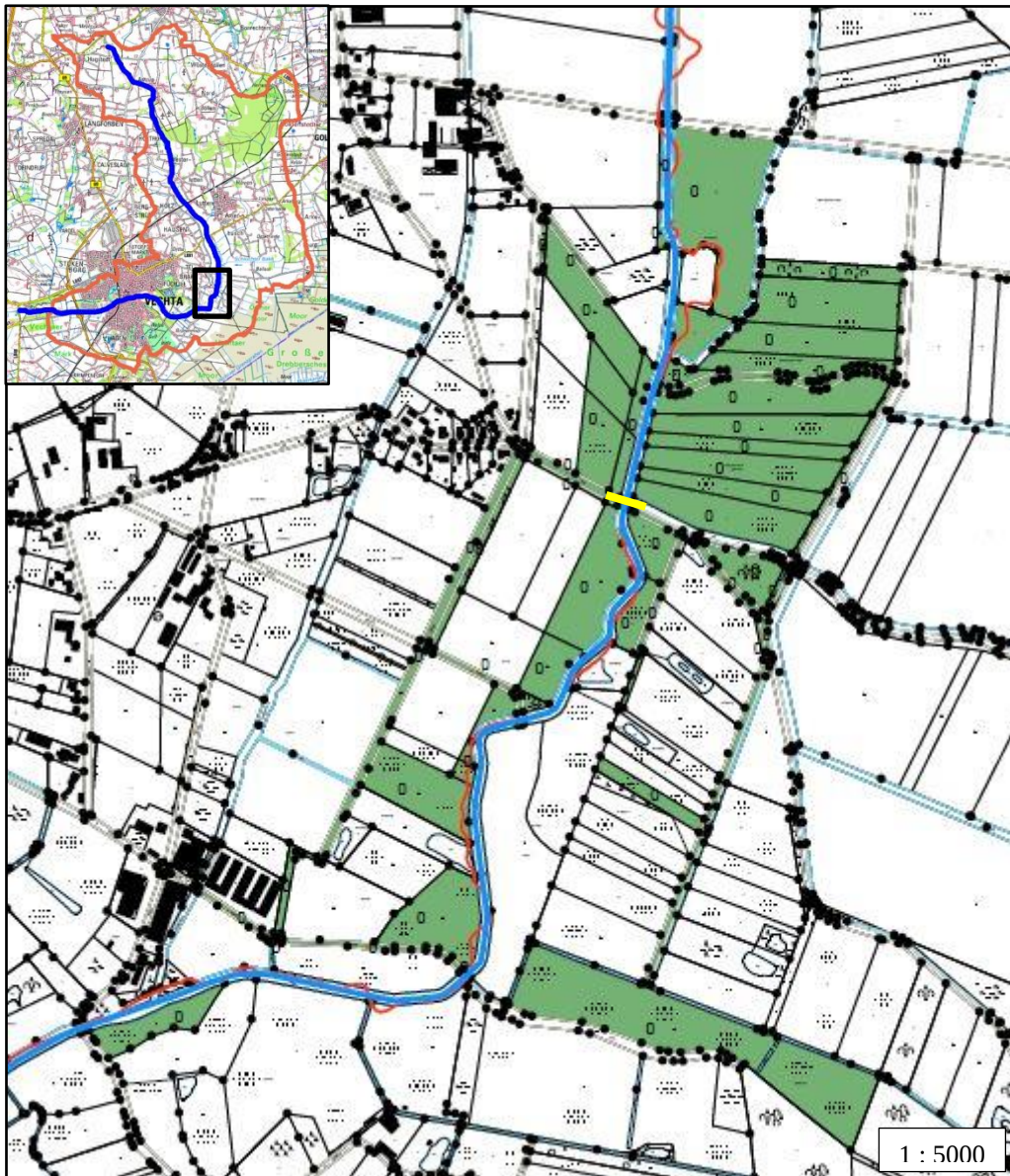


Abb. 33: Übersicht über das Plangebiet, das im Zuge der EG-WRRL zu einer Verbesserung der Gewässerqualität des Vechtaer Moorbachs beitragen soll. Die grün markierten Flächen stellen den 40,97 ha großen Flächenpool dar (Salva 2001, verändert). Oberhalb des gelben Querstriches weist der Moorbach die Gewässerstrukturgüteklasse 4 “deutlich verändert“ und unterhalb die Klasse 5 “stark verändert“ auf (Bohne 2008).

Von Vorteil für die Planung war, dass im festgelegten Gebiet typische Auenböden wie Erd-Niedermoor und Gley vorhanden sind, die die geplanten Umgestaltungen zu gewässerbegleitenden Sekundärauen begünstigen (Bohne 2008). Des Weiteren wurde neben dem Leitbild für Niedermoores auch das Leitbild für kleinere Fließgewässer und Auen der Tiefebene herangezogen, um möglichst naturnahe Ergebnisse zu erzielen (Bohne 2012). Allgemein gilt für die komplette Länge des Moorbachs im Flächenpoolgebiet, dass

nur reduzierte Unterhaltungsmaßnahmen, wie beispielsweise die abschnittsweise und wechselseitige Mahd ohne Grundräumung, durchgeführt und die Grünlandflächen in Absprache mit den Landwirten extensiv bewirtschaftet werden (Bohne 2012). Zur Umstrukturierung des Flächenpools wurde dieser in drei sogenannte Maßnahmenggebiete unterteilt und phasenweise mit großem Gerät umgestaltet (Abb. 34) (Nordlohne & Bechly 2013).

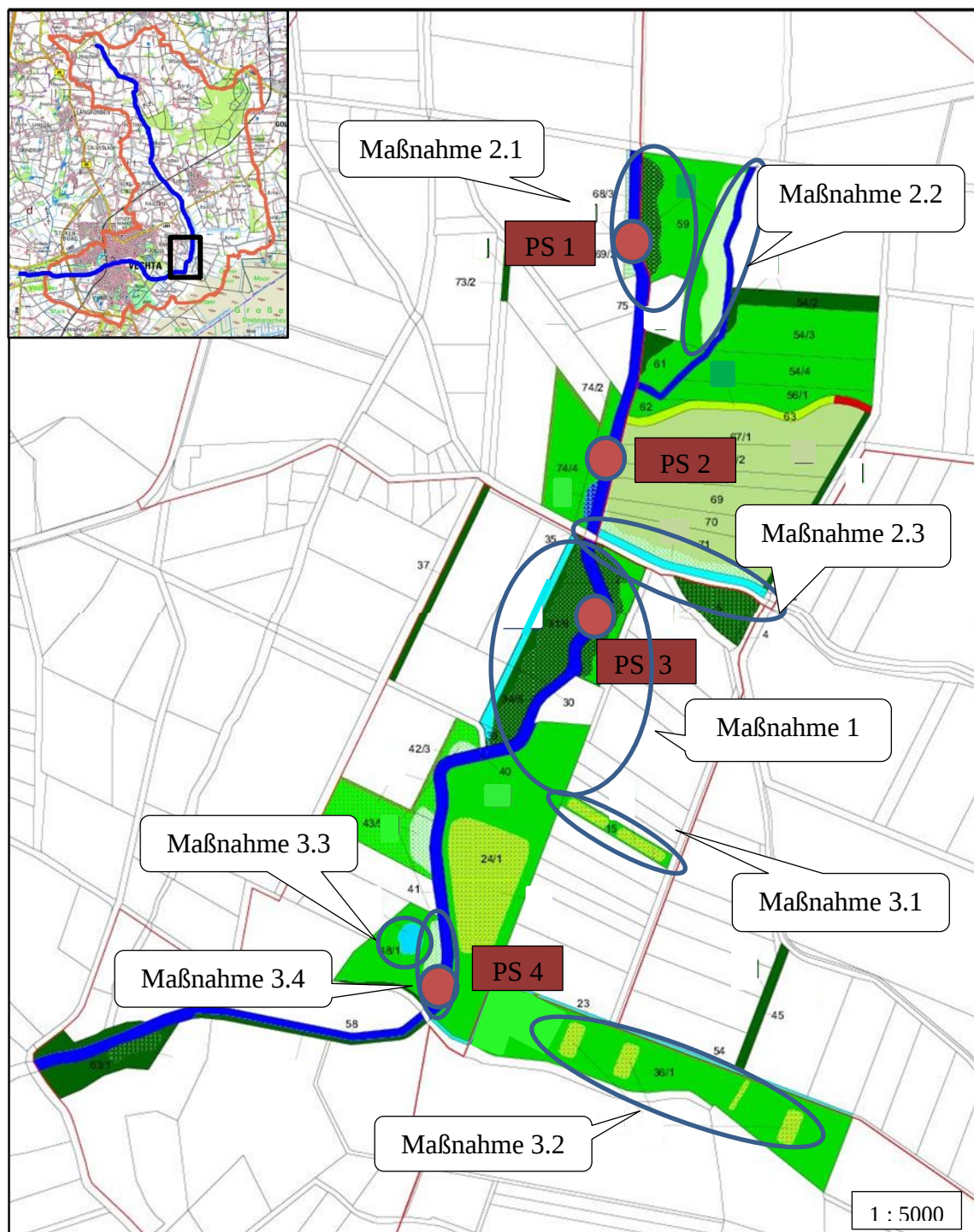


Abb. 34: Entwicklungsplan des Flächenpools am Vechtaer Moorbach mit durchnummerierten Maßnahmen. Zusätzlich sind die Probenstellen (PS) 1 bis 4 eingezeichnet (Bohne 2012, verändert).

Maßnahmengebiet 1 wurde bereits im Sommer 2012 zu einer sogenannten Sekundäraue umstrukturiert (Abb. 35): Dazu wurde der Oberboden der ehemaligen Ackerfläche, die zu diesem Zeitpunkt noch bis an den Moorbach heranreichte, auf einer durchschnittlichen Breite von ca. 30 m abgetragen und ein abwechslungsreiches Profil mit unterschiedlich

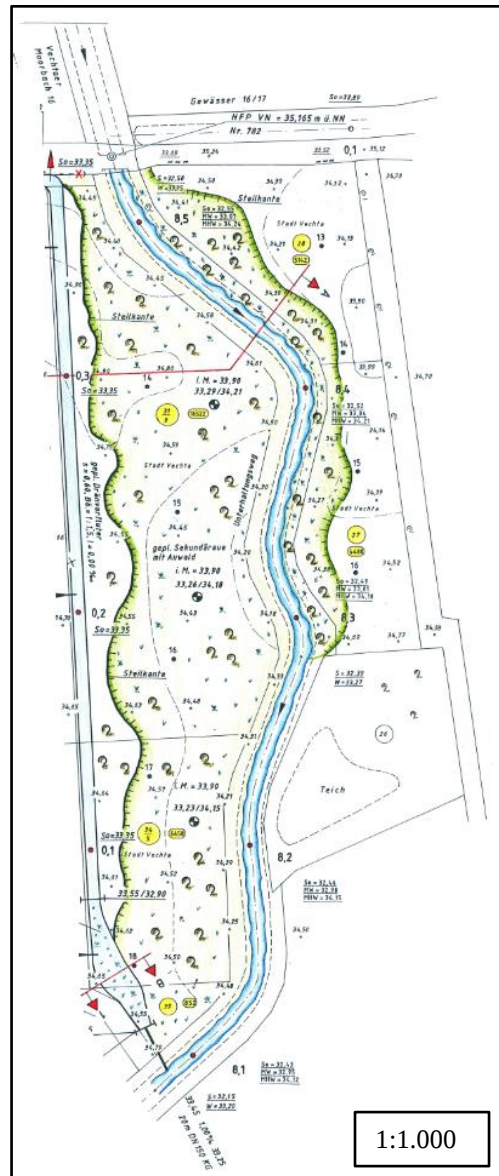


Abb. 35: Detailplan zur Erstellung der Sekundäraue (Höne 2011, verändert).

tiefen Senken und Erhöhungen erstellt (Tab. 3), um das natürliche Bild einer Gewässeraue nachzuempfinden (Höne 2011). Auf der linken Uferseite (bachabwärts betrachtet) wurde das Gelände auf einer Breite von etwa 10 m ähnlich gestaltet, wobei hier „örtlich vorhandene Erlenstubben [...] im Mittelwasserbereich zur Strukturverbesserung des Vechtaer Moorbachs [wieder] eingepflanzt [wurden]“ (Höne 2011, S. 5). Des Weiteren wurden rechtsseitig des Gewässers initiale Gehölzpflanzungen aus Rot-Erlen im Mittelwasserbereich getätigt und Eschen, Weiden und Stiel-Eichen in höher gelegenen

Bereichen angepflanzt (Höne 2011). Ein direkter Eingriff in den Moorbach liegt nur durch die Einbringung von grobem Geröll und einem seichten, durch Geröllschüttung erzeugten Seitenbecken vor, um vereinzelt die Strukturarmut aufzubessern (Bohne 2012). Zusätzlich wurde rechtsseitig als Abtrennung zur Ackerfläche ein Dränvorfluter installiert, der so konzipiert wurde, dass das Wasser am Ende in einem Sumpfpflanzenbeet zum Stillstand kommt (Höne 2011). Dadurch verlängert sich die Wasseraufenthaltszeit im Sumpfpflanzenbeet und es kann eine bessere Sedimentation von mitgeführten Frachten, ein höherer Grad an Ockerfällung und eine Nährstoffaufnahme durch die Sumpfpflanzen erfolgen (Höne 2011). Anschließend wird das Wasser mittels einer Rohrdrosselleitung in den Moorbach geleitet (Höne 2011). Im Maßnahmengebiet 2 wurde zum einem im Frühjahr 2014 eine bewaldete Sekundäraue (Tab. 3) im Umfang von 6.100 m² linksseitig des Gewässers angelegt (Maßnahme 2.1 Abb. 34) und zum anderen wurde die Schlochter Bäke, ein Zufluss des Vechtaer Moorbachs, so umstrukturiert, dass ihre Frachten ebenfalls durch eine verringerte Fließgeschwindigkeit noch in der Schlochter Bäke zu Boden sinken und somit die Sediment- und Nährstoffeinträge in den Moorbach reduziert werden (Maßnahme 2.2 Abb. 34) (Nordlohne & Bechly 2013). Das gleiche Verfahren wurde an einem weiteren Dränvorfluter im Frühjahr 2014 abgeschlossen (Tab. 3), um auch hier die Belastung des Moorbachs durch mitgeführte Frachten herabzusetzen (Maßnahme 2.3 Abb. 34) (Nordlohne & Bechly 2013). Im dritten Maßnahmengebiet wurden insgesamt vier Projekte realisiert: Die Anlagen von zwei Feuchtsenken (900 bis 1.100 m², ca. 0,30 m tief) (Maßnahme 3.1 Abb. 34) und von drei Blänken / Stillgewässern (ca. 1.000 bis 1.200 m², max. 1,50 m tief) (Maßnahme 3.2 Abb. 34) wurden auch im Frühjahr 2014 fertiggestellt (Nordlohne & Bechly 2013). Zudem konnten im Winter 2014 ein zusätzliches Stillgewässer (ca. 1.300 m², max. 1,50 m tief) (Maßnahme 3.3 Abb. 34) und eine unbewaldete Sekundäraue (ca. 2.900 m²) (Maßnahme 3.4 Abb. 34) installiert werden (Nordlohne & Bechly 2013).

Renaturierungsmaßnahmen am Vechtaer Moorbach

Maßnahmengebiet 1 (Sommer 2012)



Direkt nach den Umbaumaßnahmen im Oktober 2012 (© Logemann).



Zwei Jahre nach Abschluss der Umbaumaßnahmen im Juni 2014 (© Logemann).



Neu installierter Dränvorfluter mit Rohrdrosselleitung im Juni 2014 (© Logemann).

Renaturierungsmaßnahmen am Vechtaer Moorbach

Maßnahmengebiet 2 (Frühjahr 2014)

Maßnahme 2.1



Vor den Umbaumaßnahmen im Oktober 2013
(© Logemann).



Während der Umbaumaßnahmen im März 2014
(© Logemann).



Nach den Umbaumaßnahmen im Juni 2014 (© Logemann).



Maßnahme 2.2



Vor den Umbaumaßnahmen im August 2013
(© Logemann).



Nach den Umbaumaßnahmen im Juli 2014
(© Logemann).

Renaturierungsmaßnahmen am Vechtaer Moorbach

Maßnahme 2.3



Vor den Umbaumaßnahmen im Juni 2013
(© Logemann).



Während der Umbaumaßnahmen im März 2014
(© Logemann).



Während der Umbaumaßnahmen im März 2014
(© Logemann).



Nach den Umbaumaßnahmen im Juli 2015
(© Logemann).

Maßnahmengebiet 3

Maßnahme 3.1 (Frühjahr 2014)



Vor den Umbaumaßnahmen im Jahr 2007 (© Stadt Vechta).



Während der Umbaumaßnahmen im März 2014
(© Logemann).

Renaturierungsmaßnahmen am Vechtaer Moorbach



Nach den Umbaumaßnahmen im September 2015 (© Logemann).

Maßnahme 3.2 (Frühjahr 2014)



Vor den Umbaumaßnahmen im Jahr 2007 (© Stadt Vechta).



Während der Umbaumaßnahmen im März 2014 (© Logemann).



Während der Umbaumaßnahmen im März 2014 (© Logemann).



Nach den Umbaumaßnahmen im September 2015 (© Logemann).

Renaturierungsmaßnahmen am Vechtaer Moorbach

Maßnahme 3.3 (November 2014)



Während der Umbaumaßnahmen im November 2014 (© Logemann).

Nach den Umbaumaßnahmen im April 2015 (© Logemann).

Maßnahme 3.4 (November 2014)



Während der Umbaumaßnahmen im November 2014 (© Logemann).



Nach den Umbaumaßnahmen im August 2015 (© Logemann).

Tab. 3: Photoschau zu den Umbaumaßnahmen am Vechtaer Moorbach in der Zeit vom Sommer 2012 bis zum Herbst 2015.

3.2 Die Probenstellen des Vechtaer Moorbachs und der Zuläufe

Zur Orientierung der Lage der Probenstellen im Bachverlauf befindet sich im hinteren Einband eine Faltkarte (Abb. 101), die das Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs mit dem Verlauf des Gewässers und den entsprechenden Probenstellen abbildet.

Probenstelle 0+

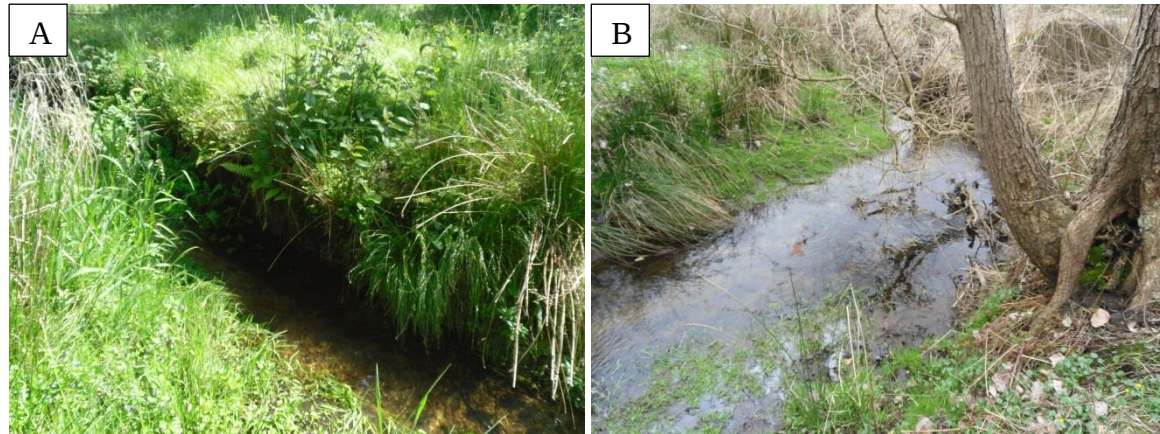


Abb. 36: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 0+. A: Bachaufwärts im April 2014 (© Logemann). B: Bachabwärts im April 2013 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 47.051' / E 008° 18.383'
Gewässerkilometer	15 + 795
ungefähre Größe Einzugsgebiet	10,6 km ²
Fließgewässertyp	18 (Löss/lehmgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	1,23 m
Gewässertiefe (Ø)	0,16 m
Sichttiefe (Ø)	0,16 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,20 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand, vereinzelt Kies- und kleinere Schlammablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August durch eine hohe Anzahl von Überwasserpflanzen gekennzeichnet
Uferbeschaffenheit	Steilufer, zum Teil unterspülte Uferkante und freiliegendes Wurzelwerk
Beschattung	dichter Baumbestand auf beiden Uferseiten
Umgebung	sommergrüner Laubwald
Besonderheiten	aufgrund der Lage nur manuelle Unterhaltung möglich
Begründung zur Wahl der PS	PS 0+ befindet sich im ursprünglichen Bachabschnitt und bietet somit eine Referenzstelle

Tab. 4: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 0+.

Probenstelle 0



Abb. 37: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 0. A: Bachaufwärts im August 2013 (© Logemann). B: Bachabwärts im Juni 2013 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 46.001' / E 008° 18.762'
Gewässerkilometer	13 + 500
ungefähre Größe Einzugsgebiet	14,4 km ²
Fließgewässertyp	18 (Löss/lehmgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	1,83 m
Gewässertiefe (Ø)	0,19 m
Sichttiefe (Ø)	0,19 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,20 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand, vereinzelt Kies- und kleinere Schlammablagerungen
Pflanzenbewuchs	ganzjährig kein Pflanzenbewuchs
Uferbeschaffenheit	Steilufer, zum Teil unterspülte Uferkante und freiliegendes Wurzelwerk
Beschattung	einzelne Baumreihe auf jeder Uferseite beschattet den Bachverlauf vollständig
Umgebung	intensive, landwirtschaftliche Nutzung
Besonderheiten	aufgrund der Lage nur manuelle Unterhaltung möglich
Begründung zur Wahl der PS	PS 0 bietet eine weitere Referenzstelle

Tab. 5: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 0.

Probenstelle 1

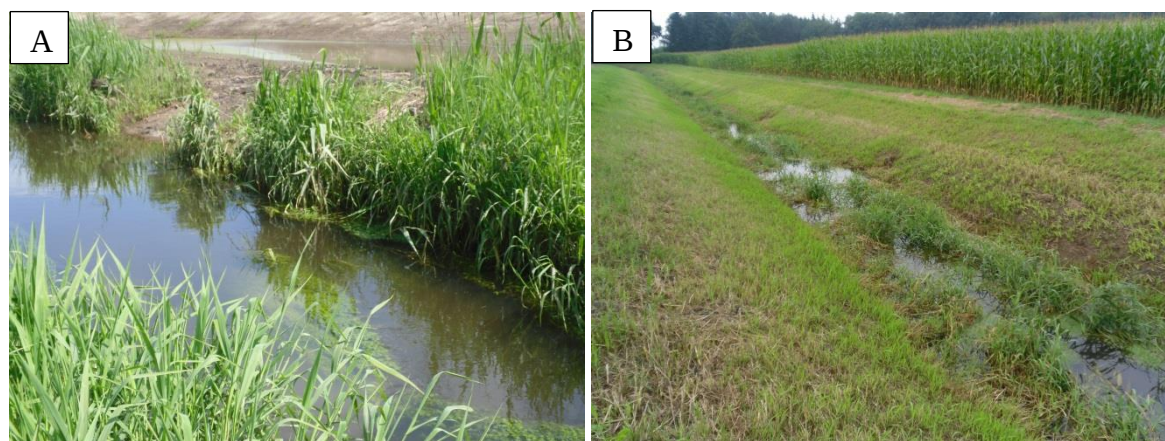


Abb. 38: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 1. A: Bachaufwärts mit unbewaldeter Sekundärraue im Hintergrund im Juni 2014 (© Logemann). B: Bachabwärts im August 2013 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 44.038' / E 008° 20.420'
Gewässerkilometer	09 + 120
ungefähre Größe Einzugsgebiet	54,2 km ²
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	3,14 m
Gewässertiefe (Ø)	0,60 m
Sichttiefe (Ø)	0,48 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,19 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand mit hohem Schlammanteil
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine hohe Anzahl von Unterwasserpflanzen (<i>Callitriche</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	Ufer entspricht dem klassischen Regelprofil, keine Breitenerosion oder Unterspülungen
Beschattung	keine Beschattung
Umgebung	intensive, landwirtschaftliche Nutzung
Besonderheiten	parallel zur Probenstelle 1 ist im Frühjahr 2014 eine unbewaldete Sekundärraue installiert worden, die temporär vom Moorbach geflutet wird (Abb. 34)
Begründung zur Wahl der PS	PS 1 befindet sich in landwirtschaftlich intensiv genutztem Gebiet, aber im Bachverlauf noch oberhalb der Renaturierungsmaßnahmen

Tab. 6: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 1.

Probenstelle A



Abb. 39: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle A im August 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.862' / E 008° 20.432'
Gewässerbreite (Ø)	2,50 m
Gewässertiefe (Ø)	0,30 m
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, vereinzelt minimale Totholzablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine hohe Anzahl von Überwasserpflanzen (<i>Phragmites</i> sp.) und Schwimmblattpflanzen (<i>Lémna</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	Ufer entspricht dem klassischen Regelprofil, keine Breitenerosion oder Unterspülungen
Beschattung	keine Beschattung
Umgebung	auf beiden Uferseiten sind Grünlandflächen vorhanden, die extensiv genutzt werden
Besonderheiten	Zulauf fließt zwischen den Probenstellen 1 und 2 in den Vechtaer Moorbach
Begründung zur Wahl der PS	PS A ermöglicht eine Aussage über die Nährstofffrachten des Zulaufs, sodass eventuelle Veränderungen im Moorbach erklärt werden können

Tab. 7: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle A.

Probenstelle 2

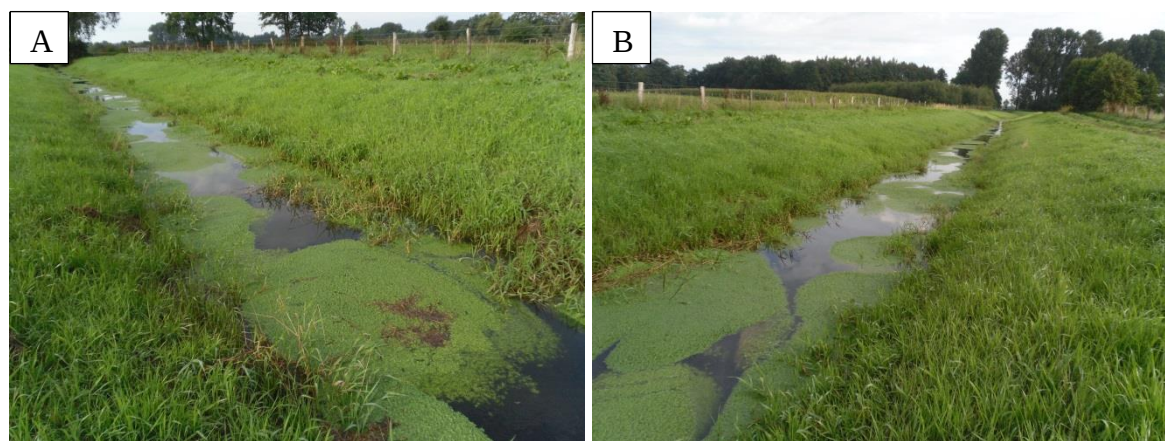


Abb. 40: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 2. A: Bachabwärts, B: Bachaufwärts jeweils im August 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.801' / E 008° 20.400'
Gewässerkilometer	08 + 678
ungefähre Größe Einzugsgebiet	54,9 km ²
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	2,66 m
Gewässertiefe (Ø)	0,65 m
Sichttiefe (Ø)	0,51 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,21 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, vereinzelt minimale Totholzablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine hohe Anzahl von Unterwasserpflanzen (<i>Callitriche</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	Ufer entspricht dem klassischen Regelprofil, keine Breitenerosion oder Unterspülungen
Beschattung	keine Beschattung
Umgebung	extensive, landwirtschaftliche Nutzung
Besonderheiten	ca. 100 m oberhalb der Probenstelle 2 fließt der Zufluss mit der Probenstelle A in den Moorbach
Begründung zur Wahl der PS	PS 2 liegt im Bachverlauf unterhalb des Zuflusses der Schlochter Bäke (=PS A), sodass Einträge durch diesen Zufluss festgehalten werden können

Tab. 8: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 2.

Probenstelle B



Abb. 41: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle B: A: Vor dem Umbau im Juni 2013 (© Logemann). B: Nach dem Umbau im Juli 2015 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.732' / E 008° 20.329'
Gewässerbreite (Ø)	5,30 m
Gewässertiefe (Ø)	0,40 m
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, vereinzelt minimale Totholzablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August vor dem Umbau nur sehr vereinzelter Pflanzenwachstum (<i>Phragmites</i> sp.), nach dem Umbau noch gar kein Pflanzenwachstum existent
Uferbeschaffenheit	Ufer entsprach vor dem Umbau dem klassischen Regelprofil. Keine Breitereosion oder Unterspülungen; durch den Umbau kam es zu einer deutlichen Lauferweiterung mit flach auslaufenden Uferbereichen
Beschattung	keine Beschattung
Umgebung	auf der rechten Uferseite extensive Grünlandflächen, auf der linken Seite ist ein landwirtschaftlicher Weg vorliegend
Besonderheiten	Zulauf fließt zwischen den Probenstellen 2 und 3 in den Vechtaer Moorbach und wurde im Frühjahr 2014 umgestaltet (Abb. 41; Maßnahme 2.3 Abb. 34)
Begründung zur Wahl der PS	PS B ist zum einen interessant, um weitere Nährstoffeinträge in den Moorbach zu messen, aber zum anderen auch, um eventuelle Veränderungen in der Nährstoffzufuhr nach dem Umbau zu messen

Tab. 9: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle B.

Probenstelle 3



Abb. 42: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 3. A: Bachabwärts im September 2014 (© Logemann). B: Bachaufwärts im November 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.670' / E 008° 20.386'
Gewässerkilometer	08 + 345
ungefähre Größe Einzugsgebiet	57,8 km ²
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	2,67 m
Gewässertiefe (Ø)	0,53 m
Sichttiefe (Ø)	0,42 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,28 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, grobes Geröll unterbricht die Monostruktur des Gewässerbodens
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine mittlere Anzahl von Schwimmblattpflanzen (<i>Potamogeton</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	Ufer ist leicht geschwungen und mittels einer groben Steinschüttung befestigt, Möglichkeit zur Breitenerosion besteht
Beschattung	keine Beschattung
Umgebung	Sekundäraue in der Entwicklung
Besonderheiten	im Sommer 2012 wurde die Umgebung der Probenstelle auf einer Fläche von ca. 2 ha zu einer sogenannten Sekundäraue umgestaltet
Begründung zur Wahl der PS	PS 3 befindet sich inmitten der flächentechnisch größten Renaturierungsmaßnahme (Maßnahme 1 Abb. 34)

Tab. 10: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 3.

Probenstelle C1



Abb. 43: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle C1 im April 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.736' / E 008° 20.344'
Gewässerbreite (Ø)	2,20 m
Gewässertiefe (Ø)	0,30 m
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine hohe Anzahl von Überwasser- (<i>Phragmites</i> sp.), aber auch Schwimmblattpflanzen (<i>Lémna</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	Ufer entspricht dem klassischen Regelprofil, keine Breitenerosion oder Unterspülungen
Beschattung	keine Beschattung
Umgebung	auf der linken Uferseite befindet sich die 2012 installierte Sekundäraue, rechtsseitig intensiv genutztes Ackerland
Besonderheiten	Zulauf befindet sich in einem künstlich angelegten Dränvorfluter, der parallel zur installierten Sekundäraue (Maßnahme 1 Abb. 34) verläuft
Begründung zur Wahl der PS	PS C1 ist längentechnisch in der Mitte des künstlich angelegten Dränvorfluters lokalisiert und bietet somit Aufschluss über den Nährstoffgehalt

Tab. 11: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle C1.

Probenstelle C2

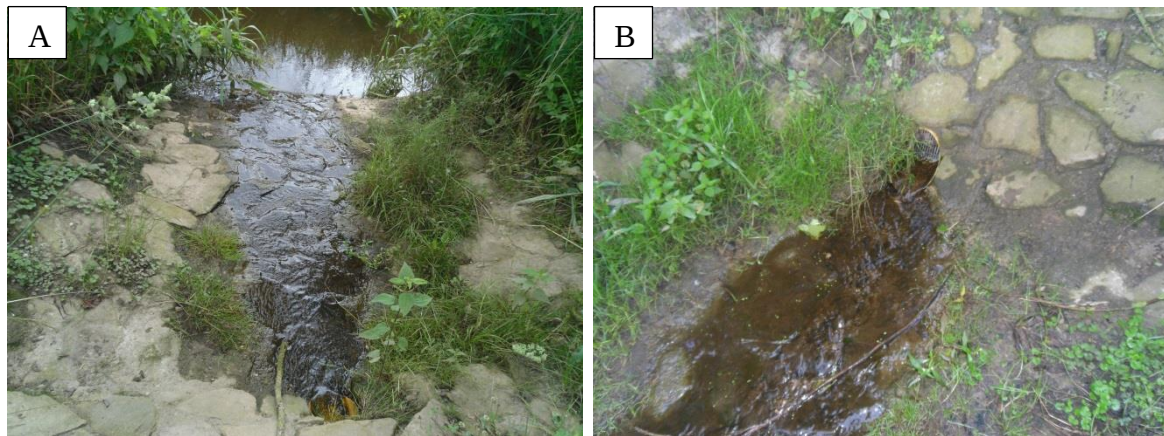


Abb. 44: A: Blick von oben im Juni 2014 (© Logemann). B: Blick von der Seite im August 2014 (© Logemann) auf einen Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle C2.

GPS-Koordinaten	N 52° 43.547' / E 008° 20.229'
Gewässerbreite (Ø)	/
Gewässertiefe (Ø)	/
Sohlssubstrat	kein Sohlssubstrat vorhanden, da das Wasser an dieser Probenstelle aus einem Rohr austritt
Pflanzenbewuchs	kein Pflanzenbewuchs, da das Wasser an dieser Probenstelle aus einem Rohr austritt
Uferbeschaffenheit	kein Ufer vorhanden, da das Wasser an dieser Probenstelle aus einem Rohr austritt
Beschattung	Beschattung während der Vegetationsphase durch Laubbäume
Umgebung	auf der linken Uferseite befindet sich die 2012 installierte Sekundäraue, rechtsseitig intensiv genutztes Ackerland
Besonderheiten	PS ist im gleichen Zulauf lokalisiert wie PS C1, allerdings nachdem das Wasser in einem breiten Becken zum Stehen gekommen ist und durch eine sogenannte Rohrdrossel verrohrt zwischen den Probenstellen 3 und 4 in den Vechtaer Moorbach eingeleitet wird
Begründung zur Wahl der PS	PS C2 ermöglicht die Überprüfung der Installation eines künstlichen Dränvorfluters mit anschließender „natürlicher Klärung“

Tab. 12: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle C2.

Probenstelle 4



Abb. 45: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 4. A: Bachabwärts im November 2013 (© Logemann). B: Bachaufwärts im November 2014, wobei im Hintergrund die Baggerarbeiten zur Gestaltung einer unbewaldeten Sekundäraue zu erkennen sind (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.346' / E 008° 20.172'
Gewässerkilometer	07 + 620
ungefähre Größe Einzugsgebiet	58,0 km ²
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	3,18 m
Gewässertiefe (Ø)	0,61 m
Sichttiefe (Ø)	0,43 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,26 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, vereinzelt minimale Totholzablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine mittlere Anzahl von Schwimmblatt- (<i>Potamogeton</i> sp.) und Unterwasserpflanzen (<i>Callitriche</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	Ufer entspricht dem klassischen Regelprofil, keine Breitenerosion oder Unterspülungen, Ausnahme: Übergang in die Sekundäraue auf einer Länge von 30 m, wo durch temporäre Überflutungen die Uferlinie neu modelliert wird
Beschattung	teilweise Beschattung durch eine einseitige, spärliche Baumreihe
Umgebung	extensive, landwirtschaftliche Nutzung
Besonderheiten	parallel zur Probenstelle 4 ist im Herbst 2014 eine unbewaldete Sekundäraue installiert worden, die temporär vom Moorbach geflutet wird (Maßnahme 3.4 Abb. 34)
Begründung zur Wahl der PS	PS 4 liegt unterhalb sämtlicher Maßnahmen

Tab. 13: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 4.

Probenstelle D



Abb. 46: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit der Probenstelle D im März 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.313' / E 008° 20.152'
Gewässerbreite (Ø)	1,50 m
Gewässertiefe (Ø)	0,30 m
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, vereinzelt minimale Totholzablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August nur sehr vereinzelter Pflanzenwuchs (<i>Phragmites</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	Ufer entspricht dem klassischen Regelprofil, keine Breitenerosion oder Unterspülungen
Beschattung	keine Beschattung
Umgebung	auf beiden Uferseiten extensive Grünlandflächen
Besonderheiten	dieser Zulauf fließt zwischen den Probenstellen 4 und 5 in den Vechtaer Moorbach
Begründung zur Wahl der PS	diese PS befindet sich in einem Zulauf, der aus dem moorigen Einzugsbereich des Moorbachs kommt und somit Einflüsse des Moores auf das Gewässer messbar macht

Tab. 14: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle D.

Probenstelle 5



Abb. 47: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 5. A: Bachaufwärts und B: Bachabwärts jeweils im Mai 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.595' / E 008° 17.809'
Gewässerkilometer	04 + 247
ungefähre Größe Einzugsgebiet	74,5 km ²
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	5,02 m
Gewässertiefe (Ø)	1,16 m
Sichttiefe (Ø)	0,69 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,07 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, vermehrt Totholzablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine hohe Anzahl von Schwimmblattpflanzen (<i>Nymphaea</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	kleines Steilufer, zum Teil unterspülte Uferkante und deutlich erkennbare Seitenerosion
Beschattung	keine Beschattung
Umgebung	auf beiden Uferseiten extensive Grünlandflächen
Besonderheiten	starke Beeinflussung durch den Rückstau
Begründung zur Wahl der PS	PS 5 wurde zum einen an dieser Stelle installiert, um den Einfluss des Rückstaus zu messen und zum anderen bietet die extensive Grünlandbewirtschaftung einen Vergleich zur intensiven Landnutzung

Tab. 15: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 5.

Probenstelle 6



Abb. 48: A/B: Der Totarm des Vechtaer Moorbachs, der Stadtgraben genannt wird und mittels Moorbachwasser gefüllt wird. Beide Bilder wurden im Juni 2014 erstellt (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.581' / E 008° 17.502'
Gewässerkilometer	Stadtgraben (Totarm des Vechtaer Moorbachs)
ungefähre Größe Einzugsgebiet	/
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	10,37 m
Gewässertiefe (Ø)	0,65 m
Sichttiefe (Ø)	0,47 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,00 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Kies, vereinzelt Schlamm
Pflanzenbewuchs	Unterwasserpflanzen ganzjährig, Schwimmblattpflanzen (<i>Nymphaea</i> sp.) nur während der allgemeinen Vegetationsphase von Mai bis August
Uferbeschaffenheit	es liegt zunächst ein schmaler, flacher Uferbereich vor, der dann schnell steil hinabführt
Beschattung	einseitige Beschattung durch einseitig alten Baumbestand
Umgebung	einseitig kleines Waldstück, andere Seite Gärten der städtischen Siedlung
Besonderheiten	Stadtgraben kann nur dann ausreichend mit Wasser gespeist werden, wenn das Stauwehr „Wassermühle“ erhalten bleibt
Begründung zur Wahl der PS	PS 6 befindet sich im Totarm des Moorbachs und stellt somit ein stehendes Gewässer dar, sodass an dieser Stelle die Messmethoden für Fließgewässer vermutlich an ihre Grenzen stoßen, aber auch die Nährstoffbilanz sehr interessant erscheint

Tab. 16: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 6.

Probenstelle 7

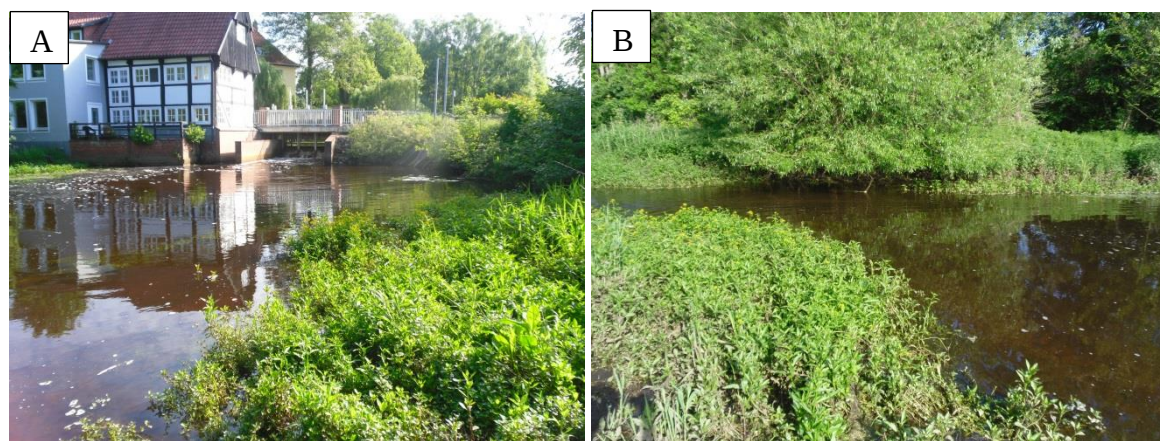


Abb. 49: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 7 im Mai 2014. A: Bachaufwärts mit Blick auf das Stauwehr (© Logemann). B: Bachabwärts, wo die Verengung nach dem Stauabfluss deutlich wird (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.556' / E 008° 17.432'
Gewässerkilometer	03 + 623
ungefähre Größe Einzugsgebiet	75,8 km ²
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	10,72 m
Gewässertiefe (Ø)	0,32 m
Sichttiefe (Ø)	0,30 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,11 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand, nur im Uferbereich vereinzelt Schlammablagerungen und Sandtreiben
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August vereinzelt Schwimmblatt- (<i>Nymphaea</i> sp.) und Überwasserpflanzen
Uferbeschaffenheit	rechte Ufer ist eher steil, zum Teil leicht unterspülte Uferkante und freiliegendes Wurzelwerk; die linke Uferlinie ist sehr flach und ähnelt einer Verlandung
Beschattung	einseitige Beschattung durch angrenzendes kleines Waldstück, die aber aufgrund der enormen Breitenausdehnung des Vechtaer Moorbachs an dieser Stelle maximal ein Drittel des Gewässers beschattet
Umgebung	rechtsseitig kleines Waldstück (städtische Parkanlage), linksseitig versiegelte Flächen des städtischen Siedlungsbereichs
Besonderheiten	Vechtaer Moorbach passiert an dieser Stelle die 1,10 m hohe Stauwehr „Wassermühle“ (Abb. 49A)
Begründung zur Wahl der PS	PS 7 misst somit den Einfluss des Sohlabsturzes

Tab. 17: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 7.

Probenstelle E



Abb. 50: Ein Zulauf des Vechtaer Moorbachs, der sogenannte Zitadellengraben, mit der Probenstelle E im April 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.437' / E 008° 16.755'
Gewässerbreite (Ø)	3,80 m
Gewässertiefe (Ø)	0,10 m
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, vereinzelt minimale Totholzablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August kaum Pflanzenwachstum
Uferbeschaffenheit	Böschung sowohl rechtsseitig, als auch linksseitig mit Strauchschicht, rechte Uferkante eher steil, linke flach auslaufend
Beschattung	Beschattung teilweise durch Baumbestand gegeben
Umgebung	auf beiden Uferseiten städtische Siedlungen
Besonderheiten	Zulauf fließt zwischen den Probenstellen 7 und 8 im städtischen Siedlungsbereich in den Vechtaer Moorbach
Begründung zur Wahl der PS	PS dient zur Überprüfung städtischer Einflüsse

Tab. 18: Charakteristika eines Zulaufs des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle E.

Probenstelle 8



Abb. 51: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 8. A: Bachaufwärts im April 2014 (© Logemann). B: Bachabwärts im August 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.193' / E 008° 15.895'
Gewässerkilometer	01 + 645
ungefähre Größe Einzugsgebiet	80,9 km ²
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	5,00 m
Gewässertiefe (Ø)	0,70 m
Sichttiefe (Ø)	0,52 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,13 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, grobes Geröll unterbricht vereinzelt die Monostruktur des Gewässerbodens
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine hohe Anzahl von Unter-, Überwasser- (<i>Sagittaria</i> sp.) und Schwimmblattpflanzen (<i>Potamogeton</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	Steilufer, zum Teil unterspülte Uferkante und freiliegendes Wurzelwerk, leichte Breitenerosion, aber auch Befestigungen der Uferkante durch grobe Steinschüttungen
Beschattung	kaum Beschattung, da die beidseitige, einreihige Baumlinie zu weit vom Gewässer entfernt ist
Umgebung	linksseitig versiegelte Fläche durch eine Kreisstraße, rechtsseitig versiegelte Flächen durch das Industriegebiet von Vechta
Besonderheiten	dieser Bereich des Vechtaer Moorbachs ist bereits zu Beginn der 90er Jahre nach damaligen Maßstäben renaturiert worden
Begründung zur Wahl der PS	PS 8 bietet somit die Möglichkeit zum Vergleich alter und neuer Maßnahmen

Tab. 19: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 8.

Probenstelle 9



Abb. 52: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 9. A: Bachaufwärts unmittelbar nach dem Einfluss der Kläranlage (© Logemann). B: Bachabwärts, jeweils im August 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.159' / E 008° 14.940'
Gewässerkilometer	00 + 547
ungefähre Größe Einzugsgebiet	81,8 km ²
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	5,68 m
Gewässertiefe (Ø)	0,83 m
Sichttiefe (Ø)	0,61 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,14 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, vereinzelt minimale Totholzablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine geringe Anzahl von Überwasser- (<i>Sagittaria</i> sp.) und Schwimmblattpflanzen (<i>Lémna</i> sp., <i>Potamogeton</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	Ufer entspricht dem klassischen Regelprofil, vereinzelt Uferabstürze, die mittels Faschinen und groben Gesteinsschüttungen unterbunden werden sollen
Beschattung	kaum Beschattung, da die einseitige, einreihige Baumreihe zu weit vom Gewässer entfernt ist
Umgebung	linksseitig versiegelte Fläche durch eine Kreisstraße, rechtsseitig Klärwerk der Stadt Vechta
Besonderheiten	Probenstelle 9 ist unmittelbar nach dem Einfluss der Klärwerksabwässer installiert
Begründung zur Wahl der PS	PS 9 ermöglicht eine aktuelle Aussage zu den Einflüssen von Klärwasser auf ein Fließgewässer

Tab. 20: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 9.

Probenstelle 10

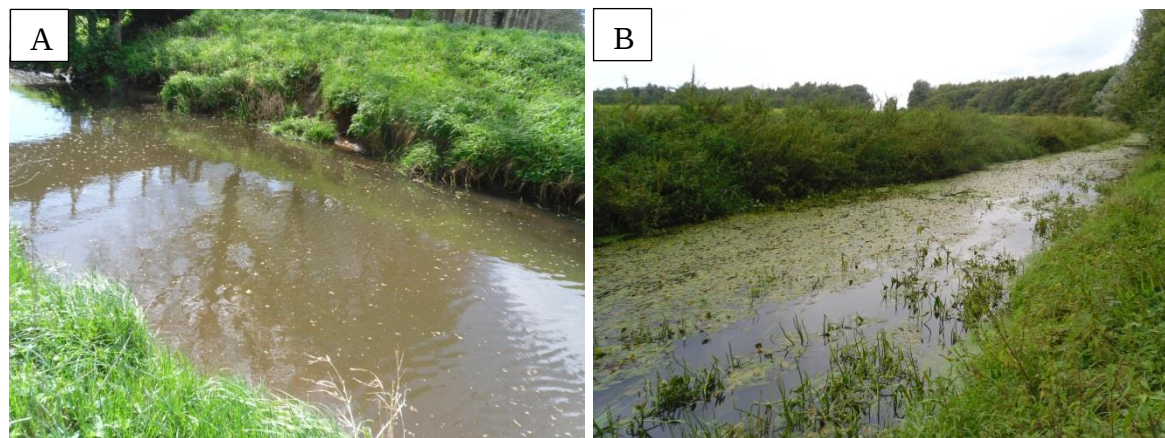


Abb. 53: Der Vechtaer Moorbach an der Probenstelle 10. A: Bachaufwärts im April 2014 (© Logemann). B: Bachabwärts im August 2014 (© Logemann).

GPS-Koordinaten	N 52° 43.195' / E 008° 13.547'
Gewässerkilometer	Fladderkanal
ungefähre Größe Einzugsgebiet	124,9 km ²
Fließgewässertyp	14 (Sandgeprägter Tieflandbach)
Gewässerbreite (Ø)	6,36 m
Gewässertiefe (Ø)	0,64 m
Sichttiefe (Ø)	0,52 m
Fließgeschwindigkeit (Ø)	0,25 m / sec.
Sohlsubstrat	überwiegend Sand und Schlamm, vereinzelt minimale Totholzablagerungen
Pflanzenbewuchs	während der Vegetationsphase von Mai bis August eine hohe Anzahl von Unterwasser- (<i>Callitriche</i> sp.), Überwasser- (<i>Sagittaria</i> sp.) und Schwimmblattpflanzen (<i>Lémna</i> sp., <i>Potamogeton</i> sp.)
Uferbeschaffenheit	rechtsseitig Steilufer, zum Teil unterspülte Uferkante, auf der linken Seite klassisches Regelfprofil, vereinzelt Uferabstürze
Beschattung	zeitweise vollständige Beschattung durch das rechtsseitig vorhandene Waldstück
Umgebung	auf der linken Uferseite intensive Ackerflächen, rechtsseitig mittelgroßes Laubwaldgebiet
Besonderheiten	Probenstelle 10 befindet sich bereits im Fladderkanal, in den der Vechtaer Moorbach nach 20,4 km Fließstrecke übergeht
Begründung zur Wahl der PS	PS 10 ist eine abschließende Kontroll-Probenstelle in landwirtschaftlich intensiv genutztem Gebiet.

Tab. 21: Charakteristika des Vechtaer Moorbachs an der Probenstelle 10.

3.3 Die Erhebungsdaten im Untersuchungszeitraum

Damit die Bestimmung der Gewässergüte möglichst umfangreich und vielseitig erfolgen kann, sind unterschiedlichste Parameter ausgewählt worden. Die chemischen und physikalischen Untersuchungen ermöglichen eine Einteilung des Gewässers in sogenannte Gewässergüteklassen, die unter anderem auf Nährstoff- und Salzgehalte zurückgreift. Im Gegensatz dazu wird mittels der Indizes "Litoral-Besiedler-Index", "EPT-Index", "Anzahl-Trichoptera-Arten-Index", "Sørensen-Index" und "Saprobien-Index" das Makrozoobenthos des Fließgewässers untersucht und somit eine biologische Kategorisierung in Güteklassen vorgenommen. Eine weitere Ebene stellt die Strukturgütekartierung dar, die ebenfalls mit Güteklassen arbeitet und dadurch eine Aussage über die allgemeinen Strukturen und die Funktionalität des Ufers, der Sohle oder der Umgebung des Gewässers zulässt. Die zusätzlichen hydrologischen und klimatischen Parameter unterstützen die oben genannten Untersuchungsmethoden und können möglicherweise Abweichungen oder Tendenzen erläutern.

Die Erhebungen an den Probenstellen 0+ bis 10, die sich direkt im Vechtaer Moorbach befinden, wurden monatlich von Januar 2013 bis Dezember 2014 (Tab. 22) durchgeführt. Die Probenstellen A bis E, die sich in den Zuläufen des Vechtaer Moorbachs befinden, wurden erst seit Februar 2013 monatlich (Tab. 22) untersucht. Vereinzelt Abweichungen sind möglich, die dann explizit bei dem jeweiligen Parameter aufgeführt sind.

2013					
14. / 23. 01*	12.02	11.03.	15.04.	13.05.	10.06.
15.07.	12.08.	09.09.	14.10.	11.11.	09.12
2014					
13.01.	11.02.	11.03.	14.04.	19.05.	16.06.
21.07.	25.08.	15.09.	13.10.	10.11.	08.12.

Tab. 22: Die genauen Daten der Probenentnahmen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10, sowie der Zuläufe A bis E. (* Am 14.01.13 wurden die Probenstellen 0+ bis 4 und am 23.01.13 die Probenstellen 5 bis 10 beprobt. Die Zuläufe A bis E wurden im Januar 2013 gar nicht untersucht. An den darauffolgenden Probenentnahmeterminen wurden immer alle Probenstellen 0+ bis 10 und A bis E an einem Tag beprobt).

Bei jedem Probengang wurde an jeder einzelnen Probenstelle im Vechtaer Moorbach (0+ bis 10) ein Feldprotokoll (Anhang IV) nach den Vorgaben von Tümpling & Friedrich (1999) ausgefüllt, das unter anderem den Gewässernamen, die Nummer der Probenstelle, das Datum und die Uhrzeit der jeweiligen Untersuchung festhält (Abb. 54) und zudem Notizen zum allgemeinen Zustand des Gewässers, zu den Substratverhältnissen, aber auch zu Besonderheiten, wie zum Beispiel Müllaufkommen, ermöglicht.

Gewässername: Vechtaer Moorbach		Probenstelle		Datum:		Uhrzeit:	
Zustand des Gewässers	Wasserführung		stark ☐	normal ☐	gering ☐	keine ☐	
	Wasserfarbe		auffällig ☐		unauffällig ☐		
	Trübung		stark ☐	mittel ☐	schwach ☐	keine ☐	
	Geruch	nach H_2S ☐	chemisch ☐	nach Abwasser ☐	unauffällig ☐		
	Schaumbildung		stark ☐		schwach ☐		keine ☐
Substratverhältnisse	vorherrschend: 3 untergeordnet: 2 spärlich: 1 gar nicht: 0						
	Fels	Platten	grobes Geröll		Kies	Sand	Lehm
	Schlamm	Torf	Falllaub		Holz	Baumwurzeln	
	Überwasser- pflanzen		Schwimm- blattpflanzen		Unterwasser- pflanzen		
	Moose		Fadenalgen		Sandtreiben		
Besonderheiten	Müll						
	Faulschlamm						
	Sonstiges						

Abb. 54: Ausschnitt aus dem Feldprotokoll, der die allgemeine Situation des Vechtaer Moorbachs an jeder einzelnen Probenstelle festhält.

Die Probenstellen A bis E, die in den Zuläufen des Vechtaer Moorbachs lokalisiert sind, wurden nicht mit diesem umfangreichen Feldprotokoll festgehalten. Es wurden lediglich die physikalischen Parameter notiert (Anhang IV).

Darüber hinaus wurden sämtliche Probenstellen, 0+ bis 10 und A bis E, bei jeder Probenentnahme durch zwei bis drei Photos (Samsung PL80) bildlich dokumentiert.

3.4 Die Erhebung der Strukturgüte

Aufgrund der zeitintensiven Bearbeitung erfolgte die Erhebung nicht an allen Probenstellen an einem Tag, sondern über den Verlauf mehrerer Wochen (Tab. 23). Zudem wurden wiederum lediglich die Probenstellen 0+ bis 10, die sich direkt im Vechtaer Moorbach befinden, kartiert. Die Probenstellen in den Zuläufen wurden außer Acht gelassen.

Probenstelle	Datum der Erhebung	Startpunkt der Strecke	Endpunkt der Strecke
0+	12.11.14	N 52° 47.052′ E 008° 18.387′	N 52° 47.043′ E 008° 18.235′
0		N 52° 46.007′ E 008° 18.754′	N 52° 45.949′ E 008° 18.823′
1	29.10.14	N 52° 44.078′ E 008° 20.419′	N 52° 44.029′ E 008° 20.420′
2		N 52° 43.782′ E 008° 20.393′	N 52° 43.732′ E 008° 20.370′
3	05.11.14	N 52° 43.651′ E 008° 20.362′	N 52° 43.697′ E 008° 20.363′
4		N 52° 43.315′ E 008° 20.148′	N 52° 43.352′ E 008° 20.176′
5	06.11.14	N 52° 43.595′ E 008° 17.763′	N 52° 43.598′ E 008° 17.845′
6		N 52° 43.583′ E 008° 17.500′	N 52° 43.564′ E 008° 17.468′
7		N 52° 43.571′ E 008° 17.456′	N 52° 43.556′ E 008° 17.392′
8	11.11.14	N 52° 43.189′ E 008° 15.857′	N 52° 43.192′ E 008° 15.945′
9		N 52° 43.166′ E 008° 14.995′	N 52° 43.161′ E 008° 14.903′
10		N 52° 43.189′ E 008° 13.546′	N 52° 43.227′ E 008° 13.463′

Tab. 23: Übersicht der Erhebungsdaten zur Bestimmung der Strukturgüte des Vechtaer Moorbachs an den Probenstellen 0+ bis 10.

Die Durchführung der Erhebung orientierte sich an dem “Detailverfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer – Gewässerstrukturgütekartierung in Niedersachsen“ (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie 2001). Zunächst wurde an der jeweiligen Probenstelle eine 100 m lange Fließstrecke mithilfe eines Maßbandes abgemessen und der

Gewässerstrukturgütekartierung

in Niedersachsen - Detailverfahren 2001

Kartierabschnitt

Gewässerkennzahl

Gewässername

TK-Blatt-Nr

Abschnittsnr

Erhebungsdatum

Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

1. Laufentwicklung

1.1 Laufkrümmung

malandierend ☐

stark geschwungen ☐

mäßig geschwungen ☐

schwach geschwungen ☐

gestreckt ☐

geradlinig ☐

gelenkt ☐

ungelenkt ☐

1.2 Krümmungserosion

häufig stark ☐

vereinzelt stark ☐

häufig schwach ☐

vereinzelt schwach ☐

keine ☐

gekrümmt ☐

ungekrümmt ☐

2. Längsprofil

2.1 Querbauwerke

Grundswellen ☐

Absturz mit Umlauf ☐

raue Gleite/Rampe ☐

Absturz mit Teilrampe ☐

kleiner Absturz ☐

Absturz mit Fischpass ☐

glatte Gleite ☐

glatte Rampe ☐

Siel, Schöpfwerk ☐

hoher Absturz ☐

sehr hoher Absturz ☐

kein Querbauwerk ☐

2.2 Rückstau

geringer Rückstau ☐

mäßiger Rückstau ☐

starker Rückstau ☐

kein Rückstau ☐

2.3 Verrohrung

Sediment ☐

glatt ☐

bis 5% ☐

5 - 20% ☐

> 20% ☐

keine ☐

2.4 Querbänke

viele ☐

mehrere ☐

zwei ☐

eine ☐

Ansätze ☐

keine ☐

2.5 Strömungsdiversität

sehr groß ☐

groß ☐

mäßig ☐

gering ☐

keine ☐

2.6 Tiefenvarianz

sehr groß ☐

groß ☐

mäßig ☐

gering ☐

keine ☐

3. Querschnitt

3.1 Profiltyp

Naturprofil ☐

annähernd Naturprofil ☐

Erosionsprofil, variierend ☐

verfallendes Regelprofil ☐

Erosionsprofil, tief ☐

Unterhaltungsprofil ☐

Trapez, Doppeltapez ☐

V-Profil, Kastenprofil ☐

3.2 Profiltiefe

sehr flach ☐

flach ☐

mäßig tief ☐

tief ☐

sehr tief ☐

staurauiert ☐

3.3 Breitenerosion

Profiltiefe ☐

sehr tief ☐

mäßig tief bis sehr flach ☐

stark ☐

schwach ☐

keine ☐

Breitenentwicklung ☐

Profilform ☐

3.4 Breitenvarianz

sehr groß ☐

groß ☐

mäßig ☐

gering ☐

keine ☐

Durchlass, nicht strukturschädlich ☐

Lauf verengt ☐

Ufer unterbrochen ☐

kein Sediment ☐

kein Durchlass ☐

4. Gewässernutzung

4.1 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

4.2 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

4.3 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

5. Gewässernutzung

5.1 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

5.2 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

5.3 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

6. Gewässernutzung

6.1 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

6.2 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

6.3 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

7. Gewässernutzung

7.1 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

7.2 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

7.3 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

8. Gewässernutzung

8.1 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

8.2 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

8.3 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

9. Gewässernutzung

9.1 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

9.2 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

9.3 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

10. Gewässernutzung

10.1 Gewässernutzung

Schifffahrt ☐

Wasserkraft ☐

Hochwasserschutz ☐

Siedlung ☐

keine der o.g. ☐

10

85

4. Sohlenstruktur

4.1 Sohlensubstrat

natürlich ☐ unnatürlich ☐

Schllick, Schlamm ☐

Ton, Lehm ☐

Sand ☐

Kies und Schotter ☐

Schotter ☐

Schotter und Steine ☐

Blöcke, Schotter und Steine ☐

reines Blockwerk ☐

anstehender Fels ☐

anstehender Torf ☐

Sohlenverbau ☐

nicht feststellbar ☐

4.2 Sohlenverbau

Steinschüttung ☐

Massivsohle mit Sediment ☐

Massivsohle, kein Sediment ☐

kein Sohlenverbau ☐

4.4 Besondere Sohlenstrukturen

Rauschflächen, Schnellen ☐

Stilwasserpool ☐

durchströmter Pool ☐

Kahrwasser ☐

Flachwasser ☐

Wurzelflächen ☐

Tiefenrinne, Kolke ☐

Wasserpflanzenpolster ☐

Kaskaden ☐

4.3 Substratdiversität

sehr groß ☐

groß ☐

mäßig ☐

gering ☐

keine ☐

5. Uferstruktur

5.1 Uferbewuchs

Wald ☐

Galerie ☐

Röhricht ☐

teilweise Wald, Galerie ☐

Gebüsch, Einzelgehölz ☐

Krautflur, Hochstauden ☐

Wiese, Rasen ☐

Forst ☐

Galerie ☐

Gebüsch, Einzelgehölz ☐

Verbau ☐

Erosion ☐

naturbedingt ☐

5.2 Uferverbau

Lebendverbau ☐

Steinschüttung/Steinwurf ☐

Holzverbau ☐

Böschungsrasen ☐

Pflaster, Steinsatz, unverfügt ☐

wilder Verbau ☐

Beton, Mauer, Pflaster ☐

kein Uferverbau ☐

5.3 Besondere Uferstrukturen

Baumumlauf ☐

Pralbaum ☐

Unterstand ☐

Sturzbaum ☐

Holzansammlung ☐

Ufersporn ☐

Nistwand ☐

6. Gewässerumfeld

6.1 Flächennutzung

Wald, bodenständig ☐

typische Auenbiotope ☐

Brache ☐

Grünland ☐

Wald, nicht bodenständig ☐

Acker, Gärten, Nadelforst ☐

Park, Grünanlage ☐

Bebauung mit Freiflächen ☐

Bebauung ohne Freiflächen ☐

Sonstige Umfeldstruktur ☐

6.2 Gewässerrandstreifen

flächenhaft Wald/Sukzession ☐

Gewässerrandstreifen ☐

Saumstreifen ☐

Nutzung ☐

6.3 Sonstige Umfeldstrukturen

Abgrabung ☐

Fischteich in Nebenschluss ☐

gewässerunverträgliche Anlagen ☐

befestigte Verkehrsanlagen ☐

Anschüttung, Müllablagerung ☐

Hochwasserschutzbauwerk ☐

Zusammenfassende Bewertung der funktionalen Einheiten

1. Laufentwicklung

2. Längsprofil

4. Sohlenstruktur

Sohle

3. Querschnitt

5. Uferstruktur

Ufer

6. Gewässerumfeld

Land

Gesamt

Name des Kartierers _____

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie 2001
verändert nach LAWA 2009

Güteklasse	1	2	3	4	5	6	7
Indexspanne	1 - 1,7	1,8 - 2,6	2,7 - 3,5	3,6 - 4,4	4,5 - 5,3	5,4 - 6,2	6,3 - 7

Abb. 56: Seite 2 des Bewertungsbogens zur Gewässerstrukturgütekartierung (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie 2001).

86

3.5 Die Erhebung hydrologischer Parameter

Die Parameter Gewässerbreite, Wassertiefe, Sichttiefe und Fließgeschwindigkeit (Abb. 57) wurden direkt im Moorbach gemessen, wohingegen die Strömung subjektiv in Absprache mit einem Assistenten einer der vorgegebenen Kategorien (Abb. 57) zugeordnet wurde.

- Gewässerbreite: Ultraschall-Entfernungsmessgerät Powerfix
- Wassertiefe: Zollstock (2 m Länge)
- Sichttiefe: SECCHI Scheibe
- Fließgeschwindigkeit: Advanced stream Flowmeter MFP 126-S

Hydrologische Daten	Gewässerbreite (m):		Wassertiefe (m):	
	Sichttiefe (m):		Fließgeschwindigkeit (m/sec.):	
	Strömung	sehr turbulent ☐	turbulent ☐	fließend mit verein-
		zelten Turbulenzen ☐	ruhig fließend ☐	keine ☐

Abb. 57: Ausschnitt aus dem Feldprotokoll, der die hydrologischen Parameter des Vechtaer Moorbachs an jeder einzelnen Probenstelle festhält.

3.6 Die Erhebung klimatischer Parameter

Folgende klimatische Parameter wurden im o. a. Untersuchungszeitraum erhoben (Abb. 58):

Klimatische Parameter	Lichtintensität (lux):		Luftfeuchtigkeit (%):		
	Lufttemperatur (°C):		Windgeschwindigkeit (km/h):		
	Wind-Chill (°C):		Taupunkt (°C):		
	Niederschlagsmenge (mm): /Tag, /Monat, /Jahr				
	Bewölkung	stark ☐	mittel ☐	schwach ☐	keine ☐

Abb. 58: Ausschnitt aus dem Feldprotokoll, der die erhobenen klimatischen Parameter aufführt.

Dabei wurden die Parameter Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Wind-Chill, Taupunkt und Niederschlagsmenge mit der Wetterstation DAVIS Vantage Vue ermittelt, die auf dem Dach der Universität Vechta installiert ist (N 52° 43.209' / E 008° 17.702'), und an dem Tag der Probenentnahme notiert. Die Lichtintensität wurde direkt an der jeweiligen Probenstelle mittels dem Luxmeter testo 545 gemessen. Wichtig ist dabei anzumerken, dass der Wert immer direkt über der Wasseroberfläche gemessen wurde, um Verfälschungen durch eine ungünstige Positionierung am Ufer zu vermeiden.

Der letzte zu notierende Parameter, der Grad der Bewölkung, wurde subjektiv in Absprache mit einem Assistenten einer der vorgegebenen Kategorien zugeordnet.

3.7 Die Erhebung chemischer Parameter

Damit eine Analyse des Moorbach-Wassers auf unterschiedliche chemische Parameter durchgeführt werden konnte, wurden bei jedem Probengang etwa 2 l Probenwasser in zwei 1-l-Kautexgefäße gefüllt. Dazu klemmte das Gefäß an der Spitze einer Teleskopstange in eine dafür vorgesehene Halterung, um dann eine Mischprobe aus dem Vechtaer Moorbach zu entnehmen. Diese Gefäße (Reinigung nach jedem Probengang mit phosphatfreiem Spülmittel) wurden ebenfalls vor jeder Wasserentnahme mit dem Wasser aus dem Moorbach gespült. Die gefüllten Behälter wurden anschließend gekühlt in das Labor der Universität transportiert, wo die eigentliche Analyse erfolgte. Wichtig ist anzumerken, dass auch die Zuläufe des Vechtaer Moorbachs auf chemische Parameter untersucht wurden.

Zunächst wurden die **BSB₅**-Proben (zur Bestimmung des Biologischen Sauerstoff Bedarfs) in WTW Oxi Top BSB-Messflaschen aufbereitet⁸. Durch die begrenzte Anzahl an BSB-Messflaschen konnten pro Probendurchgang immer nur 6 Probenstellen in Doppelbestimmung analysiert werden (Tab. 24), sodass die Zuläufe des Vechtaer Moorbachs in Bezug auf eine BSB₅-Messung außer Acht gelassen wurden und die Probedaten für die BSB₅-Bestimmung nicht mit denen aus Kapitel 3.3 übereinstimmen.

2013					
Probenstellen 0+, 0, 1, 2, 3 und 4					
14.01.	11.03.	13.05.	15.07.	09.09.	11.11.
Probenstellen 5, 6, 7, 8, 9 und 10					
12.02.	15.04.	10.06.	12.08.	14.10.	09.12.
2014					
Probenstellen 0+, 0, 1, 2, 3 und 4					
13.01.	11.03.	19.05.	21.07.	15.09.	10.11.
Probenstellen 5, 6, 7, 8, 9 und 10					
11.02.	14.04.	16.06.	25.08.	13.10.	08.12.

Tab. 24: Die genauen Daten der Probenentnahmen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbachs für die Bestimmung der BSB₅-Werte.

Das restliche Probenwasser wurde zuerst auf den **Trübungsgrad** hin mit dem Photometer NANOCOLOR 500 D von Macherey & Nagel in Doppelbestimmung untersucht.

⁸ <http://download.wtw.de/index.php?id=1127&L=1>, letzter Aufruf: 10.12.2013, 10.00 Uhr.

Danach wurden sämtliche Proben **filtriert**. Dazu wurden Faltenfilter der Größe 595 ½ verwendet. Nach der Filtration erfolgte die Durchmischung der Probe mit einem Rührstab und 50 ml Wasser wurden in ein separates Kautexgefäß gefüllt, die als Notreserve im Falle einer Verunreinigung oder des Verschüttens der Probe, eingefroren wurde.

Im nächsten Arbeitsschritt wurde die **Karbonat- und Gesamthärte** mittels titrimetrischer Bestimmungstestbestecke von VISOCOLOR alpha gemessen.

Zur Messung der Nährstoffe und Salze wurden zum einen für die Parameter **Ammonium-N, Chlorid, Nitrat-N, Nitrit-N** und **Ortho-Phosphat-P** Rechteckküvetten-Tests von NANOCOLOR verwendet. Dazu wurde das Probenwasser in Doppelbestimmung in 25-ml-Messkolben mit aufbereiteten Chemikalien entsprechend dem Verfahren für Küvetten-Tests⁹ gemischt und dann in 10 mm-Rechteckküvetten umgefüllt, um den genauen Wert durch das Photometer NANOCOLOR 500 D bestimmen zu lassen. Für die Parameter **CSB** (Chemischer Sauerstoffbedarf) und **Sulfat** wurden hingegen Rundküvetten-Tests von NANOCOLOR genutzt, sodass der Ansatz, ebenfalls in Doppelbestimmung, direkt in der Küvette erfolgte¹⁰, die wiederum zur exakten Wertbestimmung in das Photometer NANOCOLOR 500 D eingesetzt wurde.

Abschließende Gesamtübersicht der verwendeten Chemikaliensätze und Geräte:

- Trübung: Rechteckküvetten-Test und Photometer NANOCOLOR 500 D
- BSB₅: WTW Oxi Top Mess-System
- Karbonat- und Gesamthärte: VISOCOLOR alpha Testbesteck zur titrimetrischen Bestimmung
- Ammonium-N, Chlorid, Nitrat-N, Nitrit-N, Ortho-Phosphat-P: NANOCOLOR Rechteckküvetten-Test und Photometer NANOCOLOR 500 D
- CSB, Sulfat: NANOCOLOR Rundküvetten-Test und Photometer NANOCOLOR 500 D

Zusätzliche Materialien, die zur chemischen Wasseranalyse genutzt wurden:

- Bechergläser Glas, Volumen 1000 ml
- Kunststoff Trichter
- Filtrierapparatur

⁹ <http://www.mn-net.com/tabid/4671/default.aspx>, letzter Aufruf: 11.12.2013, 10.40 Uhr.

¹⁰ <http://www.mn-net.com/tabid/4670/default.aspx>, letzter Aufruf: 11.12.2013, 10.45 Uhr.

- Messkolben, Klasse A, Borosilikatgl. 3.3, Klarglas, NS-Schliff 10/19, Volumen 25 ml, mit Stopfen
- Makro-Küvetten, PLASTIBRAND, 10 mm
- NANOCOLOR® Glasküvette SD, 50 mm
- Küvettenständer
- Klinex, fusselfreie Wischtücher
- Vollpipette, Volumen 10 ml, Pipette, Volumen 2 ml
- Pipettenspitzen
- Petrischalen
- Pinzette
- Stoppuhr
- Einweghandschuhe, Entsorgungsgefäß

3.8 Die Erhebung physikalischer Parameter

Die physikalischen Parameter wurden an den sechs Probenstellen der Zuläufe erst ab Juli 2013 erhoben. Zur Erhebung der physikalischen Parameter wurde mithilfe eines 5-Liter-Eimers, an dem ein etwa 3 m langes Seil befestigt war, eine Wasserprobe aus dem Vechtaer Moorbach an der jeweiligen Probenstelle entnommen. Damit keine Verfälschungen durch das Probenwasser der zuvor untersuchten Probenstelle entstehen konnten, wurde der Eimer vorsorglich an jeder Untersuchungsstelle vor der eigentlichen Probenentnahme mit Moorbach-Wasser gespült. Der mit Wasser gefüllte Eimer konnte dann - wenn möglich - im Schatten am Ufer platziert werden und das Probenwasser wurde mit ausgewählten Geräten bezüglich folgender Parameter (Abb. 59) analysiert:

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • pH-Wert und Temperatur: WTW ph 330 • Sauerstoffgehalt und -sättigung: WTW oxi 330 • Leitfähigkeit: WTW LF 330 | } | Die Geräte wurden vor jedem Feldeinsatz erneut kalibriert. |
|---|---|--|

Physikalische Parameter	Wassertemperatur (°C):	Leitfähigkeit (mikroS/cm):
	Sauerstoffgehalt (mg/l):	pH-Wert:
	Sauerstoffsättigung (%):	

Abb. 59: Ausschnitt aus dem Feldprotokoll, der die physikalischen Parameter des Vechtaer Moorbachs an jeder einzelnen Probenstelle festhält.

Die Elektroden der Geräte wurden nach jeder Messung mit destilliertem Wasser gereinigt.

3.9 Die Erhebungen zum Makrozoobenthos

Mithilfe der Makrozoobenthosaufsammlung lassen sich die Indizes “Litoral-Besiedler-Index“, “EPT-Index“, “Anzahl-Trichoptera-Arten-Index“, “Sørensen-Index“ und der “Saprobien-Index“ ermitteln, die allesamt Aussagen zur biologischen Qualität des Gewässers ermöglichen. Das Verfahren richtet sich nach den Vorgaben des “Methodischen Handbuchs Fließgewässerbewertung“ (Meier et al. 2006). Die Probenstellen wurden so gewählt, dass sie repräsentativ für längere Bachabschnitte sind und keine lokalen Besonderheiten darstellen. Nach Meier et al. (2006) wird empfohlen, Bäche im Tiefland mit einem Einzugsgebiet von 10 bis 100 km² in den Monaten Februar bis April zu beproben. Damit eventuelle Ausfälle durch Starkregen oder Frostereignisse kompensiert werden können, wurde im Mai eine zusätzliche Probe entnommen (Tab. 25). Die Probenstellen in den Zuläufen des Vechtaer Moorbachs wurden nicht bezüglich des Makrozoobenthos untersucht.

PS	25.02.13	25.03.13	18.04.13	03.06.13	11.02.14	11.03.14	14.04.14	19.05.14
0+	x	x	x	x	x	x	x	x
0	x	x	x	x	x	x	x	x
1	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x
5	x	/	x	x	x	x	x	x
6	x	/	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x	x	x

Tab. 25: Übersicht der Probenentnahmedaten zur Bestimmung des Makrozoobenthos an den Probenstellen (PS) 0+ bis 10, wobei die Probenstellen 5 und 6 jeweils am 25.03.13 zugefroren waren und somit keine Beprobung durchgeführt werden konnte.

Die “Mai-Probe“ aus dem Jahr 2013 musste aufgrund von Starkregen im betroffenen Monat in den Juni verschoben werden. Zu Beginn der Probenentnahme wurden 20 m Untersuchungsfließstrecke festgelegt, die dann mittels des Protokollbogens zur Makrozoobenthosaufsammlung (Anhang V) kartiert wurden, wobei 5 % Deckungsgrad einer bestimmten Habitatstruktur einer von 20 Teilproben entsprach. Es wurde zum Beispiel zwischen Megalithal, Makrolithal oder Mikrolithal (Abb. 60) unterschieden.

Makrozoobenthosaufsammlung („Multi-Habitat-Sampling“)			
Feldprotokoll zur Festlegung der Teilproben			
Probestelle	8	Datum	14.04.14
		Bearbeiter	Windhorst
Angaben in 5%-Stufen, Auftreten von Substrattypen mit geringerem Deckungsgrad mit „x“ kennzeichnen			
MINERALISCHE SUBSTRATE	Deckungsgrad (5%-Stufen)	Anzahl der Teilproben	Bemerkungen
Megalithal (> 40cm) Oberseite von großen Steinen und Blöcken, anstehender Fels.	—	—	
Makrolithal (> 20cm – 40cm) Größtkorn: Steine von Kopfgröße, mit variablem Anteil kleinerer Korngrößen.	20	4	
Mesolithal (> 6cm – 20cm) Größtkorn: Faustgröße Steine, mit variablem Anteil kleinerer Korngrößen.	—	—	
Mikrolithal (> 2cm – 6cm) Grobkies (von der Größe eines Taubeneis bis zur Größe einer Kinderfaust), mit variablem Anteil kleinerer Korngrößen.	—	—	
Akal (> 0,2cm – 2cm) Fein- bis Mittelkies.	—	—	
Psammal / Psammopelal (> 6µm – 2mm) Sand und / oder (mineralischer) Schlamm.	70	14	

Abb. 60: Ausschnitt aus einem ausgefüllten Protokoll zur Makrozoobenthosaufsammlung (Meier et al. 2006) an PS 8 am 14.04.14. Dem Habitat „Makrolithal“ wurden 20 % Deckungsgrad in Bezug auf die gesamte Probenstelle zugewiesen, sodass während der späteren Beprobung 4 Teilproben im Bereich dieser Habitatstruktur genommen wurden.

Zur Erhebung der biologischen Qualitätsindizes wurden folgende Materialien pro Probenstelle benötigt:

- Wathose und langärmelige Gummihandschuhe
- langstieliger Kescher, Rahmen 25 x 25 cm, Maschenweite 500 µm, Netztiefe 70 cm
- 10-l-Eimer mit Deckel
- Makrozoobenthosprotokoll auf Klemmbrett und Bleistift

Abgesehen von Probenstelle 5, die aufgrund der hohen Wassertiefe nicht mehr durchwatenbar war, wurden alle Probenstellen direkt im Gewässer beprobt. Dazu wurde die Wathose angezogen, die Handschuhe übergestülpt und das Gewässer an der jeweils gewählten Probenstelle betreten. Am Ufer befanden sich zu jeder Zeit der Untersuchung zwei weitere Personen, die zum einen das Makrozoobenthosprotokoll in der Hand hielten, sowie vom Ufer zu den entsprechenden Habitatbereichen für die Teilproben navigierten, und zum anderen den Kescher am Ufer in einem fast zur Hälfte mit Moorbach-Wasser gefüllten Eimer ausspülten. Der Kescher wurde nach jeder zweiten Teilprobe ausgespült. Alle 20 Teilproben wurden entgegen der Strömung entnommen, indem der Kescher senkrecht zum Gewässerboden aufgesetzt und etwa 25 - 50 cm nach vorne bewegt wurde. Alle durch die Vorwärtsbewegung aufgewirbelten Tiere gelangten mithilfe der Strömung automatisch in den Kescher. Größere Steine oder Hölzer wurden direkt vor Ort im Hinblick auf Tiere abgesucht. Probenstelle 5 wurde vom Ufer mit dem Kescher beprobt, wobei darauf geachtet wurde, möglichst äquivalent zu den anderen Probenstellen alle

unterschiedlichen Habitats zu erfassen. Die mit einem Deckel verschlossenen Eimer wurden zur Sortierung in das Labor der Universität Vechta gebracht, wo diese am gleichen oder spätestens am Folgetag bearbeitet wurden. Die Probeneimer wurden dann zunächst auf einem Grobsieb entleert und die Tiere nach Gruppen vorsortiert. Dabei anfallende Materialien wie kleinere Steine, Hölzer, Laub oder Makrophyten wurden abgesucht und dann entsorgt. Das gesiebte Wasser wurde dann immer wieder mit einem feineren Sieb untersucht, bis im 500-µm-Sieb keine Lebewesen mehr entdeckt werden konnten. Besonders geschützte Taxa, aber auch Turbellaria und Hirudinea, die nach einer Fixierung in Ethanol nicht mehr bestimmt werden können, wurden in Gefäße mit Leitungswasser gegeben. Alle anderen gesammelten Tiere wurden in 70 %igem Ethanol fixiert. Die zuvor genannten Taxa wurden zeitnah bestimmt und einzelne Belegexemplare wurden ebenfalls in 70 %igem Ethanol konserviert. Alle anderen Tiere wurden dann ebenfalls mit Hilfe entsprechend vorgegebener Bestimmungsliteratur und zum Teil empfohlener Ergänzungen¹¹ determiniert:

- Turbellaria: Reynoldson & Young 2000, ¹¹
- Gastropoda: Boeters 1998, Glöer & Meier-Brook 2003
- Bivalvia: Boeters 1998, Glöer & Meier-Brook 2003
- Oligochaeta: Nagel 1989
- Hirudinea: Nesemann & Neubert 1999
- Decapoda: Gruner 1965, Schellenberg 1942
- Ephemeroptera: Eiseler 2005, ¹¹
- Odonata: Heidemann & Seidenbusch 2002
- Plecoptera: Zwick 2004, ¹¹
- Heteroptera: Günther & Schuster 2000; Schaefer 2002
- Megaloptera: Hölzel et al. 2002
- Coleoptera: Klausnitzer 2009, Vondel & Dettner 1997
- Trichoptera: Warniger & Graf 1997
- Diptera: Schaefer 2002, ¹¹
- Acari: Schaefer 2002

¹¹ <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/bestimmung/>, letzter Aufruf: 31.03.2013, 09.10 Uhr.

Folgende Geräte und Materialien wurden zur Bestimmung herangezogen:

- Binokular Olympus SZH, Vergrößerung 7,5 - 64
- Kaltlichtquelle Schott, KL 1500 electronic
- Mikroskop Olympus BH2, Vergrößerung 40 – 1000
- Federstahlpinzetten und Präpariernadeln
- Block- und Petrischalen
- Objektträger und Deckgläschen

Anschließend wurde pro Probenstelle und Entnahmedatum eine Excel-Tabelle erstellt, in der neben dem Artnamen und der Taxa-Anzahl die zugehörige ID-Art Nummer (Meier et al. 2006) eingetragen wurde, die zur Wiedererkennung für das Berechnungsprogramm ASTERICS und das insbesondere in Deutschland genutzte AQEM-System, notwendig sind. Mithilfe des aufgeführten Programms wurden unter anderem Daten zum Fließgewässertyp und zur baulichen Veränderung des Gewässers miterfasst, die dann die Berechnung und das Ergebnis entsprechend beeinflussen. Mit ebendiesem Programm wurden die oben erwähnten Indizes “Litoral-Besiedler-Index“, “EPT-Index“, “Anzahl-Trichoptera-Arten-Index“ und “Saprobien-Index“ an jeder einzelnen Probenstelle für jeden der acht Probengänge berechnet. Der “Sörensen-Index“ hingegen wurde nach der Formel $CC = 2c / (s_1 + s_2)$ berechnet (Smith & Smith 2009), wobei c der Anzahl der Arten entspricht, die in beiden miteinander verglichenen Gemeinschaften vorkommen, s_1 die Anzahl der Arten in der ersten Gemeinschaft und s_2 die Anzahl der Arten in der zweiten Gemeinschaft darstellt (Smith & Smith 2009). Grundlage der Berechnung war hier eine gemeinsame Artenliste aller acht Probengänge pro Probenstelle.

3.10 Die Erhebung der Anbauverhältnisse

Die Daten zu den Anbauverhältnissen wurden sowohl von der Landwirtschaftskammer Cloppenburg (Außenstelle Vechta) als auch von der Landwirtschaftskammer Hannover bezogen. Die Datensätze lagen jeweils in Excel-Tabellen vor, die eine detaillierte Auflistung der Anbaukulturen mit den entsprechenden Flächenangaben in “ha“ enthielten. Die unterschiedlichen Ackerfrüchte wurden zu fünf Kulturgruppen zusammengefasst: Mais, Getreide, sonstige Feldfrüchte, Stilllegung und Grünland. Die Kategorie “Mais“ umfasst dabei alle möglichen Nutzungsarten der Maispflanze, wie zum Beispiel Silomais,

Körnermais, aber auch Biogasmais. Sämtliche anderen Getreidesorten wie Weizen, Roggen, Gerste, Hafer oder Triticale wurden unter dem Begriff “Getreide“ gesammelt. Mit der Einteilung “sonstige Feldfrüchte“ wurden beispielsweise Rapskulturen, Obst- und Gemüseanbau, Weihnachtsbaumplantagen, Zuckerrüben, Kartoffeln oder Ackergräser, die als Futterpflanzen genutzt werden, gebündelt. Unter “Stilllegungen“ sind Flächen zu verstehen, die zeitweilig nicht bewirtschaftet werden und die Kategorie “Grünland“ führt ausschließlich Dauergrünlandflächen auf, die durch Beweidung oder Mahd kultiviert werden. Innerhalb dieser fünf genannten Kategorien wurden die zugehörigen Werte mittels Addition zusammengefasst und dann in Bezug auf die vorhandene Gesamtackerfläche in prozentuale Anteile umgerechnet, die wiederum als Datengrundlage zur Erstellung der Diagramme genutzt wurden.

3.11 Sonstige verwendete Materialien zur Anfertigung der Arbeit

- Computer Fujitsu Siemens Esprimo
- Microsoft Word 2010 und Microsoft Excel 2010
- Literaturverwaltungsprogramm Citavi
- GPSmap 62s von Garmin
- Digitalkamera Samsung PL80
- Taschenrechner Texas Instruments TI-30 eco RS

4. Ergebnisse

4.1 Strukturgütekartierung

Zur vereinfachten Übersicht werden die Ergebnisse zunächst in Tabellen (Tab. 27 – 38) bezüglich der sechs Hauptuntersuchungsparameter “Laufentwicklung“, “Längsprofil“, “Querprofil“, “Sohlenstruktur“, “Uferstruktur“ und “Gewässerumfeld“ sowohl für das Index-Verfahren als auch für das Verfahren nach den Funktionalen Einheiten für jede einzelne Probenstelle aufgeführt und der entsprechenden Güteklasse zugeordnet, die wiederum farblich (Tab. 26) markiert sind. Die vollständigen Bewertungen sind den ausgefüllten Kartierbögen zu entnehmen (Anhang VI).

Güte- klasse	1	2	3	4	5	6	7
Index- spanne	1,0 – 1,7	1,8 – 2,6	2,7 – 3,5	3,6 – 4,4	4,5 – 5,3	5,4 – 6,2	6,3 – 7,0
Bedeut- ung	un- verändert	gering verändert	mäßig verändert	deutlich verändert	stark verändert	sehr stark verändert	voll- ständig verändert

Tab. 26: Indexspanne, Bedeutung und farbliche Markierung der Gewässergüteklassen 1 bis 7, die auf der Strukturgütekartierung basieren (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie 2001).

PS 0+:

Parameter	Wertzahl Index- Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	2,0	2	1,5	1
Längsprofil	4,3	4	3,0	3
Querprofil	2,0	2	1,0	1
Sohlenstruktur	1,5	1	1,0	1
Uferstruktur	2,5	2	1,0	1
Gewässerumfeld	1,0	1	1,5	1
Gesamt (arithmetisches Mittel)	2,2	2	1,4	1

Tab. 27: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 0+ bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 0:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	3,5	3	2,5	2
Längsprofil	4,3	4	3,0	3
Querprofil	2,5	2	1,3	1
Sohlenstruktur	1,5	1	1,0	1
Uferstruktur	3,5	3	2,3	2
Gewässerumfeld	5,8	6	5,8	6
Gesamt (arithmetisches Mittel)	3,5	3	2,7	3

Tab. 28: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 0 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 1:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	7,0	7	5,5	6
Längsprofil	5,7	6	3,5	3
Querprofil	6,0	6	5,3	5
Sohlenstruktur	4,0	4	3,0	3
Uferstruktur	5,5	6	4,7	5
Gewässerumfeld	3,8	4	3,0	3
Gesamt (arithmetisches Mittel)	5,3	5	4,2	4

Tab. 29: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 1 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 2:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	7,0	7	5,5	6
Längsprofil	5,7	6	3,5	3
Querprofil	6,0	6	5,3	5
Sohlenstruktur	4,0	4	3,0	3
Uferstruktur	5,5	6	4,7	5
Gewässerumfeld	4,0	4	3,5	3
Gesamt (arithmetisches Mittel)	5,3	5	4,3	4

Tab. 30: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 2 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 3:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	5,8	6	5,0	5
Längsprofil	4,3	4	3,0	3
Querprofil	2,3	3	3,0	3
Sohlenstruktur	2,5	2	3,0	3
Uferstruktur	3,5	3	4,0	4
Gewässerumfeld	1,1	1	2,5	2
Gesamt (arithmetisches Mittel)	3,3	3	3,4	3

Tab. 31: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 3 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 4:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	6,5	7	5,5	6
Längsprofil	5,7	6	3,5	3
Querprofil	4,0	4	4,7	5
Sohlenstruktur	2,5	2	1,5	1
Uferstruktur	5,5	6	4,2	4
Gewässerumfeld	3,3	3	3,5	3
Gesamt (arithmetisches Mittel)	4,6	5	3,8	4

Tab. 32: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 4 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 5:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	3,3	3	3,0	3
Längsprofil	5,5	6	3,5	3
Querprofil	2,8	3	2,3	2
Sohlenstruktur	1,5	1	1,5	1
Uferstruktur	5,5	6	3,7	4
Gewässerumfeld	1,8	1	2,3	2
Gesamt (arithmetisches Mittel)	3,4	3	2,7	3

Tab. 33: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 5 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 6:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	6,5	6	6,5	7
Längsprofil	6,5	6	3,5	3
Querprofil	3,8	4	5,0	5
Sohlenstruktur	4,5	5	2,5	2
Uferstruktur	5,8	6	4,5	5
Gewässerumfeld	3,8	4	5,3	5
Gesamt (arithmetisches Mittel)	5,2	5	4,6	5

Tab. 34: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 6 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 7:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	3,5	3	3,5	3
Längsprofil	4,3	4	3,5	3
Querprofil	2,8	3	2,3	2
Sohlenstruktur	2,5	2	1,5	1
Uferstruktur	5,3	5	3,8	4
Gewässerumfeld	6,00	6	5,0	5
Gesamt (arithmetisches Mittel)	4,1	4	3,3	3

Tab. 35: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 7 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 8:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	4,5	5	5,0	5
Längsprofil	5,0	5	3,5	3
Querprofil	2,5	2	2,3	2
Sohlenstruktur	2,5	2	1,5	1
Uferstruktur	4,7	5	4,0	4
Gewässerumfeld	6,3	7	5,5	6
Gesamt (arithmetisches Mittel)	4,3	4	3,6	4

Tab. 36: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 8 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 9:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	6,5	7	5,5	6
Längsprofil	4,3	4	3,5	3
Querprofil	5,2	5	5,7	6
Sohlenstruktur	4,0	4	3,0	3
Uferstruktur	6,0	6	5,7	6
Gewässerumfeld	5,2	5	5,0	5
Gesamt (arithmetisches Mittel)	5,2	5	4,7	5

Tab. 37: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 9 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

PS 10:

Parameter	Wertzahl Index-Verfahren	Güteklasse	Wertzahl Funktionale Einheiten	Güteklasse
Laufentwicklung	6,3	7	5,0	5
Längsprofil	5,0	5	3,5	3
Querprofil	4,8	5	5,3	5
Sohlenstruktur	2,5	2	1,5	1
Uferstruktur	6,0	6	4,5	5
Gewässerumfeld	4,8	5	5,3	5
Gesamt (arithmetisches Mittel)	4,9	5	4,2	4

Tab. 38: Detailauflistung der Ergebnisse der Strukturgütekartierung sowohl nach dem Index-Verfahren als auch nach dem Verfahren der Funktionalen Einheiten an Probenstelle 10 bezüglich der einzelnen Untersuchungsparameter.

Zur visuellen Verdeutlichung sind die Probenstellen (Abb. 61) entsprechend der ermittelten Strukturgüteklassen eingefärbt. Da es vereinzelt Abweichungen zwischen den Güteklassen laut Indexsystem und dem Verfahren nach den Funktionalen Einheiten gibt, werden zur farblichen Darstellung ausschließlich die Ergebnisse der Strukturgütekartierung nach dem Indexsystem verwendet, zumal diese aufgrund der größeren Spannweite der Parameter ein sicheres und weniger subjektives Ergebnis präsentieren.

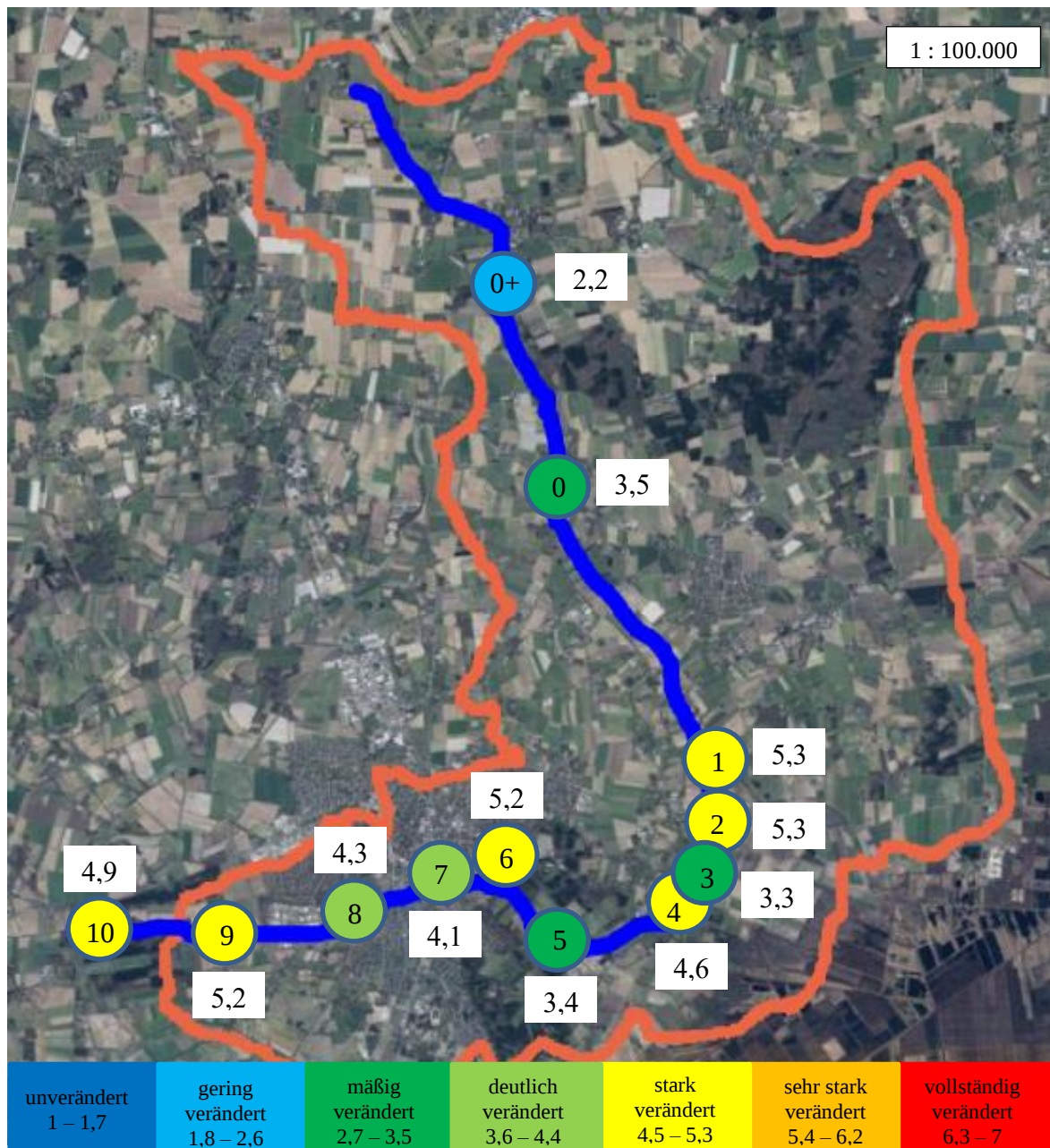


Abb. 61: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot) mit den Probenstellen 0+ bis 10, die entsprechend der Ergebnisse der Strukturgütekartierung 2014 eingefärbt sind. In den weiß hinterlegten Kästen ist der jeweilige berechnete Wert aufgeführt (Die Kartengrundlage ist ein Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung⁷, verändert).

⁷ www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/, letzter Aufruf: 30.03.2015, 15.15 Uhr.

4.2 Hydrologische Parameter

Die Ergebnisse der hydrologischen Erhebungen (Gewässerbreite, Wassertiefe, Sichttiefe und Fließgeschwindigkeit) wurden bereits im Kapitel 3.2 zur Beschreibung der einzelnen Probenstellen verwendet. Die dort aufgeführten Werte stellen arithmetische Mittelwerte da, die auf Grundlage der monatlich durchgeführten Beprobungen in den Jahren 2013 und 2014 (Anhang I) berechnet wurden. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle von einer erneuten Darstellung jener Ergebnisse abgesehen.

4.3 Klimatische Parameter

In den folgenden Tabellen (Tab. 39 – 44) sind sämtliche klimatischen Parameter aufgelistet, die im Zeitraum Januar 2013 bis Dezember 2014 für die Untersuchungen am Vechtaer Moorbach festgehalten wurden. Ausführliche Klimadiagramme bezüglich der Lufttemperatur und der Niederschlagsmenge sind pro Erhebungsmonat angefertigt worden (Anhang VII).

	Probenstelle 0+		Probenstelle 0		Probenstelle 1	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Jan	5.768	2.895	2.655	1.340	9.586	3.955
Feb	/(Gerät defekt)	1.327	/(Gerät defekt)	837	/(Gerät defekt)	2.038
Mrz	2.328	5.552	4.020	> 40.000	9.230	9.027
Apr	31.842	1.430	8.718	1.850	28.903	4.350
Mai	16.700	10.250	9.600	16.921	> 40.000	16.970
Jun	9.580	4.380	14.500	504	> 40.000	10.853
Jul	2.470	3.730	2.090	346	17.800	25.200
Aug	3.004	3.706	1.500	148	29.600	30.477
Sep	2.450	4.008	48	260	5.650	15.866
Okt	167	183	29	62	2.455	1.155
Nov	3.350	2.577	330	1.595	5.430	9.790
Dez	129	64	135	204	702	923
Ø	7.072	3.342	3.966	2.188	12.151	10.884

Tab. 39: Ergebnisse der Messungen zur Lichtintensität in lux an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 1 und der jährliche arithmetische Mittelwert.

	Probenstelle 2		Probenstelle 3		Probenstelle 4	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Jan	8.480	3.815	11.285	2.522	11.130	1.377
Feb	28.215	658	/(Gerät defekt)	1.785	/(Gerät defekt)	63
Mrz	11.130	> 40.000	13.717	12.384	21.353	27.387
Apr	> 40.000	> 40.000	> 40.000	2.870	24.758	5.670
Mai	29.500	> 40.000	13.400	> 40.000	19.600	11.146
Jun	> 40.000	6.900	> 40.000	6.506	26.400	17.757
Jul	> 40.000	23.500	> 40.000	15.090	4.760	15.910
Aug	17.250	29.910	17.800	7.763	24.000	7.262
Sep	4.380	11.240	7.450	7.070	5.233	4.614
Okt	2.690	1.053	3.950	1.430	4.720	3.864
Nov	26.145	8.475	31.080	5.512	3.560	5.418
Dez	1.030	2.066	1.050	1.975	1.120	4.600
Ø	14.313	9.735	11.305	5.576	12.387	8.237

Tab. 40: Ergebnisse der Messungen zur Lichtintensität in lux an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 2 bis 4 und der jährliche arithmetische Mittelwert.

	Probenstelle 5		Probenstelle 6		Probenstelle 7	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Jan	1.360	666	/ (zugefroren)	233	2.095	279
Feb	8.631	3.966	6.224	2.740	5.730	3.855
Mrz	19.989	14.693	15.210	7.630	18.892	8.880
Apr	> 40.000	21.060	> 40.000	8.434	> 40.000	7.255
Mai	17.300	25.440	3.600	3.850	6.000	6.280
Jun	> 40.000	18.787	5.400	4.918	18.100	3.163
Jul	3.970	8.900	1.290	3.088	9.850	9.500
Aug	16.200	> 40.000	1.300	8.900	3.500	12.360
Sep	4.280	6.480	1.350	887	2.650	2.422
Okt	14.500	6.500	2.290	1.205	3.632	3.312
Nov	1.885	3.933	1.147	941	177	1.070
Dez	2.180	4.077	835	2.333	1.255	4.016
Ø	9.030	10.409	3.865	3.763	6.535	5.199

Tab. 41: Ergebnisse der Messungen zur Lichtintensität in lux an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 5 bis 7 und der jährliche arithmetische Mittelwert.

	Probenstelle 8		Probenstelle 9		Probenstelle 10	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Jan	3.364	65	5.801	25	3.695	10
Feb	3.546	11.847	2.281	11.577	842	13.548
Mrz	20.251	5060	14.167	3.650	12.742	1.220
Apr	> 40.000	> 40.000	25.785	10.600	23.964	17.397
Mai	7.300	2.810	15.500	3.660	6.500	1.250
Jun	> 40.000	7.502	> 40.000	17.271	> 40.000	3.883
Jul	5.690	9.630	5.459	10.800	1.280	4.170
Aug	15.812	25.447	19.780	21.230	20.120	22.780
Sep	1.550	2.470	1.830	2.418	580	1.670
Okt	21.874	3.849	3.110	5.440	3.260	2.190
Nov	735	664	647	653	73	54
Dez	1.557	2.877	3.210	7.900	1.100	3.133
Ø	8.168	6.566	8.870	7.935	6.741	5.942

Tab. 42: Ergebnisse der Messungen zur Lichtintensität in lux an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 8 bis 10 und der jährliche arithmetische Mittelwert.

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Luftfeuchtigkeit in %												
2013	89,0	81,0	86,0	56,0	76,0	77,0	91,0	97,0	98,0	81,0	97,0	99,0
2014	91,0	94,0	95,0	90,0	93,0	80,0	96,0	95,0	97,0	98,0	97,0	93,0
Lufttemperatur in °C												
2013	-3,0	1,0	-2,0	19,0	12,0	12,0	12,0	15,0	13,0	11,2	3,0	9,0
2014	3,0	4,0	6,0	7,0	12,0	13,0	20,0	8,0	15,0	13,0	7,0	2,0
Windgeschwindigkeit in km / h												
2013	5,0	5,0	14,0	14,0	5,0	3,0	0,0	3,0	2,0	2,9	3,0	8,0
2014	4,0	6,0	6,0	19,0	5,0	3,0	1,0	1,0	0,0	10,0	0,0	8,0
Wind-Chill in °C												
2013	-7,0	-1,0	-8,0	19,0	16,0	12,0	12,0	15,0	13,0	9,6	2,0	8,0
2014	2,0	3,0	6,0	4,0	12,0	13,0	19,0	8,0	15,0	13,0	7,0	1,0
Taupunkt in °C												
2013	-7,0	-3,0	-4,0	8,0	10,0	8,0	11,0	14,0	12,0	8,0	2,0	9,0
2014	1,0	3,0	6,0	6,0	11,0	9,0	19,0	8,0	14,0	12,0	7,0	1,0

Tab. 43: Ergebnisse der Messungen zur Luftfeuchtigkeit in %, Lufttemperatur in °C, Windgeschwindigkeit in km / h, Wind-Chill in °C und Taupunkt in °C an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014.

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2013												
Tag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,8	0,2	9,4
Monat	20	27,4	14,8	22,4	7,4	0,0	1,0	15,6	4,0	9,4	54,8	27,0
Jahr	20	70	92	122	141	188	248	284	345	386	456	501
2014												
Tag	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,8	0,2	0,0	3,0	2,0	0,0
Monat	5	15,6	2,4	15,2	68,4	53,4	80,2	53,8	5,0	25,4	9,8	3,2
Jahr	5	43	66	97	209	302	421	526	538	602	649	673

Tab. 44: Ergebnisse der Messungen zur Niederschlagsmenge in mm an den jeweiligen Beprobungstagen in den Jahren 2013 und 2014. "Tag" definiert dabei die Niederschlagsmenge, die direkt am Probenstag gefallen ist, "Monat" beinhaltet den Niederschlagswert des aktuellen Monats bis zum Tag der Probenentnahme und "Jahr" listet den gerundeten Wert des insgesamt im aktuellen Jahr notierten Niederschlags bis zum Tag der Probenentnahme.

4.4 Chemische und physikalische Parameter

Insgesamt wurden 16 unterschiedliche chemische und physikalische Parameter an 18 Probenstellen über einen Zeitraum von 24 Monaten erhoben (Anhang I), sodass an dieser Stelle nur ausgewählte und für die Auswertung besonders relevante Parameter mittels Diagrammen dargestellt werden. Zunächst wird für die Parameter Ammonium-N, Nitrat-N, Nitrit-N, Ortho-Phosphat-P, pH-Wert (Abb. 62), Chlorid, Sulfat, BSB₅, CSB und dem Sauerstoffgehalt (Abb. 63) eine prozentuale Verteilung sämtlicher durchgeführter Messungen in die Kategorien "eingehalten" und "nicht eingehalten" nach RaKon vorgenommen (Tab. 45), um deutlich zu machen, bezüglich welcher Parameter der Vechtaer Moorbach gemäß den Vorgaben der EG-WRRL einen "guten" chemischen Zustand (= Kategorie "eingehalten") aufweist (NLWKN 2014). Exemplarisch für den Parameter Ammonium-N bedeutet dies, dass pro Probenstelle und Erhebungsjahr der arithmetische Mittelwert berechnet wurde, sodass insgesamt 36 Mittelwerte zur Verfügung stehen. Diese wurden dann entweder der Kategorie "eingehalten" oder "nicht eingehalten" zugeordnet^{12,13}.

¹² http://www.vsvi-sachsen.de/Beitr%E4ge%20aus%20unseren%20Veranst/17.09.2008%20Tausalz%20Recht%20RAKONArbeitspapierII_Stand_07_03_2007.pdf, letzter Aufruf: 17.09.2015, 09.20 Uhr.

¹³ <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/fluesse-und-seen/schutzziele-und-bewertungsparameter/chemische-gewaessergueteklassifizierung/>, letzter Aufruf: 19.09.2015, 08.15 Uhr.

Als “eingehalten“ wurden alle Messwerte deklariert, die mindestens den vorgegebenen Werten der Gewässergüteklasse I-II entsprechen (Anhang I). Alle schlechteren Ergebnisse wurden der Kategorie “nicht eingehalten“ zugeordnet, sodass eine prozentuale Berechnung der Verteilung erfolgen konnte.

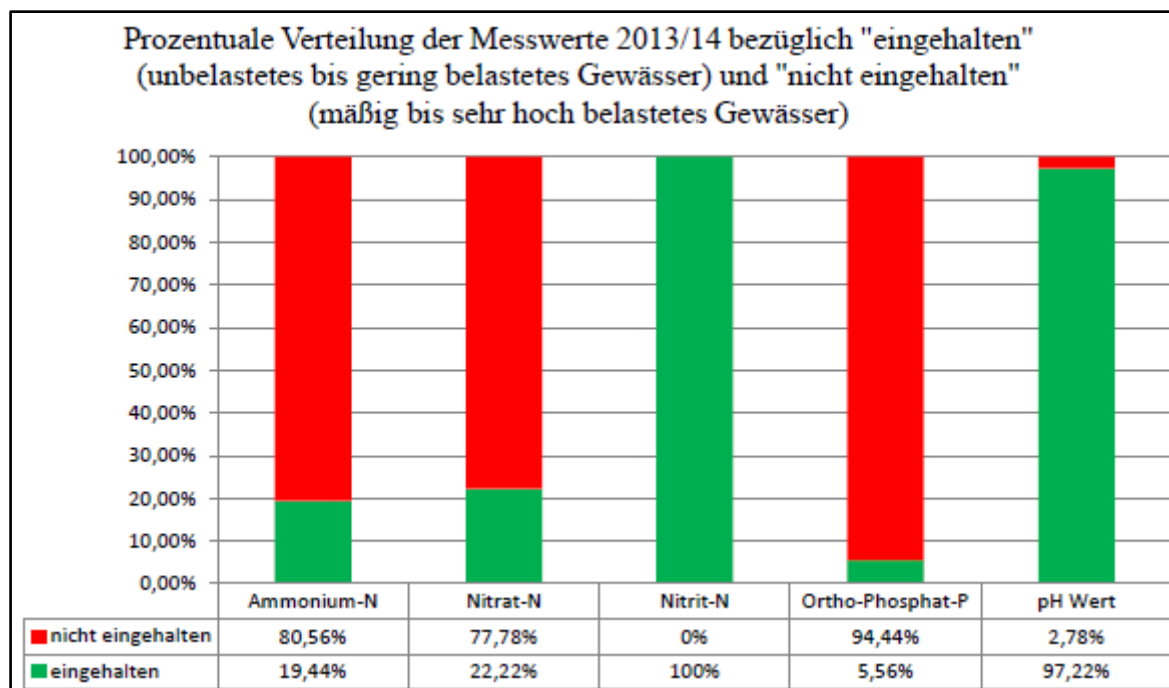


Abb. 62: Die ermittelten Verteilungen beziehen sich auf alle 432 Messwerte aus 2013 und 2014, die insgesamt an allen 18 Probenstellen (Moorbach-Probenstellen und Zuläufe) erhoben wurden und zeigen somit deren prozentuale Verteilung in den Kategorien “eingehalten“ und “nicht eingehalten“ bezüglich der Parameter Ammonium-N, Nitrat-N, Nitrit-N, Ortho-Phosphat-P und dem pH-Wert.

Bei dem Parameter Ammonium-N liegen knapp 81 % aller gemessenen Werte in der Kategorie “nicht eingehalten“ und nicht einmal 20 % der Werte entsprechen dem guten ökologischen Zustand. Ähnlich verhalten sich die Verteilungen für die Nährstoffe Nitrat-N und Ortho-Phosphat-P, die zu 77,78 % bzw. 94,44 % den vorgegebenen Zielwert nicht einhalten können. Die Stickstoffverbindung Nitrit-N und auch der pH-Wert sind mit einem Anteil von lediglich 0 % bzw. 2,78 % in der Kategorie “nicht eingehalten“ vertreten. Die Salze Chlorid und Sulfat (Abb. 63) können jeweils zu 100 % mindestens der Gewässergüteklasse I-II zugeordnet werden. Dem entgegenläufig sind die Werte der CSB-Messungen zu 100 % als “nicht eingehalten“ kategorisiert. Mit jeweils nur knapp 40 % sind die Messwerte der Parameter BSB₅ und Sauerstoffgehalt in der Kategorie “eingehalten“ vertreten.

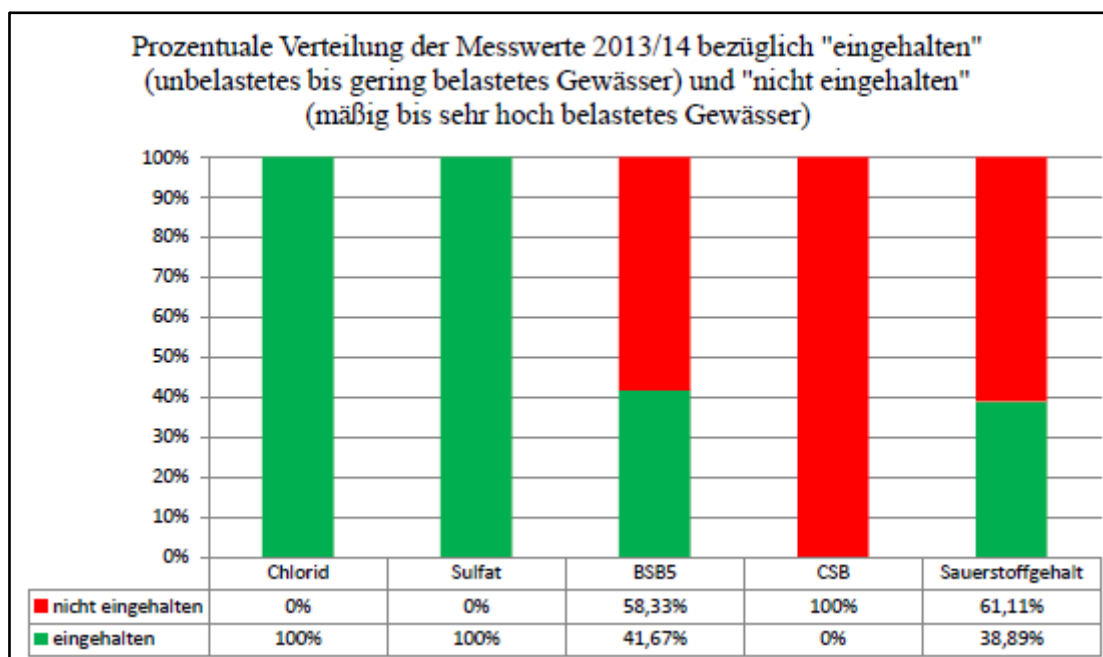


Abb. 63: Die ermittelten Verteilungen beziehen sich auf alle 432 Messwerte aus 2013 und 2014, die insgesamt an allen 18 Probenstellen (Moorbach-Probenstellen und Zuläufe) erhoben wurden und zeigen somit deren prozentuale Verteilung in den Kategorien "eingehalten" und "nicht eingehalten" bezüglich der Parameter Chlorid, Sulfat, BSB₅, CSB und Sauerstoffgehalt.

Des Weiteren wurde zur Einsortierung der Parameter Ammonium-N, Nitrat-N, Nitrit-N, Ortho-Phosphat-P, Chlorid, Sulfat, BSB₅, CSB und dem Sauerstoffgehalt in die konkreten Gewässergüteklassen (Tab. 45) der sogenannte 90-Perzentilwert berechnet.

Güteklasse	Bezeichnung	
I	anthropogen unbelastet	"eingehalten" "nicht eingehalten"
I-II	sehr geringe Belastung	
II	mäßige Belastung	
II-III	deutliche Belastung	
III	erhöhte Belastung	
III-IV	hohe Belastung	
IV	sehr hohe Belastung	

Tab. 45: Beschreibung der Gewässergüteklassen, die auf Grundlage der chemischen Gewässergüteklassifikation des Bund-Länder-Arbeitskreises Qualitätsziele entstanden sind¹³, verändert.

„[Das] ist derjenige Zahlenwert, der von 90 % der vorliegenden Messungen einer Messstelle unterschritten wird“ (NLWKN 2014, S.13). Dazu wird pro erhobenem

¹³ <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/fluesse-und-seen/schutzziele-und-bewertungsparameter/chemische-gewassergueteklassifizierung/>, letzter Aufruf: 19.09.2015, 08.15 Uhr.

Parameter und pro Probenstelle der 90-Perzentilwert jeweils für 2013 und 2014 ermittelt (Abb. 64-72). Da die Gewässergüteklassifikation nach dem Verfahren erfolgt, das auch das NLWKN anwendet, können die ermittelten Ergebnisse von 2013 und 2014 mit entsprechendem Datenmaterial aus den 1990er Jahren verglichen werden (vgl. Kapitel 5.3).

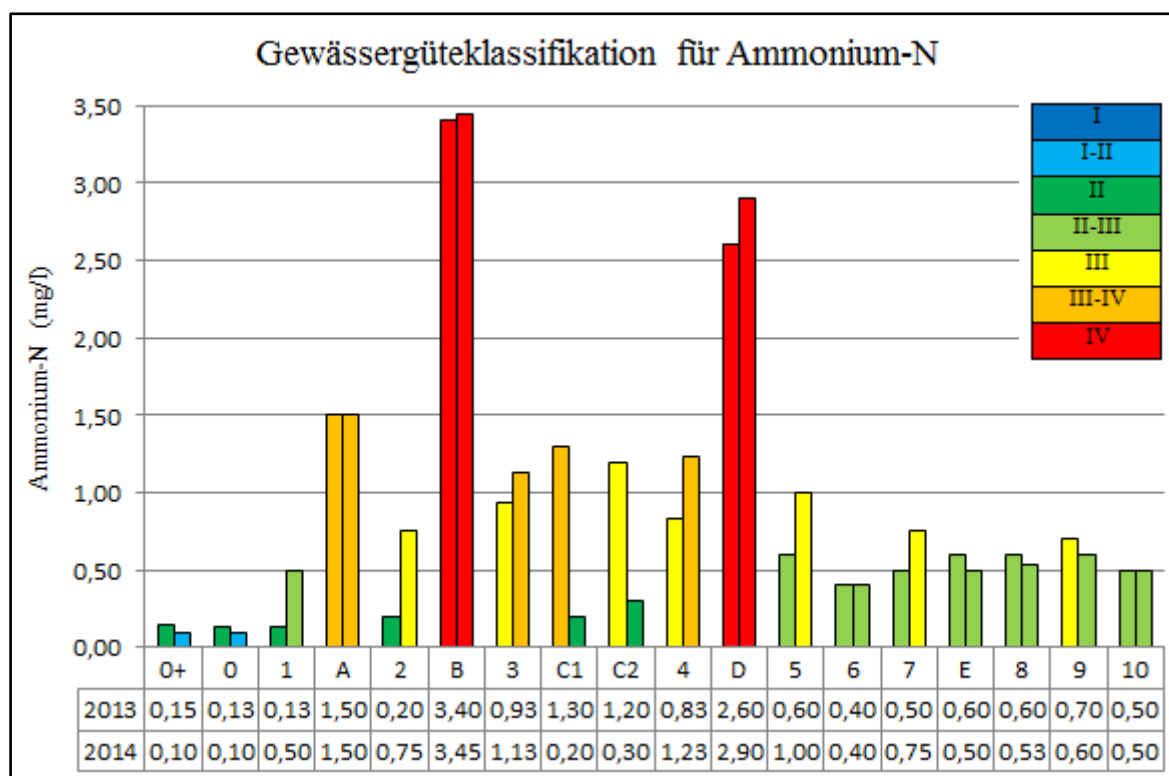


Abb. 64: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Ammonium-N erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert-Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.

Für den Stickstoffparameter Ammonium-N ist eine deutliche Belastung für den Vechtaer Moorbach zu erkennen (Abb. 64), die darüber hinaus auch vor allem in den Zuläufen lokalisiert ist. Eine sehr geringe Konzentration wird nur im Jahr 2014 und nur an den Probenstelle 0+ und 0 erzielt. Die Zuläufe B und D zeigen eine sehr hohe Belastung, die sich dann auch in einer erhöhten bis hohen Konzentration der darauf folgenden Probenstellen im Moorbach widerspiegelt.

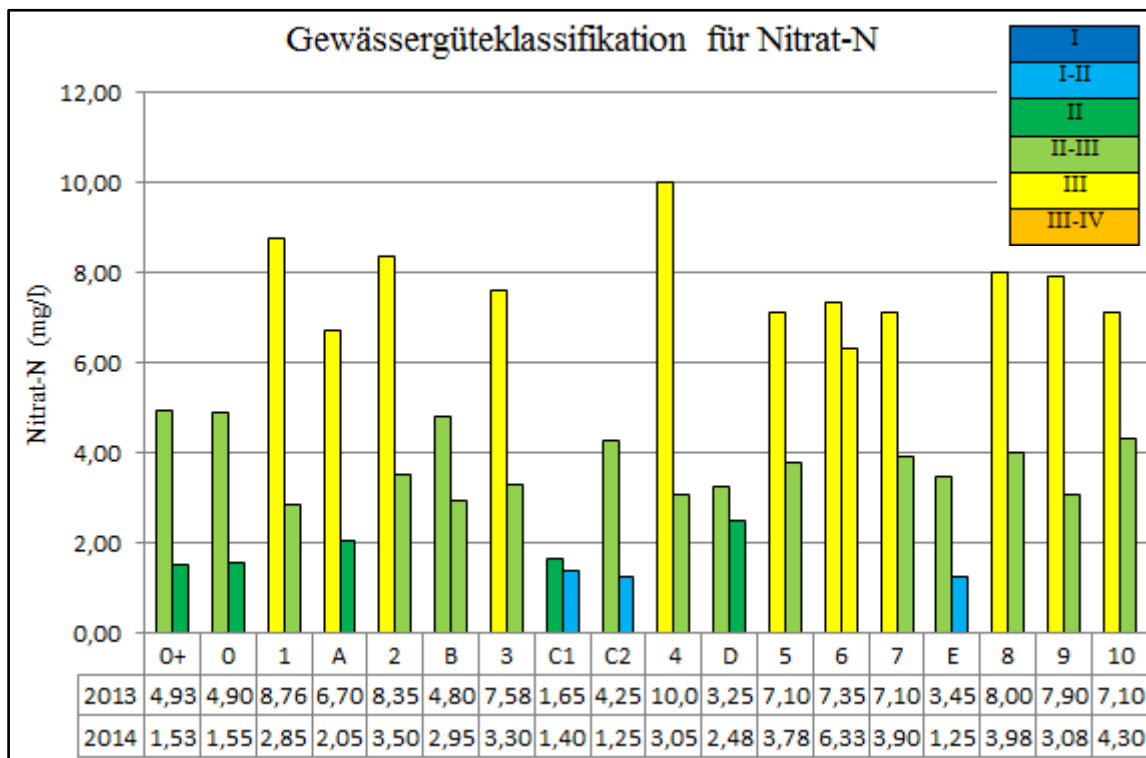


Abb. 65: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Nitrat-N erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert-Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergütekategorie festgelegt werden kann.

Der Zustand der Verunreinigung des Vechtaer Moorbachs aufgrund des Parameters Nitrat-N liegt maximal im Bereich erhöhter Belastung (Abb. 65). Besonders auffallend ist, dass die Werte sowohl an den Probenstellen 0+ und 0, als auch an den Zuläufen fast immer eine deutliche bis mäßige Belastung darstellen und somit die Nitrat-N-Gehalte in den Zuläufen immer niedriger als in den darauffolgenden Probenstellen des Moorbachs sind.

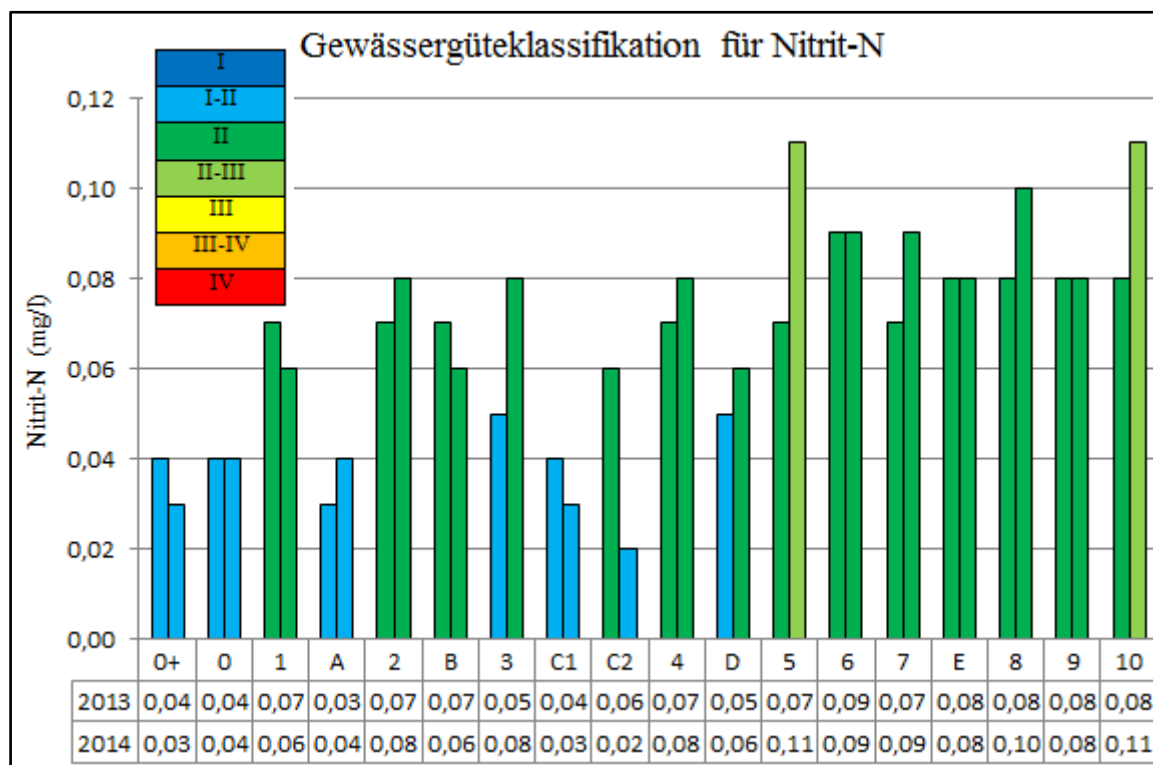


Abb. 66: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Nitrit-N erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert-Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.

Die Ergebnisse des Parameters Nitrit-N nehmen im allgemeinen Werte an, die eine mäßige bis deutliche Belastung signalisieren (Abb. 66). Eine durchgehend sehr geringe Belastung liegt nur an den Probenstellen 0+ und 0, sowie in den Zuläufen A und C1 vor. Auch in der Betrachtung dieses Stickstoffparameters ist festzuhalten, dass die Zuläufe fast immer geringere Mengen an Nitrit-N aufweisen, als die darauffolgenden Probenstellen im Moorbach.

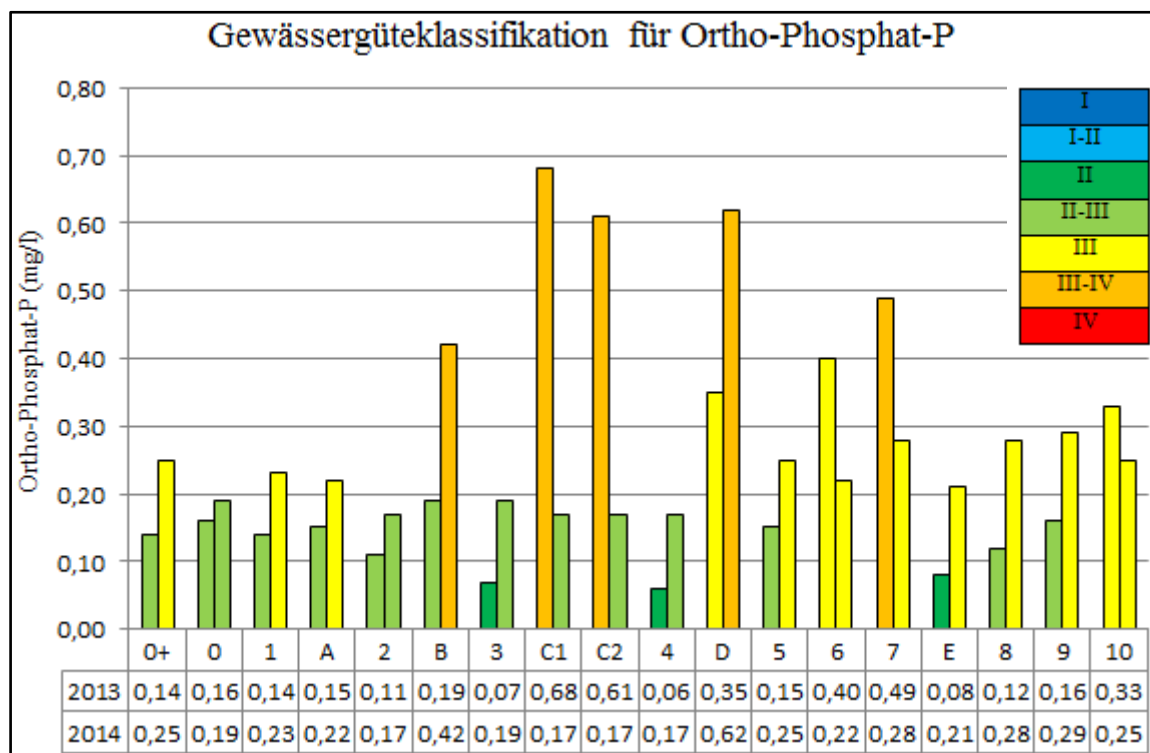


Abb. 67: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Ortho-Phosphat-P erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert-Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.

Die Werte für den Nährstoff Ortho-Phosphat-P lassen relativ konstant eine deutliche bis erhöhte Belastung des Vechtaer Moorbachs erkennen (Abb. 67). Die Zuläufe B und D liegen darüber hinaus im Jahr 2014 in der Gewässergüteklasse III-IV, die eine hohe Belastung deutlich macht. Außerdem befinden sich die Ergebnisse der Zuläufe C1 und C2 und der Moorbachprobenstelle 7 im Jahr 2013 in jener Gewässergüteklasse.

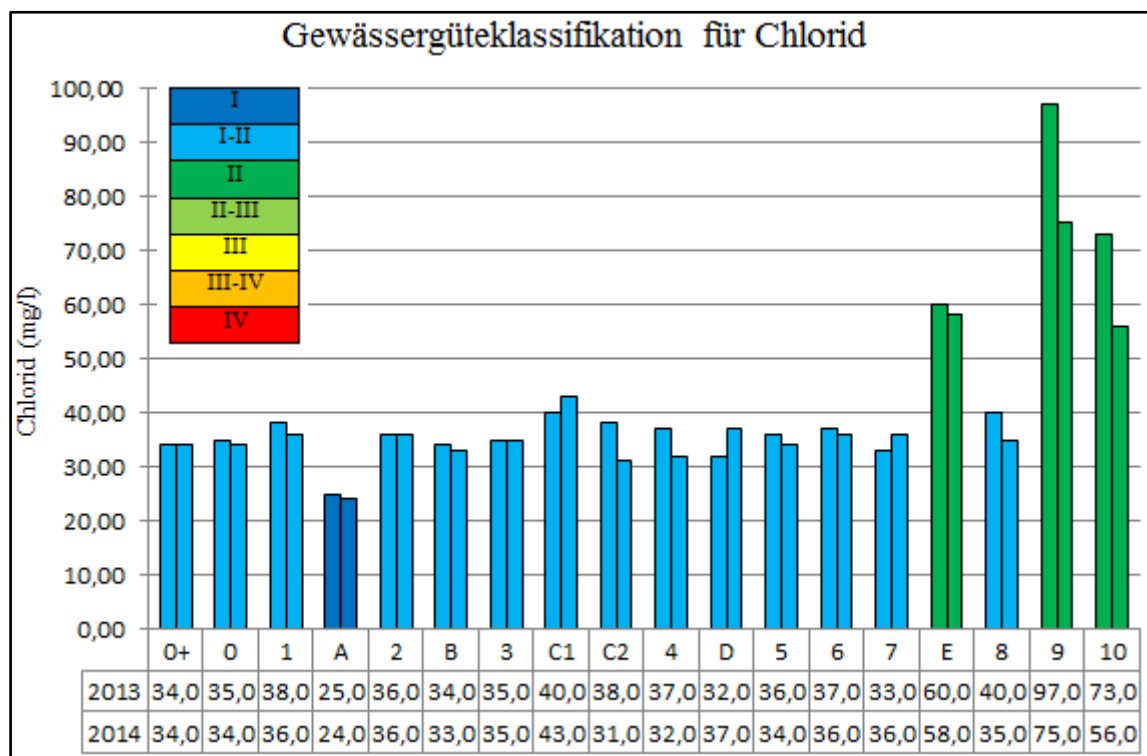


Abb. 68: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Chlorid erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert-Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.

Chlorid ist im Gegensatz zu den vorangegangenen Parametern ein Salz, das eine deutlich reduziertere Bedeutung für die Gewässerbelastung aufweist (Abb. 68). Die Probenstelle A in einem Zulauf markiert die Güteklasse I, womit das Gewässer bezüglich Chlorid als anthropogen unbelastet eingestuft wird. Einzig der Zulauf E und die Probenstellen 9 und 10 zeigen höhere Messergebnisse, die aber immer noch im Bereich einer mäßigen Belastung liegen.

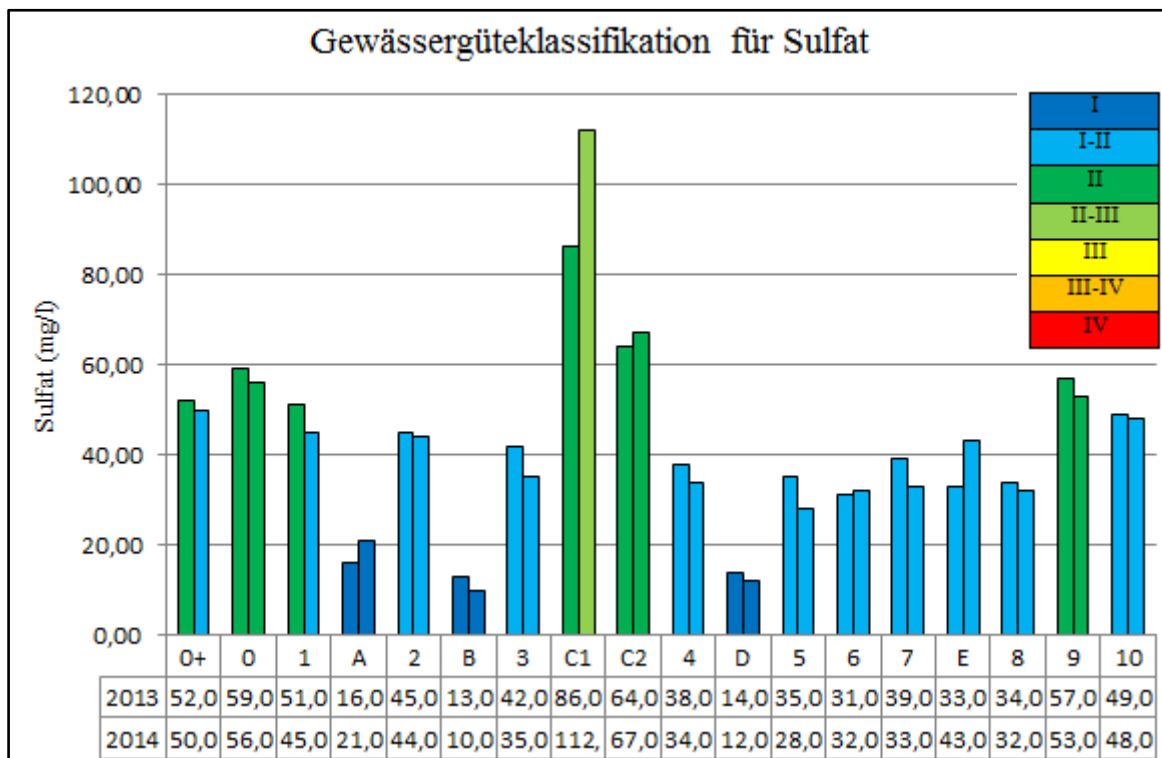


Abb. 69: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Sulfat erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert-Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.

Sulfat, ebenfalls ein Nährsalz, verhält sich in seinen Werten ähnlich wie Chlorid im Bereich einer sehr geringen bis mäßigen Gewässerbelastung (Abb. 69). Einzig im Jahr 2014 gibt es an der Probenstelle C1 in einem Zulauf des Vechtaer Moorbachs mit einem Wert von 11,2 mg/l Sulfat eine deutliche Belastung des Gewässers.

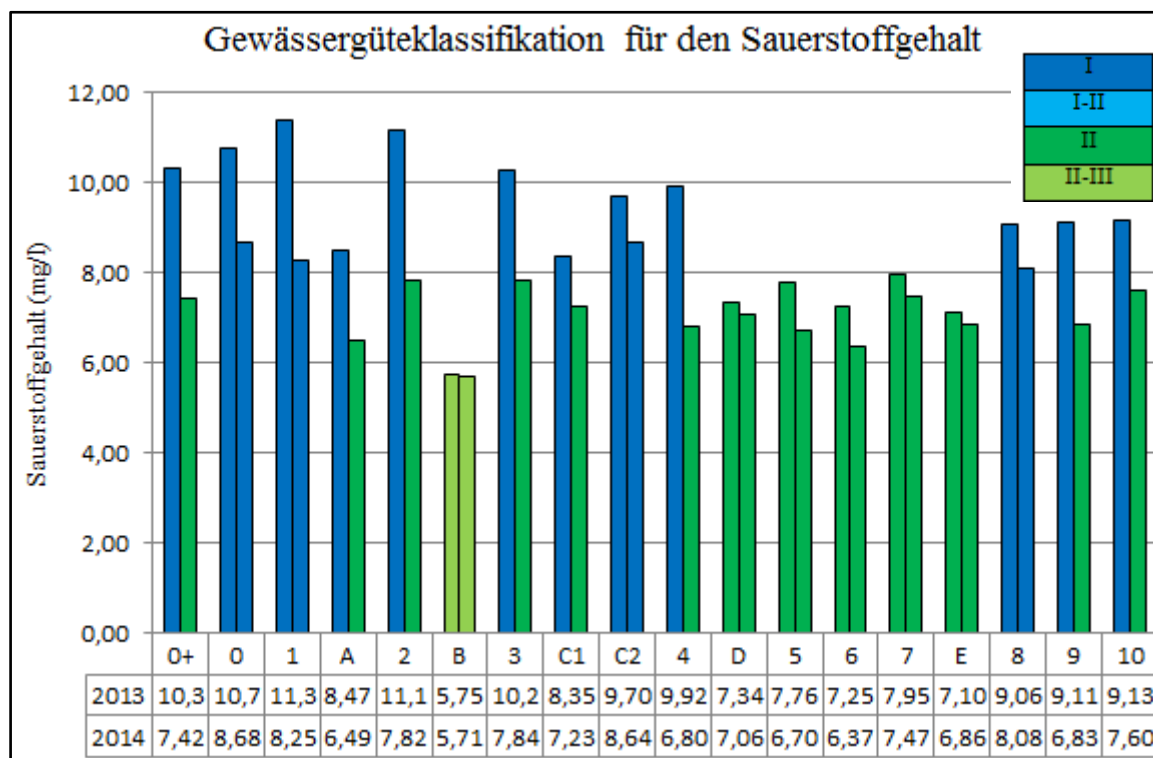


Abb. 70: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter Sauerstoffgehalt erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert-Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.

Im Gegensatz zu den anderen hier aufgeführten Parametern in der 90-Perzentilwert-Darstellung erreichen die Werte des Untersuchungsfaktors Sauerstoffgehalt mit höher gemessenen Werten eine entsprechend bessere Gewässergüteklasse. Bis auf die Probenstelle B in einem Zulauf weisen die Werte höchstens eine mäßige Belastung des Vechtaer Moorbachs bzw. seiner Zuläufe auf (Abb. 70). Bis auf die Probenstellen D, 5, 6, 7 und E erreichen zumindest die Ergebnisse aus dem Jahr 2013 die Gewässergüteklasse I.

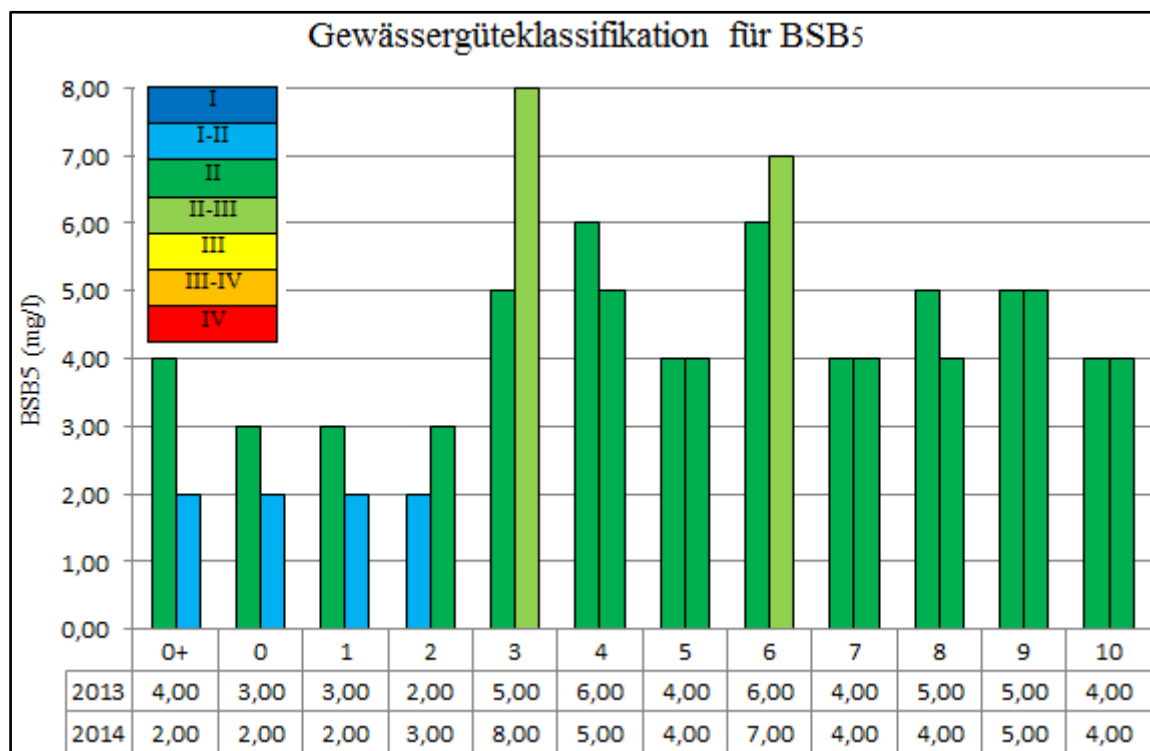


Abb. 71: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter BSB₅ erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert-Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.

Der sogenannte Biologische Sauerstoffbedarf des Vechtaer Moorbachs ist für das Jahr 2013 durchgängig an allen zwölf Probenstellen des Vechtaer Moorbachs im Bereich der Gewässergüteklasse II einzuordnen (Abb. 71). Im Jahr 2014 weisen die ersten vier Probenstellen 0+, 0, 1 und 2 eine sehr geringe Belastung auf und lediglich die Probenstellen 3 und 6 kennzeichnen eine deutliche Belastung.

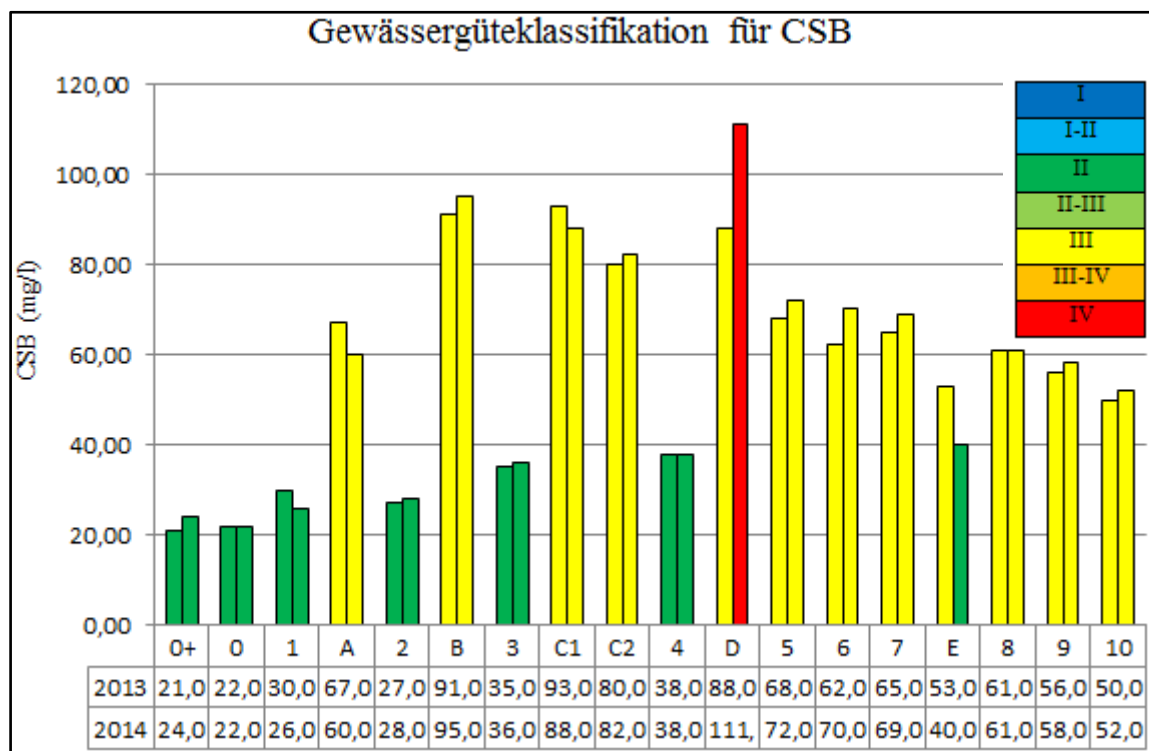


Abb. 72: Die Zuordnung in die einzelnen Gewässergüteklassen pro Probenstelle für den Parameter CSB erfolgt auf Grundlage der 90-Perzentilwert-Berechnung, sodass sowohl für die Probenstellen im Vechtaer Moorbach als auch für die Probenstellen der Zuläufe, die mit ihrem Einlauf bachabwärts einsortiert werden, jeweils für 2013 und 2014 eine Gewässergüteklasse festgelegt werden kann.

Obwohl die Werte für den Biologischen Sauerstoffbedarf fast immer im Bereich der Gewässergüteklasse II liegen, befinden sich die berechneten Ergebnisse des Chemischen Sauerstoffbedarfs überwiegend in der Gewässergüteklasse III, die eine erhöhte Belastung des Gewässers signalisiert (Abb. 72). Ausnahmen bilden die Probenstellen 0+, 0, 1, 2, 3 und 4, die durch eine mäßige Belastung gekennzeichnet sind.

Des Weiteren werden die Ergebnisse zu den Erhebungen der Leitfähigkeit, Karbonathärte, Gesamthärte (Tab. 46) und Wassertemperatur (Tab. 47) an den Probenstellen 0+ bis 10, sowie an den Zuläufen A bis E dargestellt.

PS	Leitfähigkeit (mikroS/cm)		Karbonathärte (°d)		Gesamthärte (°d)	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
0+	517	543	8	9	12	14
0	547	562	8	9	13	14
1	571	576	9	9	13	13
A	378	483	9	10	11	11
2	576	580	9	10	14	14
B	346	371	7	7	9	8
3	482	539	9	9	13	12
C1	401	660	10	10	13	15
C2	360	608	11	10	12	13
4	526	535	9	9	13	13
D	202	181	6	5	7	16
5	450	468	7	7	11	11
6	443	472	7	7	10	11
7	453	470	7	7	11	11
E	424	470	7	6	9	9
8	467	446	7	7	10	10
9	673	628	7	7	11	10
10	578	560	7	7	11	10

Tab. 46: Ergebnisse der Messungen zur Leitfähigkeit in mikroS/cm, Karbonat- und Gesamthärte in °d in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 und den Zuläufen des Vechtaer Moorbachs; jeweils als arithmetischer Mittelwert angegeben.

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Probenstelle 0+												
2013	2,3	3,5	1,4	1,0	1,03	11,0	12,2	14,6	13,4	8,3	6,0	7,4
2014	5,2	4,7	9,5	7,8	13,8	13,1	17,6	11,2	14,1	12,7	9,4	4,4
Probenstelle 0												
2013	1,6	2,7	1,4	10,5	10,9	11,6	13,1	14,9	13,6	8,0	6,5	7,6
2014	5,3	4,8	8,9	7,8	14,2	13,3	17,7	11,4	14,5	12,8	9,2	3,9
Probenstelle 1												
2013	2,1	2,7	1,4	10,3	11,7	12,4	12,9	15,2	13,7	8,2	7,2	7,4
2014	4,9	4,4	8,5	8,5	13,6	14,2	18,9	12,3	15,3	12,9	9,2	3,6

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Probenstelle A												
2013	/	/	/	/	/	/	16,5	15,3	13,2	6,7	7,0	7,9
2014	3,5	4,4	9,3	8,4	17,6	/	19,0	12,0	16,2	13,1	9,0	2,9
Probenstelle 2												
2013	6,8	2,0	0,6	10,4	11,0	12,6	17,0	15,6	13,9	8,2	7,3	7,4
2014	3,0	4,3	7,9	8,5	13,5	14,3	18,9	11,9	14,8	12,8	8,7	3,9
Probenstelle B												
2013	/	/	/	/	/	/	15,5	15,3	13,7	7,3	7,4	7,9
2014	5,3	4,7	9,3	8,6	15,5	15,4	19,2	11,1	14,8	12,7	9,1	3,8
Probenstelle 3												
2013	6,8	3,0	1,0	11,1	11,0	13,6	14,3	15,8	14,0	8,1	7,3	7,6
2014	4,7	4,5	7,3	8,4	14,4	14,5	18,8	11,8	14,6	12,9	8,7	3,9
Probenstelle C1												
2013	/	/	/	/	/	/	19,9	17,8	14,4	7,2	6,2	7,7
2014	4,3	3,8	8,2	8,7	16,0	15,7	19,2	12,3	15,0	13,0	9,0	4,6
Probenstelle C2												
2013	/	/	/	/	/	/	19,9	/	15,3	8,3	7,0	7,8
2014	4,3	4,0	8,2	9,6	16,0	16,4	21,4	11,9	16,0	13,7	8,9	3,9
Probenstelle 4												
2013	7,3	2,4	0,8	10,8	10,8	14,1	16,1	16,2	14,2	8,4	7,1	7,5
2014	4,6	4,4	7,0	8,1	12,9	14,3	18,4	12,2	14,4	13,9	8,5	4,0
Probenstelle D												
2013	/	/	/	/	/	/	16,0	18,4	13,3	7,7	6,3	7,1
2014	2,0	4,1	7,5	7,8	14,4	16,3	19,7	11,7	15,1	12,9	7,9	2,8
Probenstelle 5												
2013	0,3	1,1	1,0	10,6	11,2	16,6	15,0	17,0	15,1	9,3	6,5	7,3
2014	4,5	4,6	7,2	9,5	13,9	14,8	19,5	13,6	15,3	13,3	8,1	4,2
Probenstelle 6												
2013	/	0,5	0,7	13,8	12,2	18,2	16,2	17,7	16,0	9,6	7,2	7,4
2014	4,5	4,4	7,5	11,1	14,4	15,8	20,7	14,4	15,3	13,2	8,3	4,7
Probenstelle 7												
2013	0,0	0,9	1,5	11,0	11,6	16,9	15,9	17,9	15,8	9,4	6,8	7,4
2014	4,4	4,6	7,4	10,3	14,8	15,5	19,9	13,4	14,5	13,2	9,0	4,9
Probenstelle E												
2013	/	/	/	/	/	/	15,4	18,3	15,6	9,3	6,4	7,9
2014	4,5	5,3	8,2	11,3	15,0	16,3	21,2	14,8	16,0	13,9	8,8	4,4

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Probenstelle 8												
2013	0,0	1,0	1,8	12,7	11,5	18,1	15,3	17,1	15,3	9,4	7,2	7,3
2014	4,5	4,9	7,9	10,8	14,8	16,0	20,2	14,0	15,0	13,7	9,0	5,1
Probenstelle 9												
2013	1,4	1,7	2,1	12,8	12,3	17,9	16,7	19,6	17,0	10,8	8,4	8,0
2014	5,4	5,9	8,5	11,4	14,9	17,6	20,4	15,4	16,6	15,2	10,8	6,6
Probenstelle 10												
2013	1,5	1,9	2,4	13,5	11,1	16,6	15,5	17,4	15,8	9,7	7,5	8,1
2014	5,1	5,3	7,2	10,3	13,7	15,3	20,5	14,3	15,5	14,0	9,6	5,3

Tab. 47: Ergebnisse der monatlichen Messungen der Wassertemperatur in °C in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 und den Zuläufen des Vechtaer Moorbachs.

4.5 Makrozoobenthosaufsammlung

Sämtliche Saprobien-Indizes (Tab. 48) wurden mittels des Programms ASTERICS AQEM berechnet und können durch die “Summe der Abundanzklassen“ (Tab. 48) als “gesichertes“ oder “ungesichertes“ Ergebnis festgehalten werden. Bei einem Wert der Summe der Abundanzklassen ≥ 20 können die Ergebnisse als gesichert betrachtet werden. Da aufgrund der geringen Gesamttaxaanzahlen die Summen der Abundanzklassen ebenfalls sehr niedrig sind, werden auch die nicht gesicherten Ergebnisse einer Güteklasse zugeordnet und für die Berechnung der arithmetischen Mittelwerte herangezogen. Eine Gesamtartenliste der bestimmten Tiere ist dem Anhang (Anhang II) zu entnehmen.

Probenstelle	Datum der Erhebung	Gesamttaxa-anzahl	Anzahl der Indikatortaxa	Summe der Abundanzklassen	Saprobien-Index
0+	25.02.2013	5	2	4	2,05
	25.03.2013	11	3	7	2,00
	18.04.2013	9	5	8	2,20
	03.06.2013	16	9	18	2,14
	11.02.2014	9	4	9	2,13
	11.03.2014	8	6	10	2,22
	14.04.2014	12	9	16	2,18
	19.05.2014	12	7	17	2,00
Arithmetisches Mittel					2,12

Probenstelle	Datum der Erhebung	Gesamttaxa-anzahl	Anzahl der Indikatortaxa	Summe der Abundanz-klassen	Saprobien-Index
0	25.02.2013	4	1	2	2,80
	25.03.2013	10	5	9	2,39
	18.04.2013	9	3	6	2,53
	03.06.2013	12	5	10	2,08
	11.02.2014	17	6	17	2,39
	11.03.2014	17	10	20	2,27
	14.04.2014	16	11	28	2,24
	19.05.2014	15	10	20	2,28
Arithmetisches Mittel					2,37
1	25.02.2013	10	6	8	2,33
	25.03.2013	19	11	17	2,27
	18.04.2013	16	8	17	2,27
	03.06.2013	25	16	30	2,24
	11.02.2014	10	9	13	2,37
	11.03.2014	23	17	30	2,33
	14.04.2014	27	17	40	2,26
	19.05.2014	27	17	41	2,33
Arithmetisches Mittel					2,30
2	25.02.2013	5	4	11	2,34
	25.03.2013	15	6	13	2,31
	18.04.2013	20	9	19	2,39
	03.06.2013	15	8	24	2,38
	11.02.2014	14	8	19	2,35
	11.03.2014	17	9	19	2,29
	14.04.2014	20	12	29	2,27
	19.05.2014	21	10	23	2,29
Arithmetisches Mittel					2,33

Probenstelle	Datum der Erhebung	Gesamttaxa-anzahl	Anzahl der Indikatortaxa	Summe der Abundanz-klassen	Saprobien-Index
3	25.02.2013	10	8	10	2,45
	25.03.2013	12	4	4	2,56
	18.04.2013	16	9	14	2,59
	03.06.2013	12	7	17	2,43
	11.02.2014	16	8	16	2,41
	11.03.2014	19	14	27	2,35
	14.04.2014	17	11	26	2,39
	19.05.2014	13	6	12	2,37
Arithmetisches Mittel					2,44
4	25.02.2013	6	6	8	2,46
	25.03.2013	12	8	11	2,34
	18.04.2013	13	8	16	2,49
	03.06.2013	18	13	22	2,40
	11.02.2014	14	7	14	2,41
	11.03.2014	18	10	22	2,33
	14.04.2014	22	14	28	2,33
	19.05.2014	18	11	22	2,36
Arithmetisches Mittel					2,39
5	25.02.2013	4	3	3	2,43
	25.03.2013	zugefroren	0	0	/
	18.04.2013	6	2	2	2,25
	03.06.2013	8	4	6	2,36
	11.02.2014	7	4	7	2,44
	11.03.2014	7	1	2	2,08
	14.04.2014	17	11	24	2,30
	19.05.2014	15	9	19	2,31
Arithmetisches Mittel					2,31

Probenstelle	Datum der Erhebung	Gesamttaxa-anzahl	Anzahl der Indikatortaxa	Summe der Abundanz-klassen	Saprobien-Index
6	25.02.2013	17	9	13	2,32
	25.03.2013	zugefroren	0	0	/
	18.04.2013	13	4	6	2,35
	03.06.2013	18	10	21	2,27
	11.02.2014	12	8	12	2,38
	11.03.2014	20	8	17	2,49
	14.04.2014	19	13	23	2,22
	19.05.2014	20	12	20	2,18
Arithmetisches Mittel					2,32
7	25.02.2013	6	3	4	2,30
	25.03.2013	4	2	3	2,73
	18.04.2013	6	4	4	2,15
	03.06.2013	14	11	20	2,22
	11.02.2014	5	2	4	2,40
	11.03.2014	11	7	10	2,35
	14.04.2014	19	11	23	2,18
	19.05.2014	16	9	14	2,09
Arithmetisches Mittel					2,30
8	25.02.2013	6	5	10	2,20
	25.03.2013	7	4	5	2,30
	18.04.2013	12	6	10	2,20
	03.06.2013	15	10	18	2,23
	11.02.2014	12	5	10	2,19
	11.03.2014	16	12	23	2,39
	14.04.2014	17	10	22	2,24
	19.05.2014	12	7	17	2,25
Arithmetisches Mittel					2,25

Probenstelle	Datum der Erhebung	Gesamttaxa-anzahl	Anzahl der Indikatortaxa	Summe der Abundanz-klassen	Saprobien-Index
9	25.02.2013	16	10	16	2,33
	25.03.2013	10	6	14	2,52
	18.04.2013	13	10	14	2,25
	03.06.2013	12	10	22	2,47
	11.02.2014	9	6	16	2,51
	11.03.2014	13	7	20	2,42
	14.04.2014	26	18	34	2,18
	19.05.2014	14	10	21	2,29
Arithmetisches Mittel					2,37
10	25.02.2013	11	7	11	2,55
	25.03.2013	5	3	9	2,48
	18.04.2013	18	14	19	2,32
	03.06.2013	10	8	16	2,39
	11.02.2014	12	8	16	2,39
	11.03.2014	10	7	16	2,34
	14.04.2014	25	15	30	2,26
	19.05.2014	18	14	28	2,25
Arithmetisches Mittel					2,37

Tab. 48: Übersicht über sämtliche erhobene Saprobien-Indizes in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbachs, wobei die "Gesamttaxaanzahl" die Summe aller verschiedenen, bestimmten Taxa darstellt, die "Anzahl der Indikatortaxa", diejenigen Taxa umfasst, die für die Berechnung des Saprobien-Index relevant sind und die "Summe der Abundanzklassen" einen statistischen Wert vermittelt, der mindestens 20 betragen sollte, um einen aussagekräftigen Saprobien-Index zu erhalten. Die farbliche Markierung in der Spalte "Saprobien-Index" zeichnet in grün eine gute saprobielle Qualitätsklasse und in gelb eine mäßige saprobielle Qualitätsklasse des Gewässers aus.

Zusätzlich zu den einzelnen Saprobien-Indizes wurden pro Probenstelle die arithmetischen Mittelwerte berechnet (Tab. 48), die sowohl die vier Untersuchungen aus dem Jahr 2013 als auch die aus dem Jahr 2014 miteinbeziehen und somit einen Gesamteindruck über die saprobielle Beschaffenheit des Vechtaer Moorbachs ermöglichen (Abb. 73).

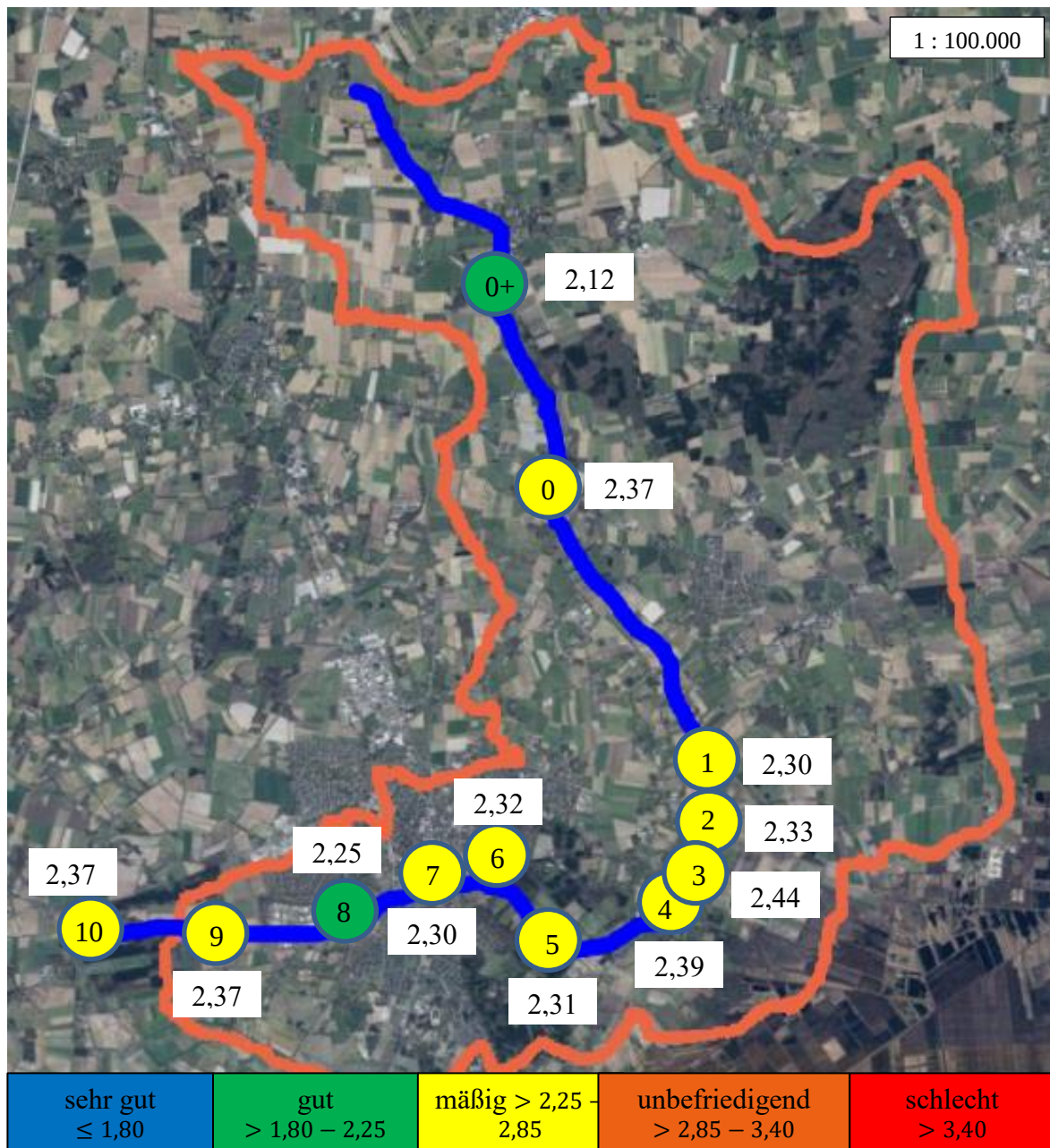


Abb. 73: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot) mit den Probenstellen 0+ bis 10, die entsprechend der Ergebnisse des Saprobien-Index 2013/14 eingefärbt sind. In den weiß hinterlegten Kästen ist der jeweilige arithmetische Mittelwert aufgeführt (Die Kartengrundlage ist ein Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung⁷, verändert).

Es ist deutlich zu erkennen, dass nur an den Probenstellen 0+ und 8 eine “gute“ Gewässergüteklasse bezüglich der saprobiellen Belastung erreicht werden konnte. Alle anderen zehn Probenstellen sind der Klasse “mäßig“ zuzuordnen. Es folgt die tabellarische Darstellung der Ergebnisse zu den Berechnungen der Indizes “Litoral-Besiedler-Index“,

⁷ www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/, letzter Aufruf: 30.03.2015, 15.15 Uhr.

“EPT-Index“ und “Anzahl-Trichoptera-Arten-Index“ (Tab. 50), sowie eine Übersicht der daraus ableitbaren Güteklassen (Tab. 49).

Indizes	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
Litoral-Besiedler-Index	2,0 – 7,2	> 7,2 – 12,4	>12,4 – 17,6	> 17,6 – 22,8	>22,8 – 28,0
EPT-Index	60 - 51	< 51 - 42	< 42 - 33	< 33 - 24	< 24 - 15
Anzahl-Trichoptera-Arten-Index	10,0 – 8,4	< 8,4 – 6,8	< 6,8 – 5,2	< 5,2 – 3,6	< 3,6 – 2,0

Tab.49: Übersicht über die Klassifizierung der erhobenen Indizes (ASTERICS 2013, verändert).

Probenstelle	Datum der Erhebung	Litoral-Besiedler-Index	EPT-Index	Anzahl-Trichoptera-Arten-Index
0+	25.02.2013	26,00	14,29	1,0
	25.03.2013	3,80	14,29	2,0
	18.04.2013	5,15	5,88	1,0
	03.06.2013	1,78	21,88	1,0
	11.02.2014	0,97	17,95	2,0
	11.03.2014	0,88	15,39	1,0
	14.04.2014	0,59	10,00	2,0
	19.05.2014	0,67	16,67	1,0
Arithmetisches Mittel		4,98	14,50	1,4
0	25.02.2013	20,00	0,00	0,0
	25.03.2013	11,67	0,00	0,0
	18.04.2013	13,95	6,67	1,0
	03.06.2013	9,58	16,67	2,0
	11.02.2014	11,40	10,26	2,0
	11.03.2014	2,91	14,29	3,0
	14.04.2014	7,02	19,44	3,0
	19.05.2014	1,33	18,52	1,0
Arithmetisches Mittel		9,73	10,73	1,5

Probenstelle	Datum der Erhebung	Litoral-Besiedler-Index	EPT-Index	Anzahl-Trichoptera-Arten-Index
1	25.02.2013	23,50	7,69	1,0
	25.03.2013	14,36	9,68	2,0
	18.04.2013	10,13	8,33	2,0
	03.06.2013	4,82	16,67	2,0
	11.02.2014	20,95	0,00	0,0
	11.03.2014	14,67	12,20	3,0
	14.04.2014	9,22	14,52	4,0
	19.05.2014	7,46	13,04	2,0
Arithmetisches Mittel		13,14	10,27	2,0
2	25.02.2013	16,72	0,00	0,0
	25.03.2013	17,44	3,52	0,0
	18.04.2013	12,83	7,14	2,0
	03.06.2013	12,47	5,13	1,0
	11.02.2014	15,10	0,00	0,0
	11.03.2014	7,39	9,09	2,0
	14.04.2014	11,63	23,40	3,0
	19.05.2014	13,93	6,25	1,0
Arithmetisches Mittel		13,44	6,82	1,1
3	25.02.2013	18,33	0,00	0,0
	25.03.2013	16,00	5,26	1,0
	18.04.2013	15,29	0,00	0,0
	03.06.2013	16,73	0,00	0,0
	11.02.2014	18,49	3,57	1,0
	11.03.2014	15,68	2,70	1,0
	14.04.2014	18,64	9,76	2,0
	19.05.2014	14,49	16,00	2,0
Arithmetisches Mittel		16,71	4,66	0,9

Probenstelle	Datum der Erhebung	Litoral-Besiedler-Index	EPT-Index	Anzahl-Trichoptera-Arten-Index
4	25.02.2013	20,00	0,00	0,0
	25.03.2013	24,06	5,26	1,0
	18.04.2013	18,53	0,00	0,0
	03.06.2013	17,512	0,00	0,0
	11.02.2014	18,06	0,00	0,0
	11.03.2014	19,11	0,00	0,0
	14.04.2014	14,00	4,35	1,0
	19.05.2014	16,54	0,00	0,0
Arithmetisches Mittel		18,47	1,20	0,3
5	25.02.2013	35,00	0,00	0,0
	25.03.2013	zugefroren		
	18.04.2013	25,71	14,29	1,0
	03.06.2013	32,00	15,39	1,0
	11.02.2014	13,33	33,33	1,0
	11.03.2014	26,25	15,39	1,0
	14.04.2014	18,09	25,71	4,0
	19.05.2014	19,79	10,35	2,0
Arithmetisches Mittel		24,31	16,35	2,0
6	25.02.2013	45,27	6,90	1,0
	25.03.2013	zugefroren		
	18.04.2013	22,50	18,75	1,0
	03.06.2013	23,26	16,22	2,0
	11.02.2014	20,43	11,11	0,0
	11.03.2014	21,50	12,82	1,0
	14.04.2014	23,55	18,18	2,0
	19.05.2014	28,00	6,67	1,0
Arithmetisches Mittel		26,36	18,83	1,0

Probenstelle	Datum der Erhebung	Litoral-Besiedler-Index	EPT-Index	Anzahl-Trichoptera-Arten-Index
7	25.02.2013	10,00	16,67	1,0
	25.03.2013	20,00	0,00	0,0
	18.04.2013	21,11	33,33	1,0
	03.06.2013	19,88	3,57	0,0
	11.02.2014	13,33	8,33	1,0
	11.03.2014	27,57	15,00	2,0
	14.04.2014	20,91	20,51	2,0
	19.05.2014	15,39	15,39	1,0
Arithmetisches Mittel		18,52	14,10	1,0
8	25.02.2013	18,93	0,00	0,0
	25.03.2013	6,67	0,00	0,0
	18.04.2013	12,41	15,00	3,0
	03.06.2013	8,91	20,00	2,0
	11.02.2014	6,95	5,26	1,0
	11.03.2014	16,99	10,71	2,0
	14.04.2014	9,86	13,51	3,0
	19.05.2014	8,33	8,33	2,0
Arithmetisches Mittel		11,13	9,10	1,5
9	25.02.2013	28,49	0,00	0,0
	25.03.2013	9,312	0,00	0,0
	18.04.2013	5,23	0,00	0,0
	03.06.2013	2,75	8,33	2,0
	11.02.2014	15,09	6,89	1,0
	11.03.2014	7,89	6,25	1,0
	14.04.2014	11,77	18,86	4,0
	19.05.2014	10,24	11,11	2,0
Arithmetisches Mittel		11,34	51,80	1,3

Probenstelle	Datum der Erhebung	Litoral-Besiedler-Index	EPT-Index	Anzahl-Trichoptera-Arten-Index
10	25.02.2013	21,33	11,77	1,0
	25.03.2013	6,80	0,00	0,0
	18.04.2013	5,40	13,04	3,0
	03.06.2013	9,87	16,67	2,0
	11.02.2014	11,42	16,00	2,0
	11.03.2014	8,02	13,64	1,0
	14.04.2014	5,64	16,67	4,0
	19.05.2014	9,32	23,53	4,0
Arithmetisches Mittel		9,72	13,91	2,1

Tab.50: Übersicht über die erhobenen Indizes “Litoral-Besiedler-Index“, “EPT-Index“ und “Anzahl-Trichoptera-Arten-Index“ in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbachs, sowie des jeweiligen arithmetischen Mittelwerts.

Zusammengefasst dargestellt (Abb. 74) ist zu erkennen, dass die Werte des “Litoral-Besiedler-Index“ bis zur Probenstelle 6 kontinuierlich ansteigen. Probenstelle 7 befindet sich nach dem Stauwehr und zeigt wieder niedrigere Werte, ebenso die weiter bachabwärts gelegenen Probenstellen 8, 9 und 10.

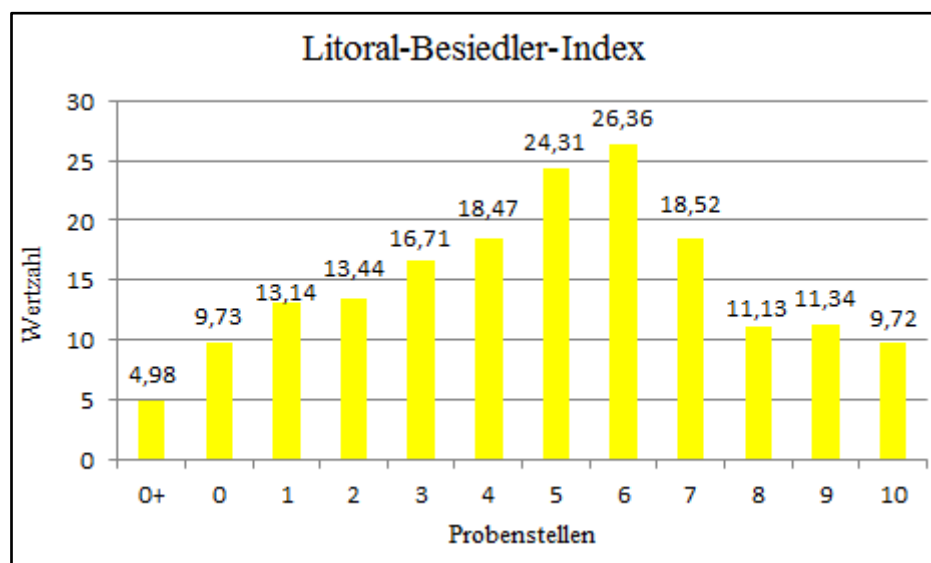


Abb. 74: Die Ergebnisse zum “Litoral-Besiedler-Index“ beziehen sich auf arithmetische Mittelwerte der Probengänge 2013/14. Je größer der Wert einer Probenstelle ausfällt, desto mehr gleicht das eigentliche Fließgewässerhabitat in seinen Eigenschaften einem Lebensraum mit stehendem Gewässer.

Das Diagramm zum “EPT-Index“ (Abb. 75) gibt Aufschluss über die Intaktheit der Fließgewässerhabitate des Vechtaer Moorbachs. Je niedriger der Wert ausfällt, desto “gestörter“ und strukturärmer ist das Gewässer an der Probenstelle. Von Probenstelle 0+ bis 4 nimmt der Indexwert stetig ab, sodass auch die Strukturvielfalt reduziert vorliegt. Im Gegensatz dazu steigt der Wert und somit die Strukturvielfalt des Vechtaer Moorbachs an

den Probenstellen 5, 6, 7 und 10 wieder an. Die Probenstellen 8 und 9 sind nur mit geringen Indizes ausgezeichnet.

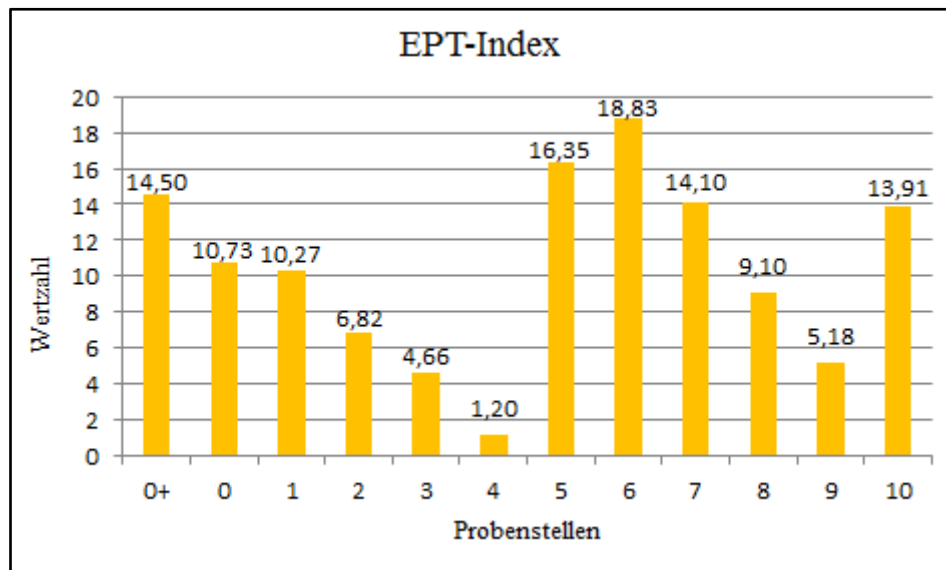


Abb. 75: Die Ergebnisse zum “EPT-Index“ stellen arithmetische Mittelwerte der Probengänge 2013/14 dar. Mit der Abkürzung EPT sind die Tiergruppen Ephemeroptera (Eintagsfliegen), Plecoptera (Steinfliegen) und Trichoptera (Köcherfliegen) gemeint. Je niedriger der Wert einer Probenstelle ausfällt, desto strukturärmer und unnatürlicher ist das Gewässer an dieser Stelle.

Mithilfe des “Anzahl-Trichoptera-Arten-Index“ können ebenfalls Aussagen über die Funktionalität bzw. Strukturarmut des Gewässers getroffen werden (Abb. 76). Ebenso wie beim “EPT-Index“ weisen niedrige Werte einen “gestörten“ und strukturarmen Lebensraum auf. Dieser ist vor allem an der Probenstelle 4 vorzufinden. Herausragend gute Werte erzielen die Probenstellen 1 und 10.

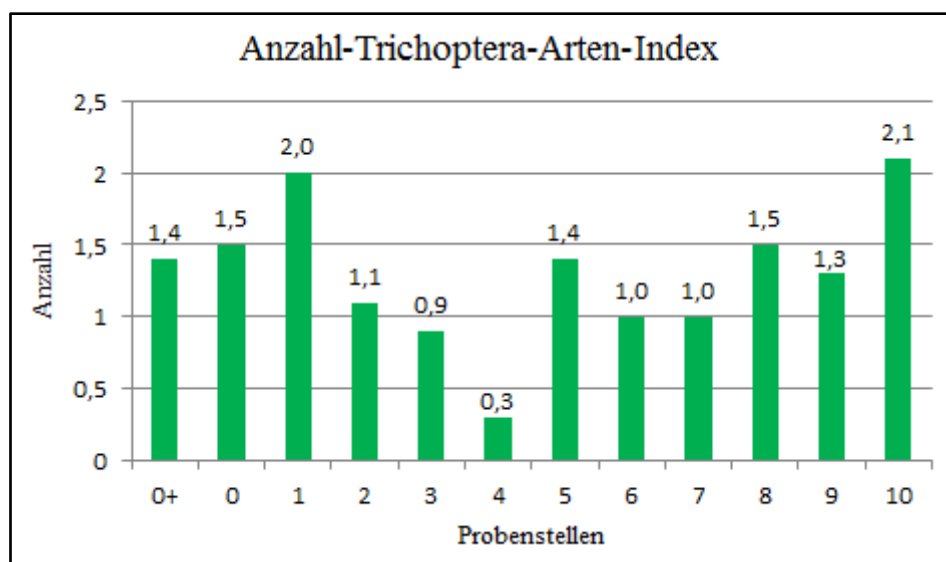


Abb. 76: Die Ergebnisse zum “Anzahl-Trichoptera-Arten-Index“ beziehen sich auf arithmetische Mittelwerte der Probengänge 2013/14. Trichoptera stellt die Tiergruppe der Köcherfliegen dar. Je niedriger der Wert einer Probenstelle ausfällt, desto strukturärmer und unnatürlicher ist das Gewässer an dieser Stelle.

Abschließend erfolgt die Präsentation der Ergebnisse zum “Sörensen-Index“ unter Verwendung eines sogenannten Trellis-Diagramms (Abb. 77).

	0+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0+												
0	0,62											
1	0,59	0,61										
2	0,47	0,49	0,74									
3	0,53	0,59	0,74	0,77								
4	0,52	0,48	0,67	0,69	0,76							
5	0,31	0,40	0,54	0,44	0,48	0,43						
6	0,31	0,36	0,55	0,43	0,50	0,50	0,37					
7	0,39	0,44	0,54	0,54	0,60	0,47	0,45	0,51				
8	0,41	0,44	0,67	0,66	0,62	0,61	0,49	0,49	0,52			
9	0,35	0,34	0,60	0,49	0,48	0,46	0,47	0,57	0,58	0,57		
10	0,45	0,38	0,61	0,54	0,50	0,50	0,23	0,47	0,54	0,62	0,68	

Abb. 77: Die Ergebnisse zur Berechnung des “Sörensen-Index“, die sich auf alle acht Probengänge zur Makrozoobenthosaufsammlung in 2013 und 2014 insgesamt an den Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbachs beziehen.

Je näher der berechnete Sörensen-Index-Wert an der 1 liegt, desto stärker ähneln sich die verglichenen Probenstellen in ihrer Artenzusammenstellung. Beispielsweise konnte zwischen den Probenstellen 0+ und 0 eine Artenübereinstimmung von 0,62 ermittelt werden.

4.6 Anbauverhältnisse der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs

Die Ergebnisse zu den Anbauverhältnissen beziehen sich zum einen auf Datensätze von der Landwirtschaftskammer Cloppenburg (Außenstelle Vechta) und zum anderen auf Unterlagen der Landwirtschaftskammer Hannover. Im Falle der Daten der Kammer Vechta begrenzt sich die Erhebung auf das Wasserschutzgebiet “Vechta/Holzhausen“ (Abb. 78) und den Zeitraum 1996 bis 2014 (Abb. 79).

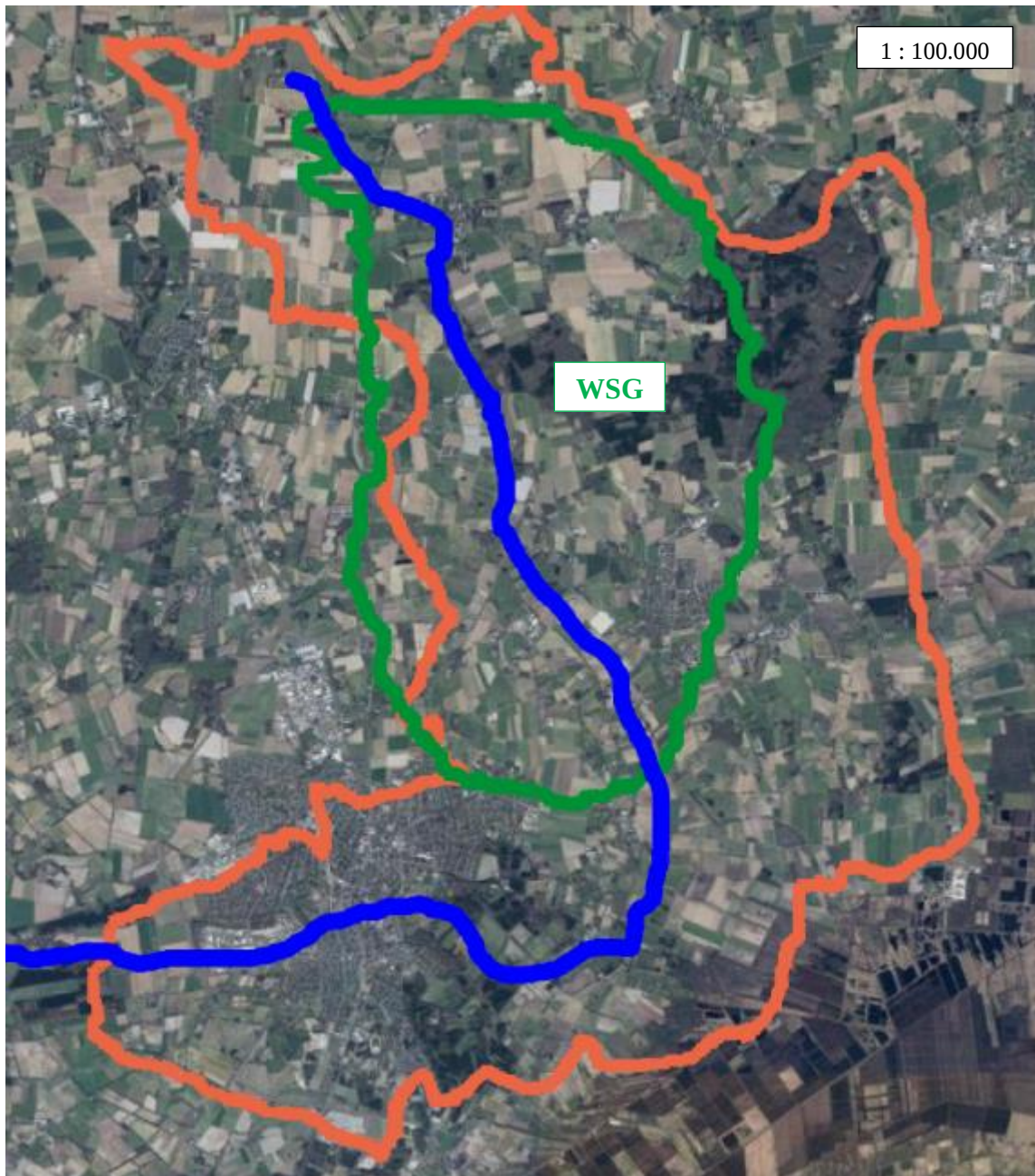


Abb. 78: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot). Zusätzlich ist das Wasserschutzgebiet (WSG) "Vechta/Holzhausen" (grün) eingezeichnet (Die Kartengrundlage ist ein Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung⁷, verändert).

Das Wasserschutzgebiet "Vechta/Holzhausen" erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 3.485 ha, wobei 65 %, also 2.255 ha landwirtschaftlich genutzt werden (pers. Mitt. Bellers, Landwirtschaftskammer Cloppenburg, Außenstelle Vechta). Weitere 477 ha (13,7 %) sind mit Forst bedeckt (pers. Mitt. Bellers, Landwirtschaftskammer Cloppenburg, Außenstelle Vechta).

⁷ www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/, letzter Aufruf: 30.03.2015, 15.15 Uhr.

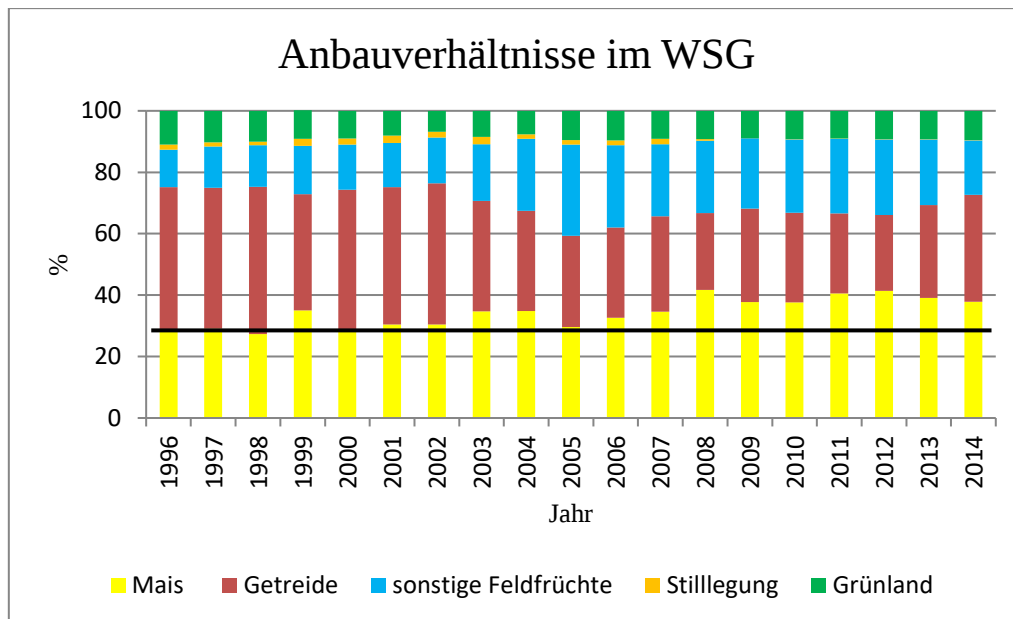


Abb. 79: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ im Wasserschutzgebiet Vechta/Holzhausen in den Jahren 1996 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 1996.

Insgesamt ist die Anbaufläche der Kulturgruppe “Mais“ von 1996 mit 28,81 % auf 37,84 % im Jahr 2014 angestiegen. Dies entspricht einem Flächenzuwachs von 192,58 ha. Die höchsten Flächenanteile bezüglich der Kultivierung mit Mais gab es in den Jahren 2008, 2011 und 2012 mit knapp über 40 %. Die Anteile der Grünlandflächen betragen über den Zeitraum der letzten 18 Jahre kontinuierlich um die 10 %, ebenso verhält es sich mit den durch weitere Feldfrüchte bewirtschafteten Flächen, die durchschnittlich 15 – 20 % umfassen. Im Bereich der Getreidewirtschaft ist von 1996 bis 2014 ein Rückgang um 11,55 % zu verzeichnen. Des Weiteren wurden Daten von der Landwirtschaftskammer Hannover bezogen, die flächentechnisch bezüglich der Gemarkungen sortiert vorliegen (Abb. 80) und den Zeitraum 2005 bis 2014 (Abb. 81 – 87) umfassen.

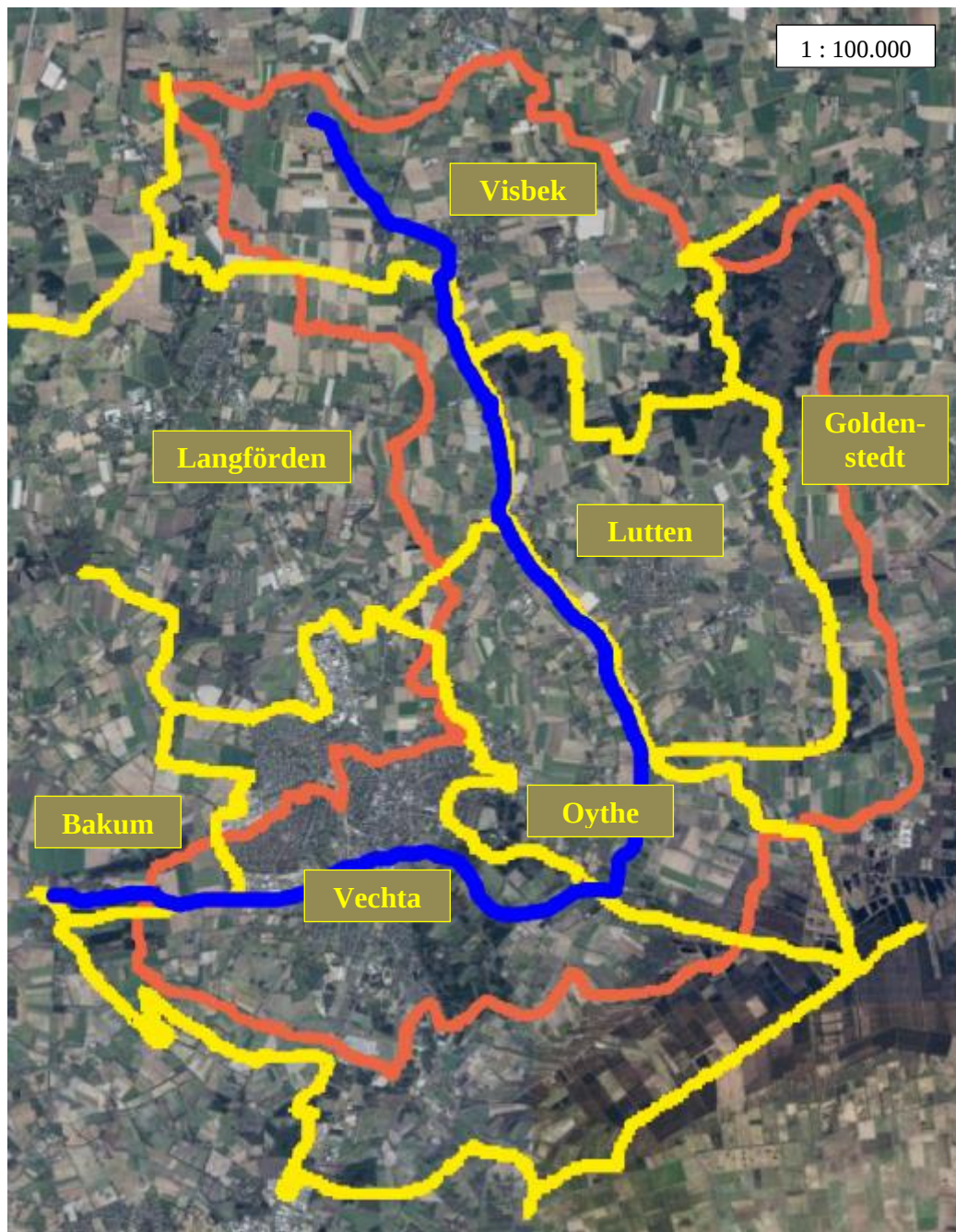


Abb. 80: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot). Zusätzlich sind die Grenzen der verschiedenen Gemarkungen (gelb) eingezeichnet (Die Kartengrundlage ist ein Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung⁷, verändert).

⁷ www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/, letzter Aufruf: 30.03.2015, 15.15 Uhr.

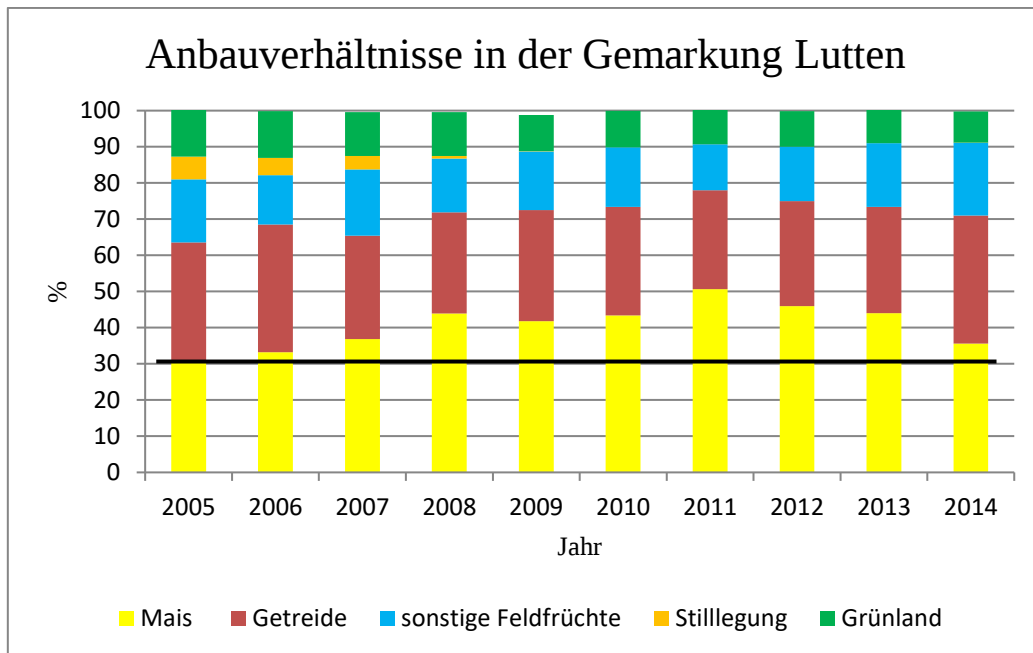


Abb. 81: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Lutten in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.

Die Gemarkung Lutten umfasst insgesamt etwa 1.050 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche, die 2005 zu ungefähr 30 % mit Maispflanzen kultiviert war (Abb. 81). Bis 2014 ist dieser Anteil um 5 % gestiegen. Die Getreidebestände “schwanken“ ein wenig über die Jahre, blieben aber immer im Rahmen zwischen 27 und 35 %. Die Flächen, die für sonstige Feldfrüchte genutzt wurden, steigen in den 10 Jahren um etwa 5 %, wohingegen der Anteil der Stilllegungsflächen von 6,31 % auf 0,01 % reduziert wurde. Anfänglich wurden noch 12,86 % der Flächen für die Grünlandbewirtschaftung genutzt, im Jahr 2014 beträgt jener Flächenanteil nur noch 8,62 %.

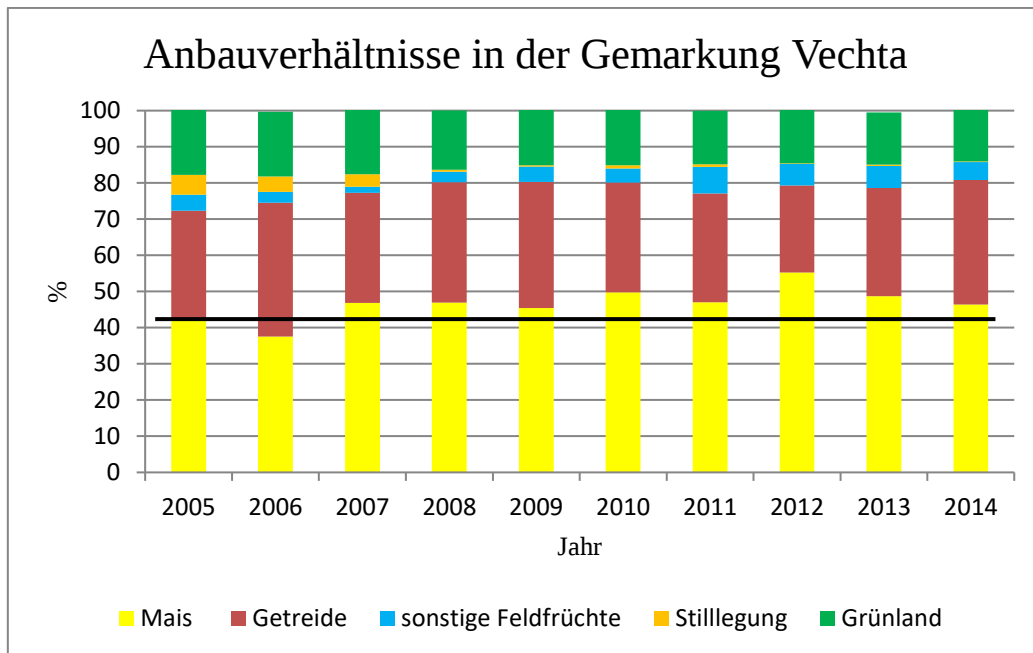


Abb. 82: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Vechta in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.

Die Gemarkung Vechta beinhaltet insgesamt etwa 1.400 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche. 2005 wurden 42,31 % dieser Flächen mit Maispflanzen kultiviert (Abb. 82). Nach einem zwischenzeitlichen Höchstwert im Jahr 2012 mit 55,22 % beträgt die Anbaufläche 2014 46,44 % und ist somit insgesamt um 4,13 % gestiegen. Ebenfalls ist der Anteil der Ackerflächen für den Getreideanbau von 2005 mit 29,98 % um 4,43 % bis ins Jahr 2014 mit 34,41 % gewachsen. Die Flächennutzung für sonstige Feldfrüchte ist kontinuierlich bei etwa 5 % geblieben, wohingegen die Prozentzahlen für die Anbauverhältnisse der Stilllegungen und Grünlandnutzung im Verlauf der letzten 10 Jahre um jeweils 5 % gesunken sind.

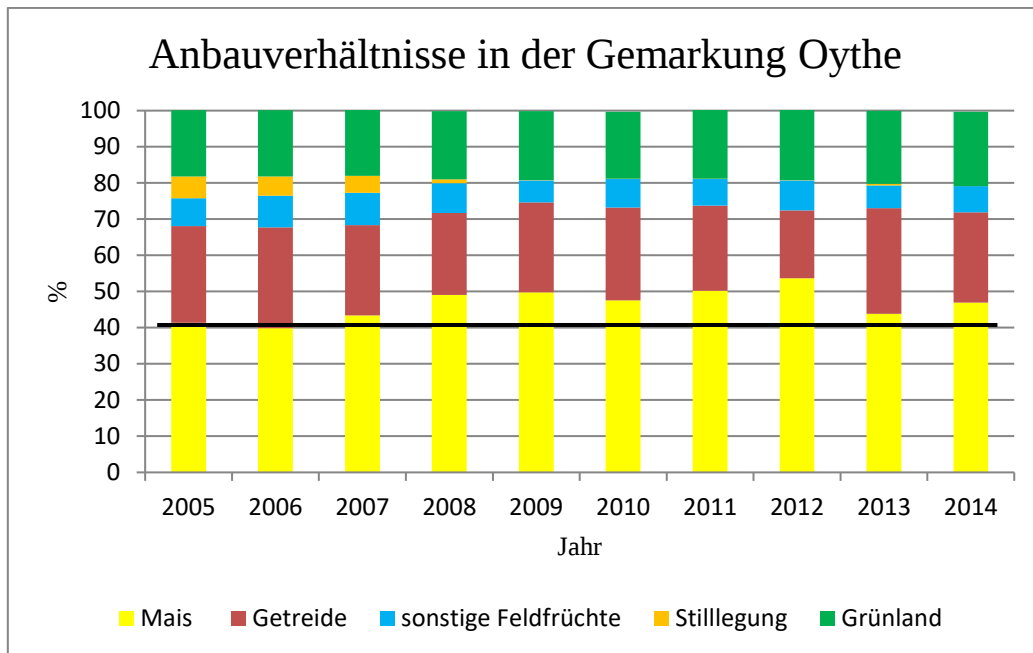


Abb. 83: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Oythe in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.

Die Gemarkung Oythe weist mit 926,94 ha die geringste landwirtschaftliche Nutzfläche im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs auf. Die Nutzung der Anbauflächen mit der Kulturpflanze Mais ist im Zeitraum 2005 bis 2014 von 41,40 % um 5,56 % auf 46,96 % gestiegen (Abb. 83). Die Anbauverhältnisse der Kulturgruppen Getreide, sonstige Feldfrüchte und Grünland sind relativ beständig bei ungefähr 25 %, 7,00 % bzw. 19,50 % geblieben.

Die folgenden Gemarkungen Visbek (Abb. 84), Bakum (Abb. 85), Langförden (Abb. 86) und Goldenstedt (Abb. 87) liegen nicht vollständig im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs und werden somit nicht ausführlich erläutert.

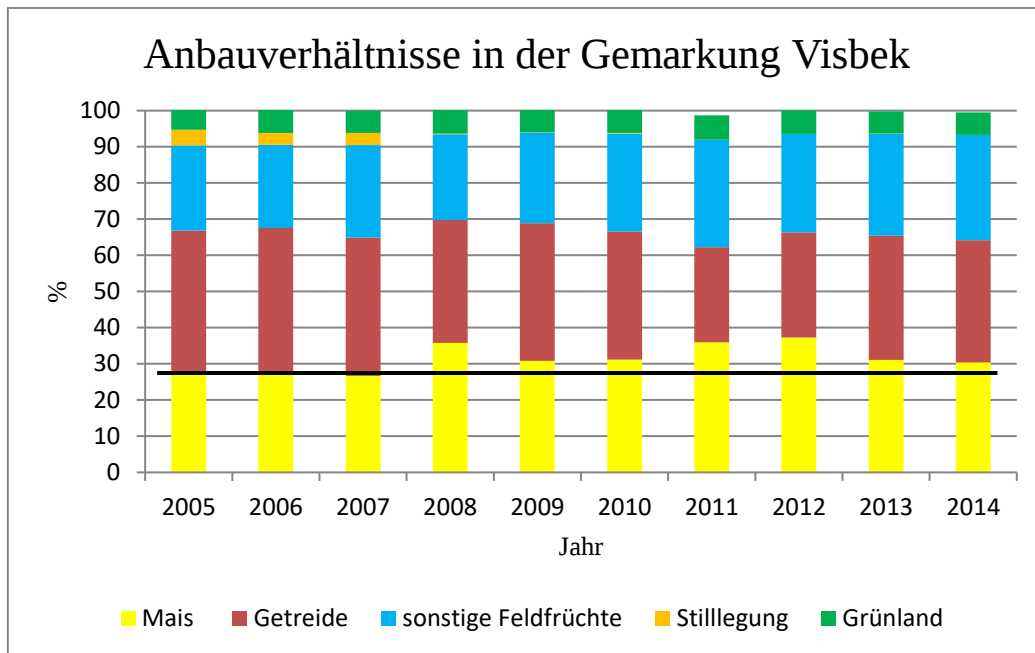


Abb. 84: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Visbek in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.

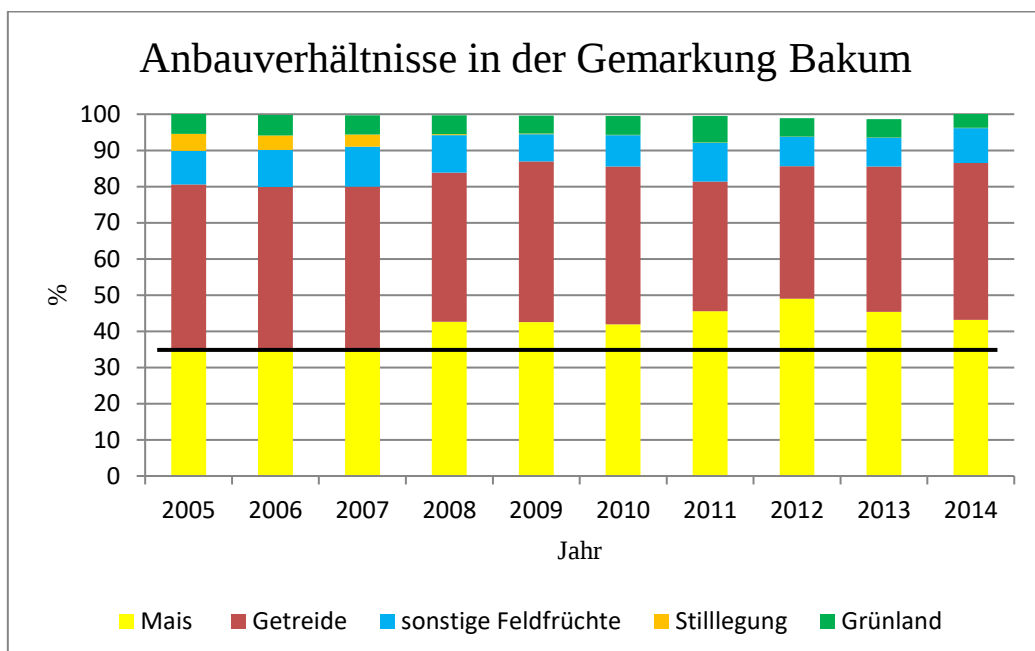


Abb. 85: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Bakum in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.

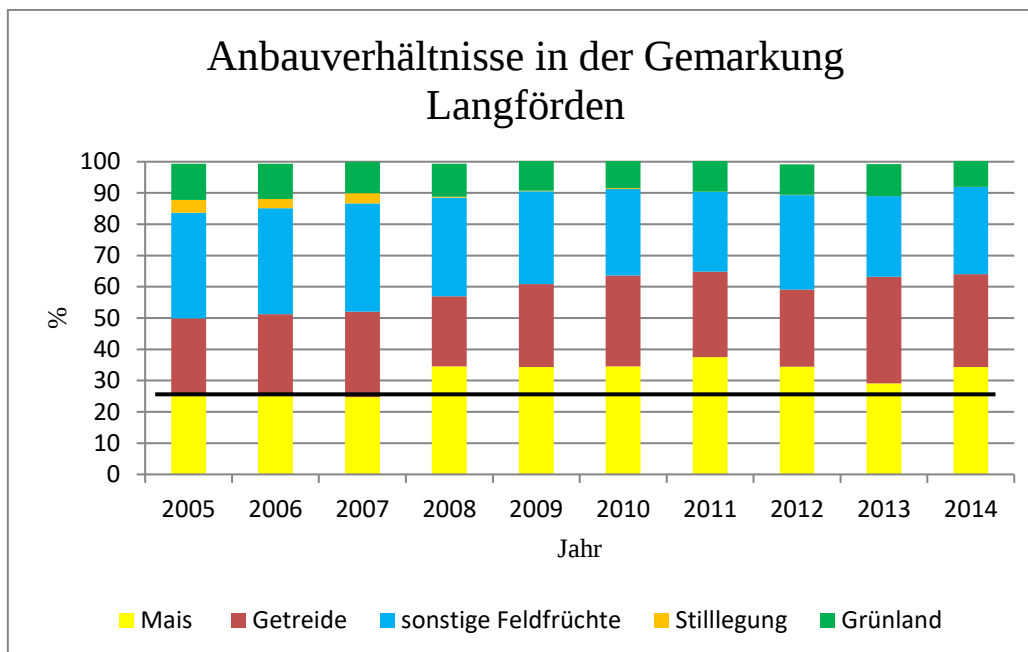


Abb. 86: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Langförden in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.

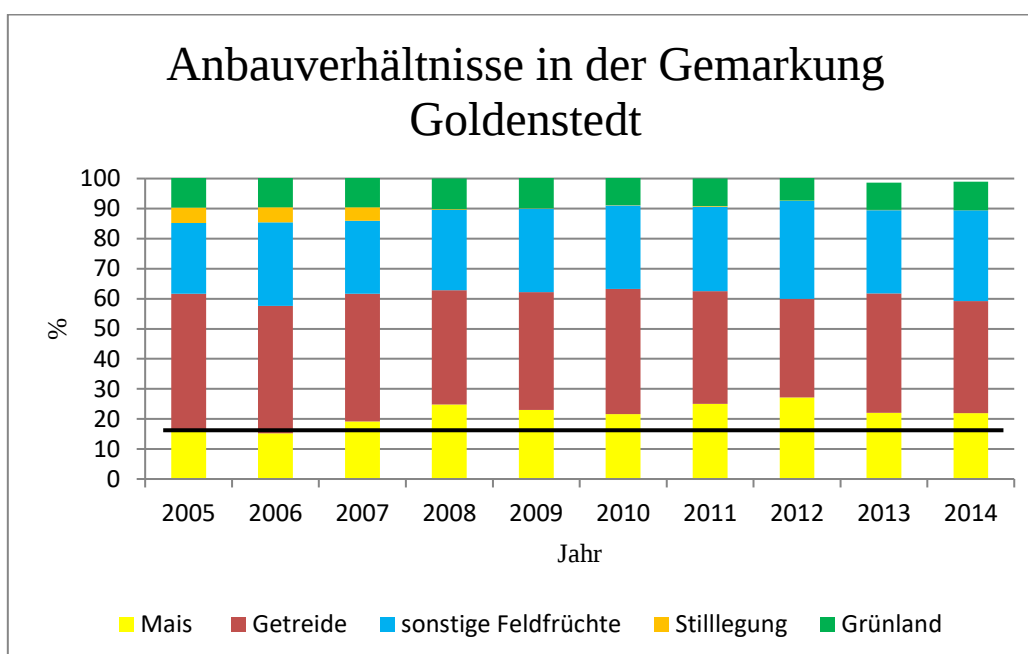


Abb. 87: Die prozentualen Anbauverhältnisse der Kulturgruppen “Mais“, “Getreide“, “sonstige Feldfrüchte“, “Stilllegung“ und “Grünland“ in der Gemarkung Goldenstedt in den Jahren 2005 bis 2014. Die schwarze horizontale Linie markiert den Ausgangswert der prozentualen Anbaufläche der Maispflanze im Jahr 2005.

Die Ausdehnungen des Wasserschutzgebietes sowie die Bereiche der Gemarkungen überschneiden sich räumlich im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs (Abb. 88), sodass zum Teil eine Dopplung der Ergebnisse vorliegt.

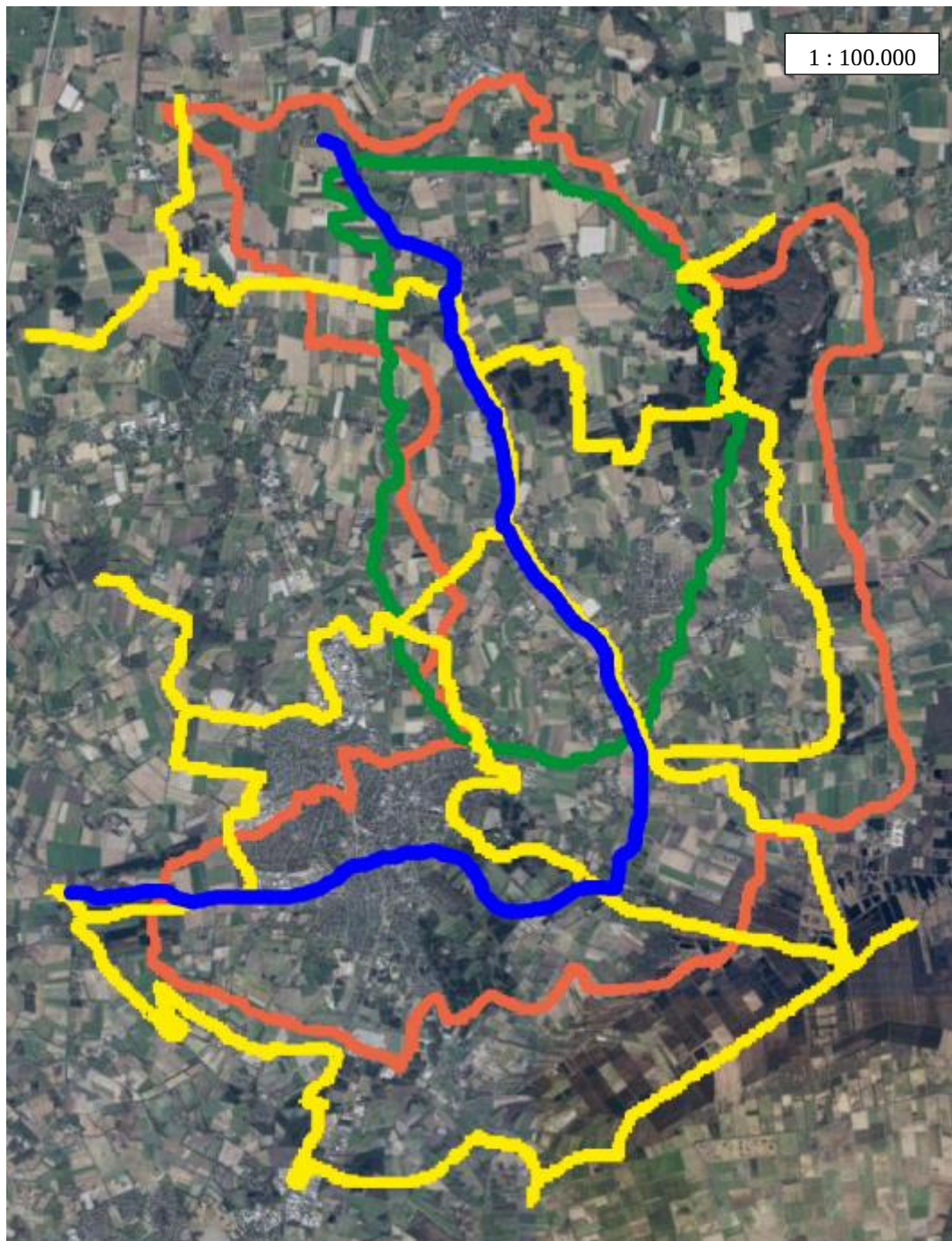


Abb. 88: Der Vechtaer Moorbach (blau) und das oberirdische Einzugsgebiet (rot). Zudem sind das Wasserschutzgebiet "Vechta/Holzhausen" (grün) und die Grenzen der Gemarkungen (gelb) eingezeichnet (Die Kartengrundlage ist ein Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung⁷, verändert).

⁷ www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/, letzter Aufruf: 30.03.2015, 15.15 Uhr.

5. Diskussion

Um die Auswertung und die Diskussion der umfangreichen Erhebungen strukturiert zu gestalten, werden die Probenstellen zunächst zu vier sogenannten Naturräumen zusammengefasst, die überwiegend auf die Umgebung des Einzugsgebiets und morphologische Charakteristika des Vechtaer Moorbachs zurückzuführen sind.

Die Probenstellen 0+ und 0 (Abb. 101 / hinterer Einband) werden als **Referenzbereich** definiert. Ein Referenzzustand stellt den ursprünglichen Zustand eines Fließgewässers vor der anthropogenen Überformung dar, sodass dieser gemäß der WRRL zum einen als Bewertungsgrundlage vorhandener Zustände und zum anderen als Leitbild für Zielzustände herangezogen werden kann (Lüderitz & Jüpner 2009). Die dazu ausgewählten Probenstellen befinden sich auf Gewässerkilometer 15 + 795 bzw. 13 + 500 und somit bei einer Gesamtlänge von 20,4 km relativ nahe dem Ursprung des Vechtaer Moorbachs. Dieser Abschnitt kann als Referenzbereich festgehalten werden, da der Moorbach hier nur geringe strukturelle Veränderungen erfahren hat und lange Bachabschnitte durch Waldgebiete fließen, sodass diese überwiegend von direkten Einflüssen durch Siedlungsbau, Industrie oder Landwirtschaft ausgenommen sind. Referenzbereich bedeutet in diesem Beispiel weiterhin, dass die genannten Probenstellen dem Referenzzustand eines löss/lehmgeprägten bzw. sandgeprägten Gewässers sehr nahekommen (vgl. Kapitel 5.1) und somit als Ausgangs- bzw. Vergleichswerte für die anderen Probenstellen des Vechtaer Moorbachs genutzt werden können.

Als nächstes werden die etwas weiter bachabwärtsgelegenen Probenstellen 1, A, 2, B, 3, C1, C2, 4 und D (Abb. 101 / hinterer Einband) zum Abschnitt **Revitalisierter Agrarbereich** zusammengefasst. Hinter dieser Namensgebung verbirgt sich eine knapp 2,0 km lange Bachstrecke, die zu Beginn etwa 1,0 km durch landwirtschaftlich intensiv genutztes Gebiet fließt und dann einen 40,97 ha großen, revitalisierten Flächenpool durchquert. Eine Vereinigung zweier Gegensätze der heutigen Zeit, die an dieser Stelle geschaffen wurde, bedarf einer höheren Anzahl an Probenstellen und zusätzlicher Untersuchungspunkte in Zuläufen. Somit dürfte das Ungleichgewicht zwischen Abschnitt 1 und 2 in der Anzahl der Probenstellen erklärt sein.

Der folgende Bereich wird **Rückstaubereich** genannt, da die dort gebündelten Probenstellen 5 und 6 (Abb. 101 / hinterer Einband) im direkten Einfluss des Rückstaus liegen, der durch das Stauwehr an der Wassermühle bei Gewässerkilometer 3 + 623 erzeugt wird. Laut der Hase-Wasseracht (2004) reicht die Rückstauwirkung bachaufwärts

über eine Länge von 3,3 km bis zum Gewässerkilometer 6 + 923. Probenstelle 5 ist an der Stelle 4 + 247 und damit im unmittelbaren Rückstaubereich lokalisiert. Probenstelle 6 liegt genau genommen im Stadtgraben, der sich direkt vor dem Stauwehr befindet und erst durch den Wasserstau des Querbauwerks im Vechtaer Moorbach mit ausreichend Wasser gefüllt wird. Der Rückstaubereich stellt aufgrund der reduzierten Strömung einen besonderen Lebensraum dar, der im Vergleich zum Referenzbereich keinem typischen Fließgewässer entspricht (vgl. Kapitel 5.1, 5.2 und 5.3).

Als letzter und vierter Abschnitt des Vechtaer Moorbachs werden die Probenstellen 7, E, 8, 9 und 10 (Abb. 101 / hinterer Einband) zum Oberbegriff **Regulärer Wasserwirtschaftsbereich** zusammengefasst. Dieser Bachabschnitt umfasst etwa 4,0 km, die neben einer regulären Unterhaltung auch verschiedensten anthropogenen Einflüssen wie der Stadt Vechta mit Siedlungs- und Industriegebieten, Zuleitung von Regen- und Klärwasser, aber auch landwirtschaftlichen Nutzflächen unterlegen sind. Einzige Ausnahme bildet die Probenstelle 8, die inmitten einer 2,5 km langen Gewässerstrecke liegt und 1977 nach damaligen Maßstäben renaturiert wurde (vgl. Kapitel 2.3.1).

5.1 Veränderungen in der Strukturgüte?!

Die Untersuchungen zeigen insgesamt zum einen deutliche Übereinstimmungen, zum anderen aber auch leichte Veränderungen gegenüber den vorangegangenen Erhebungen des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (2000) sowie der Stadt Vechta (2004). Darüber hinaus können einige Probenstellen mit einer Gewässerstrukturgütekartierung der Hase-Wasseracht (1992) verglichen werden. Laut der durchgeführten Strukturgütekartierung wird der **Referenzbereich** mit den Probenstellen 0+ und 0 den Güteklassen 2 und 3 zugeordnet (Kapitel 4.1, Tab. 27/28). Es liegt also an diesen Stellen eine überwiegend geringe Veränderung des Vechtaer Moorbachs bezüglich seiner ursprünglichen Struktur vor. Aufgrund des bewaldeten Gewässerumfeldes bzw. des einreihigen Baumbestands sind Unterhaltungsmaßnahmen mit großem Gerät nicht möglich, sodass sich der Bach frei nach den Gesetzen der Gewässermorphologie entwickelt und eine anthropogene Überformung nicht vorliegt. Diese Erkenntnisse wurden bereits 2004 von der Stadt Vechta und auch 2000 vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz festgehalten: Die Gewässerbettdynamik in diesem Bachabschnitt ist unverändert und weist keine baulichen Eingriffe auf. Damit entspricht

der Vechtaer Moorbach den typischen Verhältnissen eines löss/lehmgeprägten Gewässers mit leichten Mäandern, Abbruchkanten, die Steilufer hervorbringen, Totholzablagerungen und bodenständigem Laubwald, der aufgrund der großen Profiltiefe nur selten überflutet wird (NLWK 2000; Stadt Vechta 2004). Die Untersuchungen aus dem Jahr 1992 lassen ebenfalls auf eine maximal gering bis mäßig veränderte Struktur des Vechtaer Moorbachs schließen. Aufgrund der insgesamt erhaltenen Ursprünglichkeit sowohl an der Probenstelle 0+ als auch an der Probenstelle 0 können ebendiese als Referenzbereich für den gesamten Vechtaer Moorbach genutzt werden. Auch die Tatsache, dass sich alle weiteren Probenstellen im sandgeprägten Bereich befinden, lässt weiterhin den Einsatz der Probenstelle 0+ und 0 als Referenzbereich zu, da es nur minimale Unterschiede zwischen löss/lehmgeprägten und sandgeprägten Fließgewässern des Tieflandes, wie beispielsweise eine geringere Profiltiefe in sandgeprägten Gewässern, gibt (Rasper 2001).

Im Vergleich zum Referenzbereich ist der **Revitalisierte Agrarbereich** bereits mäßig bis stark verändert und somit den Gewässerstrukturgüteklasse 3 und 5 zuzuordnen (Kapitel 4.1, Tab. 29 - 32). Als nur mäßig verändert ist die Probenstelle 3 aufzuführen. Die Probenstellen 1, 2 und 4 sind stark verändert, was vor allem in einer nicht vorhandenen Mäanderstruktur, nicht möglicher Breitenerosion ohne die Entstehung von Prall- und Gleithängen und gänzlich fehlenden Waldbeständen im Uferbereich begründet liegt (Rasper 2001). Probenstelle 3 kann bereits zwei Jahre nach Abschluss der Renaturierungsmaßnahmen der Gewässerstrukturgüteklasse 3 zugeordnet werden und weist somit nur noch eine mäßige Strukturveränderung auf. Im Vergleich mit den Untersuchungen aus dem Jahr 2000 stellt dies eine Verbesserung um zwei Güteklassen dar. Besondere Aufwertungen durch die Renaturierung an Probenstelle 3 bezüglich der Gewässerstruktur sind durch die enorme Veränderung des direkten beidseitigen Gewässerumfeldes erfolgt. Die Anlegung einer Sekundäraue, die eine Überflutung in diesem Bereich nicht unterbindet, sondern wünschenswert macht, formt allmählich auch naturnahe Uferbereiche, die ihrerseits ebenfalls zu einer Aufwertung der Güteklasse führen werden. Darüber hinaus kann sich durch die auf ein Minimum reduzierte Unterhaltung Totholz ablagern und unterschiedliche Strömungsbilder entstehen, die wiederum für optimale Tiefenvarianz und Ufermodellierung verantwortlich sind. Für die Rückkehr zu einer annähernd naturnahen Fließgewässerstruktur des Vechtaer Moorbachs war diese Art der Renaturierung ein voller Erfolg. Wird der geringe zeitliche Abstand zu den baulichen Veränderungen berücksichtigt, so lässt sich doch stark annehmen, dass an dieser Stelle in den kommenden Jahren weitere ökologisch vorteilhafte morphologische Entwicklungen im

Vechtaer Moorbach eintreten werden. Alle anderen Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich wurden auch damals schon mit der Gewässergüteklasse 5 beurteilt (NLWK 2000). Gleiche Ergebnisse gehen aus den Untersuchungen der Hase-Wasseracht (1992) und der Stadt Vechta (2004) hervor.

Im folgenden **Rückstaubereich** bestehen ebenfalls die Gewässerstrukturgüteklassen 3 und 5 (Kapitel 4.1, Tab. 33 - 34). Der Gewässerabschnitt, der durch Probenstelle 5 markiert wird, wurde bereits von der Hase-Wasseracht (1992) als kaum veränderter Bereich mit natürlichem, zum Teil mäandrierendem Verlauf beschrieben: Die Ufer sind unbefestigt und stellen somit ein natürliches Habitat dar. Des Weiteren wird der Bach von bodenständigen Bäumen wie Erlen, Weiden und Pappeln gesäumt (Hase-Wasseracht 1992). Sowohl in der Kartierung aus dem Jahr 2000 (NLWK 2000) als auch aus dem Jahr 2004 (Stadt Vechta 2004) ist der Vechtaer Moorbach an ebendieser Stelle der Gewässergüteklasse 2 zugeordnet, stellt also ein gering verändertes Gewässer dar. Im Gegensatz dazu bewertet die aktuelle Strukturgütekartierung die Probenstelle 5 mit der Klasse 3, sodass eine mäßige Veränderung vorliegt. Dieser Unterschied ist womöglich auf die Einbeziehung der negativen Auswirkungen eines Rückstaus auf das Ökosystem Fließgewässer zurückzuführen, die in den aktuellen Untersuchungen berücksichtigt wurden. Darüber hinaus sind die Ufer des Moorbachs zwar nicht befestigt, bieten aber aufgrund der nicht vorhandenen Strömung auch keine abwechslungsreichen Habitatstrukturen wie beispielsweise Sturzbäume, Steilufer oder gar Unterstände (Rasper 2001). Probenstelle 6 hingegen wird mit der Strukturgüteklasse 5 bewertet. Besondere Abwertungen erfährt diese Untersuchungsstelle in den Parametern Laufentwicklung, Sohlenstruktur und Gewässerumfeld. Vor allem das Umfeld des Vechtaer Moorbachs ist durch die Stadtlage in diesem Fall nicht annähernd mehr gewässertypisch, da die Bebauung einseitig bis an die Uferlinie grenzt. Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass keine Strömung vorhanden ist und die Form des Stadtgrabens eher einer Teichanlage als einem Totarm gleicht, womit sich die Frage stellt, ob die Gewässerstrukturgütekartierung mit der gewählten Methode für Fließgewässer überhaupt zu einem validen Ergebnis führt. Damit kann für den Rückstaubereich ohne Berücksichtigung der Probenstelle 6 eine mäßige Veränderung, Klasse 3, in der Struktur festgehalten werden. Aufgrund der minimierten Strömungsverhältnisse lassen sich in diesem Bereich keine weiteren Entwicklungen vermuten, da der Bach eine nur geringe Eigendynamik entwickeln kann.

Der **Reguläre Wasserwirtschaftsbereich** wird mit den Strukturgüteklassen 4 und 5 beurteilt (Kapitel 4.1, Tab. 35 - 38). Die Uferstruktur und das Gewässerumfeld werden an

allen vier Probenstellen schlecht bewertet, zumal zum einen der innerstädtische Hochwasserschutz und zum anderen regelmäßige Unterhaltungsmaßnahmen keine naturnahen Strukturen zulassen. Erstaunlich ist, dass Probenstelle 8 keinen besseren Wert erreicht hat, obwohl diese Stelle bereits in den 1980er Jahren renaturiert wurde. Allerdings konnten die Maßnahmen nur einseitig durchgeführt werden, da die andere Uferseite aufgrund der angrenzenden Kreisstraße vor Unterspülung und Abbruchkanten geschützt werden muss. So wird dem Vechtaer Moorbach zwar auf der einen Seite des Ufers die Möglichkeit der Überflutung gegeben und leichte Breitenerosionen sind zu erkennen, aber durch die Einschränkung der anderen Seite entstehen keine naturnahen Strukturen wie Prall- und Gleithänge, ausgeprägte Strömungsdiversität, Laufweitungen oder Laufverengungen (Rasper 2001). Bereits die Untersuchungen des NLWK (2000) bewerteten diesen Abschnitt mit der Gewässergüteklasse 4, sodass in den letzten 14 Jahren keine signifikant positiven Veränderungen bezüglich der Morphologie des Moorbachs an dieser Stelle festgestellt werden konnten. Dies wiederum bedeutet, dass die Renaturierungsmaßnahme hier an ihre Grenze gestoßen ist.

In sechs von insgesamt zwölf untersuchten Kartierabschnitten ist der Vechtaer Moorbach überwiegend stark verändert und das, obwohl bereits 1992 aus dem Unterhaltungsrahmenplan der Hase-Wasseracht hervorging, dass der Vechtaer Moorbach ein wertvolles Gewässer sei (Hase-Wasseracht 1992). Auch besteht weiterhin das Stauwehr, das einen erheblichen Eingriff in die Gewässermorphologie des Moorbachs darstellt (Hase-Wasseracht 1992). Im Vergleich zu den Erhebungen vom NLWKN (2000) konnten mit der Kartierung im Jahr 2014 nur vereinzelt Verbesserungen festgestellt werden, sodass der Vechtaer Moorbach im Verlauf der letzten 14 Jahre und somit seit der Einführung der EG-WRRL deren Ziele auf der Ebene der Strukturgüte nicht erreichen konnte.

5.2 Die Relevanz hydrologischer und klimatischer Parameter

Besonders herausragend in dieser Kategorie der untersuchten Parameter ist der Faktor Fließgeschwindigkeit. Sie wird vor allem durch das Gefälle und die Morphologie des Gewässers beeinflusst. Für den Moorbach wurden durchschnittlich 0,16 m/s als Fließgeschwindigkeit gemessen, die damit als sehr gering eingestuft werden kann, obwohl der Moorbach durch die vielen Begradigungen eine höhere Fließung als natürlich

mäandrierende Flachlandbäche habe müsste. Das Gefälle beträgt im Mittel 0,11 ‰ (pers. Mitt. Höne, Hase-Wasseracht) und liegt somit laut Pottgießer & Sommerhäuser (2008) unterhalb des Normgefälles (2-7 ‰) für sand- und löss/lehmgeprägte Bäche. Es bestehen aber Ausnahmen in besonders flachen Gebieten Deutschlands mit durchschnittlich 0,2 ‰ Neigung (Schönborn 1992). Darüber hinaus sind nur geringe Änderungen des Gefälles im Verlauf des Vechtaer Moorbachs vorhanden (pers. Mitt. Höne, Hase-Wasseracht), sodass keine kontinuierlichen Veränderungen in der Morphologie geschaffen werden können (Schönborn 1992), (vgl. Kapitel 5.1). Allgemein ist bekannt, dass die Strömung für das Wechselspiel zwischen Erosion, Feststofftransport und Akkumulation verantwortlich ist (Müller et al. 2006).

Im **Referenzbereich** des Vechtaer Moorbachs beträgt die durchschnittliche Strömung 0,20 m / s und unterschreitet somit die Grenzggeschwindigkeit für Erosionskräfte (3 m / s) deutlich (Schönborn 1992). Dementsprechend klar ist das Wasser, sodass die Sichttiefe 100 % beträgt. Aber dennoch sind vereinzelt Strukturen wie Sandtreiben und Kiesbänke zu erkennen, die auch in der Beschreibung der Leitbilder wiederzufinden sind (Rasper 2001) und damit als Anzeichen für leichte Abtragungsvorgänge gelten.

Weiter bachabwärts im **Revitalisierten Agrarbereich** steigt die Fließgeschwindigkeit auf 0,28 m / s (PS 3) an und die Sichttiefe reduziert sich auf knapp 80 %. Da die Strömung mit 0,28 m / s immer noch in der Kategorie Erosion und Akkumulation liegt (Schönborn 1992), wird die verringerte Sichttiefe zum einen auf die natürlich zugenommene Gewässertiefe und zum anderen auf die Einträge der Zuläufe A und B zurückzuführen sein. Für sandgeprägte Tieflandbäche sind Sande in unterschiedlichen Korngrößen, aber auch Kiese als Sohlsubstrate typisch (Pottgießer & Sommerhäuser 2008). Durch die überwiegenden Akkumulationsvorgänge, wiederum bedingt durch die geringe Strömung, werden die Lebensräume im Sand- und Kieslückensystem zunehmend verschlammt und somit für die Wasserfauna unzugänglich. Des Weiteren fehlen Totholz- und Wurzelbarrieren (vgl. Kapitel 5.1), die das Wasser auf der einen Seite aufwirbeln und auf der anderen Seite Stillwasserbereiche zur Verfügung stellen könnten, sodass das Strömungsbild nicht dem eines naturnahen sandgeprägten Tieflandbaches entspricht (Pottgießer & Sommerhäuser 2008). Darüber hinaus kann keine besondere Längsgliederung wie zum Beispiel eine Mosaikstruktur aus sogenannten Rohböden und sedimentgefüllten Senken (Schwoerbel & Brendelberger 2005) erkannt werden, was ein weiteres Zeichen für die fehlende Varianz aus Erosion und Akkumulation ist. Einzig während der Vegetationsphase der Makrophytengesellschaft werden durch das dichte

Pflanzenpolster vereinzelt kleinere Strömungsrinnen mit erhöhter Fließkraft geschaffen (Tent 2001). In diesem Fall handelt es sich vorwiegend um *Callitriche* sp. (Anhang IV), dessen Wuchs durch die hohe Beleuchtungsstärke (vgl. Kapitel 4.3, Tab. 39 – 40) aufgrund fehlender Baumbestände (vgl. Kapitel 5.1) begünstigt wird. Zumal „Wasserpflanzen [...] eine Lichtintensität von 300 bis 400 Lux [benötigen], um gerade noch existieren zu können“ (Schönborn 1992, S. 34) und in diesem Bereich gerade in den Früh- und Sommermonaten Lichtintensitäten von über 40.000 Lux erreicht werden. Allerdings verlangsamen die submersen Pflanzen die Fließgeschwindigkeit auch wieder, sodass die Sedimentation erneut gefördert wird (Baur 1998).

Im darauffolgenden **Rückstaubereich** wurden mit 0,07 bzw. 0,00 m / s die geringsten Strömungen gemessen, sodass in diesem Bachabschnitt keine Abtragungsprozesse verzeichnet werden können. Dieser Bereich des Vechtaer Moorbachs, der, abgesehen vom Referenzbereich bezüglich der Gewässermorphologie die geringsten anthropogenen Veränderungen erfahren hat, wird durch den Rückstau dermaßen beeinflusst, dass der Feststoffhaushalt nachhaltig beeinträchtigt (Müller et al. 2006), die mittlere Verweildauer des Wassers in einem Fließgewässer von etwa zehn Tagen deutlich überschritten (Schönborn 1992), die hydrologische Dynamik für Umlagerungsprozesse gänzlich fehlt (Schwoerbel & Brendelberger 2005) und zusätzlich die physikalische Belüftung und damit der Sauerstoffeintrag aus der Atmosphäre unterbunden wird (Schönborn 1992). Die Sichttiefe ist mit 60 bis 72 % in diesem Abschnitt bezüglich einer Gewässertiefe von durchschnittlich 0,95 m relativ hoch, zumal durch die minimierte Strömung lediglich Feinpartikel transportiert werden können, die den Moorbach nicht allzu stark trüben. Wie bereits bachaufwärts kommt es durch die enorme Sedimentation auch hier zu einer Überlagerung des hyporheischen Interstitials, wodurch die natürliche Zusammensetzung des Sohlen- und Geschiebematerials sowie Längs- und Querbänke ausgelöscht (vgl. Kapitel 5.1) und die Habitatstrukturen für typische sandgeprägte Tieflandbachorganismen zerstört werden (Müller et al. 2006).

Obwohl die Lichtintensität an der Wasseroberfläche im **Regulären Wasserwirtschaftsbereich** durch den einreihigen Baumbestand etwas herabgesetzt ist, ist das Wachstum der Makrophyten während der Vegetationsperiode kräftig ausgeprägt (Anhang IV). Aus diesem Grund beträgt das Jahresmittel der Sichttiefe etwa 80 %, denn die geringe Fließgeschwindigkeit (PS 7: 0,11; PS 8: 0,13 und PS 9: 0,14 m / s), die nur an Probenstelle 10 mit 0,25 m / s einen höheren Wert erreicht, liegt erneut in der Kategorie, in

der die Akkumulation stärker als die Erosion ist, sodass eine Trübung des untersuchten Gewässers aufgrund von Feststofftransport kaum möglich ist.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Vechtaer Moorbach trotz kilometerlanger Begradigung und Ausbaustrecken sehr geringe Strömungswerte aufweist und vor allem durch das Stauwehr einen enormen Eingriff in die hydrologische Eigendynamik erfährt. Zusätzlich ist aufgrund der geringen Beschattung ein starkes Pflanzenwachstum zu verzeichnen. Inwiefern sich diese Interventionen auf die chemischen und physikalischen Parameter auswirken, wie zum Beispiel auf den Nährstoff- und Sauerstoffgehalt, wird im nächsten Abschnitt diskutiert.

5.3 Der Stoffhaushalt des Vechtaer Moorbachs

Mithilfe der erhobenen chemischen und physikalischen Parameter wird erneut ein direkter Bezug zur EG-WRRL hergestellt. Dafür wurden die sogenannten RaKon-Werte berechnet. Sie ermöglichen eine Zuordnung der Nährstoffkonzentrationen in die Kategorien “eingehalten“ und “nicht eingehalten“, die unabhängig von der naturräumlichen Gliederung des Vechtaer Moorbachs vorgenommen wurde, um einen ersten Gesamteindruck zu erhalten. Es ist festzustellen, dass die gemessenen Konzentrationen der Salze Chlorid und Sulfat zu 100 % die Ziellinien der WRRL eingehalten haben (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 63) und somit keine sonderliche Belastung für den Vechtaer Moorbach darstellen. Ganz im Gegensatz dazu liegen die Auswertungen der Stickstoffverbindungen Ammonium-N und Nitrat-N zu 80,56 % bzw. 86,11 % in der Kategorie “nicht eingehalten“ (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 62), womit eine deutliche Belastung des Vechtaer Moorbachs durch ebendiese Nährstoffe vorliegt. Interessanterweise besteht keine gravierende Belastung durch Nitrit-Stickstoff, sodass die Abbauvorgänge im Stickstoffkreislauf vollauf funktionieren. Dies könnte zum einen darin begründet sein, dass viele Nitrifikationsbakterien im Moorbach vorhanden sind, aber zum anderen auch in der Tatsache, dass Ammonium-N die bevorzugte Stickstoff-Variante bei der Aufnahme durch aquatische Pflanzen ist (Gunkel 1996) und somit ein Großteil des Ammonium-Stickstoffs direkt verwertet wird. Die letzte Annahme wird durch den notierten starken Pflanzenwuchs im Moorbach (Anhang IV) bestätigt. Die dennoch hohe Belastung durch Nitrat-N belegt zudem eine zusätzlich hohe Abbaurate durch Nitrifikationsbakterien. Diese Stickstoffbelastung auf hohem Niveau wurde 2014 ebenfalls vom NLWKN im gesamten

Einzugsgebiet der Ems und der Weser gemessen, sodass es zu einem offensichtlichen Verfehlen der EG-WRRL-Ziele bezüglich der Stickstoffparameter kam (NLWKN 2014). Darüber hinaus konnten die Ziele der EG-WRRL für den Parameter Ortho-Phosphat-P in knapp 95 % aller Messungen ebenfalls nicht eingehalten werden (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 62), womit eine sehr starke Belastung des Gewässers vorliegt, was erneut durch Untersuchungen des NLWKN (2014) bestätigt wurde. Die hohe Belastung könnte auf der einen Seite durch die lokale Nähe zu Moorgebieten (NLWKN 2006) und auf der anderen Seite durch die landwirtschaftliche Nutzung der Flächen im Einzugsgebiet verschuldet sein (Hölzel et al. 2009). Moore, deren natürlicher pH-Wert ungefähr bei 3 liegt und die als große Nährstoffspeicher gelten (Dierßen & Dierßen 2008), geben im Falle einer Dränierung Nährstoffe über das abfließende Wasser wieder frei (Kratz & Pfadenhauer 2001), sodass angrenzende Fließgewässer beeinflusst werden können. Da die Ergebnisse der pH-Wert-Messungen aber zu 97,22 % der Kategorie “eingehalten“ zugeordnet werden (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 62), können wohl auch die Einflüsse der Moorgebiete auf den Phosphathaushalt des Moorbachs außer Acht gelassen werden, zumal der Torfabbau des hier relevanten Goldenstedter Moores zu großen Teilen bereits während des Zweiten Weltkriegs stattfand (Böckmann 2002) und in der heutigen Zeit durch die Ausweisung als Naturschutzgebiet unter strengen Auflagen erfolgt (Morlok 2002). Des Weiteren ist Ortho-Phosphat-P ebenfalls ein Nährstoff, der direkt von den Wasserpflanzen absorbiert wird und somit das Wachstum der Makrophyten im Vechtaer Moorbach auffallend steigert. Dadurch verringert sich die Strömung, sodass die Pflanzen die Nährstoffe noch besser aufnehmen können (Lütke Entrup et al. 1993). Die daraus resultierende erhöhte Abbaurate durch Wasserorganismen wird durch die mindestens zu 50 % “nicht eingehaltenen“ Werte der Parameter Sauerstoffgehalt, BSB₅ und CSB bestätigt (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 63). Weiterhin ist interessant, inwiefern sich die vier Naturräume des Vechtaer Moorbachs bezüglich der ermittelten Gewässergüteklassen unterscheiden und Entwicklungen im Vergleich mit vorgegangenen Untersuchungen aus den Jahren 1989 bis 1998 durch das NLWKN (Anhang III) erkennbar werden.

Im **Referenzbereich** können acht der neun relevanten Parameter mindestens der Gewässergüteklasse II und besser zugeordnet werden (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 64 – 72). Einzig die Nährstoffkonzentrationen des Ortho-Phosphat-P finden sich in den Güteklassen II-III (PS 0) und III (PS 0+) wieder und stellen somit deutliche bis erhöhte Belastungen dar. Aufgrund der Tatsache, dass sich die Probenstelle 0+ in einem Waldgebiet befindet, kann es nicht zu einem Phosphateintrag aus der Umgebung durch Düngung kommen, denn

Waldgebiete verzeichnen in Deutschland sehr geringe Phosphorvorkommen (Stahr et al. 2010). Im Normalfall wird der überwiegende Teil des im Wasser gelösten Phosphats direkt von Pflanzen oder vom Phytoplankton aufgenommen (Baur 1998). Sterben diese und sinken auf den Gewässerboden, werden die Phosphatpartikel im Vorgang der Zersetzung und der sogenannten Ausfällung zu Eisen(III)-Phosphat umgewandelt (Baur 1998). An dieser Untersuchungsstelle herrschen Lössböden vor, die hohe Anteile an Eisenhydroxiden haben (Blum 2012) und somit eine Ausfällung des Phosphats begünstigen würden. Da aber das Makrophytenwachstum (Anhang IV) und die Gesamtindividuenanzahl (vgl. Kapitel 4.5, Tab. 48) im Referenzbereich eher gering sind, kann es nicht zu einer ausgeprägten Aufnahme von Ortho-Phosphat-P in den Organismen kommen. Dies wird zudem dadurch bestätigt, dass keine jahreszeitlichen Schwankungen bzw. Konzentrationsrückgänge während der Vegetationsphase zu vermerken sind (Baur 1998). Darüber hinaus können durch die Strukturen des Sandtreibens Turbulenzen im Sediment festgestellt werden, die zu einer Resuspension führen und die das gebundene Ortho-Phosphat-P wieder in Lösung geben (Schönborn 2003), sodass insgesamt die Konzentrationen des Ortho-Phosphat-P im Wasser des Referenzbereiches an der Probenstelle 0+ hohe Werte erreichen. Abgesehen vom Parameter Ortho-Phosphat-P werden die Zielvorgaben der EG-WRRL im Referenzbereich somit erreicht.

Hingegen sind im **Revitalisierten Agrarbereich** zusätzlich zu dem Parameter Ortho-Phosphat-P auch Ammonium-N, Nitrat-N und CSB überwiegend im Segment der erhöhten bis hohen Belastung. Vor allem die Zuläufe B und D fallen außer bei der Nitrat-N-Messung mit hohen Werten auf (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 64 – 72). Für alle betroffenen Erhebungsstellen ist bekannt, dass sie in unmittelbarer Nähe zu landwirtschaftlich genutzten Flächen liegen. Ein im Durchschnitt 2-5 m breiter Gewässerrandstreifen stellt die einzige Pufferzone zwischen Agrar- und Gewässerbereich dar (Anhang VI). Einzige Ausnahme bildet hier die Probenstelle 3, die aufgrund der neu angelegten Sekundäraue eine 10 bzw. 30 m breite Pufferzone aufweist. Im Vergleich mit der Referenzstelle unterbindet die minimale Pufferzone an den Probenstellen 1, 2 und 4 einen übermäßigen Nährstoffeintrag nicht, sodass wohl vor allem diffuse Quellen wie beispielsweise Dränabflüsse, Erosion und Abschwemmung von Ackerflächen, Speisung aus dem Grundwasser oder atmosphärische Deposition ursächlich für die hohen Werte sind (NLWKN 2014). Punktuelle Quellen, unter anderem Siedlungsentwässerung, Regenwasserfassungen, Kläranlageneinläufe oder Einleitungen aus Industriegebieten (NLWKN 2014) können für diesen Gewässerabschnitt des Vechtaer Moorbachs

ausgeschlossen werden. Laut Hamm (1996a) besteht das Wasserreservoir eines Fließgewässers zu etwa 80 % aus Grundwasser und nur zu 20 % aus Oberflächenabfluss. Der Vechtaer Moorbach wird ebenfalls vom Grundwasser gespeist (pers. Mitt. Höne, Hase-Wasseracht), wodurch sich die hohen Nitrat-N-Messergebnisse erklären lassen (NLWKN 2014), zumal die leicht auswaschbaren Stickstoffüberschüsse (Hölzel et al. 2009) aus der landwirtschaftlichen Produktionskette überwiegend im Herbst und Winter über das Sicker- und Grundwasser in angrenzende Gewässer eingetragen werden (Hamm 1996a). Jene jahreszeitlichen Schwankungen lassen sich für den Parameter Nitrat-N im Revitalisierten Agrarbereich sehr gut feststellen (Abb. 89/91).

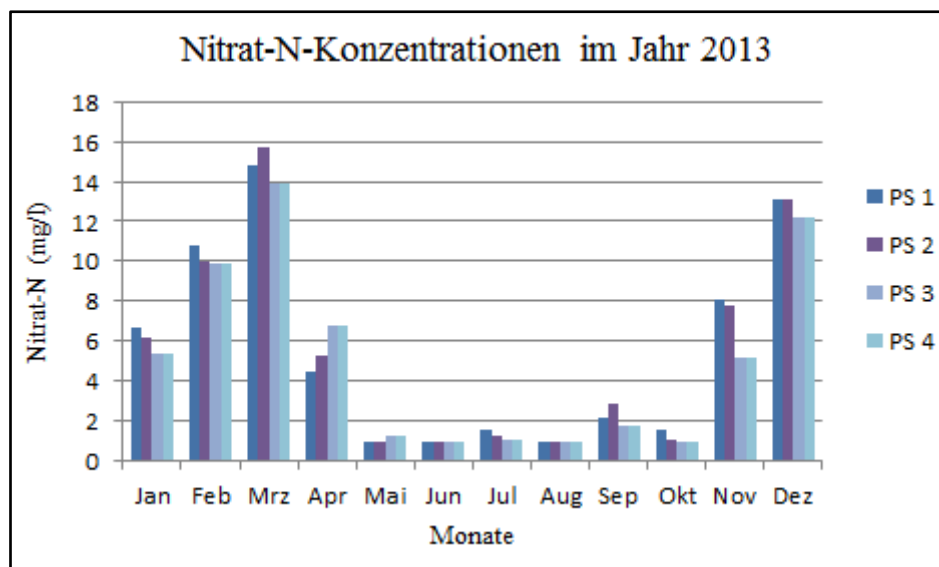


Abb. 89: Nitrat-N-Konzentrationen im Jahr 2013 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, die die jahreszeitlichen Schwankungen deutlich machen.

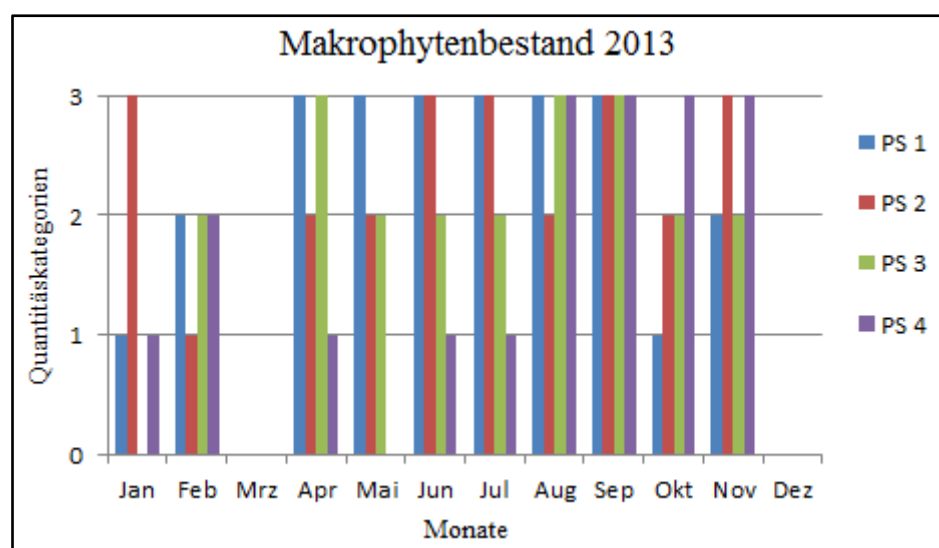


Abb. 90: Der Makrophytenbestand im Jahr 2013 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, wobei folgende Quantitätskategorien genutzt werden: 0: kein Wuchs; 1: spärlicher Wuchs; 2: untergeordneter Wuchs; 3: vorherrschender Wuchs (Tümping & Friedrich 1999).

Während der Vegetationsperiode 2013 von April bis November (Abb. 90) bzw. 2014 von März bis November (Abb. 92) liegen die Nitrat-N-Werte deutlich unter denen der vegetationsreduzierten Monate Januar, Februar, März und Dezember im Jahr 2013 bzw. Januar, Februar und Dezember im Jahr 2014. Ein starkes Wachstum der Makrophyten während dieser Phasen konnte protokolliert werden (Anhang IV), sodass die Nitrat-Stickstoffe das Pflanzenwachstum verstärken bzw. von den Pflanzen aufgenommen werden und somit die Konzentrationen im fließenden Wasser geringer ausfallen.

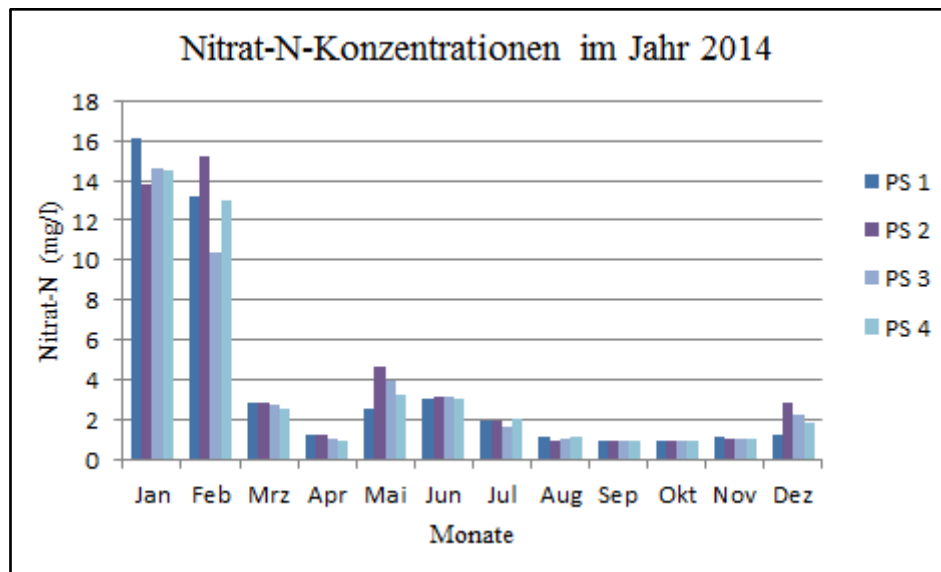


Abb. 91: Nitrat-N-Konzentrationen im Jahr 2014 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, die die jahreszeitlichen Schwankungen deutlich machen.

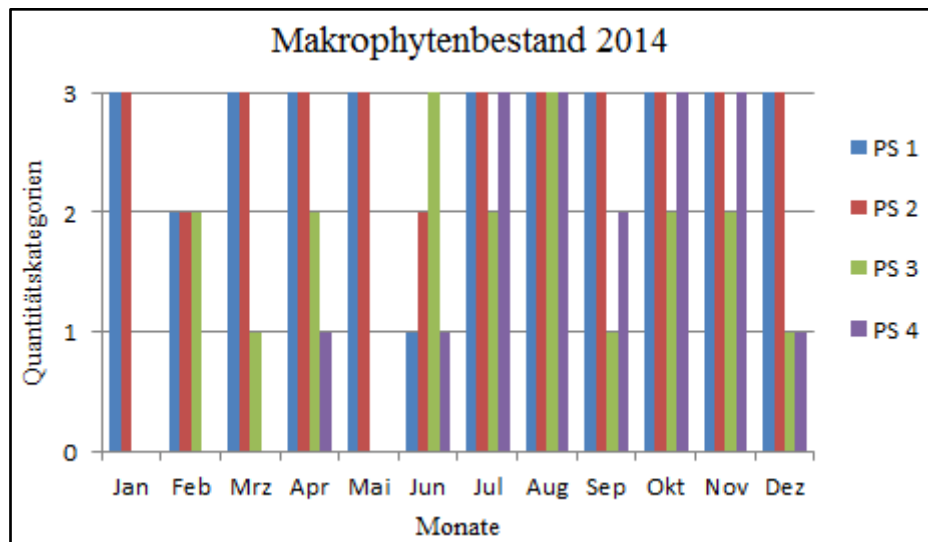


Abb. 92: Der Makrophytenbestand im Jahr 2014 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, wobei folgende Quantitätskategorien genutzt werden: 0: kein Wuchs; 1: spärlicher Wuchs; 2: untergeordneter Wuchs; 3: vorherrschender Wuchs (Tümping & Friedrich 1999).

Die Monate April und November können als Übergangsphasen von einer spärlichen zu einer vorherrschenden Makrophytenvegetation bzw. umgekehrt betrachtet werden, in

denen es zu Überschneidungen zwischen dem aufkommenden Wachstum / Rückgang des Wachstums und den dennoch hohem Nitrat-N-Gehalt kommt. Dass im März 2013 gar keine Makrophyten aufgenommen wurden, könnte unter anderem an einer durchgeführten Mahd liegen, die zur Sicherung des geregelten Abflusses erfolgte, da im Januar und Februar 2013 erhöhte Niederschlagsmengen verzeichnet wurden (Anhang VII), die somit auch den Pegelstand des Vechtaer Moorbachs ansteigen ließen (Anhang I). Betrachtet man allerdings die Ergebnisse der Korrelationsanalysen (Tab. 50) zwischen den Nährstoffkonzentrationen des Parameters Nitrat-N und den Makrophytenbeständen, so wird deutlich, dass, wenn überhaupt, eine mittlere bis schwache negative Korrelation besteht. Je höher demzufolge die Nitrat-N-Konzentration im Gewässer ist, desto geringer ist der Makrophytenbestand bzw. je größer der Makrophytenbestand ist, desto niedriger ist die Konzentration von Nitrat-N. Da das Streudiagramm der Probenstelle 2 aus dem Jahr 2013 (Abb. 93), das exemplarisch für alle weiteren Streudiagramme steht (Anhang VIII), keinen eindeutigen Zusammenhang erkenntlich macht, muss die Korrelation verworfen werden.

Probenstelle	2013	2014
1	-0,74	-0,47
2	-0,59	-0,52
3	-0,57	-0,46
4	-0,29	-0,69

Tab. 51: Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen den Parametern Makrophytenbestand und Nitrat-N-Konzentration an den Probenstellen 1 bis 4 im Revitalisierten Agrarbereich in den Jahren 2013 und 2014. Die Werte sind als Korrelationskoeffizient R nach Spearman angegeben.

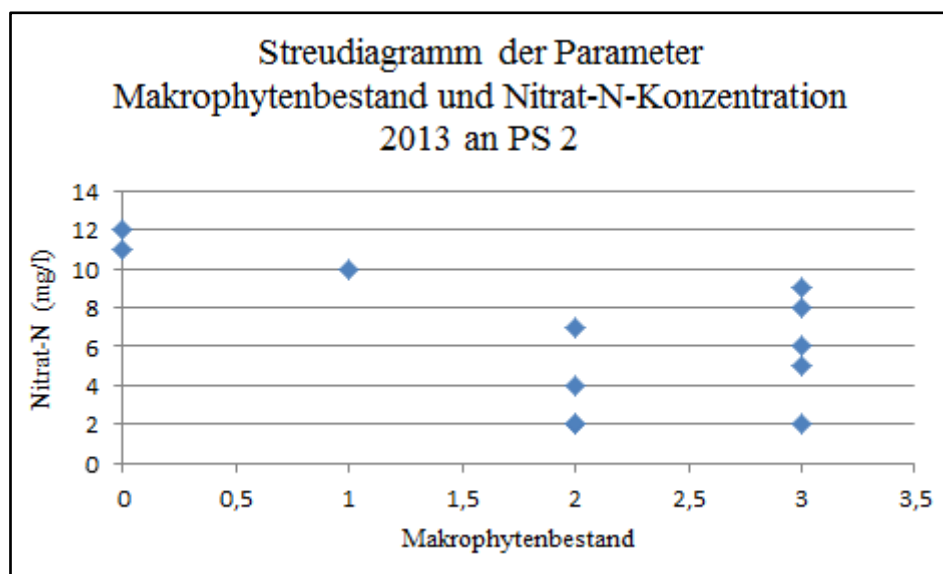


Abb. 93: Streudiagramm der Parameter Makrophytenbestand und Nitrat-N-Konzentration an der Probenstelle 2 im Revitalisierten Agrarbereich im Jahr 2013.

Vermutlich sind zu viele Einflussfaktoren vorhanden, um eindeutige Zusammenhänge zwischen den genannten Parametern feststellen zu können. Somit ist es sehr wahrscheinlich, dass die hohen Nitrat-N-Konzentrationen auf die leicht auswaschbaren Stickstoffüberschüsse (Hamm 1996a) der landwirtschaftlichen Produktionskette im Herbst und Winter in den Vechtaer Moorbach zurückgehen (Hamm 1996a). Diese jahreszeitlichen Entwicklungen, sowie eine deutliche bis hohe Belastung wurden bereits in den Jahren 1989, 1990 und 1991 an einer Probenstelle etwas weiter bachabwärts der aktuellen Probenstelle 4 bezüglich des Parameters Nitrat-N festgehalten (Anhang III). Darüber hinaus wurde zu jener Zeit für diese Stelle eine hohe Belastung des Gewässers durch Ammonium-N verzeichnet (Anhang III). Obwohl Ammonium-N als eigentliche Vorstufe von Nitrat-N im Stickstoffkreislauf der Gewässer besteht (vgl. Kapitel 2.2.2, Abb. 5), zeigen die aktuellen Messungen keine Parallelen in der jahreszeitlichen Verteilung der Konzentrationen dieser zwei Parameter am Vechtaer Moorbach. Ammonium-N ist über das ganze Jahr relativ gleichmäßig in hohen Mengen vorhanden (Abb. 94/95) und stellt weiterhin eine erhöhte bis hohe Belastung innerhalb dieses Bachabschnitts dar.

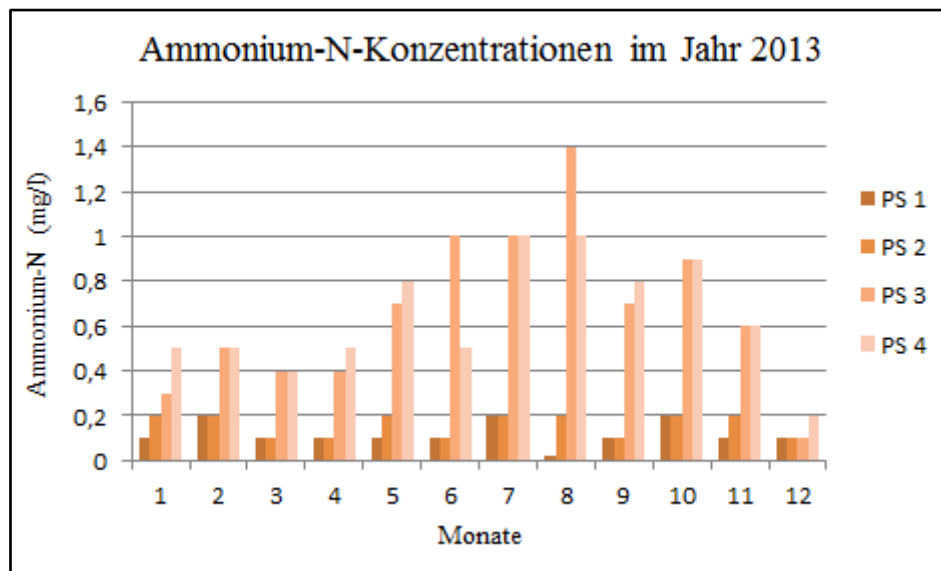


Abb. 94: Ammonium-N-Konzentrationen im Jahr 2013 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, die im Gegensatz zu den Nitrat-N-Konzentrationen keine jahreszeitlichen Schwankungen aufweisen.

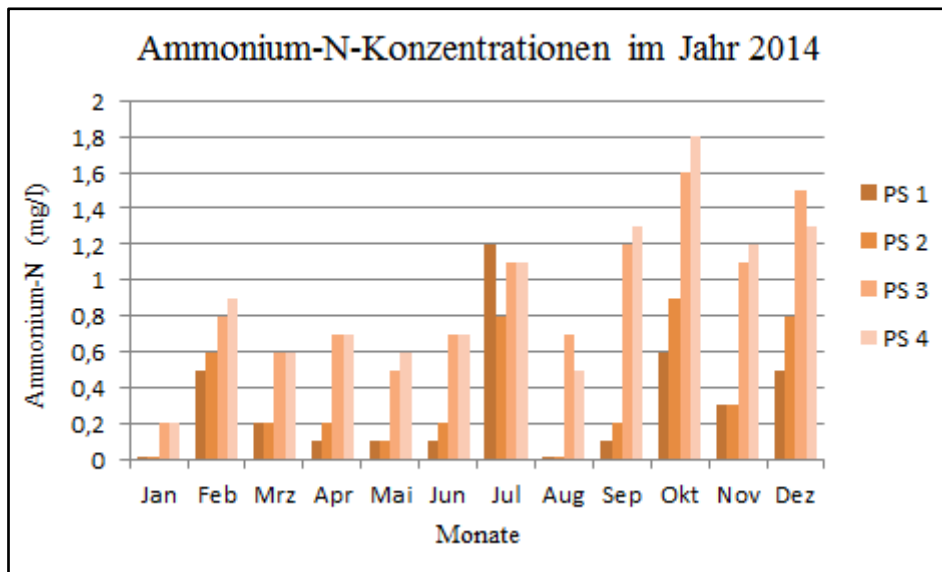


Abb. 95: Ammonium-N-Konzentrationen im Jahr 2014 an den betreffenden Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich, die im Gegensatz zu den Nitrat-N-Konzentrationen keine jahreszeitlichen Schwankungen aufweisen.

„Die Nitratkonzentrationen [korrelieren] nicht signifikant mit den Ammoniumkonzentrationen [... , sodass...] ein Großteil des im Gewässer vorhandenen Nitrats nicht innerhalb der Gewässer gebildet wird, sondern durch diffusen Eintrag in die Gewässer gelangt“ (Arle & Wagner 2011, S. 231). Die Zuläufe B und D erreichen sogar Werte, die eine sehr hohe Belastungsstufe markieren (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 64) und sich somit negativ auf den Moorbach auswirken. Ebenfalls beeinflusst der Zulauf A mit den dritthöchsten Messergebnissen das Gewässer, denn es ist deutlich zu erkennen, dass sich die Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs nach dem Zulauf der Drainagegräben A, B und D aus landwirtschaftlichen Gebieten im Vechtaer Moorbach erhöhen. Laut Hamm (1996a) sind die Belastungen mit Ammonium-N, die durch industrielle Direkteinleitungen verschuldet sind, zurückgegangen. Allgemein besteht aber fortwährend eine Belastung durch Stickstoffverbindungen, die aus den landwirtschaftlichen Überschüssen hervorgeht (Hamm 1996a). Spezielle Nachweise für den Parameter Ammonium-Stickstoff sind nicht aufzufinden. (Eine vertiefende Auseinandersetzung mit möglichen Ammonium-N-Quellen vgl. Kapitel 5.5). Eindeutig festzuhalten ist aber, dass aufgrund der neutralen pH-Werte (Anhang I) und der moderaten Temperaturen von durchschnittlich 5 °C im Winter und 15 °C im Sommer, die bis 12.00 Uhr (max. Zeitpunkt der Messung) 22 °C nicht überschritten haben (vgl. Kapitel 4.4, Tab. 47), der Eiweißabbau überwiegend zu Ammonium-N erfolgt (Baur 1998), sodass eine Gefährdung durch Ammoniak für den Vechtaer Moorbach ausgeschlossen werden kann. Trotz der hohen Ammonium-N-Werte konnte ganzjährig ein unbedenklicher Sauerstoffgehalt erhoben werden (Anhang I).

Allerdings ist anzumerken, dass in Gewässern mit einem hohen Eisen- bzw. Huminsäureanteil „auch ohne menschliches Zutun relativ viel Ammonium vorhanden sein [kann]“ (NLWKN 2006, S. 9 und 10), sodass an dieser Stelle die Einflüsse des Moores doch noch nicht ganz verebbt sind und die hohen Messergebnisse an den Probenstellen B und D erklärbar sind. Unabhängig davon, aus welchem Grund die Ammonium-N-Konzentrationen zu hoch für das Gewässer und das Einhalten der EG-WRRL ausfallen, kann dennoch mit Sicherheit festgestellt werden, dass im revitalisierten Auenbereich und an den umstrukturierten Probenstellen A und B mit den durchgeführten Maßnahmen noch kein Rückgang der Werte erreicht werden konnte (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 64). Das wird daran liegen, dass die Umgestaltungen der Zuläufe, in denen die Probenstellen A und B lokalisiert sind, erst im Frühjahr 2014 abgeschlossen wurden und somit noch keine Auswirkung zu messen ist. Deshalb sind die Einträge mit Ammonium-N weiterhin sehr hoch und führen dadurch zu hohen Werten an der Probenstelle 3, obwohl diese Maßnahmen bereits 2012 beendet wurden. Dass die vorgenommenen Eingriffe aber durchaus funktionieren, zeigen die Ergebnisse der Probenstellen C1 und C2. Befanden sich die Ammonium-N-Werte dort 2013 noch in der Gewässergüteklasse III-IV bzw. III, konnten beide Untersuchungsstellen 2014 der Güteklasse II zugeordnet werden, was eine Verbesserung um drei bzw. zwei Klassen und damit eine Verminderung der einströmenden Belastungen des Vechtaer Moorbachs darstellt. Auch wenn die Nitrat-N-Konzentrationen im Jahr 2014 insgesamt geringer ausfallen als 2013, so verhält es sich bei den Erhebungen des Parameters Nitrat-N bezüglich der Wirksamkeit der ausgeführten Umbaumaßnahmen ähnlich lohnend: Von 2013 auf 2014 sind die Werte an den Probenstellen A, B, C1 und C2 gesunken (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 65), sodass die Revitalisierungen selbst nach kürzester Zeit für Nitrat-N Verbesserungen aufzeigen. Dementsprechend zukunftssträchtig fällt auch das Ergebnis an der Probenstelle 3 aus, da nur noch eine deutliche anstelle einer erhöhten Belastung gemessen werden kann. Durchschnittlich wurde im Revitalisierten Agrarbereich eine Verbesserung um 5,5 mg/l Nitrat-N erreicht, im restlichen Vechtaer Moorbach bachabwärts nur um 3,0 mg/l. Ob die neu gestalteten Vorfluter einen entscheidenden Effekt bewirken können, müsste durch weitere Untersuchungen in den Folgejahren überprüft werden, damit die Auswirkungen der Maßnahmen deutlich von einem allgemeinen Rückgang der Nitrat-N-Konzentrationen abgegrenzt werden können. Für einen Erfolg der neuen Strukturen stehen aber die Ergebnisse zum Parameter Ortho-Phosphat-P. Hamm (1996a) beschreibt die Belastung der Gewässer durch Phosphate (Niederschlag, Streufall oder Erosion) als äußerst gering, vor allem, seitdem 1986

phosphatfreies Waschmittel eingeführt wurde. Dementsprechend liegt in den Jahren 1989 bis 1991 im Vechtaer Moorbachs lediglich eine mäßige bis deutliche Belastung (Gewässergüteklasse II und II-III) durch Ortho-Phosphat-P vor (Anhang III). 2013 und 2014 wurden allerdings die Gewässergüteklassen II-III bis III-IV und somit deutliche bis hohe Belastungen dokumentiert (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 67). Jene Verminderungen der Wasserqualität sind heutzutage nicht mehr auf industrielle Einflüsse zurückzuführen, die aufgrund der Bachlage des Revitalisierten Agrarbereichs hier generell ausgeschlossen werden können, sondern auf sogenannte diffuse Einträge, „wobei es sich meist um erodiertes nährstoffreiches Oberbodenmaterial aus intensiv gedüngten Ackerflächen handelt“ (Hölzel et al. 2009, S. 29). Da Phosphate normalerweise den Minimumfaktor in Gewässern darstellen (Fröhlich & Irmer 2005), bewirken sie im Falle eines Überschusses eine Eutrophierung des Gewässers (Hölzel et al. 2009), da das Pflanzenwachstum ununterbrochen anhält und sämtliche gewässereigenen Regulierungsvorgänge außer Kraft gesetzt werden (Fröhlich & Irmer 2005). Umso erfreulicher ist es, dass, obwohl an allen Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich von 2013 auf 2014 die Konzentrationen des Ortho-Phosphat-P gestiegen sind, ein Rückgang an den Probenstellen C1 und C2 zu verzeichnen ist (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 67). Damit kann festgehalten werden, dass die Ortho-Phosphat-P-Einträge durch eine vollständig reduzierte Strömung in einem Vorfluter mit ausgiebigem Pflanzenpolder für den Vechtaer Moorbach vermindert werden können. Diese Entwicklungen lassen hoffen, dass auch die anderen veränderten Zuläufe mit den Probenstellen A und B in den kommenden zwei Jahren eine solch positive Bilanz aufzeigen. Obwohl die Nährstoffe (mit Ausnahme des Zwischenprodukts Nitrit-N, das mäßige bis sehr geringe Belastungen anzeigt) in hohen Konzentrationen vorliegen und somit das Wachstum der Makrophyten fördern (Anhang IV), stellen die Ergebnisse der Sauerstoff- und BSB₅-Messungen eine mäßige bis gar keine Belastung für den Vechtaer Moorbach dar, sodass die Respirationsrate sehr gering zu sein scheint. Andererseits ist der Moorbach in diesem Abschnitt völlig unbeschattet (Anhang VI), sodass die sauerstoffzehrenden Abbauprozesse womöglich zugleich durch die Sauerstoffüberproduktion der Pflanzen kompensiert werden (NLWKN 2014). Hingegen befinden sich die CSB-Werte für den Revitalisierten Agrarbereich für die Probenstellen A, B, C1, C2 und D durchgehend in der Gewässergüteklasse III (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 72), was rein theoretisch eine erhöhte Belastung darstellt. Da der CSB aber unter labortechnischen Gegebenheiten ermittelt wurde, kann nicht exakt aufgeschlüsselt werden, ob es sich ausschließlich um gewässerschädliche oxidierbare Substanzen handelt, die den

hohen CSB-Wert bewirken (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. 1996). Insgesamt kann für diesen Revitalisierten Agrarbereich des Vechtaer Moorbachs festgehalten werden, dass eine leichte Heranführung an seinen naturnahen Zustand auf der Ebene der chemischen Parameter begonnen hat, aber noch längst nicht ausreichend ist, um unter anderem die Kriterien der EG-WRRL einzuhalten. Der Grundstein für ein gutes ökologisches Potenzial, wie es bei erheblich veränderten Gewässern gewünscht wird, ist auf jeden Fall gelegt worden.

Die Probenstellen 5 und 6 im **Rückstaubereich** des Vechtaer Moorbachs lassen eine simultane Problematik bezüglich der Nährstoffparameter Ammonium-N, Nitrat-N und Ortho-Phosphat-P wie im Revitalisierten Agrarbereich erkennen. Bereits 1998 wurde die Probenstelle 5 bei stichpunktartigen Untersuchungen der Gewässergüteklasse III zugeordnet (Anhang III). Nach wie vor liegen erhöhte Belastungen vor. Zum einen lässt sich vermuten, dass dieser Bereich des Gewässers eine ähnliche Filterfunktion für Nährstoffe übernehmen könnte, wie sie in den Zuläufen des Moorbachs bereits zum Teil für einige Parameter funktioniert. Da die Konzentrationen der betroffenen Nährstoffe aber im weiteren Bachverlauf nicht entscheidend reduziert sind (vgl. nächster Abschnitt), kann dieses ausgeschlossen werden. Besonders relevant für diesen Gewässerbereich ist die verminderte Fließgeschwindigkeit (vgl. Kapitel 3.2, Tab. 15/16), die die hydrologischen Eigenschaften des Gewässers verändert (Busch 2006) und somit zu einer Abnahme der Selbstreinigungskraft führt (Kirchesch et al. 2006). Obwohl der Vechtaer Moorbach in diesem Bereich eine stärkere Breitenausdehnung erlebt (Anhang I) und dadurch eine größere Aufnahme für Sauerstoff aus der Atmosphäre hätte (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985), wird diese durch nicht vorhandene oberflächige Turbulenzen und die hohe Wassertiefe (Anhang I) wiederum unterbunden (Kirchesch et al. 2006). Zusätzlich erhöht sich die Sedimentation, die eine Ablagerung von oxidierbaren Nährstoffen mit sich bringt (Kirchesch et al. 2006), sodass das Wachstum von Phytoplankton begünstigt wird (Frimmel 1999) und der Sauerstoffverbrauch im Benthalebereich zunimmt (Kirchesch et al. 2006). Andererseits lagern die Nährstoffe in den gebildeten Schlamm-bänken am Gewässergrund und sind nicht im Freiwasser zugänglich, wodurch der eigentlich erwartete hohe Sauerstoffverbrauch unterbunden wird (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985). Genau diese Zwiespältigkeit kann auch den gemessenen Werten im Rückstaubereich des Moorbachs entnommen werden. Auf der einen Seite stellen die Nährstoffparameter Ammonium-N, Nitrat-N und Ortho-Phosphat-P eine deutliche bis erhöhte Belastung dar (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 64/65/67), auf der anderen Seite liegt aber nur eine mäßige

Belastung bezüglich des Sauerstoffgehalts vor (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 70), auch wenn diese im Vergleich zum Revitalisierten Agrarbereich höher ausfällt. Interessant ist zudem, dass die BSB₅-Werte in diesem Gewässerabschnitt durchschnittlich höher ausfallen, als in den anderen Naturräumen (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 71) und die Nitrit-N-Ergebnisse im Rückstaubereich erstmalig zu einer deutlichen Belastung des Gewässers führen (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 66). Damit liegen entscheidende Anzeichen für den Abbau von Stickstoffverbindungen unter Sauerstoffverbrauch vor (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. 1996). Die eigentlich erhöhte Belastung des Moorbachs durch die CSB-Werte kann auch in diesem Abschnitt nicht eindeutig als negativ festgehalten werden (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. 1996). Dazu hätten noch weitere Messungen anderer Schadstoffgrößen erfolgen müssen. Sicher festgehalten werden kann aber, dass der Moorbach in diesem Abschnitt einer Gefährdung durch „Umkippen“ und dem daraus häufig resultierenden Fischsterben nicht ausgesetzt ist, da die Ammoniakproduktion aufgrund der stabilen pH- und Sauerstoff-Werte selbst bei leicht erhöhten Temperaturen in den Sommermonaten (Anhang I) irrelevant ist. Diese „guten Bedingungen“, die an dieser Stelle trotz der gravierenden Einflüsse des Stauwehrs erreicht werden, könnten unter anderem auf die extensive Grünland-Bewirtschaftung zurückzuführen sein, die beidseitig der Moorbachufer betrieben wird (Anhang VI), da somit keine zusätzlichen diffusen Nährstoffeinträge durch mögliche Düngungen erfolgen können und „lediglich“ die Nährstofffrachten zu bewältigen sind, die bereits bachaufwärts eingetragen werden. Dennoch werden auch hier die EG-WRRL-Ziele nicht vollständig erreicht.

Der letzte Naturraum, der **Reguläre Wasserwirtschaftsbereich**, ist ebenfalls durch deutliche bis erhöhte Belastungen bezüglich der Nährstoffe Ammonium-N, Nitrat-N und Ortho-Phosphat-P gekennzeichnet (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 64/65/67). Auch wenn die Ortho-Phosphat-P-Werte eine erhöhte Belastung signalisieren, liegen sie dennoch unter denen im Revitalisierten Agrarbereich und im Rückstaubereich. Das könnte darin begründet sein, dass die Fließgeschwindigkeit zwar nicht entsprechend zunimmt, die oberflächigen Verwirbelungen aber ansteigen, sodass das Wasser mit Sauerstoff aus der Atmosphäre angereichert wird, wodurch die Werte der Sauerstoffmessungen in den Gewässergüteklassen I und II vorzufinden sind (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 70). Da nun das Wasser mit ausreichend Sauerstoff versorgt ist, ist eine Remobilisation von Phosphaten aus den abgelagerten Sedimentschichten unwahrscheinlich (NLWKN 2014). Weiterhin sind vor allem an der Probenstelle 8 relativ „geringe“ Werte gemessen worden. Das

Pflanzenwachstum, das an dieser Stelle sehr ausgeprägt ist (Anhang VI), nimmt einen großen Anteil des Nährstoffs Ortho-Phosphat-P auf (NLWKN 2006). Da das Ortho-Phosphat-P dadurch aber nicht vollständig verzehrt wird, ist das Pflanzenwachstum unbegrenzt und führt zu einer Reduzierung der Strömung (NLWKN 2006). Sehr starke negative Folgen auf den Sauerstoffgehalt und auf die BSB₅-Werte sind nicht festzustellen (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 70/71). In den Jahren 1989 bis 1991 wurden im Regulären Wasserwirtschaftsbereich an der heutigen Probenstelle 10 für Ortho-Phosphat-P die Gewässergüteklassen III-IV und IV, sprich hohe bis sehr hohe Belastungen, erhoben (Anhang III). Der Rückgang um etwa zwei Güteklassen im Vergleich mit den aktuellen Messungen könnte durch den bereits Ende der 1990er Jahre renaturierten Bachabschnitt bei Probenstelle 8 erklärt werden, der eine sogenannte Strahlwirkung auf den weiteren Bachverlauf vermuten lässt. Fest steht auf jeden Fall, dass, wie oben erwähnt, die Fließung an jener Stelle nicht sehr stark ist und dadurch Pflanzen die Nährstoffe besser aufnehmen können. Eine Entwicklung, die zwar nicht für fließende Gewässer geplant werden sollte, da die Strömung eine der Haupteigenschaften darstellt, aber immerhin eine gewisse Entfaltung der im Revitalisierten Agrarbereich durchgeführten Maßnahmen in den Vorflutern vermuten lässt. Selbst nach der Einleitung der Kläranlage (Bezirksregierung Weser-Ems 2005) gibt es keine herausragende Zunahme der Ortho-Phosphat-P-Messergebnisse. Besonders hoch sind die Werte des Parameters Ortho-Phosphat-P an der Probenstelle 7, die sich direkt hinter dem Stauwehr im Vechtaer Moorbach befindet. Eine mögliche Ursache könnte die starke Sedimentaufwirbelung an dieser Stelle sein, die somit einerseits zur Remobilisation von Phosphaten führt, aber andererseits auch ein eher geringes Pflanzenwachstum hervorruft (Anhang IV), sodass nur begrenzt Ortho-Phosphat-P durch Makrophyten verbraucht wird. Darüber hinaus fallen die Werte aufgrund des davorliegenden Rückstaus stärker aus. Dies gilt allerdings nicht für die Parameter Ammonium-N und Nitrat-N, die über den gesamten Bachverlauf im Regulären Wasserwirtschaftsbereich kontinuierlich hoch sind. Im Vergleich zu den Untersuchungen des NLWKN aus den Jahren 1989 bis 1991 sind die Werte für Ammonium-N aber von einer sehr hohen zu einer erhöhten Belastung zurückgegangen, im Falle der Nitrat-N-Konzentrationen gleichbleibend bei einer deutlichen bis erhöhten Belastung stagniert (Anhang III). Lediglich an der heutigen Probenstelle 8 konnte damals schon die Gewässergüteklasse III für beide Nährstoffe ermittelt werden (Anhang III). Für diese Untersuchungsstelle trifft die gleiche Begründung zu, wie sie bereits beim Parameter Ortho-Phosphat-P erfolgt ist: Aufgrund der reduzierten Strömung besteht ein starkes

Makrophytenaufkommen, das wiederum die Nährstoffe aufnimmt und somit jene Konzentrationen im Wasser reduziert. Alle weiteren Erhebungspunkte werden durch erneute diffuse Einträge aus angrenzenden Industriegebieten und landwirtschaftlichen Flächen (Anhang VI) beeinflusst und weisen somit höhere Werte für Ammonium-N und Nitrat-N auf. Ebenfalls von Bedeutung ist die wohl zuversichtliche Entwicklung der Kläranlagen, die noch vor einigen Jahren durch nicht ganz optimale Reinigungsverfahren mittels ihrer Abwässer für eine Belastung der Fließgewässer sorgten (Frimmel 1999). Denn aus den aktuellen Untersuchungen am Vechtaer Moorbach geht hervor, dass bezüglich der Stickstoffverbindungen, Phosphate und Sauerstoffmessungen kein zusätzlicher Anstieg der Belastungen nach der Einleitung der Abwässer der Kläranlage in den Vechtaer Moorbach festzustellen ist. Allerdings ist ein Anstieg der Chlorid- und Sulfat-Konzentrationen an der betreffenden Probenstelle 9 (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 68/69) deutlich zu erkennen, die sich aber immer noch im Bereich einer mäßigen Belastung befinden. Die Zielvorgaben der EG-WRRL konnten für die Parameter Ortho-Phosphat-P, Ammonium-N und Nitrat-N erneut nicht eingehalten werden. An der Probenstelle 8 ist aber zumindest die Grundlage des guten ökologischen Potenzials aufgrund der durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen geschaffen worden.

Im gesamten Vechtaer Moorbach wurden an allen Probenstellen bezüglich der Leitfähigkeit durchschnittlich Werte zwischen 300 und 700 mikroS/cm notiert (vgl. Kapitel 4.4, Tab. 46), die dem karbonatischen Bereich zuzuordnen sind (Gunkel 1996). Eine Salzbelastung des Gewässers würde erst bei Werten von über 1000 mikroS/cm erreicht werden (Gunkel 1996), die zusätzlich auch durch die geringen Chlorid- und Sulfat-Werte verneint werden kann (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 68/69). Einzige Ausnahme bildet der Zulauf mit der Probenstelle D, der sich durch besonders niedrige Werte bezüglich der Leitfähigkeit absetzt und somit einen Hinweis auf Silikatgesteinsregionen gibt (Gunkel 1996). Werden zusätzlich die Karbonat- und Gesamthärte betrachtet (vgl. Kapitel 4.4, Tab. 46), kann jener Zulauf im Gegensatz zum Vechtaer Moorbach als Silikatgewässer deklariert werden (Uhlmann & Horn 2001). Das Hauptuntersuchungsgewässer muss aufgrund der erhobenen Karbonat- und Gesamthärte-Werte ein überwiegend Kalk- und Dolomitgestein geprägtes Einzugsgebiet haben, das darüber hinaus neutral bis leicht alkalisch und zudem gut gepuffert ist (Schwoerbel & Brendelberger 2005).

Abschließend kann zusammengefasst werden, dass die erhobenen Untersuchungen die Aufzeichnungen von Höpner (1996) auch knapp 20 Jahre später noch bestätigen: „Ungeheuerliche Nährstofffrachten aus dem nur 560 km² großen Gülle-Dreieck

Vechta/Lohne/Dinklage werden von der Lager Hase eingebracht“ (Höpner 1996, S. 55). Zum Einzugsgebiet der Lager Hase gehört unter anderem der Vechtaer Moorbach, der somit seinen Teil zur Belastung der Folgegewässer wie der Hase und letztendlich der Ems beiträgt. Aus der damaligen Analyse ging hervor, dass 15 % der Belastungen mit Stickstoffen und 11 % der Belastungen mit Phosphaten der Ems aus lediglich 6 % des gesamten Einzugsgebietes, sprich dem der Hase und somit auch dem des Vechtaer Moorbachs resultierten, sodass auch die Gewässerqualität der Ems mit der durchschnittlichen Güteklasse II-III eine deutliche Belastung aufwies (Höpner 1996). Auch 2005 wurde das Dreieck Vechta/Lohne/Dinklage in einer Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG-WRRL wiederholt mit erhöhten bis hohen Belastungen der Stickstoffparameter bewertet, sodass die Zielerreichung der EG-WRRL für dieses Gebiet, zu dem auch der als erheblich veränderter Wasserkörper deklarierte Vechtaer Moorbach zählt, vorerst unklar war (Bezirksregierung Weser-Ems 2005). Auch wenn gerade bei kleineren Fließgewässern, wie es der Vechtaer Moorbach ist, durch eine eher schlechte strukturelle Ausgangslage ein oberes Limit für die ökologische Qualität gegeben ist (Arle & Wagner 2011), sollten Verbesserungen vor allem bezüglich der Nährstoffe Ammonium-N, Nitrat-N und Ortho-Phosphat-P angestrebt werden, damit dadurch auch Verbesserungen im Sauerstoffhaushalt entstehen.

5.4 Der Makrozoobenthosbestand des Vechtaer Moorbachs

Das Makrozoobenthos ermöglicht mittels der Berechnung verschiedenster Indizes eine umfangreiche Bewertung des biologischen Zustands des Vechtaer Moorbachs. So ist festzustellen, dass sich der **Referenzbereich** bezüglich des Makrozoobenthosbestandes überwiegend in einem naturnahen Zustand befindet, denn die erhobenen Saprobien-Index-Werte sind der Gewässerklasse “Gut“ (PS 0+: 8 von 8 Erhebungen) und “Mäßig“ (PS 0: 6 von 8 Erhebungen) zuzuordnen und stellen damit lediglich eine geringe saprobielle Belastung für den Vechtaer Moorbach dar (vgl. Kapitel 4.5, Tab. 48). Im Vergleich mit den Untersuchungen des NLWKN aus dem Jahre 1995 liegt eine leichte Verschlechterung um eine Güteklasse vor (Anhang III), wohingegen die Bestandsaufnahmen aus dem Jahr 2004 eine mäßige Belastung belegen und somit die aktuellen Erhebungen eine Verbesserung um eine Qualitätsklasse darstellen (Bezirksregierung Weser-Ems 2005). Da die Erhebung des NLWKN ebenfalls im Mai, die der Bezirksregierung Weser-Ems jedoch

im Dezember durchgeführt wurde, kann die nur „mäßige“ Gewässergüteklasse durch den ungünstigen Zeitpunkt der Untersuchung im Jahr 2004 erklärt werden. Die „gute“ Gewässergüteklasse im Referenzbereich des Moorbachs kann zum einen dadurch begründet werden, dass das Gewässer in diesem Abschnitt noch recht schmal ist und somit der umgebende Wald (Anhang VI) zeitweilig einen Kronenschluss erzeugt, sodass die „Fließstrecken [...] hauptsächlich allochthon durch herabfallendes Laub und Holz ernährt [werden]“ (Schönborn 1996, S.4). Zum anderen ist durch den Waldbestand der Lichteinfall im Gewässer reduziert (vgl. Kapitel 4.3, Tab. 39) und damit die Primärproduktion geringer (Schönborn 1996). Dies wiederum führt zu einem relativen Gleichgewichtszustand zwischen Produktion und Respiration bzw. Trophie und Saprobie (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Darüber hinaus ist die Unterhaltung mit Maschinen im Referenzbereich des Moorbachs nicht möglich, wodurch Totholzansammlungen entstehen können. Totholz stellt zugleich Lebensraum und Nahrungsquelle dar: Es handelt sich hierbei um kleine Biozönosen, da die Strömung modifiziert wird und beispielsweise Stillen, aber auch Schnellen genauso wie Tiefen und Flachwasserbereiche erzeugt werden (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Darüber hinaus stellt Totholz auch eine Nahrungsquelle dar, da es gespeicherte Nährstoffe ganzjährig verfügbar macht (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Die zusätzlich erhobenen Indizes unterstützen das biologisch positive Erscheinungsbild des Referenzbereiches allerdings nicht durchgehend. Der Litoral-Besiedler-Index zeugt zwar von einem natürlich strömenden Gewässer, aber sowohl der EPT-Index als auch der Anzahl-Trichoptera-Arten-Index signalisieren trotz der im Vergleich mit den anderen Probenstellen hohen Werte (Abb. 96) kein intaktes und strukturreiches Gewässer. Mit insgesamt nur fünf verschiedenen Arten innerhalb der Tiergruppen Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera liegt ein deutliches Artendefizit vor (ASTERICS 2013), sodass ein zweiteiliges Bild des Referenzbereiches entsteht und das, obwohl der Wald zumindest den Bestand der Trichoptera-Arten aufgrund von Totholz- und Falllaubeinträgen aufwertend beeinflusst (ASTERICS 2013). Durch die Ergebnisse des Sørensen-Index wird die Abgrenzung der Probenstellen 0+ und 0 zu den anderen Probenstellen deutlich (vgl. Kapitel 4.5, Abb. 77). Die unterschiedlichen Artenzusammensetzungen sind durch die sich bachabwärts natürlich verändernden Gegebenheiten wie zunehmende Gewässerbreite oder -tiefe (Schönborn 1996), vor allem aber auf die anthropogen herbeigeführten Veränderungen in der Bachstruktur zurückzuführen.

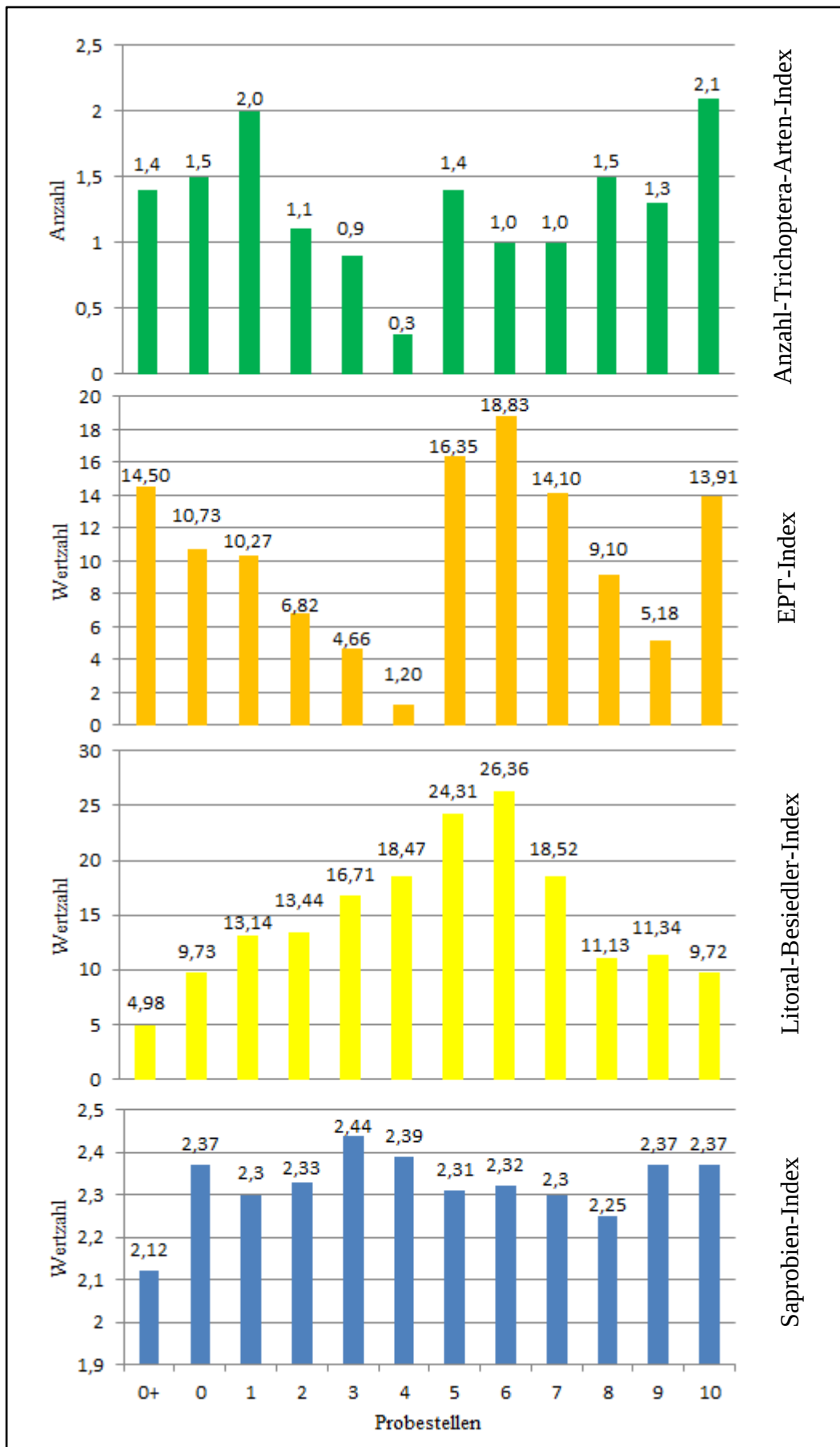


Abb. 96: Gemeinsame Darstellung der Indizes "Saprobien-Index", "Litoral Besiedler-Index", "EPT-Index" und "Anzahl-Trichoptera-Arten-Index" als arithmetische Mittelwerte aus den Erhebungsjahren 2013/14 pro Probestelle.

Im darauffolgenden **Revitalisierten Agrarbereich** ist die Übereinstimmung der Artenzusammensetzung nach dem Sørensen-Index zwar sehr hoch, aufgrund der Saprobien-Index-Berechnung ist die Gewässergüteklasse aber durchgehend als “Mäßig” bestimmt worden (vgl. Kapitel 4.5, Tab. 48), womit für diesen Abschnitt des Vechtaer Moorbachs das Ziel der EG-WRRL, einen guten ökologischen Zustand zu erhalten, auf der Ebene des Makrozoobenthos nicht erreicht wurde. Die ermittelten Indizes des Anzahl-Trichoptera-Arten-Index und des EPT-Index weisen von Probenstelle 1 bis Probenstelle 4 fast kontinuierlich schlechter werdende Werte auf (Abb. 96). Dies bedeutet, dass das Gewässer immer strukturärmer wird und in seiner biologischen Funktionalität gestört ist¹⁴, da aufgrund der niedrigen Werte dieser Metrics Artendefizite und verschobene Arten- und Abundanzverhältnisse innerhalb der Tiergruppen Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera vorliegen (ASTERICS 2013). Dies ist ein eindeutiges Zeichen für die Folgen der regelmäßigen Unterhaltungsmaßnahmen mit Maschineneinsatz, die auf der einen Seite Totholzansammlungen entfernen und auf der anderen Seite vermutlich sogar bei einer Sohlstrichmahd Lebewesen auslöschen bzw. aus dem Moorbach entnehmen. Hinzu kommt der Faktor der zunehmend geringer werdenden Strömung bachabwärts, der durch den Litoral-Besiedler-Index (Abb. 96) belegt wird. Dadurch verliert das Ökosystem Bach wichtige Eigenschaften und stellt somit kein Habitat für strömungsbevorzugende Lebewesen mehr dar. Im Gegensatz dazu werden vermehrt Organismen kartiert, die das Litoral bevorzugen, wie zum Beispiel *Lymnaea stagnalis* an den Probenstellen 1 und 2 (Anhang II). Probenstelle 1 wurde in den Jahren 1986 und 1995 noch mit einer “guten” Gewässergüteklasse beurteilt (Anhang III), aber bereits 2004 sowohl im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie als auch der Bestandsaufnahmen zur Umsetzung der EG-WRRL nur noch mit der Qualitätsklasse “Mäßig” bewertet (Stadt Vechta 2004; Bezirksregierung Weser-Ems 2005). Die vorangegangenen Untersuchungen an der Probenstelle 3 notieren durchgehend die saprobielle Gewässergüteklasse “Mäßig” (Anhang III; Stadt Vechta 2004; Bezirksregierung Weser-Ems 2005), sodass insgesamt für den Revitalisierten Agrarbereich eine leichte Verschlechterung festgehalten werden kann. „Grundsätzlich gilt für alle Fließgewässer, dass die aufgrund wasserbaulicher Strukturveränderungen eintretende Organismenverarmung zu einer Verminderung der Stabilität der Biozönosen führt und damit die Selbstreinigungskraft reduziert“ (Niemeyer-

¹⁴ <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/kurzdarstellungen/core-metrics/>, letzter Aufruf: 26.10.2015, 09.15 Uhr.

Lüllwitz & Zucchi 1985, S. 162), wodurch die hier gemessenen saprobiellen Belastungen resultieren. Leider ist auch noch keine Verbesserung auf der Ebene des Makrozoobenthosbestandes an der Probenstelle 3 zu verzeichnen, obwohl hier die Sekundäraue gestaltet wurde. Zudem haben die leicht reduzierten Nährstofffrachten (vgl. Kapitel 5.3) noch keine messbare Wirkung auf die Benthallebensgemeinschaften ausüben können. Dies lässt vermuten, dass die durchgeführten Maßnahmen nicht geeignet sind, um die Habitatqualitäten im Vechtaer Moorbach für das Makrozoobenthos aufzuwerten und damit auch keine Strahlwirkungen für weiter bachabwärts gelegene Bachabschnitte haben. Aber es ist wohl entscheidender, dass der zeitliche Abstand zwischen den Umbaumaßnahmen und den Erhebungen zu gering ist, um signifikante Verbesserungen feststellen zu können. Obwohl laut dem NLWKN „der Zeitraum zwischen Vor- und Nachuntersuchung [...] erstmals zwei Jahre oder in Abhängigkeit von der Gewässerdynamik bzw. Maßnahme maximal drei Jahre nach Maßnahmenumsetzung“ (NLWKN 2012, S. 10) betragen sollte. Da die Umbaumaßnahmen zur Sekundäraue bereits im Sommer 2012 abgeschlossen wurden (vgl. Kapitel 3.1) und die Makrozoobenthoserhebungen in den Jahren 2013 und 2014 erfolgten, hätten zumindest im letzten Untersuchungsdurchgang Folgewirkungen messbar sein müssen. Dies ist allerdings nicht der Fall, sodass eine weitere Untersuchung im Jahr 2016 wünschenswert wäre, um endgültig eine abschließende Aussage zur Maßnahmenwirkung einer Sekundäraue auf den Makrozoobenthosbestand des Vechtaer Moorbachs zu tätigen. Vom jetzigen Standpunkt der Ergebnisse hat die Sekundäraue keinen positiven Effekt auf die Benthalfauna des Gewässers erzielt. Zusätzlich ist zu beachten, dass, wenn „längere Abschnitte des Ober- und Unterlaufs [...] in einem geschädigten Zustand [verbleiben], [...] eine Aufwertung der Gewässermorphologie über eine kurze Strecke kein biologisch messbares Ergebnis [hat]“ (Lüderitz & Jüpner 2009, S.121). Darüber hinaus muss allerdings auch berücksichtigt werden, dass die Veränderungen nicht direkt im Gewässer, sondern im Umfeld des Vechtaer Moorbachs durchgeführt wurden. Zu dieser Art von Maßnahmenkonzept liegen noch keine direkten zeitlichen Vorgaben für eine Erfolgskontrolle vor.

Der **Rückstaubereich** des Vechtaer Moorbachs zeichnet sich durch sehr geringe Strömungswerte aus, sodass der Litoral-Besiedler-Index eine entsprechende Störung des natürlichen Fließverhaltens des Gewässers (ASTERICS 2013) bestätigt (Abb. 96). Mit den höchsten berechneten und kontinuierlich bis zur Probenstelle 6 steigenden Werten wird der Rückstau des Stauwehres durch die Artenzusammensetzung messbar. Diese Entwicklung bedeutet, dass der Vechtaer Moorbach bachabwärts bis zur Probenstelle 6 in seinen

Eigenschaften als Fließgewässer immer mehr denen eines stehenden Gewässers ähnelt¹⁴. Auch wenn der EPT-Index in diesem Gewässerabschnitt die höchsten Werte erzielt, liegt dennoch ein Artendefizit vor (ASTERICS 2013). Aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeit lagert sich viel Totholz ab, sodass ganzjährig Nahrung vorhanden ist, die die hohen Werte sowohl für den EPT-Index als auch für den Anzahl-Trichoptera-Arten-Index (Abb. 96) erklären. Gerade Trichoptera-Arten bevorzugen Sekundärsubstrate wie Totholz und Falllaub, aber auch Kiesbänke (ASTERICS 2013), die wiederum durch die geringen Strömungsverhältnisse mit Sand überlagert sind (Anhang VI) und somit den Lebensraum für Trichoptera-Arten unattraktiv machen. Ebenjene relative Artenarmut der Wirbellosenfauna wurde bereits 2004 in einem Gutachten der Hase-Wasseracht festgestellt, wobei der Rückstau für Fließgewässerarten, die durch Drift wandern, als tödliche Driftfalle bezeichnet wird (Hase-Wasseracht 2004). Weiterhin interessant ist, dass die Probenstellen 5 und 6 nur eine geringe Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung zeigen, obwohl beide Untersuchungsstellen ähnliche ökologische Profile aufweisen. Ein vermutlich entscheidender Unterschied besteht in dem Vorhandensein von Kiesbänken an der Probenstelle 6 (Anhang VI) und eine weniger flächendeckende Sandablagerung, die somit den Interstitialraum für Wirbellose verfügbar macht (ASTERICS 2013). Darüber hinaus kommen an dieser Stelle aufgrund der nicht vorhandenen Strömung überwiegend limnophile Organismen vor, wie es beispielsweise anhand der Gastropoden durch die Vertreter *Gyraulus albus*, *Bathyomphalus contortus* oder *Valvata cristata* deutlich wird. Der Saprobien-Index wird im Rückstaubereich durchgehend mit der Gewässergüteklasse “Mäßig“ bewertet, was auch aus den Untersuchungen der Stadt Vechta und den Bestanderhebungen zur Umsetzung der EG-WRRL hervorgeht (Stadt Vechta 2004; Bezirksregierung Weser-Ems 2005). 1995 erzielte die Probenstelle 5 in einer einmaligen Erhebung durch den NLWKN die Güteklasse “Gut“ (Anhang III), sodass sich die saprobielle Belastung in diesem Bereich des Vechtaer Moorbachs zu heute um eine Qualitätsklasse verschlechtert hat und somit wieder die Richtlinien der EG-WRRL nicht einhalten konnte. Eine zusätzliche Belastung durch erhöhte Wassertemperaturen im Rückstaubereich liegt nicht vor, da sich die Temperaturen, wie an allen anderen Untersuchungsstellen auch, parallel zur Außentemperatur verhalten (vgl. Kapitel 4.4, Tab. 47 und Kapitel 4.3, Tab. 43).

Im **Regulären Wasserwirtschaftsbereich** ist der Vechtaer Moorbach laut den aktuellen Untersuchungen bis auf Probenstelle 8 als “Mäßig“ eingestuft (Abb. 96). Dies bestätigen auch die Erhebungen aus den Jahren 1986, 1991, 1993, 1996 und 2004 (Anhang III;

Bezirksregierung Weser-Ems 2005). Die Probenstelle 8 hingegen ist zwar mittels des Saprobien-Index der Gewässergüteklasse “Gut“ zuzuordnen, kann aber aufgrund der anderen erhobenen Indizes mit den Probenstellen 7, 9 und 10 gleichgestellt werden (Abb. 96). Der Anzahl-Trichoptera-Arten-Index weist schlechte Werte auf, sodass erneut mangelnde Habitatdiversität und Nahrungsquellen in Form von Totholz und weiteren Hartsubstraten wie Gestein ein Artendefizit verursachen¹⁴. Der geringe Anteil an Totholz ist ganz eindeutig mit dem fehlenden Baumbestand am Gewässer begründet (Anhang VI). Auch die Werte der EPT-Index-Bestimmung zeigen (Abb. 96), dass belastungsintolerante Arten mit relativ hohen Habitatansprüchen auf Beeinträchtigungen der Wasserqualität und Gewässermorphologie empfindlich reagieren¹⁴. Die Ergebnisse des Litoral-Besiedler-Index sind besser ausgefallen als im Revitalisierten Agrarbereich und im Rückstaubereich (Abb. 96), womit der Moorbach in diesem Abschnitt ein natürliches Fließverhalten hat¹⁴. Eine Ausnahme bildet in diesem Fall die Probenstelle 7, die sich in der Flachwasserzone hinter dem Stauwehr befindet und somit keiner hohen Strömung unterliegt. Dennoch besteht gemäß dem Sørensen-Index (vgl. Kapitel 4.5, Abb. 77) eine mittlere Übereinstimmung der Artenzusammensetzung an allen vier Probenstellen, sodass im gesamten Regulären Wasserwirtschaftsbereich ähnliche ökologische Bedingungen vorliegen müssen (Smith & Smith 2009). Selbst Probenstelle 9 weist keine Ausnahmebedingungen im Vergleich mit den Untersuchungsstellen 7, 8 oder 10 auf, obwohl sich jene Stelle direkt unter dem Einfluss der Klärwerkseinleitungen befindet. Oftmals werden die Gewässergüteklassen “Unbefriedigend“ oder sogar “Schlecht“ erwartet, da aufgrund der sonst hohen Nährstoffbelastung mit Ammonium oder Nitrat der Sauerstoffgehalt stark reduziert ist (Patt et al. 2011). Tiere der Reinwasserzone fehlen dann gänzlich und Wirbellose wie *Tubifex tubifex* oder Larven der Familie Chironomidae treten vermehrt auf (Patt et al. 2011). Diese Makrozoobenthosvertreter sind durchaus an der Probenstelle 9 gelistet, aber nicht in entscheidend höheren Mengen als an den anderen Erhebungspunkten im Vechtaer Moorbach (Anhang V). Damit kann festgehalten werden, dass ein Einfluss des Klärwerks auf der Ebene der Wirbellosenfauna bezüglich des untersuchten Gewässers nicht mehr vorhanden ist. Interessanter sind dahingegen die Entwicklungen an der Probenstelle 8, die bereits in den 1990er Jahren nach damaligen Maßstäben renaturiert wurde: Mithilfe der Saprobien-Index-Bestimmung ist die saprobielle Belastung in den Jahren 1986, 1989, 1991, 1993, 1996, 2004 und 2009 noch als “Mäßig“ eingestuft worden (Staatliches Amt für Wasser und Abfall Cloppenburg 1993; Bezirksregierung Weser-Ems 2005; Anhang III). Die Untersuchungen aus den Jahren 2013

und 2014 haben aber eine Verbesserung um eine Gewässergüteklasse festhalten können (vgl. Kapitel 4.5, Tab. 48). Selbst 2006 gab es noch keine Verbesserungen bezüglich des Makrozoobenthosbestandes, obwohl zu dem Zeitpunkt bereits zehn Jahre seit den Umgestaltungen vergangen waren. Erst etwa 20 Jahre nach der Renaturierungsphase können aufwertende Veränderungen in der Zusammensetzung der Wirbellosenfauna gemessen werden, sodass die laut NLWKN (2012) vorgegebenen drei Jahre zur Durchführung einer Kontroll-Beprobung wahrscheinlich nicht ausreichend sind. Auch wenn die durchaus empfindlicheren Indizes wie Anzahl-Trichoptera-Arten-Index oder EPT-Index noch keine positiven Resultate messbar machen, lässt diese dennoch Erfolg versprechende Entwicklung im Bereich der Probenstelle 8 auf weitere biologische Entfaltungen im Revitalisierten Agrarbereich hoffen.

Insgesamt sieht die Situation des Makrozoobenthosbestandes des Vechtaer Moorbachs außer an den Probenstellen 0+ und 8 nicht gut aus. Die Richtlinien der EG-WRRL können nur an den eben genannten zwei von zwölf Untersuchungspunkten erfüllt werden, womit der weitere Handlungsbedarf offensichtlich wird. Auch wenn das Saprobiensystem mitunter nicht ganz einwandfrei genutzt werden kann, da viele Fließgewässerorganismen eine große ökologische Valenz haben (Schwoerbel & Brendelberger 2005) und am Beispiel des Vechtaer Moorbachs die entsprechenden Signifikanzstufen nicht immer erreicht wurden, bleibt es außer Frage, dass das Vorkommen vieler Wirbelloser durch anthropogene Faktoren, wie beispielsweise die durch Ausbau erfolgte Begradigung, Gefälleregulierung sowie Substrat- und Strukturregulierung negativ beeinflusst wurde und wird (Lacombe 1999). Des Weiteren sind die Nährstoffbelastungen im Moorbach zu hoch, um einer Abnahme der Artenvielfalt oder der Verdrängung stenöker Organismen entgegenzuwirken (Feldwisch & Frede 1999). Ebendieses Bild zeichnet auch die Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG-WRRL vom Vechtaer Moorbach, die die Artenzusammensetzung, abgesehen vom Oberlauf, als nicht zufriedenstellend deklarierte (Bezirksregierung Weser-Ems 2005). Auch wenn laut Bezirksregierung Weser-Ems (2005) eine leichte Verbesserung auf der Ebene der Wirbellosenfauna mithilfe von strukturellen, landwirtschaftlichen und abwassertechnischen Fortschritten herbeigeführt werden konnte, ist die Zielerreichung der EG-WRRL bis 2015 noch als unklar definiert worden. Die aktuellen Untersuchungen, die immerhin fast zehn Jahre nach den Erhebungen der Bezirksregierung Weser-Ems durchgeführt wurden, belegen für den Vechtaer Moorbach ganz eindeutig, dass das Ziel der EG-WRRL, bis 2015 einen guten ökologischen Zustand für Oberflächengewässer herbeizuführen, nicht erreicht wurde.

5.5 Die „Vermaisung“ und ihr Einfluss auf das Ökosystem Fließgewässer

Alle vorangegangenen Untersuchungsebenen werden nun in Bezug auf die Entwicklung der Maisanbauflächen zusammengeführt, sodass ein möglicher Einfluss der “Vermaisung” auf das Ökosystem Fließgewässer am Beispiel des Vechtaer Moorbachs überprüft wird. Die Probenstellen des Rückstaubereichs und des Regulären Wasserwirtschaftsbereichs werden dabei außer Acht gelassen, da aufgrund des städtischen Umfeldes jene Untersuchungspunkte keine Aussage zum landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet ermöglichen.

Der Begriff “Vermaisung” wurde erstmals im Mai 2007 in der Zeitung “Die Welt” aufgeführt und wird seitdem überwiegend mit einer negativen Intention verwendet, obwohl lediglich die Zunahme der mit Mais bewirtschafteten Ackerflächen gemeint ist¹⁵. Eine Zunahme der Maisflächen ist sowohl weltweit als auch in Deutschland festzuhalten¹⁵, und für die Region Vechta ist diese Entwicklung ebenfalls nicht von der Hand zu weisen (vgl. Kapitel 4.6). Das Wasserschutzgebiet “Vechta/Holzhausen” mit einer Größe von 3.485 ha liegt im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs und deckt 40,29 % jener Fläche ab (vgl. Kapitel 4.6, Abb. 78). In diesem Bereich ist die Ackerfläche, die für den Maisanbau genutzt wird, von 1996 mit 660,83 ha bis 2014 auf 853,41 ha gestiegen. Das macht im Vergleich zu den anderen Ackerkulturen einen Zuwachs von 9,03 % aus. Ebenso ist in den Gemarkungen Lutten und Oythe, die sich zum Teil mit der Fläche des Wasserschutzgebietes überschneiden und knapp 1.977 ha einnehmen, von 2005 bis 2014 jeweils eine Zunahme der Maisanbauflächen um ca. 5 % zu verzeichnen (vgl. Kapitel 4.6, Abb. 81/83). Der Anstieg der Anbauflächen für die Kulturpflanze Mais kann unter anderem durch die stetig wachsende Zahl der Viehbestände im Landkreis Vechta begründet werden: 2013 betrug beispielsweise der Bestand der Rinder 108.999, im Jahr 2014 schon 115.157 Tiere⁴. Der Schweinebestand ist von 2013 mit 1.537.659 auf 2014 mit 1.564.452 um 26.793 Tiere aufgestockt worden⁴. Des Weiteren ist die Anzahl der installierten Biogasanlagen von 2005 mit 10 über 2009 mit 13 und 2011 mit 29 (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und

¹⁵ <http://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/22/linhart-html>, letzter Aufruf: 02.12.2015, 11.40 Uhr.

⁴ <https://www.landkreis-vechta.de/politik-und-verwaltung/der-landkreis-vechta/zahlen-daten-fakten.html>, letzter Aufruf: 17.11.2015, 08.05 Uhr.

Klimaschutz 2012) und mittlerweile 2015 mit 30 Anlagen (pers. Mitt. Krebeck, Landkreis Vechta) kontinuierlich erweitert worden. Das entspricht einer elektrischen Leistung von etwa 18.300 kW (pers. Mitt. Krebeck, Landkreis Vechta). „Für eine 500-kW-Biogasanlage kann dabei in Abhängigkeit von den Standortbedingungen eine Anbaufläche von 150 bis 200 ha angenommen werden“ (Reich & Rüter 2011, S. 20). Für den Landkreis Vechta würde das rein statistisch bedeuten, dass ungefähr 5.490 bis 7.320 ha Fläche für den Anbau von Energiemais genutzt werden. Dadurch wird deutlich, dass die „Vermaisung“ im Landkreis Vechta nicht nur subjektiv wahrgenommen wird, sondern auch mittels Zahlen belegt werden kann. Die oben erwähnte negative Suggestion, die mit der Zunahme der Maisanbauflächen in diesem Fall für Fließgewässer einhergeht, liegt vor allem in der Düng-Problematik und dem damit verbundenem erhöhten Nährstoffeintrag begründet¹⁵. Wird nun ein Vergleich zwischen dem Referenzbereich des Vechtaer Moorbachs und dem Revitalisierten Agrarbereich bezüglich der Nährstoffkonzentrationen gezogen, ist es unverkennbar, dass die erhobenen Werte der Parameter Ammonium-N, Nitrat-N und Ortho-Phosphat-P ab der Probenstelle 1, sprich im Revitalisierten Agrarbereich, deutlich ansteigen (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 64/65/67). Somit kann für den Vechtaer Moorbach festgehalten werden, dass sich die Nährstoffkonzentration bachabwärts parallel mit der zunehmenden Größe des Einzugsgebietes und mit der wachsenden Anzahl an Maisflächen summiert. Der Anstieg der Maisanbauflächen im Einzugsgebiet des Vechtaer Moorbachs und die zunehmende Anzahl an Biogasanlagen führen dementsprechend vermutlich auch zu einer vermehrten Ausbringung von Gülle und Gärresten als Düngemittel. Die steigenden Maisflächenanteile der letzten 20 Jahre sind auf einen Rückgang anderer Getreidesorten zurückzuführen (vgl. Kapitel 4.6, Abb. 79). Der Vorteil der Maispflanze ist, dass im Vergleich mit anderen Kulturpflanzen die höchsten Mengen an festem und flüssigem Stalldünger ausgebracht werden können (Zscheischler et al. 1979). Die sogenannten Wirtschaftsdünger, zu denen unter anderem Gülle, Jauche und Mist zählen¹⁶, beinhalten die für Pflanzen wichtigsten Nährstoffe: Stickstoff, Phosphor und Kalium¹⁷. Mindestens die Hälfte am Gesamtstickstoffanteil in Gülle wird durch Ammonium-N gestellt, wobei Schweinegülle im Allgemeinen höhere Nährstoffanteile aufweist als Rindergülle¹⁷. Die Ausbringung von Dünger hat natürlich das Ziel, die angebauten Pflanzen optimal mit Nährstoffen zu versorgen¹⁷. Allerdings werden diese nicht

¹⁶ <http://www.lufa-nord-west.de/index.cfm/nav/53/article/38.html>, letzter Aufruf: 17.11.2015, 12.13 Uhr.

¹⁷ <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/guelle/duenger/guelleinhaltsstoffe.htm>, letzter Aufruf: 17.11.2015, 13.25 Uhr.

vollständig durch die Ackerkulturen aufgenommen und gelangen somit durch Auswaschung oder Oberflächenerosion in angrenzende Gewässer (Hamm 1996b). Dies führt zu Belastungen, die auch den Vechtaer Moorbach betreffen. Die Ergebnisse zu den Korrelationsberechnungen zwischen den betreffenden Nährstoffparametern und der Niederschlagsmenge zeigen sowohl für Ortho-Phosphat-P als auch für Ammonium-N und Nitrat-N keine signifikanten Zusammenhänge (Anhang VIII). Aus der Gegenüberstellung der Diagramme zur Niederschlagsmenge und der Nitrat-N-Konzentration (Abb. 97) wird aber ersichtlich, dass die Nitrat-N-Werte 2013 überwiegend parallel zu den Angaben der Niederschlagsmengen ansteigen, womit eine Auswaschung überschüssiger Nährstoffe deutlich wird.

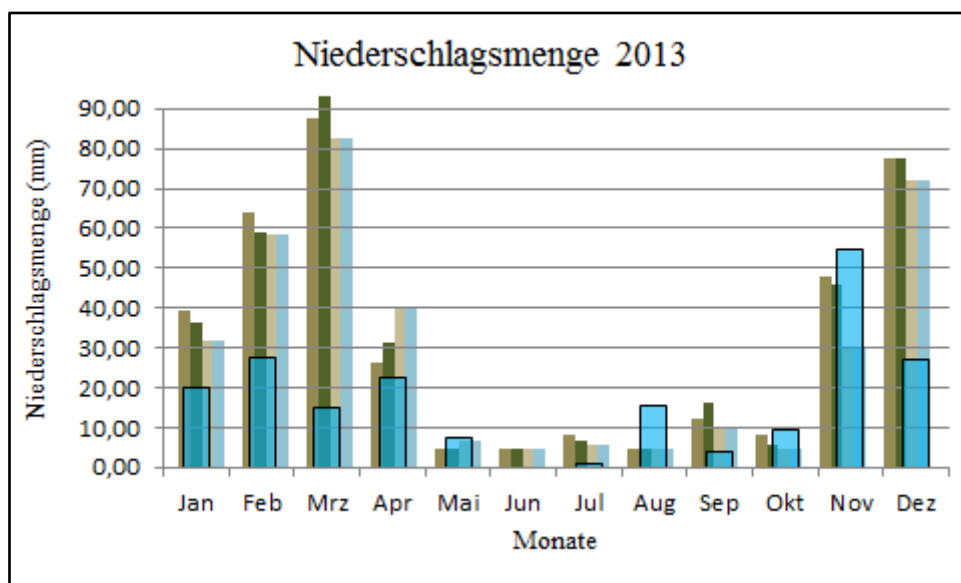


Abb. 97: Monatliche Niederschlagsmenge in mm im Jahr 2013. Im Hintergrund sind die Nitrat-N-Konzentrationen aus dem Jahr 2013 an den Probenstellen 1 bis 4 dargestellt (vgl. Kapitel 5.3, Abb. 89).

Im Jahr 2014 ist dieses nicht zu erkennen (Abb. 98), sodass während der Monate Mai bis August trotz starker Regenfälle die Nitrat-N-Konzentrationen gering bleiben. Dies ist damit zu begründen, dass während dieser Zeit die Wachstumsphase unter anderem von Mais am stärksten ist und er somit auch den höchsten Bedarf an Nährstoffen hat (Zscheischler et al. 1979), sodass wiederum die Auswaschung geringer ist (Burberg et al. 1990). Da die Niederschlagsverteilung in den beiden Untersuchungsjahren sehr unterschiedlich ist, kann keine ganz eindeutige Schlussfolgerung zur Bedeutung des oberirdischen Eintrags von Nährstoffen auf den Vechtaer Moorbach getroffen werden, zumal die durchschnittliche Niederschlagsmenge 2013 mit 17,00 mm unter der von 2014 mit 28,13 mm liegt, die Werte der Nitrat-N-Messungen 2014 aber geringer ausfallen als im Jahr 2013.

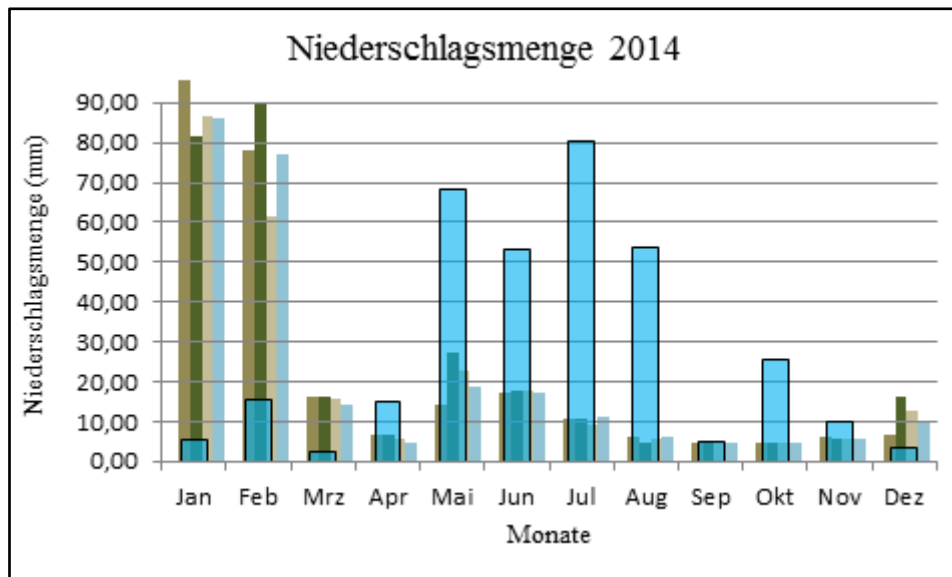


Abb. 98: Monatliche Niederschlagsmenge in mm im Jahr 2014. Im Hintergrund sind die Nitrat-N-Konzentrationen aus dem Jahr 2013 an den Probenstellen 1 bis 4 dargestellt (vgl. Kapitel 5.3, Abb. 91).

Es ist aber auf jeden Fall festzuhalten, dass die Nitrat-N-Konzentrationen während der Monate Juni bis September sowohl 2013 als auch 2014 sehr niedrig sind, was genau der Zeitspanne entspricht, in der die Maispflanze Trockensubstanz bildet und dadurch die höchste Stickstoffaufnahme verzeichnet (vgl. Kapitel 2.4.1, Abb. 23). Natürlich muss berücksichtigt werden, dass Nitrat-Stickstoff an der Oberfläche kaum fixiert wird und auch im Boden sehr leicht löslich ist und somit im Gegensatz zu Ortho-Phosphat-P schnell mit dem Sickerwasser in das Grundwasser gelangt (Stahr et al. 2010). Dies konnte auch mittels Korrelationsberechnungen zwischen den bekannten Nährstoffparametern und den angrenzenden Grundwasserpegelmessstellen festgehalten werden: Für Ammonium-N gab es keine Zusammenhänge, bei Nitrat-N gab es signifikant positive Korrelationen, die als mittel bezeichnet werden können und für Ortho-Phosphat-P konnte eine signifikant negative Korrelation ermittelt werden (Anhang VIII). Da Ammonium-N auch im Boden durch Mikroorganismen zu Nitrat-N abgebaut wird, bestehen für jene Stickstoffparameter wohl keine Zusammenhänge zum Pegelstand des Grundwassers. Der vorherrschende Bodentyp Gley im Bereich der Probenstellen 1 bis 4 (AGL Ingenieure und Biologen für Umwelt und Infrastruktur 2004) unterstreicht die Bedeutung der Grundwassereinflüsse auf den Moorbach (Blum 2012) und somit den Eintragspfad von Nitrat-N in das Untersuchungsgewässer (Hamm 1996b). Eine überschüssige Düngung soll vonseiten der Landwirtschaft mithilfe sogenannter Bedarfsvorhersagen reduziert werden, da Nitrat-N im Boden aber stark beweglich ist, ist diese nur schwierig korrekt zu berechnen (Zscheischler et al. 1979). Laut Feldwisch & Frede (1999) sind die häufigsten Grenzwertüberschreitungen der Nitrat-N-Messwerte im Grundwasser in

landwirtschaftlichen Intensivgebieten zu verzeichnen, die aber seit Ende der 1980er Jahre stagnieren. Dies ist unter anderem ein Verdienst der eingeführten Düngemittelverordnungen, die festlegen, dass „Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff [...] zu den nachfolgend genannten Zeiten nicht aufgebracht werden [dürfen]: 1. Auf Ackerland vom 1. November bis 31. Januar, 2. Auf Grünland vom 15. November bis 31. Januar“ (Bundesministerium der Justiz 2009, S. 5). Im Wasserschutzgebiet „Vechta/Holzhausen“ ist die Ausbringung von Dünger bereits ab dem Zeitpunkt der Ernte der letzten Hauptfrucht bzw. spätestens ab dem 16. September untersagt (pers. Mitt. Bellers, Landwirtschaftskammer Vechta). Diese Regelungen erscheinen als durchaus sinnvoll, zumal die Stickstoffauswaschung im Herbst/Winter aufgrund der häufig vegetationsfreien Felder vier- bis fünfmal höher ist als bei einer Frühjahrsdüngung (Vetter & Steffens 1981). Die Auswaschung auf Grünland ist dementsprechend geringer (Vetter & Steffens 1981). Dies gilt auch für den Nährstoff Ortho-Phosphat-P, obwohl 1983 noch kein düngemittelspezifischer Austrag gemessen werden konnte (Blankenburg 1983) und Phosphat allgemein als unbeweglich im Boden gilt (Vetter & Steffens 1981). Da aber über Jahrzehnte eine regelmäßige Düngung erfolgte, sind die agrarisch genutzten Standorte unter anderem im Oldenburger Land (wozu auch die Region Vechta zählt) mit einer guten Phosphat-Versorgung gekennzeichnet, die dann langfristig auch zu einer Auswaschung in die Gewässer führt (Stahr et al. 2010). „In viehstarken Gebieten [, wie Vechta es ist,] sind nicht selten hohe Flächenanteile unnötig stark mit Phosphat angereichert, was zu einer Erhöhung der Phosphatverfrachtung bei Erosion führt“ (Vetter & Steffens 1981, S. 263 ff.). Zusätzlich gelangt Ortho-Phosphat-P schneller ins oberflächennahe Grundwasser und somit auch in den Vechtaer Moorbach, wenn humusreiche Böden wie beispielsweise Podsole vorliegen (Vetter & Steffens 1981). Jener Boden ist vor allem in den an das Moor angrenzenden Bereichen wiederzufinden (AGL Ingenieure und Biologen für Umwelt und Infrastruktur 2004) und betrifft vor allem die Zuläufe A, B und D der Untersuchungsreihe, die mitunter die höchsten Belastungen durch Ortho-Phosphat-P aufweisen (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 67). Ein eindeutiger Beleg dafür, dass die hohen Ortho-Phosphat-P-Konzentrationen nicht ausschließlich auf die landwirtschaftlichen Strukturen zurückzuführen sind und die Zunahme der Maisanbauflächen diese nicht wesentlich beeinflusst hat. Darüber hinaus kann festgehalten werden, dass seit den Untersuchungen des NLWKN 1989/1991 in der Nährstoffkonzentration des Wassers im Revitalisierten Agrarbereich keine gravierenden Veränderungen aufgetreten sind (vgl. Kapitel 5.4, Anhang III), womit eine zusätzliche

Belastung des Gewässers durch Nitrat-Stickstoffe aufgrund der “Vermaisung“ ebenfalls ausgeschlossen werden kann. Allerdings sind die sehr hohen Ammonium-N-Konzentrationen in den Zuläufen des Vechtaer Moorbachs bis jetzt noch ungeklärt. Zwar macht Ammonium-N einen Anteil von 50-70 % der organischen Düngemittel aus (Schinner & Sonleitner 1997), aber es wird zum überwiegenden Teil über die Zwischenstufe Nitrit-N zu Nitrat-N oxidiert (Stahr et al. 2010). Der Verlauf des Vechtaer Moorbachs ist im Revitalisierten Agrarbereich durch Gleyböden geprägt (AGL Ingenieure und Biologen für Umwelt und Infrastruktur 2004), die diesen Prozess unterstützen (Blum 2012). Wie bereits erwähnt, liegen keine Korrelationen zwischen dem Grundwasserpegel, der Niederschlagsmenge und der Ammonium-N-Konzentration vor. Und die Konzentrationen von Ammonium-N und Nitrat-N korrelieren (nicht signifikant) negativ miteinander (Anhang VIII). Das bedeutet, dass der Ammonium-N-Eintrag nicht ausschließlich durch landwirtschaftliche Düngevorgänge erklärt werden kann. Die mit Abstand höchsten Belastungen durch Ammonium-N wurden in den Zuläufen A, B und D gemessen (vgl. Kapitel 4.4, Abb. 64). Der in diesen Bereichen vorliegende Podsolboden (AGL Ingenieure und Biologen für Umwelt und Infrastruktur 2004) ist sauer, nährstoffarm und neigt zur Auswaschung (Blum 2012). In sauren Böden ist zudem der Abbauprozess von Ammonium-N zu Nitrat-N gestört (Stahr et al. 2010), womit die hohen Werte an diesen Stellen durchaus doch durch landwirtschaftlich bedingte Düngung verursacht werden können. Aber auch für Ammonium-N ist festzuhalten, dass sich die Konzentrationen im Vechtaer Moorbach im Revitalisierten Agrarbereich in den letzten 25 Jahren nicht verschlechtert haben, sodass kein zusätzlicher negativer Einfluss durch die “Vermaisung“ auf das Gewässer besteht. Ein ganz anderer Untersuchungsansatz wäre die Überprüfung des Einflusses von Zugvögeln auf den ökologischen Zustand von Gewässern. Für das Beispiel des Vechtaer Moorbachs spielt der Kranich eine besondere Rolle. Seit der teilweisen Wiedervernässung des angrenzenden Goldenstedter Moores ist dieses Gebiet in den letzten 15 Jahren zum Rastplatz tausender Kraniche geworden¹⁸. Im Herbst 1999 wurden lediglich 32 Tiere gezählt, bis 2014 stieg die Zahl kontinuierlich auf 21.290 Vögel¹⁸. Die Bestandszählungen der Frühjahrszüge betragen im Durchschnitt 500 bis 1.300 Tiere (pers. Mitt. Schürsted, NABU Ortsgruppe Vechta). Da die Zählungen sowohl im Frühjahr, als auch im Herbst immer beim Einflug in die sogenannten Schlafgewässer

¹⁸<http://www.niz-goldenstedt.de/tierwelt/11-kraniche-viedervern%C3%A4sser-rastplatz.html>, letzter Aufruf: 16.12.2015, 10.30 Uhr.

durchgeführt werden, sind Aussagen zum Nahrungsrevier der Kraniche nur bedingt möglich (pers. Mitt. Schürsted, NABU Ortsgruppe Vechta). Um die Rastvogelbestände im Hinblick auf die Stickstoff-Depositionen und deren Einfluss auf den chemischen Zustand des Vechtaer Moorbachs zu diskutieren, müssten weitere Erfassungen zur Raumausnutzung nahrungssuchender Kraniche erfolgen. Ein relevanter Anstieg der Stickstoffparameter im betreffenden Revitalisierten Agrarbereich in den Monaten Oktober und November (Hauptrastzeit der Kraniche), der womöglich auf die stickstoffhaltigen Exkremente der Zugvögel zurückzuführen ist (Hickman et al. 2008), ist nicht erkennbar (Abb. 99).

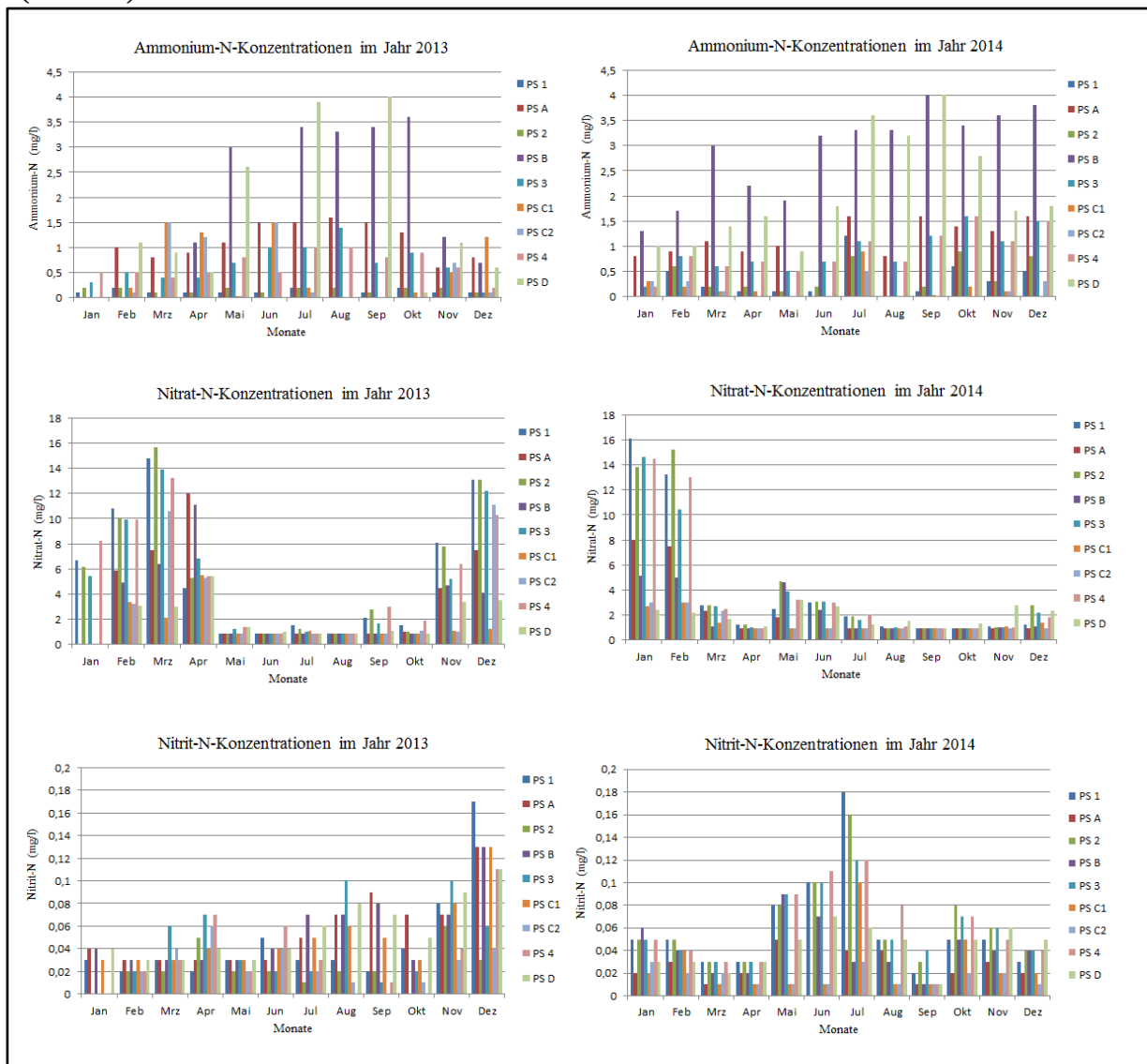


Abb. 99: Die Konzentrationen der untersuchten Stickstoffparameter in den Jahren 2013 und 2014 an den Probenstellen im Revitalisierten Agrarbereich.

Damit kann festgehalten werden, dass die Belastungen des Vechtaer Moorbachs durch die Parameter Ammonium-N, Nitrat-N und Ortho-Phosphat-P anhand der vorliegenden

Untersuchungen weder auf die Zunahme der Maisanbauflächen in den letzten 20 Jahren noch auf die Ausweitungen der Kranichzahlen in den vergangenen 15 Jahren zurückzuführen sind. Dies schließt aber die allgemeinen Einflüsse der Landwirtschaft in der Region Vechta auf den ökologischen Zustand des Moorbachs nicht gänzlich aus, zumal die Flächen im Einzugsgebiet seit langer Zeit landwirtschaftlich genutzt werden (vgl. Kapitel 2.3.2). Das Grundproblem dieser Arbeit liegt zudem in den zwei stark unterschiedlichen Erhebungsjahren. Beispielsweise verteilen sich die Niederschlagsmengen 2013 und 2014 sehr verschiedenen über das Jahr, sodass gar keine eindeutige Ursache-Wirkungs-Beziehung herausgestellt werden kann. Eine Folgeuntersuchung über weitere fünf Jahre könnte das Aufdecken entsprechender Korrelationen ermöglichen.

5.6 Erfolgreiche Renaturierung? Ein Fazit zum Projekt Vechtaer Moorbach

Die Erhebungen zeigen nachdrücklich, dass die ersten Ansätze im Rahmen der umfangreichen Renaturierungsmaßnahmen eindeutig in der richtigen Region, und zwar im Revitalisierten Agrarbereich ansetzen, zumal dort die Belastungen durch Nährstoffeinträge am höchsten sind. Vergleichsweise lassen die ausgedehnten Renaturierungsausführungen an der Emscher und der Lippe (Semrau et al. 2011) auch für den Vechtaer Moorbach positive Prognosen zu. Denn Emscher und Lippe zählen wie der Moorbach zu den erheblich veränderten Gewässern und „der Umbau der Schmutzwasserläufe im Emscher- und Lippegebiet zeigt [...] Erfolge in allen Teilbereichen [und] an vielen Stellen kann sogar der [gute ökologische Zustand] erreicht werden“ (Semrau et al. 2011, S. 100). Aufgrund der oftmals sehr starken strukturellen Veränderungen werden ebenjene Flussläufe nur zögerlich renaturiert und untersucht (Hering et al. 2011), sodass sowohl die revitalisierenden Ausführungen als auch die umfassenden Untersuchungen des Vechtaer Moorbachs als Beispiel für ähnliche Gewässer genutzt werden können. Das Ziel eines guten ökologischen Zustands ist aufgrund der Stärke der Strukturschäden nicht innerhalb kürzester Zeit zu erreichen und macht die Zusammenarbeit von Wasserbauingenieuren, Hydrologen und Biologen unabdingbar (Schwoerbel & Brendelberger 2005), wie es auch im Projekt Vechtaer Moorbach gehandhabt wurde. Ohne einen entsprechend guten morphologischen Grundzustand des Moorbachs können auch die anderen untersuchten

Bewertungsebenen - chemisch / physikalische Parameter und das Makrozoobenthos - keine deutlichen Verbesserungen erfahren. Gewässerbegleitende Flächen sollten zur Verfügung gestellt werden (Jähning et al. 2011), damit der Vechtaer Moorbach durch mehr Eigendynamik zunehmend naturnahe Strukturen entwickeln kann. Die Maßnahmen, die durch die Anlage einer Sekundäraue im Bereich der Probenstelle 3 realisiert wurden und hinsichtlich der Strukturentwicklung zukunftsweisende Erfolge abzeichnen, lassen darauf hoffen, dass sich der Vechtaer Moorbach bei weiteren Vorhaben dieser Art zukünftig stärker regenerieren kann. Zudem haben bachbegleitende Auen als natürliche Hochwasserspeicher und Nährstofffilterer eine herausragende Bedeutung für das Ökosystem Fließgewässer (Koenzen 2005). Dies gilt vor allem bei Bächen im Flachland, die aufgrund der geringen Strömung natürlicherweise Mäanderstrukturen entwickeln, die wiederum Auen entstehen lassen würden (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Eine naturnahe Aue ist durch temporäre Überflutungen gekennzeichnet, die Erosion, Sedimentation und Nährstoffzufuhr mit sich bringen (Niemeyer-Lüllwitz & Zucchi 1985) und ist somit auf die Eigendynamik des Gewässers angewiesen (Koenzen 2005). Eine ähnliche Renaturierungsmaßnahme, wie sie am Vechtaer Moorbach an Probenstelle 3 erfolgt ist, zeigt an der Berkelaue in Nordrhein-Westfalen nahe Münster bereits, dass die Kombination aus der Bereitstellung einer Wiedervernässungsfläche und natürlicher Sukzession die Biodiversität gravierend steigern kann (Brockmann-Scherwaß 2007). Darüber hinaus zeigt eine Untersuchung bezüglich des Eintragsrisikos chemischer Pflanzenschutzmittel in Abhängigkeit der Breite des Gewässerrandstreifens, dass das Risiko des Eintrags bei einem Randstreifen von 3,00 m um 60,94 % und bei einer Streifenbreite von 30,00 m um 93,66 % reduziert werden kann (Sieber 2004). Jene Ergebnisse bekräftigen durchaus die Anlage der Sekundäraue am Vechtaer Moorbach mit einer durchschnittlichen Ausdehnung von 30,00 m. Im Rahmen dieser Arbeit und durch den Vergleich mit anderen Revitalisierungsprojekten wird deutlich, wie umfangreich eine sinnvolle, strukturelle Renaturierung, also die Rückkehr des Gewässers zu einem naturnahen Zustand ist (Schwoerbel & Brendelberger 2005). Die Renaturierungsmaßnahmen, die bis jetzt punktuell durchgeführt wurden, müssten an weiteren Stellen des Vechtaer Moorbachs wiederholt werden, um gemeinsam das ökologische Potenzial des Gewässers aufzuwerten. Andernfalls ist eine ganzheitliche naturnahe Entwicklung kaum möglich (Lüderitz & Jüpner 2009). Erfreulicherweise ist es der Stadt Vechta in Kooperation mit der Hase-Wasseracht und Anliegern erneut gelungen, einen großen Flächenpool am Vechtaer Moorbach zusammenzustellen. Dieser befindet

sich bachabwärts zwischen dem Revitalisierten Agrarbereich und dem Rückstaubereich (pers. Mitt. Ortland, Stadt Vechta). Die Planungen sehen weitere Aue-Bereiche und Mäanderstrukturen vor. Des Weiteren könnte generell durch einen größeren Baumbestand entlang des gesamten Vechtaer Moorbachs aufgrund des damit reduzierten Lichteinfalls das Verhältnis zwischen Produktion und Respiration verbessert werden (Schönborn 1996), sodass die saprobiellen Gewässerbelastungen reduziert werden. Zudem kann die Entwicklung eines Gehölz- und Bewuchssaumes laut dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (2012) eine zusätzliche Verringerung der Nährstoffbelastung herbeiführen. Zumal die Nährstoffbelastung noch zu hoch ist und nicht ausschließlich mittels der neu gestalteten Dränvorfluter reduziert werden kann. Sogenannte Strahlwirkungen (Jähning et al. 2011), die ausgehend von der Probenstelle 3 auf den weiteren Bachverlauf aufwertende Wirkungen haben, sind ebenfalls noch nicht festzustellen. Dies wird vermutlich zum einen in der reduzierten Fließgeschwindigkeit und der damit verbundenen geringen Drift und zum anderen in dem tendenziell schwachen Arteninventar begründet liegen. So lautet auch das Resümee der Erfolgskontrollen drei organisch geprägter Tieflandbäche in Nordrhein-Westfalen, die vier bis zwölf Jahre nach ihrer Renaturierung untersucht wurden (Lorenz & Januschke 2011).

Allgemein kann festgehalten werden, dass im Falle des Vechtaer Moorbachs, die positiven Effekte der Renaturierungsmaßnahmen infolge ackerbaulicher Nutzung der direkt angrenzenden Flächen und der damit verbundene hohe Nährstoffeintrag nur gering ausfallen (Bissels et al. 2006). Trotz der bis jetzt nur schwachen positiven Veränderungen des Moorbachs bezüglich des ökologischen Zustands, sollte eine erneute Untersuchung in naher Zukunft durchgeführt werden. Wie die einseitig angelegten Maßnahmen an Probenstelle 8, die ebenfalls mit einer Verbreiterung des Gewässerrandstreifens einhergehen, zeigen, benötigt die Natur längere Zeitabstände um mittels natürlicher Sukzession und anthropogen unbeeinflusst den Weg zu einem naturnahen Zustand zurückzufinden.

6. Literaturverzeichnis

6.1 Allgemeine Literatur

- AGL Ingenieure und Biologen für Umwelt und Infrastruktur (2004). - Vechtaer Moorbach - Hochwasserschutzmaßnahmen. Umweltverträglichkeitsstudie, Bremen.
- Arle, J.; Wagner, F. (2011). - Die Bedeutung der Gewässerstruktur für das Erreichen des guten ökologischen Zustands in den Fließgewässern des Freistaates Thüringen. In: Jähning, S.; Hering, D.; Sommerhäuser, M. (Hrsg.). Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen. EG-Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 208–233.
- ASTERICS (2013). - Software Handbuch ASTERICS - einschließlich Perlodes. Deutsches Bewertungssystem auf Grundlage des Makrozoobenthos. (<http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/berechnung/>, letzter Aufruf: 07.01.2016, 12.00 Uhr.)
- Barndt, G.; Bohn, B.; Köhler, E. (1989). - Biologische und chemische Gütebestimmung von Fließgewässern. In: Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (Hrsg.). Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Bonn.
- Baumgart, H.-C.; Jürging, P.; Konold, W.; Patt, H.; Podraza, P.; Schackers, B.; Schumacher, W. (2005). - Mensch und Fließgewässer. In: Jürging, P.; Patt, H. (Hrsg.). Fließgewässer-und Auenentwicklung. Grundlagen und Erfahrungen. Springer, Berlin, S. 47–121.
- Baur, W. H. (1998). - Gewässergüte bestimmen und beurteilen. Parey, Berlin.
- Bezirksregierung Weser-Ems (2005). - Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Oberflächengewässer Bearbeitungsgebiet Hase. Bezirksregierung Weser-Ems, Cloppenburg.
- Bissels, S.; Donath, T. W.; Hölzel, N.; Handke, K.; Harnisch, M.; Otte, A. (2006). - Renaturierung von Stromtalwiesen am hessischen Oberrhein. Ergebnisse eines E+E-Vorhabens des Bundesamtes für Naturschutz. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Blankenburg, J. (1983). - Göttinger Bodenkundliche Berichte 78. Selbstverlag der Anstalten für Bodenkunde der Universität Göttingen, Göttingen.
- Blum, W. (2012). - Bodenkunde in Stickworten. Gebr. Borntraeger, Stuttgart.

- Böckmann, R. (2002). - Die Diepholzer Moorniederung. In: Förderverein Goldenstedter Moor e.V. (Hrsg.). Goldenstedt - Ein Fenster zur Diepholzer Moorniederung. Hallerstedte und Wagner, Goldenstedt, S. 15–32.
- Boeters, H. D. (1998). - Mollusca: Gastropoda: Rissooidea. In: Schwoerbel, J.; Zwick, P. (Hrsg.). Süßwasserfauna von Mitteleuropa. 5/1-2. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Bohne, A. (2008). - Vorbereitende Planung zur Installation des Flächenpools Moorbachtal. Planung im Auftrag der Stadt Vechta.
- Bohne, A. (2012). - Pflege- und Entwicklungsplan Flächenpool Vechtaer Moorbach. Planung im Auftrag der Stadt Vechta.
- Brockmann-Scherwaß, U. (2007). - Renaturierung der Berkelaue. Ergebnisse eines Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens im Kreis Borken. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Bundesministerium der Justiz (2009). - 10. Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen.
- Burberg, P.-H.; Siedhoff, K.; Wiemers, H. (1990). - Gewässerschutzprogramme für landwirtschaftliche Intensivgebiete. Maßnahmen, Verfahren, Durchführung. Institut für Siedlungs- u. Wohnungswesen, Münster.
- Busch, N. (2006). - Hydrologische Grundlagen der Stauregelung von Flüssen. In: Müller, D.; Schöl, A.; Bergfeld, T.; Strunck, Y. (Hrsg.). Staugeregelte Flüsse in Deutschland. Wasserwirtschaftliche und ökologische Zusammenhänge. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 19–33.
- Dahl, H.-J.; Jürging, P.; Patt, H. (2005). - Fließgewässerentwicklung - Historie, Ziele. In: Jürging, P.; Patt, H. (Hrsg.). Fliessgewässer-und Auenentwicklung. Grundlagen und Erfahrungen. Springer, Berlin, S. 123–151.
- Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (1996). - Aussagekraft von Gewässergüteparametern in Fließgewässern. Parey, Hamburg.
- Dierßen, K.; Dierßen, B. (2008). - Moore. Ulmer, Stuttgart.
- Eiseler, B. (2005). - Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. Lauterbornia. Internationale Zeitschrift für Faunistik und Floristik der Binnengewässer Europas, Heft 53.
- Feld, C. (2005). - Limnologie aktuell. Typologie, Bewertung, Management von Oberflächengewässern. Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

- Feldwisch, N.; Frede, H.-G. (1999). - Stoffeinträge in Gewässer aus der Landwirtschaft. In: Frede, H.-G.; Dabbert, S. (Hrsg.). Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. ecomed, Landsberg, S. 4–21.
- Frimmel, F. H. (1999). - Wasser und Gewässer. Ein Handbuch. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Fröhlich, K.-D.; Irmer, H. (2005). - Rechtliche Grundlagen. In: Jürging, P.; Patt, H. (Hrsg.). Fließgewässer-und Auenentwicklung. Grundlagen und Erfahrungen. Springer, Berlin, S. 153–190.
- Glöer, P.; Meier-Brook, C. (2003). - Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg.
- Gömann, H. (2001). - GAP zwischen Ökonomie und Politik. Sozialökonomische Beurteilung agrarpolitischer Massnahmen der Agenda 2000 und des amerikanischen FAIR-Act. Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie, Bonn.
- Gruner, H.-E. (1965). - Krebstiere oder Crustacea. Isopoda. In: Dahl, M.; Peus, F. (Hrsg.). Die Tierwelt Deutschlands. Gustav Fischer, Jena.
- Gunkel, G. (1996). - Grundlagen der Limnologie ausgebauter und renaturierter Gewässer. In: Gunkel, G. (Hrsg.). Renaturierung kleiner Fließgewässer. G. Fischer, Jena, S. 64–139.
- Günther, H.; Schuster, G. (2000). - Verzeichnis der Wanzen Mitteleuropas. (Insecta: Heteroptera). Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins e.V. Supplement 7, Frankfurt am Main.
- Hamm, A. (1996a). - Wie und woher kommen die Nährstoffe in die Flüsse? In: Kausch, H.; Lozán, J. L. (Hrsg.). Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. Wissenschaftliche Fakten. Parey, Berlin, S. 105–109.
- Hamm, A. (1996b). - Stoffeinträge aus dem Einzugsgebiet. In: Gunkel, G. (Hrsg.). Renaturierung kleiner Fließgewässer. G. Fischer, Jena, S. 56–64.
- Hase-Wasseracht (1966). - Baureifer Entwurf für den Ausbau des Vechtaer Moorbaches vom Fladderkanal bis zum Bahndurchlass in Vechta. Erläuterungsbericht. Ingenieurbüro für Wasserwirtschaft Wersche, Westerstede, Hüllstede.
- Hase-Wasseracht (1973). - Entwässerung im Niederschlagsgebiet des Vechtaer Moorbaches oberhalb Vechta. Rahmenentwurf. Ingenieurbüro Wersche, Oldenburg, Westerstede.

- Hase-Wasseracht (1976). - Plangenehmigungsverfahren zum Ausbau des Vechtaer Moorbaches von der Kläranlage bis zum Bahndurchlass in Vechta. Erläuterungsbericht. Ingenieurbüro Wersche, Oldenburg, Westerstede.
- Hase-Wasseracht (1986). - Rahmenentwurf für den Hochwasserschutz der Stadt Vechta, ohne See. Erläuterungsbericht. Ingenieurbüro Börjes & Partner, Westerstede.
- Hase-Wasseracht (1988). - Entwurf zur Sanierung des Vechtaer Moorbachs von der Kläranlage in Vechta bis zum Bahndurchlass. Erläuterungsbericht. Wasserwirtschaftsamt Cloppenburg, Cloppenburg.
- Hase-Wasseracht (1992). - Unterhaltungsrahmenplan Gewässer II. Ordnung Nr. 16 Vechtaer Moorbach. Gewässerkataster, Cloppenburg.
- Hase-Wasseracht (2004). - Gutachterliche Stellungnahme zur geplanten Sohlengleite an der Wassermühle Stadt Vechta. Büro für angewandte Limnologie und Landschaftsökologie, Suhlendorf.
- Heidemann, H.; Seidenbusch, R. (2002). - Die Libellenlarven Deutschlands. Handbuch für Exuviansammler. In: Dahl, F. (Hrsg.). Die Tierwelt Deutschlands. Goecke & Evers, Keltern.
- Hellbernd, F.; Kuropka, J. (1993). - Geschichte der Stadt Vechta in Bildern, Plänen und Urkunden. Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta.
- Hering, D.; Jähning, S.; Sommerhäuser, M. (2011). - Fließgewässer-Renaturierung morgen: Zusammenfassende Bewertung und Handlungsempfehlungen. In: Jähning, S.; Hering, D.; Sommerhäuser, M. (Hrsg.). Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen. EG-Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 273–279.
- Hickman, C. P.; Roberts, L. S.; Larson, A.; L'Anson, H.; Eisenhour, D. J. (2008). - Zoologie. Pearson Studium, München.
- Hilscher, J. E. (1840). - Dichtungen, Pesth.
- Hölzel, H.; Weißmair, W.; Speidel, W. (2002). - Insecta: Megaloptera, Neuroptera, Lepidoptera. In: Schwoerbel, J.; Zwick, P. (Hrsg.). Süßwasserfauna von Mitteleuropa. 15,16,17. Spektrum Akademischer Verlag; Gustav Fischer, Heidelberg, Stuttgart.
- Hölzel, N.; Rebele, F.; Rosenthal, G.; Eichberg, C. (2009). - Ökologische Grundlagen und limitierende Faktoren der Renaturierung. In: Zerbe, S.; Wiegand, G. (Hrsg.). Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, S. 23–54.

- Höne, H. (2011). - Wasserrechtsantrag zur ökologischen Auenentwicklung am Gewässer II. Ordnung. Erläuterungsbericht und Berechnungen. Wasser- und Bodenverband Hase-Wasseracht, Cloppenburg.
- Höpner, T. (1996). - Die Ems - der kleine Tieflandstrom. In: Kausch, H.; Lozán, J. L. (Hrsg.). Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. Wissenschaftliche Fakten. Parey, Berlin, S. 52–58.
- Jähning, S.; Sommerhäuser, M.; Hering, D. (2011). - Fließgewässer-Renaturierung heute: Zielsetzungen, Methodik und Effizienzkontrolle. In: Jähning, S.; Hering, D.; Sommerhäuser, M. (Hrsg.). Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen. EG-Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 1–6.
- Kail, J.; Wolter, C. (2011). - Die deutschen Maßnahmenprogramme zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Fließgewässern: Maßnahmen-Schwerpunkte, potenzielle ökologische Wirkung und Wissensdefizite. In: Jähning, S.; Hering, D.; Sommerhäuser, M. (Hrsg.). Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen. EG-Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 251–271.
- Kairies, E.; Dahlmann, I. (1995). - Fließgewässerrenaturierung in Niedersachsen. Grundlagen und Erfahrungen. In: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.). Fließgewässerrenaturierung in der Praxis. Expertenkolloquium, Hildesheim, S. 61–70.
- Katasteramt Vechta (1900). - Erste topographische Karte von Vechta. Katasteramt Vechta, Vechta.
- Katholische Kirchengemeinde Lutten (1979). - Lutten. Kirchweihjubiläum 1979 und Beiträge zur Geschichte. Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta.
- Kirchesch, V.; Bergfeld, T.; Müller, D. (2006). - Auswirkungen der Stauregelung auf den Stoffhaushalt und die Trophie von Flüssen. In: Müller, D.; Schöl, A.; Bergfeld, T.; Strunck, Y. (Hrsg.). Staugeregelte Flüsse in Deutschland. Wasserwirtschaftliche und ökologische Zusammenhänge. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 59–78.
- Klausnitzer, B. (2009). - Insecta: Coleoptera: Scirtidae. In: Schwoerbel, J.; Zwick, P. (Hrsg.). Süßwasserfauna von Mitteleuropa. 20/17. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Klohn, W. (1990). - Stadt Vechta: Entwicklung und Strukturen einer Moorpassstadt. In: Klohn, W. (Hrsg.). Vechtaer Studien zu Angewandten Geographie und

- Regionalwissenschaft. Exkursionen zur Siedlungs- und Wirtschaftsgeographie in Nordwestdeutschland. Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta, S. 53–70.
- Koenzen, U. (2005). - Fluss- und Stromauen in Deutschland: Typologie und Leitbilder. Ergebnisse des F+E-Vorhabens "Typologie und Leitbildentwicklung für Flussauen in der Bundesrepublik Deutschland" des Bundesamtes für Naturschutz. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Kratz, R.; Pfadenhauer, J. (2001). - Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung. Ulmer, Stuttgart (Hohenheim).
- Lacombe, J. (1999). - Grundlagen der Gewässerstrukturgütekartierung. In: Zumbroich, T.; Müller, A.; Friedrich, G. (Hrsg.). Strukturgüte von Fließgewässern. Grundlagen und Kartierung. Springer, Berlin, S. 21–43.
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (2012). - Beurteilung der physikalisch-chemischen Bedingungen der Fließgewässer Schleswig-Holsteins und Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffbelastung, Flintbek.
- Landwirtschaftskammer Weser-Ems (1972). - Agrarstrukturelle Vorplanung. Landkreis Vechta. Landbauaußenstelle, Bramsche.
- Le Coq (1805). - Karte des Herzogtums Oldenburg.
- Lorenz, A.; Januschke, K. (2011). - Die Wirkung von Renaturierungsmaßnahmen auf die Makrozoobenthos-, Fisch- und Makrophytenzönose dreier organischer Tieflandgewässer in NRW. In: Jähning, S.; Hering, D.; Sommerhäuser, M. (Hrsg.). Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen. EG-Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 7–21.
- Lüderitz, V.; Jüpner, R. (2009). - Renaturierung von Fließgewässern. In: Zerbe, S.; Wiegand, G. (Hrsg.). Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, S. 95–121.
- Lütke Entrup, N.; Wolf, R.; Kratzer, I. (1993). - Umweltkritische Bereiche des Maisanbaus. Untersuchungen und Erhebungen aus der Praxis des Maisanbaus in der Bundesrepublik Deutschland. Verlag Dr. Kovač, Hamburg.
- Lütke Entrup, N.; Zerhusen, P. (1992). - Mais und Umwelt. Eine Studie über die Umweltverträglichkeit des Maisanbaus; Probleme und Lösungsansätze. Verlag Dr. Kovač, Hamburg.
- Madsen, B. L.; Tent, L. (2000). - Lebendige Bäche und Flüsse. Praxistipps zur Gewässerunterhaltung und Revitalisierung von Tieflandgewässern. Edmund-Siemers-Stiftung, Hamburg.

- Meier, C., Haase, P., Rolauffs, P., Schindehütte, K., Schöll, F., Sundermann, A., Hering, D. (2006). - Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung. Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie. (<http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/handbuch/>, letzter Aufruf: 07.01.2016, 11.55 Uhr.)
- Miedaner, T. (2014). - Mais - Goldene Ernte. In: Miedaner, T. (Hrsg.). Kulturpflanzen. Botanik - Geschichte - Perspektiven. Springer, Berlin, Heidelberg, S. 151–181.
- Morlok, W. (2002). - Der Landkreis Vechta - Genehmigungsbehörde für den Torfabbau. In: Förderverein Goldenstedter Moor e.V. (Hrsg.). Goldenstedt - Ein Fenster zur Diepholzer Moorniederung. Hallerstede und Wagner, Goldenstedt, S. 62–70.
- Müller, A.; Schöl, A.; Bergfeld, T.; Strunck, Y. (2006). - Morphologische Grundlagen. In: Müller, D.; Schöl, A.; Bergfeld, T.; Strunck, Y. (Hrsg.). Staugeregelte Flüsse in Deutschland. Wasserwirtschaftliche und ökologische Zusammenhänge. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 35–44.
- Nagel, P. (1989). - Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien. Makrozoobenthos. Fischer, Stuttgart, New York.
- Nesemann, H.; Neubert, E. (1999). - Annelida, Clitellata. Branchiobdellida, Acanthobdellaea, Hirudinea. In: Schwoerbel, J.; Zwick, P. (Hrsg.). Süßwasserfauna von Mitteleuropa. 6/2. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (2000). - Regionaler Strukturgütebericht der NLWK-Betriebsstelle Cloppenburg, Cloppenburg.
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2006). - Gewässergütebericht Aller / Quelle 2004. Oberirdische Gewässer Band 25, Braunschweig.
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2007). - Wichtige Wasserbewirtschaftungsfragen in Niedersachsen und Bremen für die Einzugsgebiete von Elbe, Weser, Ems und Vechte/Rhein, Bremen.
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2012). - Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Niedersachsen. Merkblatt zum Maßnahmen begleitenden Monitoring. Biologische Erfolgskontrollen hydromorphologischer Maßnahmen an Fließgewässern, Hannover.
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2014). - Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN). Nährstoffe in niedersächsischen

- Oberflächengewässern. Stickstoff und Phosphor. Oberirdische Gewässer Band 35, Hannover.
- Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (2001). - Gewässerstrukturgütekartierung in Niedersachsen. Detailverfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer, Hildesheim.
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2012). - Biogas in Niedersachsen. Entwicklung, Stand und Perspektiven, Hannover.
- Niemeyer-Lüllwitz, A.; Zucchi, H. (1985). - Fließgewässerkunde. Ökologie fließender Gewässer unter besonderer Berücksichtigung wasserbaulicher Eingriffe. Diesterweg, Frankfurt am Main, München.
- Nordlohne, P.; Bechly, A. (2013). - Durchführung von Auenentwicklungsmaßnahmen im Flächenpool Vechtaer Moorbach. Planung im Auftrag der Stadt Vechta.
- Patt, H.; Jürging, P.; Kraus, W. (2011). - Naturnaher Wasserbau. Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. Springer, Berlin.
- Pottgießer, T.; Sommerhäuser, M. (2008). - Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen. Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätselemente. Umweltbundesamt LAWA, Essen.
- Rasper, M. (2001). - Morphologische Fließgewässertypen in Niedersachsen. Leitbilder und Referenzgewässer. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hannover.
- Rathaus Goldenstedt (1898). - Königlich Preussische Landesaufnahme, Reichsamt für Landesaufnahmen.
- Reich, M.; Rüter, S. (2011). - Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft. Ergebnisse eines Forschungsvorhabens. Cuvillier, Göttingen.
- Reynoldson, T. B.; Young, J. O. (2000). - Key to the freshwater triclads of Britain and Ireland, with notes on their ecology. Freshwater Biological, Ambleside, Cumbria.
- Rohwer, A. (2010). - Die gemeinsame Agrarpolitik der EU - Fluch oder Segen? ifo Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München 63, 3/2010, S. 27–36.
- Salva, J. (2001). - Maßnahmenkonzept zur Revitalisierung eines Teilstücks des Vechtaer Moorbachs im Bereich des Flächenpools der Stadt Vechta. Planung im Auftrag der Stadt Vechta.

- Schaefer, M. (2002). - Brohmer - Fauna von Deutschland. Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt. Quelle & Meyer, Heidelberg.
- Schellenberg, A. (1942). - Krebstiere oder Crustacea. Flohkrebse oder Amphipoda. In: Dahl, M.; Bischoff, H. (Hrsg.). Die Tierwelt Deutschlands. Gustav Fischer, Jena.
- Schinner, F.; Sonnleitner, R. (1997). - Pflanzenschutzmittel, Agrarhilfsstoffe und organische Umweltchemikalien. Springer, Berlin.
- Schönborn, W. (1992). - Fließgewässerbiologie. Fischer, Jena, Stuttgart.
- Schönborn, W. (1996). - Fließgewässer von der Quelle bis zur Mündung. In: Kausch, H.; Lozán, J. L. (Hrsg.). Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. Wissenschaftliche Fakten. Parey, Berlin, S. 1–5.
- Schönborn, W. (2003). - Lehrbuch der Limnologie. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Schwoerbel, J.; Brendelberger, H. (2005). - Einführung in die Limnologie. Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, München, Heidelberg.
- Semrau, M.; Junghardt, S.; Sommerhäuser, M. (2011). - Die Erfolgskontrolle renaturierter Schmutzwasserläufe. Monitoringkonzept, Erfahrungen und Messergebnisse aus dem Emscher-Lippegebiet. In: Jähning, S.; Hering, D.; Sommerhäuser, M. (Hrsg.). Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen. EG-Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 83–101.
- Sieber, S. (2004). - Analyse des Risikopotenzials chemischer Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft. Entwicklung und Anwendung eines modellbasierten PSM-Indikators auf das Beispiel eines bundesweiten Uferrandstreifenprogramms. Verlag Dr. Kovač, Hamburg.
- Smith, T. M.; Smith, R. L. (2009). - Ökologie. Pearson Studium, München.
- Sommerhäuser, M.; Schuhmacher, H. (2003). - Handbuch der Fließgewässer Norddeutschlands. Typologie, Bewertung, Management : Atlas für die limnologische Praxis. Wiley-VCH, Weinheim.
- Staatliches Amt für Wasser und Abfall Cloppenburg (1993). - Der Vechtaer Moorbach. Zur ökologischen Entwicklung des Abschnittes unterhalb der Stadt Vechta bis zur Kläranlage, Cloppenburg.
- Stadt Vechta (2004). - Vechtaer Moorbach. Hochwasserschutzmaßnahmen, Umweltverträglichkeitsstudie. AGL - Ingenieure und Biologen für Umwelt und Infrastruktur, Bremen.

Stadt Vechta (2011). - Vechta. Das Stadtporträt.

Stahr, K.; Kandeler, E.; Herrmann, L. (2010). - Bodenkunde und Standortlehre. UTB GmbH, Stuttgart.

Steinhäuser, R. (2012). - Aktuelle Änderungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und die geplante Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union (GAP): Konsequenzen für die umweltgerechte Bereitstellung von Bioenergie. Natur und Recht 34, 7/2012, S. 441–448.

Tarbut, E. J.; Lutgens, F. K. (2009). - Allgemeine Geologie. Addison Wesley in Pearson Education Deutschland, München.

Tent, L. (2001). - Pflanzen und ihre Bedeutung für Fließgewässer. Praxistipps. Ad-Fontes-Verlag, Hamburg.

Themann, A. (1976). - Beiträge zur Besiedlung der Gemeinde Goldenstedt. Stadt Goldenstedt, Goldenstedt.

Tümping, W.; Friedrich, G. (1999). - Methoden der biologischen Wasseruntersuchung. Fischer, Jena.

Uhlmann, D.; Horn, W. (2001). - Hydrobiologie der Binnengewässer. Ein Grundriss für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Ulmer, Stuttgart (Hohenheim).

Vetter, H.; Steffens, G. (1981). - Belastung von Oberflächenwasser und oberflächennahem Grundwasser durch organische Düngung und Probleme ihrer Verhinderung. In: Fischbeck, G.; Haushofer, H.; Renz, F.; Schroeder, D. (Hrsg.). Landwirtschaft und Wasserhaushalt. BLV-Verlagsgesellschaft; Wirz, München, Aarau, S. 253-275.

Vondel, v. B.; Dettner, K. (1997). - Insecta: Coleoptera: Halipilidae, Noteridae, Hygrobiidae. In: Schwoerbel, J.; Zwick, P. (Hrsg.). Süßwasserfauna von Mitteleuropa. 20/2,3,4. G. Fischer, Stuttgart.

Warniger, J.; Graf, W. (1997). - Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. Facultas Universitätsverlag, Wien.

Woltmann, J. (2011). - Vechta. Stadt und Landkreis im Oldenburger Münsterland. Isensee, Oldenburg.

Zerbe, S.; Wiegleb, G.; Rosenthal, G. (2009). - Einführung in Renaturierungsökologie. In: Zerbe, S.; Wiegleb, G. (Hrsg.). Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, S. 1–22.

Zscheischler, J.; Estler, M.; Groß, F.; Neumann, H.; Geißler, B. (1979). - Mais. Anbau u. Verwertung. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

Zscheischler, J.; Estler, M.; Staudacher, W.; Groß, F.; Burgstaller, G.; Streyl, H.; Rechmann, T. (1990). - Handbuch Mais. Umweltgerechter Anbau ; wirtschaftliche Verwertung. DLG-Verlag; BLV-Verlags-Gesellschaft, Frankfurt am Main, München.

Zwick, P. (2004). - Key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage.-Limnologica 34 (4).

6.2 Online-Publikationen

- ¹http://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen_Regional/Naturraum/Emsrenaturierung, letzter Aufruf: 25.10.2015, 10.37 Uhr.
- ²<http://www.niedersaechsische-muehlenstrasse.de/index.php?id=329>, letzter Aufruf: 09.06.2015, 10.37 Uhr.
- ³http://www.niedersachsen.de/land_leute/land/zahlen_fakten/laendervergleich_flaeche/19949.html, letzter Aufruf: 07.07.2015, 15.02 Uhr.
- ⁴<http://www.landkreis-vechta.de/politik-und-verwaltung/der-landkreis-vechta/zahlen-daten-fakten.html>, letzter Aufruf: 09.07.2015, 08.00 Uhr.
- ⁵<http://www.energymap.info/>, letzter Aufruf: 09.07.2015, 08.10 Uhr.
- ⁶<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167671/umfrage/anzahl-der-biogasanlagen-in-deutschland-seit-1992/>, letzter Aufruf: 19.05.2015, 09.25 Uhr.
- ⁷www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFx_Umweltkarten, letzter Aufruf: 11.03.2015, 14.50 Uhr.
- ⁸<http://download.wtw.de/index.php?id=1127&L=1>, letzter Aufruf: 10.12.2013, 10.00 Uhr.
- ⁹<http://www.mn-net.com/tabid/4671/default.aspx>, letzter Aufruf: 11.12.2013, 10.40 Uhr.
- ¹⁰<http://www.mn-net.com/tabid/4670/default.aspx>, letzter Aufruf: 11.12.2013, 10.45 Uhr.
- ¹¹<http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/bestimmung/>, letzter Aufruf: 31.03.2013, 09.10 Uhr.
- ¹²http://www.vsvi-sachsen.de/Beitr%E4ge%20aus%20unseren%20Veranst/17.09.2008%20Tausalz%20Recht%20RAKONArbeitspapierII_Stand_07_03_2007.pdf, letzter Aufruf: 17.09.2015, 09.20 Uhr.
- ¹³<http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/fluesse-und-seen/schutzziele-und-bewertungsparameter/chemische-gewaessergueteklassifizierung/>, letzter Aufruf: 19.09.2015, 08.15 Uhr.
- ¹⁴<http://www.fliessgewaesserbewertung.de/kurzdarstellungen/core-metrics/>, letzter Aufruf: 26.10.2015, 09.15 Uhr.

- ¹⁵<http://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/22/linhart-html>, letzter Aufruf: 02.12.2015, 11.40 Uhr.
- ¹⁶<http://www.lufa-nord-west.de/index.cfm/nav/53/article/38.html>, letzter Aufruf: 17.11.2015, 12.13 Uhr.
- ¹⁷<https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/guelle/duenger/guelleinhaltsstoffe.htm>, letzter Aufruf: 17.11.2015, 13.25 Uhr.
- ¹⁸<http://www.niz-goldenstedt.de/tierwelt/11-kraniche-viedervern%C3%A4sser-rastplatz.html>, letzter Aufruf: 16.12.2015, 10.30 Uhr.

Danksagung

Ein besonderer Dank geht an apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Markus Böggemann, der als Erstgutachter stets zur Verfügung stand und immer ein offenes Ohr für mich hatte, um Probleme zu lösen und Ziele greifbar zu machen, sowie an Prof. Dr. rer. nat. habil. Herbert Zucchi von der Hochschule Osnabrück, der als Zweitgutachter in anregenden Diskussionen neue Inspirationen und Ideen in die Arbeit einbrachte. Des Weiteren möchte ich mich an dieser Stelle ganz herzlich bei Barbara Thomann, Technische Angestellte der Universität Vechta, bedanken, die mich auf jedem Probengang an den Vechtaer Moorbach begleitete und mich darin unterstützte, die zahlreichen Untersuchungen durchzuführen. Sowie dem gesamten Bio-Team der Universität Vechta, die allesamt auf ihren speziellen Gebieten eine große Hilfe für mich waren. Darüber hinaus geht ein großer Dank an Dirk Ortland von der Stadt Vechta, der mir sämtliche Informationen zu den Revitalisierungsmaßnahmen und die Ergebnisse der Gewässeruntersuchungen am Vechtaer Moorbach zukommen ließ und mir diese in einigen Gesprächsstunden erklärte, um sie in die Dissertation zu integrieren. Ebenso danke ich Heinz Höne und Manfred Kramer vom zuständigen Wasser- und Bodenverband Hase-Wasseracht in Essen, die mir nicht nur einen Blick in die Archive gewährten, sondern auch in stetiger Geduld Fragen zur Geschichte, zu aktuellen Unterhaltungsmaßnahmen und zu Problematiken zwischen Natur- und Hochwasserschutz beantworteten. Weitere geschichtliche Aspekte konnten mithilfe der Gemeinde Goldenstedt und ihrem Vertreter Herrn Röthepohl-Bahlmann in der Arbeit wiedergegeben werden. Nicht zu vergessen ist ein großes Dankeschön an die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der NLWKN-Betriebsstellen Cloppenburg und Sulingen, wo mir in mehreren Zusammentreffen bereits durchgeführte Untersuchungen am Vechtaer Moorbach und eigene Vorgehensweisen erläutert wurden. Zusätzlich unterstützen mich die Landwirtschaftskammern Vechta und Hannover durch die Bereitstellung von Datensätzen, die so erst eine Auswertung der Zielfrage ermöglichten. Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinem Ehemann Mario bedanken, der mich fortwährend unterstützte und mir vor allem in der Endphase der Arbeit immer wieder Mut zusprach.

Eidesstattliche Erklärung

„Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und unter Benutzung keiner anderen Quellen als der genannten (gedruckte Werke, Werke in elektronischer Form im Internet, auf CD und anderen Speichermedien) verfasst habe. Alle aus solchen Quellen wörtlich oder sinngemäß übernommenen Passagen habe ich im Einzelnen unter genauer Angabe des Fundortes gekennzeichnet. Weiterhin versichere ich, dass alle benutzten Hilfsmittel in der Arbeit angegeben sind. Ich erkläre auch, dass die Dissertation oder eine inhaltlich ähnliche Abhandlung nicht bereits als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder akademische Prüfung eingereicht wurde.“

Datum:

Unterschrift:

Werdegang

Persönliche Daten

Name: Elisabeth Logemann, geb. Windhorst
Anschrift: Haßlinger Bruch 14
49419 Wagenfeld
else-windhorst@t-online.de
0175 90 66 137
Geburtsdatum: 15.02.1988
Geburtsort: Ostercappeln
Familienstand: verheiratet

Schulische Ausbildung

1994 – 1998: Grundschule Pr.Ströhen
1998 – 2007: Gymnasium Rahden, Abitur

Studium

2007 – 2009: Universität Osnabrück
Bachelor Combined Studies mit den Fächern Biologie
und Mathematik, kein Abschluss erfolgt, sondern Wechsel
zur Universität Vechta
2009 – 2011: Universität Vechta
Bachelor Combined Studies mit den Fächern Biologie
und Mathematik
2011 – 2012: Universität Vechta
Master of Education mit den Fächern Biologie und
Mathematik

Beruflicher Werdegang

Oktober 2012- Anstellung als wissenschaftliche Mitarbeiterin und
Januar 2016: Promotionsstudentin im Fach Biologie der Universität Vechta
Abschluss der Promotion voraussichtlich Januar 2016
Januar 2016 - Anstellung im niedersächsischen Vorbereitungsdienst für das
Januar 2018: Lehramt an Realschulen an der Oberschule Rehden.

Anhang

Sämtliche nachfolgend aufgeführte Dateien des Anhangs können Sie auf Anfrage bei der Autorin erhalten.

Kontakt: else-windhorst@t-online.de

- I. Datensammlung chemischer, physikalischer und hydrologischer Erhebungen
- II. Datensammlung Makrozoobenthos
- III. Datensammlung NLWKN
- IV. Feldprotokolle
- V. Makrozoobenthosprotokolle
- VI. Protokolle der Strukturgütekartierung
- VII. Temperatur- und Niederschlagsdiagramme
- VIII. Streudiagramme und Korrelationskoeffizienten

A



Abb. 100: Die Probenstellen 1 bis 4 des Vechtaer Moorbachs und die Probenstellen A, B, C1, C2 und D in den Zuläufen in einem vergrößerten Kartenausschnitt (Bohne 2012, verändert).

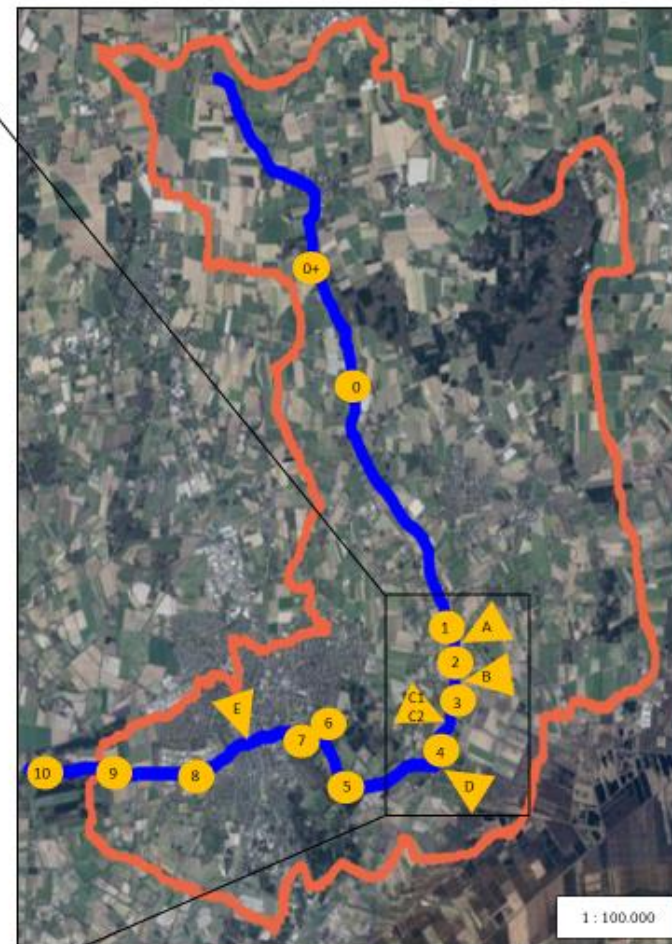


Abb. 101: Die Probenstellen 0+ bis 10 des Vechtaer Moorbach und die Probenstellen A, B, C1, C2, D und E in den Zuläufen (Die Kartengrundlage ist ein Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessung- und Katasterverwaltung 2015, verändert).