

Landesbibliothek Oldenburg

Digitalisierung von Drucken

Henrik Bohlke: Bestimmung des Saprobienindex am Moorbach in Vechta

Henrik Bohlke

Bestimmung des Saprobienindex am Moorbach in Vechta

Einleitung

Haben Sie schon mal etwas von der Wasserrahmenrichtlinie gehört? Diese Richtlinie wurde am 23. Oktober 2000 vom Europäischen Parlament beschlossen. Deren Ziel ist es, einen ökologisch und chemisch guten Zustand aller Flüsse bis 2015 in den Mitgliedsländern der Europäischen Union zu erreichen. (Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union 2001) Im Jahr 2010 lag der Anteil der Fließgewässer in Deutschland mit einem ökologisch guten Zustand bei lediglich 8%. (BMUB 2010, S. 25, Abb. 9)

Ist dieses ehrgeizige Ziel bis 2015 noch zu schaffen? Und wie sieht es mit dem Gewässerzustand des Moorbachs hier vor Ort, in Vechta, im Jahr 2013 aus? Um diese Frage zu beantworten, habe ich mich hauptsächlich mit dem Saprobienindex und der Gewässergüteklasse, aber auch mit den chemischen Parametern, befasst. Diese Facharbeit entstand in Kooperation mit der Universität Vechta. Diese wurde durch Dr. Markus Böggemann und Elisabeth Windhorst vertreten, welche mich bei den Probeentnahmen und der anschließenden Bestimmung der Organismen mit ihrem Fachwissen und der Bereitstellung der nötigen Utensilien unterstützt haben.

Moorbach & Probestellen

Um den Saprobienindex eines Gewässers bzw. des Moorbaches zu bestimmen, benötigt man unterschiedliche und aussagekräftige Probestellen, um ein repräsentatives Ergebnis für den ganzen Moorbach zu erhalten.

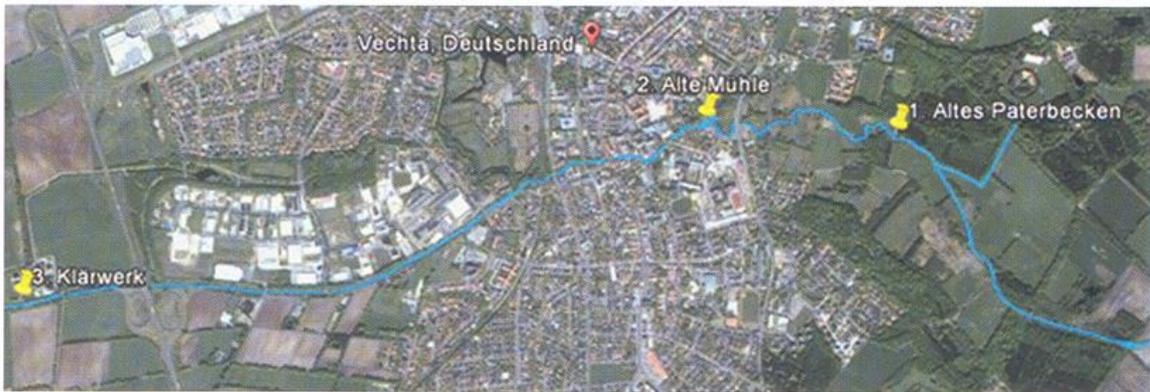


Abb. 1: Moorbachverlauf Google Maps, Stand 2014, selbst bearbeitet

Wie die Probeentnahmen an den einzelnen Stellen ablaufen, ist festgelegt. Bei der folgenden Saprobienindexbestimmung wurde das allgemein gültige und anerkannte Verfahren nach Friedrich verwendet, das in Deutschland Standard ist, um die Ergebnisse untereinander vergleichen zu können. Im Rahmen des Seminarfaches haben wir uns für drei Probestellen entschieden. In Abb. 1 ist der Flusslauf des Moorbaches und die Lage der drei Probestellen erkennbar. Die Fließrichtung ist vom rechten Bildrand zum linken Bildrand.

Der Moorbach entspringt nordöstlich der Bauerschaft Hagstedt (Visbek). Der Oberlauf des Moorbaches wird auch Alte Bäke genannt. Er fließt dann von Osten durch das 50 ha große, naturschutzfachlich hochwertige „Vechtaer Moorbachtal“ in die Stadt hinein (Reinhardt 1995). Nachdem der Moorbach sich beim Gut Daren mit dem Spredaer Bach vereint hat, fließt er als Fladderkanal durch die Gemeinde Bakum, bis er schließlich in die Lager Hase mündet.

1. Probestelle „Altes Paterbecken“

Diese Probestelle liegt im Füchteler Wald, noch bevor das Gewässer Vechta durchquert. Vor der ersten Probestelle ist der Verlauf des Baches noch relativ natürlich. Diese Stelle wurde früher von den Dominikanern ausgebaggert und zum Schwimmen und Waschen genutzt. Die gegenüberliegenden Ufer sind dort an der breitesten Stelle 7 bis 8 m voneinander entfernt, und man kann den Grund des Flusses erkennen. Das Wasser wirkt zwar auf dem Bild etwas trüb, das liegt jedoch nur daran, dass es an dem Tag der Probeentnahme geregnet hat und so Sand, Schlamm und Unrat ins Wasser gespült wurden. Zusätzlich wurde die Wasseroberfläche durch den Regen in Unruhe versetzt.



*Abb. 2: Probestelle Paterbecken
(Quelle: Christian Pohlmann
vom 10.09.2013)*

Die linke Seite des Flussabschnittes, der in Abb. 2 zu sehen ist, ist etwas flacher, sodass sich auf der rechten Seite eine tiefe Rinne gebildet hat, durch die der Großteil des Wassers fließt. Der Boden des Moorbachs ist sandig bis schlammig und an den tieferen Stellen knietief (50 cm).

2. Probestelle „Alte Mühle“

Sie liegt relativ zentral in der Stadt, wie in Abb. 1 zu sehen ist. An dieser Stelle wurde das Wasser gestaut, um eine Mühle zu betreiben, die Pro-



*Abb. 3: Probestelle Alte Mühle
(Quelle: Henrik Bohlke vom
13.12.2013)*

ben wurden hinter der Staustufe genommen. Aus der Sicht des Fotografen von Abb. 3 befindet sich die Staustufe auf der rechten Seite, man erkennt noch rechts unten die Ausläufer der Staustufe. Das Wasser des Moorbachs gelangt dort in ein großes Becken mit einem Durchmesser von 12 m und einer maximalen Tiefe von 1,30 m. Das führt dazu, dass die Strömung erheblich langsamer wird und das Wasser an bestimmten Stellen sogar steht. Erst einige Meter flussabwärts fließt der Moorbach wie gewohnt weiter. So lässt sich auch die hohe Strömungsgeschwindigkeit von 0,25 m/s erklären, die bei der Probenentnahme gemessen wurde. Zusätzlich haben sich auch noch Gase im schlammigen Flussboden gebildet, die bei jedem Schritt aufgestiegen sind und gestunken haben.

3. Probestelle „Klärwerk“

Hier hat der Moorbach das Stadtgebiet verlassen. Der Fluss ist an dieser Stelle 4 m breit und sein Verlauf wurde, wie auf Abb. 4 zu sehen ist, künstlich begradigt. Die Ufer sind stark bewachsen und die Pflanzen reichen bis ins Wasser hinein. Vereinzelt wachsen am Rand Wasserpflanzen. Der Flussgrund ist steinig (große Steine > 20 cm Durchmesser) und vom Ufer aus senkrecht abfallend. Die Flusstiefe unserer Probestelle betrug 1,20 m.



*Abb. 4: Probestelle Klärwerk
(Quelle : Christian Pohlmann vom
10.09.2013)*

Diese drei Probestellen eignen sich aus folgenden Gründen für eine Untersuchung von chemischen als auch biologischen Parametern. Die erste Probestelle liegt mitten im Wald noch bevor der Fluss eine städtische Ansiedlung durchquert. Man sollte eigentlich gut die Wirkung, die die Landwirtschaft auf ein Fließgewässer hat, erkennen können. An der zweiten Probestelle sollte der städtische Einfluss auf das Gewässer deutlich werden. Und da ihn bei der letzten Probestelle schon ein Teil des gesäuberten Wassers der Kläranlage hinzugeflossen ist, sollte sich dort auch eine Besonderheit im Gegensatz zu den anderen Proben herausstellen.

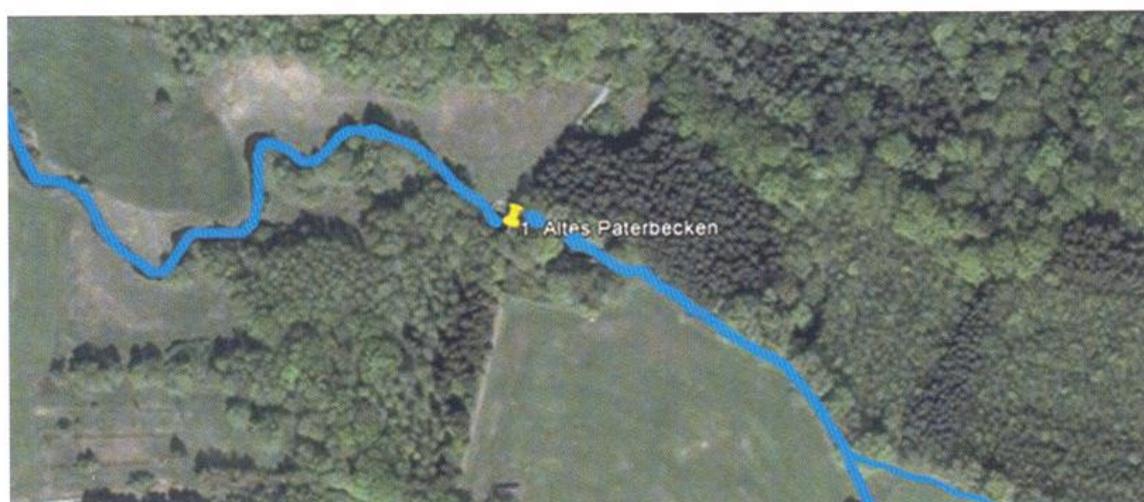


Abb. 5: Probestelle "Paterbecken" (Google Maps, Stand 2014, selbst bearbeitet)

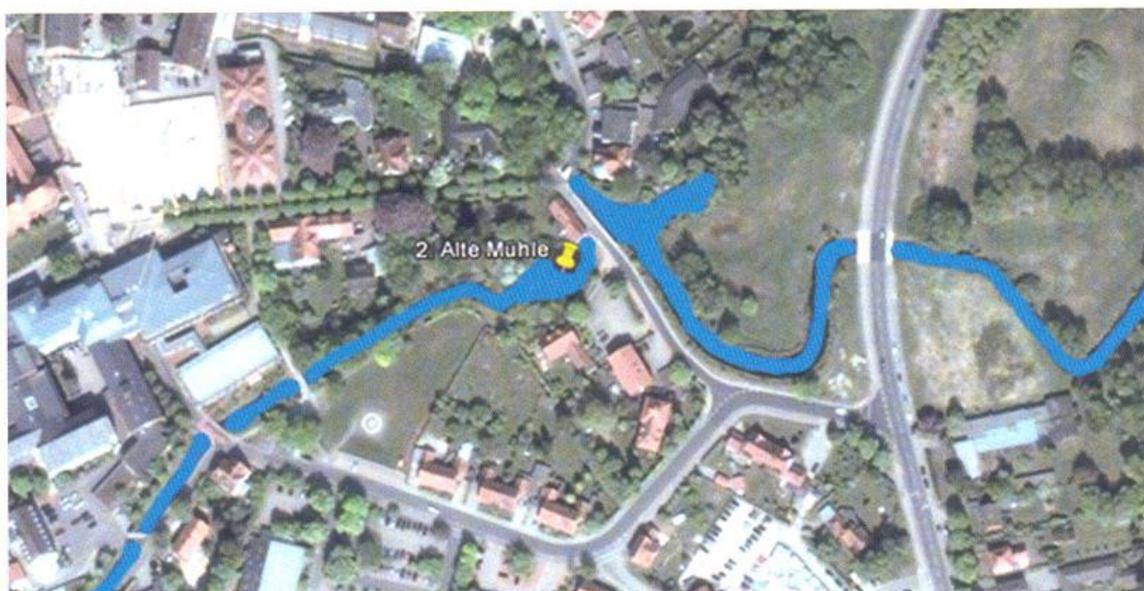


Abb. 6: Probestelle "Alte Mühle" (Google Maps, Stand 2014, selbst bearbeitet)



Abb. 7: Probestelle "Klärwerk" (Google Maps, Stand 2014, selbst bearbeitet)

Saprobienindex

Allgemein

Der Saprobienindex ist ein System zur Analyse und Klassifikation des Gewässerzustandes von Fließgewässern. Die Saprobie ist ein „Lebewesen, das in oder auf faulenden Stoffen lebt und sich von ihnen ernährt“. (Dudenredaktion 2007) Bei unserer Bestimmung des Indexes spielen nur makroskopische und heterotrophe Organismen eine Rolle. Diese leben am Gewässergrund und werden Makrozoobenthos genannt, dazu gehören z.B. Muscheln, Insektenlarven, Egel, etc. Diese Tiergruppe eignet sich besonders gut für die Beurteilung der Gewässergüte, da sie in jeder Region und sogar in stark verschmutzten Gewässern vorkommen. (Langheinrich, U. 2005, S. 34)

Dieses Verfahren beruht darauf, dass die Organismen, die in dem Gewässer leben, sich mit den dort vorherrschenden Bedingungen abfinden müssen. Der zugeordnete Wert hängt dabei von der Toleranz der Lebewesen gegenüber den äußeren Bedingungen ab. Sowohl die Probenentnahme als auch die Berechnung des Saprobienindex sind nach DIN 38410 genormt. Der Sauerstoffgehalt des Gewässers spielt bei diesem Verfahren eine zentrale Rolle, da beim Stoffwechsel der Organismen Sauerstoff verbraucht wird. (Tümping, W.; Friedrich, G. 1999, S. 270)

Bei der Bestimmung des Saprobienindex kann theoretisch ein Zahlenwert zwischen 1,00 und 4,00 berechnet werden, wobei 1,00 das bestmögliche und 4,00 das schlechteste Ergebnis wären. Um den berechneten Saprobienindex anschließend adäquat darzustellen, damit

man die Ergebnisse auswerten und interpretieren kann, wird er mithilfe der Bewertungsskala der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser einer Gewässergüteklasse zugeordnet.

Das System der Gewässergüteklassen beruht auf dem Grad der Belastung mit leicht abbaubaren organischen Stoffen. Es gibt vier Klassen mit jeweils drei Zwischenstufen, dabei ist die Klasse I sehr gering, bis gar nicht mit leicht abbaubaren organischen Stoffen belastet, die Stufe IV stark verschmutzt. Je kleiner die Gewässergüteklasse dabei ist, desto sauberer und sauerstoffgesättigter ist auch das Wasser. (Tümppling, W.; Friedrich, G. 1999, S. 283/284)

Probennahme

Die verwendeten Geräte (vgl. Abb. 8):



Abb. 8: benötigtes Material zur Probennahme (Meier C. et al. 2006, Seite 8)

- Wathose
- Kescher (25 x 25 cm, Maschenweite 500 µm)
- Feldprotokoll
- 10l-Eimer mit Deckel
- Maßband
- Strömungsmesser (Fließgeschwindigkeit)
- Luxmeter (Lichtintensität)
- GPS-Gerät (Einmessen der Probestelle)

- MultiLine-Gerät (Messen von pH-Wert, Temperatur, Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit)
- Zollstock (Messen der Wassertiefe)
- SECCHI-Scheibe (Messen der Sichttiefe)
- 5l-Eimer

An den vorher festgelegten Probestellen wurden nicht nur Proben für den Saprobienindex des Gewässers entnommen, sondern es wurden zusätzlich chemische Proben genommen und Feldprotokolle ausgefüllt, um einen möglichst allgemeinen Überblick über die Gewässerqualität zu erhalten. Zu Beginn wurden die genaue Position der Probestelle mit einem GPS-Gerät ermittelt und das Datum und die Uhrzeit festgehalten. Erst dann konnte die eigentliche Messung beginnen. Dazu wurden folgende Parameter und Gewässereigenschaften bestimmt und in den Protokollen festgehalten:

- hydrologische Parameter (Gewässerbreite, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit, Sichttiefe und Strömungsstärke)
- physikalische Parameter (Wassertemperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und pH-Wert)
- klimatische Parameter (Helligkeit, Leitfähigkeit des Wassers, Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Niederschlagsmenge und Bewölkung)
- Zustand des Gewässers (Wasserführung, Wasserfarbe, Trübung, Geruch und Schlamm Bildung)
- Substratverhältnisse (Beschaffenheit des Gewässerbodens)

Danach wurden erst die Proben zur Bestimmung des Saprobienindex in einem zuvor genau festgelegten 20 m langen Probegebiet genommen. Die genaue Position der 20 Einzelproben wurde in einer Skizze, die den Flusslauf vor Ort zeigt, festgehalten. Normalerweise wird der Kescher bei der Probennahme senkrecht auf den Gewässergrund gedrückt, dann werden das Substrat und die Organismen flussaufwärts direkt vor dem Kescher mit dem Fuß oder ähnlichem aufgewirbelt und gelangen dann durch die Strömung in den Kescher. Im Moorbach an unseren Probestellen war die Strömung jedoch so schwach, dass der Kescher auf den Boden gedrückt und dann zirka einen Meter flussaufwärts über den Boden gezogen wurde. Das führte dazu, dass die obere Schicht des Sedimentes mit den Organismen komplett aufgenommen wurde. Wichtig dabei ist, dass flussabwärts mit der Probennahme begonnen wird, da sonst die aufgewirbelten Sedimente die Sicht zum Grund behindern. Der Kescherinhalt wurde nach jeder Einzelprobe in einen 5l-Eimer

entleert. Zu jeder einzelnen Probe wurde auch die Untergrundbeschaffenheit an dieser Stelle festgehalten, z.B. ob dort Äste oder Steine lagen oder Sand am Grund lag. Dieser Ablauf wurde an jeder Probestelle wiederholt, sodass es am Ende drei volle 5l-Eimer (von jeder Probestelle einen) und zwei unterschiedliche Feldprotokolle pro Probestelle gab. (Meier C. et al. 2006, S. 21 f.)

Bestimmung der Tiere im Labor

Im Anschluss an die Probennahme wurde der Inhalt der 5l-Eimer in Ethanol konserviert, da erst eine Woche später mit dem Sortieren und Bestimmen der Organismen begonnen wurde. Als erstes musste man die Organismen von Dreck, faulenden Blättern, Schlamm und anderen Sachen trennen. Das klappt am besten, indem man immer einen kleinen Teil des Eimerinhaltes auf ein feines Sieb kippt, durch das nur die Flüssigkeit abfließen kann. Dieser Teil wird dann nach kleinen Tieren durchsucht. Danach wird der Abfall entsorgt und wieder von vorne begonnen, bis der Eimerinhalt vollständig durchsucht ist. Die raus-sortierten Lebewesen wurden in kleine mit Alkohol gefüllte Schnappdeckelgläser gegeben, anschließend beschriftet und sortiert.

In der folgenden Woche wurde mit der Bestimmung der am Gewässerboden lebenden Organismen begonnen. Um Tierarten auf wissenschaftliche Weise zu bestimmen, nutzt man Lektüre mit einem dichotomen Bestimmungsschlüssel. Das heißt, es werden Fragen zu den Eigenschaften des Lebewesens gestellt, und so die Menge der infrage kommenden Arten eingegrenzt, bis am Ende eine Art überbleibt. (Bährmann, R. 2008 und Nagel, P. 1989 sowie Schaefer, M. 2010) Von den auf diese Art und Weise bestimmten Arten werden dann die Häufigkeit und der wissenschaftliche Name notiert. (vgl. Tabellen 1-3)

Berechnung

Mithilfe der wissenschaftlichen Namen können dann aus der Liste der Saprobien in der Fachlektüre die Zahlenwerte entnommen werden. (Tümping, W.; Friedrich, G. 1999, S. 276-282 und Gaul J. 2003) In der Tabelle steht dann der für die Art spezifische Saprobienwert s_i , das Indikationsgewicht G_i und die Abundanzziffer A_i .

Der Saprobienwert ist eine Zahl, die einem Organismus (= Saprobie) zugeordnet wird, je nachdem wie tolerant er gegenüber Wasserverschmutzung ist. Das Indikationsgewicht beschreibt, wie aussagekräftig

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n s_i * A_i * G_i}{\sum_{i=1}^n A_i * G_i}$$

*Formel 1:
Berechnung des
Saprobienindexes
(Tümping W.;
Friedrich G. 1999)*

das Vorkommen der jeweiligen Art für das spätere Endergebnis, also den Saprobienindex, ist. Eigentlich können die Werte 1, 2, 4, 8, 16 angenommen werden, für den Saprobienindex sind aber nur Organismen mit einem Indikationsgewicht von mindestens 4 relevant. Die Abundanzziffer ist von der Häufigkeit der Organismen abhängig, die kleinste Ziffer ist 1, diese wird bei Einzelfunden des Lebewesens zugeordnet. Maximal kann 7 bei Massenvorkommen erreicht werden. Dabei wird der Saprobienindex mit der Formel 1 ausgerechnet. Dabei steht n für die Gesamtanzahl der unterschiedlichen Organismen, die bei einer Probennahme gefunden wurden. Das kleine i unter dem Summenzeichen zeigt die laufende Nummer der unterschiedlichen Indikationsorganismen an und ist somit eine Laufvariable.

Um über die Aussagekraft des errechneten Wertes Auskunft zu erhalten, kann man in einem weiteren Schritt mithilfe des Saprobienindex noch das Streuungsmaß bzw. die empirische Standardabweichung berechnen, dazu setzt man alle bekannten Größen in die Formel 2 ein. Durch diesen Wert erhält man dann Auskunft über die Aussagekraft des errechneten Saprobienindex. Das Streuungsmaß gibt, wie der Name schon sagt, ein Maß der Streuung der einzelnen Saprobienwerte jeder Art an, je kleiner dieser Wert ist, desto aussagekräftiger ist der Saprobienindex.

$$SM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (s_i - S) * A_i * G_i}{(n-1) * \sum_{i=1}^n A_i * G_i}}$$

Formel 2:
Berechnung des
Streumaßes
(Gaul J. 2003)

Ergebnisse „Paterbecken“

Deutscher Name	Lateinischer Name	Saprobienwert Si	Indikationsgewicht Gi	Abundanz-ziffer Ai	Anzahl
Gewöhnlicher Flohkrebs	Gammarus Pulex	2,1	4	3	35
Wasserflorfliege	Sialis fuliginosa	2,0	8	1	3
Zweiäugiger Platteneigel	Helobdella stagnalis	2,6	4	1	2
Großer Schneckenegel	Glossiphonia complanata	2,2	8	1	2
Zuckmücke	Chironomus plumosus	3,4	4	2	8
Gemeine Federkiemenschnecke	Valvata piscinalis	2,1	8	2	12
Gemeine Schlamm-schnecke	Radix balthica	2,3	4	1	3
Gebänderte Prachtlibelle	Calopteryx splendens	2,0	8	1	2
Nicht Relevant					
	Pisidium	/	/	/	7
	c. mammillatus	/	/	/	14
	Corophium curvispinum	/	/	/	83

Gesamt:
171

Tabelle 1: biologische Ergebnisse Paterbecken

Saprobienindex:

$$\frac{\begin{array}{cccccccc} \text{Gammarus} & \text{Sialis} & \text{Glossiphonia} & \text{Chironomus} & \text{Valvata} & \text{Radix} & \text{Calopteryx} & \text{Helobdella} \\ \text{pulex} & \text{fuliginosa} & \text{complanata} & \text{plumosus} & \text{piscinalis} & \text{balthica} & \text{splendens} & \text{stagnalis} \end{array}}{(4 \cdot 3) + (8 \cdot 1) + (8 \cdot 1) + (4 \cdot 2) + (8 \cdot 2) + (4 \cdot 1) + (8 \cdot 1) + (4 \cdot 1)} \\ \approx 2,282 \quad 2$$

Streuungsmaß:

$$\sqrt{\frac{((2,1 - 2,28)^2 \cdot 4 \cdot 3) + ((2,0 - 2,28)^2 \cdot 8 \cdot 1) + ((2,2 - 2,28)^2 \cdot 8 \cdot 1) + ((3,4 - 2,28)^2 \cdot 4 \cdot 2) + ((2,1 - 2,28)^2 \cdot 8 \cdot 2) + ((2,3 - 2,28)^2 \cdot 4 \cdot 1) + ((2,0 - 2,28)^2 \cdot 8 \cdot 1) + ((2,6 - 2,28)^2 \cdot 4 \cdot 1)}{7 \cdot (4 \cdot 3) + (8 \cdot 1) + (8 \cdot 1) + (4 \cdot 2) + (8 \cdot 2) + (4 \cdot 1) + (8 \cdot 1) + (4 \cdot 1)}} \\ \approx 0,163$$

Ergebnisse „Alte Mühle“

Deutscher Name	Lateinischer Name	Saprobienwert Si	Indikationsgewicht Gi	Abundanz-ziffer Ai	Anzahl
Gewöhnlicher Flohkrebs	Gammarus pulex	2,1	4	1	<5
Zuckmücke	Chironomus plumosus	3,4	4	1	<5
Gemeine Schnauzenschnecke	Bithynia tentaculata	2,3	8	1	<5
Rollegel	Erpobdella octoculata	2,7	4	1	<5
Gemeinen Wasserflorfliege	Sialis lutaria	2,3	4	1	<5
Gelbe Eintagsfliege	Potamanthus luteus	2,1	8	1	<5
Nicht Relevant					
	Theromyzon tessulatum	/	/	/	
	E. testacea	/	/	/	
	Dexaminidae	/	/	/	
	Hemiclepsis marginata				

Gesamt:
28

Tabelle 2: biologische Ergebnisse Alte Mühle

Saprobienindex:

$$\frac{\text{Gammarus pulex} \quad \text{Chironomus plumosus} \quad \text{Bithynia tentaculata} \quad \text{Erpobdella octoculata} \quad \text{Sialis lutaria} \quad \text{Potamanthus luteus}}{(2,1 * 4 * 1) + (3,4 * 4 * 1) + (2,3 * 8 * 1) + (2,7 * 4 * 1) + (2,3 * 4 * 1) + (2,1 * 8 * 1)}{5 * (4 * 1) + (4 * 1) + (8 * 1) + (4 * 1) + (4 * 1) + (8 * 1)}$$

≈ 2,425

Streuungsmaß:

$$\sqrt{\frac{((2,1 - 2,425)^2 * 4 * 1) + ((3,4 - 2,425)^2 * 4 * 1) + ((2,3 - 2,425)^2 * 8 * 1) + ((2,7 - 2,425)^2 * 4 * 1) + ((2,3 - 2,425)^2 * 4 * 1) + ((2,1 - 2,425)^2 * 8 * 1)}{5 * (4 * 1) + (4 * 1) + (8 * 1) + (4 * 1) + (4 * 1) + (8 * 1)}}$$

≈ 0,18

Ergebnisse „Klärwerk“

Deutscher Name	Lateinischer Name	Saprobienwert Si	Indikationsgewicht Gi	Abundanz-ziffer Ai	Anzahl
Gewöhnlicher Flohkrebs	Gammarus Pulex	2,1	4	3	18
Blaufügel-Prachtlibelle	Calopteryx virgo	1,9	8	1	1
Großer Schneckenegel	Glossiphonia complanata	2,2	8	2	10
Rollegel	Erpobdella octoculata	2,7	4	1	4
Wasserassel	Asellus aquaticus	2,7	4	1	1
Gemeine Schnauzenschnecke	Bithynia tentaculata	2,3	8	1	2
Nicht Relevant					
	Pisidium	/	/	/	1

Gesamt:
37

Tabelle 3: biologische Ergebnisse Klärwerk

Saprobienindex:

$$\frac{(2,1 \cdot 4 \cdot 3) + (1,9 \cdot 8 \cdot 1) + (2,2 \cdot 8 \cdot 2) + (2,7 \cdot 4 \cdot 1) + (2,7 \cdot 4 \cdot 1) + (2,3 \cdot 8 \cdot 2)}{(4 \cdot 3) + (8 \cdot 1) + (8 \cdot 2) + (4 \cdot 1) + (4 \cdot 1) + (8 \cdot 2)}$$

$$\approx 2,233$$

Streuungsmaß:

$$\sqrt{\frac{((2,1 - 2,233)^2 \cdot 4 \cdot 3) + ((1,9 - 2,233)^2 \cdot 8 \cdot 1) + ((2,2 - 2,233)^2 \cdot 8 \cdot 2) + ((2,7 - 2,233)^2 \cdot 4 \cdot 1) + ((2,7 - 2,233)^2 \cdot 4 \cdot 1) + ((2,3 - 2,233)^2 \cdot 8 \cdot 2)}{5 \cdot (4 \cdot 3) + (8 \cdot 1) + (8 \cdot 2) + (4 \cdot 1) + (4 \cdot 1) + (8 \cdot 2)}}$$

$$\approx 0,099$$

Chemische Ergebnisse

Bei der Bestimmung der Gewässergüte mithilfe chemischer Werte wurde an jeder Probestelle ein sauberes Gefäß mit Wasser gefüllt. Die Menge der Stoffe wurde anschließend im Labor ermittelt. Dabei wurde jede Bestimmung doppelt durchgeführt, um die Genauigkeit zu erhöhen. Aus den beiden Messwerten pro Probestelle und Stoff wurde das arithmetische Mittel gebildet. Im nächsten Schritt konnte dann mit einer Tabelle jedem Wert eine Gewässergüteklasse zugeordnet werden. (vgl.: NLWKN – Betriebsstelle Verden 2004, S. 14)

Stoffname	Altes Paterbecken			Wassermühle			Klärwerk		
	Menge in mg/l	chemische Gewässergüteklasse		Menge in mg/l	chemische Gewässergüteklasse		Menge in mg/l	chemische Gewässergüteklasse	
Amonium	0,4	0,5	II-III	0,5	0,5	II-III	0,5	0,2	II-III
Chlorid	19,8	19,3	I	26	28	I-II	78	83	II
Nitrat	7,4	5,1	III	4,5	5,3	II-III	4,5	3,3	II-III
Nitrit	0,15	0,15	II-III	0,12	0,16	II-III	0,12	0,13	II-III
Phosphat	0,2	0,2	II-III	0,3	0,6	III-IV	0,7	0,6	III-IV
Sulfat	29	27	I-II	14,3	29	I	23	18,2	I
Ø	Gewässergüteklasse II (2,167)			Gewässergüteklasse II-III (II) (2,25)			Gewässergüteklasse II-III (2,333)		

Tabelle 4: chemische Ergebnisse an allen Probenstellen und deren daraus folgende Gewässergüteklasse

(Quelle der Messwerte: Hendrik Thölking und Maximilian Kurjahn)

Anschließend wurde das arithmetische Mittel aus allen chemischen Gewässergüteklassen einer Probestelle gebildet, damit man einen Gesamtüberblick der Gewässergüte von jeder Probestelle erhält. All das ist in Tabelle 4 zu erkennen. Man sieht, dass die Wasserqualität an allen Probestellen durchschnittlich der Gewässergüteklasse II entspricht und dass die Werte sich flussabwärts leicht verschlechtern, von 2,167 bis hin zu 2,333. Diese Verschlechterung geschieht gleichmäßig, von Probestelle zu Probestelle um zirka 0,1.

Bei der Berechnung der durchschnittlichen Gewässergüteklasse wurden alle Indikatorstoffe gleich gewertet.

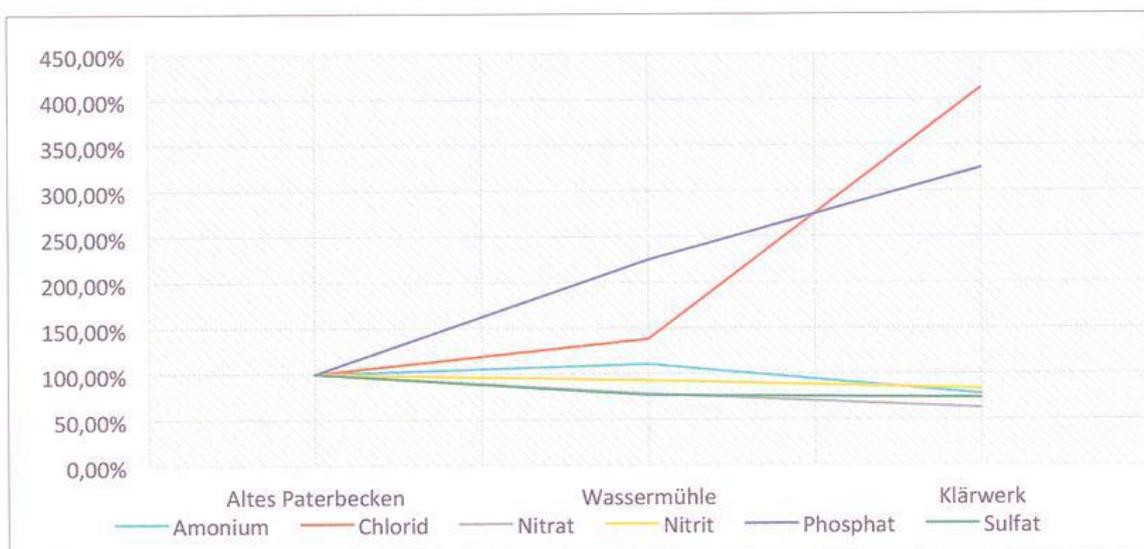


Diagramm 1: Veränderung der chemischen Werte im Flussverlauf

Diagramm 1 verdeutlicht die Werte aus Tabelle 4 noch einmal. Hierbei wurde die Menge eines Stoffes pro Liter bei der ersten Probestelle „Altes Paterbecken“ als 100% festgelegt. Dann wurde die Menge eines Stoffes pro Liter an den folgenden Probestellen in Relation zu dem Wert an der ersten Probestelle gesetzt.

Diskussion der Ergebnisse

Auswertung und Vergleich der biologischen und chemischen Ergebnisse

Um ein möglichst aussagekräftiges Ergebnis zur Gewässergüte des Moorbachs zu erhalten, wurden ein biologisches und ein chemisches Verfahren verwendet. Bevor beide Ergebnisse miteinander verglichen werden können, müssen die ermittelten Saprobienindices einer Gewäs-

sergüteklasse zugeordnet werden. Dies erfolgt nach dem Schema aus Tabelle 5.

Saprobienindex	Grad der organischen Verschmutzung	Saprobienstufe	Gewässergüteklasse
1,0 - < 1,5	unbelastet bis sehr gering belastet	Oligosaprobie	I
1,5 - < 1,8	gering belastet	oligo- β -mesosaprobe Übergangszone	I-II
1,8 - < 2,3	mäßig belastet	β -Mesosaprobie	II
2,3 - < 2,7	kritisch belastet	β - α -mesosaprobe Übergangszone	II-III
2,7 - < 3,2	stark verschmutzt	α -Mesosaprobie	III
3,2 - < 3,5	sehr stark verschmutzt	α -mesopolysaprobe Übergangszone	III-IV
3,5 - < 4,0	übermäßig verschmutzt	Polysaprobie	IV

Tabelle 5: Umrechnungstabelle : Saprobienindex & Gewässergüteklasse für Fließgewässer (Quelle: Fachbereich Umweltschutz Stadt Gütersloh URL: http://geodaten.guetersloh.de/umblick_neu/index.php?id=105)

Der Saprobienindex von der Probestelle „Paterbecken“ wäre der Güteklasse II zuzuordnen. Jedoch liegt der errechnete Wert nur um 0,018 unter der Gewässergüteklasse II-III, somit ist eine eindeutige Zuordnung nicht möglich. Der Saprobienindex 2,425 von Probestelle „Alte Mühle“ ist schon klarer zuzuordnen, er entspricht der Gewässergüteklasse II-III. An der letzten Probestelle „Klärwerk“ ist der Saprobienindex von 2,233 der Gewässergüteklasse II zuzuordnen. Somit stimmen die auf dem biologischen Weg bestimmten Gewässergüteklassen im Rahmen der Messgenauigkeit mit den Gewässergüteklassen, die durch chemische Analysen bestimmt wurden, weitgehend überein. Bei der ersten Probestelle sind die chemischen Ergebnisse zum Beispiel besser, bei der dritten Probestelle die biologischen.

Allgemein kann man aber sehr gut erkennen, dass die Belastung des Moorbachs mit Salzen wie Chlorid und Sulfat eher gering sind, da diese der Gewässergüteklasse I, I-II oder II entsprechen, im Vergleich dazu ist die Nährstoffbelastung durch Nährstoffe wie Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat deutlich höher, denn sie entspricht den Gewässergüteklassen von II-III bis III-IV.

Deutlich zu erkennen ist auch, dass sich die Chlorid- und Phosphatbelastung flussabwärts erhöht. Die Chloridbelastung steigt um mehr als das Vierfache, von zirka 19,55 mg/l auf zirka 80,5 mg/l. Die Höhe der Chloridbelastung an der Probestelle „Kläranlage“ ist auch nicht problematisch, denn sie entspricht ja noch der Güteklasse II, allein die starke Erhöhung der Werte ist auffällig. Erst ab einer Belastung von 200 mg/l schadet es den Lebewesen im Wasser, und davon sind wir im Moorbach weit entfernt. (vgl. NLWKN – Betriebsstelle Verden 2004, S. 13)

Die Phosphatbelastung ist an der Probestelle „Paterbecken“ schon relativ hoch, mit 0,2 mg/l entspricht sie der Gewässergüteklasse II-III. Doch dann erhöht sich die Belastung von der ersten zur zweiten Probestelle „Alte Mühle“ um mehr als das Doppelte auf 0,45 mg/l, was der Güteklasse III-IV entspricht. Diese hohe Phosphatbelastung hängt vermutlich mit der ausgeprägten Landwirtschaft in dieser Region zusammen. Da Phosphat ein Hauptbestandteil des Düngers ist, der in der Landwirtschaft verwendet wird, gelangt dieser Dünger durch Erosion in den Moorbach oder allgemein in die Gewässer. Vor allem die Sedimentation in Gewässerschnitten, wo das Wasser langsamer fließt, ist problematisch. Bei einer hohen Fließgeschwindigkeit sollte der Maximalwert des Phosphorgehaltes von 0,3 mg/l nicht übertroffen werden, bei langsam fließenden Flüssen sogar ein Wert von 0,1 bis 0,2 mg/l. (vgl. NLWKN – Betriebsstelle Verden 2004, S. 13)

Gut kann man dieses Problem an der zweiten Probestelle „Alte Mühle“ erkennen, dort fließt das Wasser über eine Staustufe und landet danach in einem relativ großen Becken. Dort ist die Fließgeschwindigkeit so gering, dass es zu einer starken Sedimentation kommt. Es lagern sich viele nährstoffreiche Stoffe am Boden des Gewässers ab. Diese Verschlammung bringt viele Nachteile mit sich. Einerseits sinkt man zum Beispiel bei der Probenentnahme in den Schlamm ein, andererseits verbraucht der Abbau dieser Substanzen Sauerstoff, wodurch der Sauerstoffgehalt des Gewässers sinkt. Diese These unterstützt auch die Tatsache, dass der Sauerstoffgehalt an dieser Probestelle am geringsten war. (vgl. Heintges System 2007, S. 17) Jede Methode hat ihre Stärken und Schwächen, die Bestimmung der Gewässergüteklasse mithilfe des Saprobienindex ist eine gängige und verbreitete Methode, da sie im Gegensatz zu den chemischen Werten keine Momentaufnahme ist. Weil der Saprobienindex auf Organismen beruht, die sich mit den äußeren Gegebenheiten abfinden müssen, gibt er einen Gesamtüberblick über die Gewässerqualität an der Probestelle.



Ein weiterer Vorteil ist, dass das Verfahren einfacher und günstiger ist, da eigentlich nur Gefäße, ein Kescher und Lektüre notwendig sind. Jedoch ist das chemische Verfahren zeitsparender und liefert spezifischere Ergebnisse, an denen man eventuell auch die Ursache einer möglichen Verunreinigung erkennen kann. Somit ergänzen sich beide Verfahren, so dass man am Ende ein sehr genaues und aussagekräftiges Ergebnis erhält.

Aussagekraft des Saprobienindex

Die Aussagekraft des Saprobienindex kann mithilfe des Streumaßes und Abundanzsumme untersucht werden. Die Abundanzsumme muss mindestens 15 betragen, damit es sich um eine allgemeingültige Saprobienindexbestimmung handelt. (Vorlesung von Achtziger 2004, S. 3 und Gaul 2003) Die Wasserchemische Gesellschaft spricht sogar von einer Abundanzsumme von mindestens 20, da die Liste der Indikationsorganismen für den Saprobienindex von 160 Organismen auf 600 erweitert wurde. (Wasserchemische Gesellschaft 2004, S. 1)

Bei der Bestimmung hier am Moorbach wurde jedoch noch die Liste nach Friedrich von 1990 benutzt. Aber selbst eine Summe von 15 wurde bei unserer Untersuchung nicht erreicht. Die Abundanzsumme bei unseren Proben betrug beim „Paterbecken“ 13, bei der „Alten Mühle“ nur 6, und beim „Klärwerk“ 9. Somit wäre unsere Saprobienindexbestimmung bei einer statistischen Prüfung nicht relevant und müsste notfalls wiederholt werden. Dass zu wenige relevante Organismen gefunden wurden, liegt wahrscheinlich zum einen an der Jahreszeit. Man erkennt in der Tabelle 6, dass die Abundanzsumme umso geringer war je später die Proben genommen wurden. Der optimale Zeitraum wäre anhand dieser Daten zwischen Mitte Mai und Mitte Juni. Denkbar wäre auch, dass die niedrigen Abundanzsummen wegen einer fehlerhaften Probennahme zustande kommen. Vielleicht wurde bei den Proben des NLWKN auch eine andere Abundanzskala verwendet, denn es sind in der Literatur unterschiedliche Skalen vermerkt. (z.B.: Meier, C. et al. 2006 und Gaul, J. 2003)

Aber auch das Streumaß gibt Auskunft über die Aussagekraft des ermittelten Wertes, dieses sollte nicht größer als 0,2 sein. (vgl.: Vorlesung von Achtziger 2004, S. 3) Das Streumaß des am Moorbach ermittelten Saprobienindex lag beim „Paterbecken“ bei 0,163, bei der „Alten Mühle“ bei 0,186 und beim Klärwerk bei 0,099. Somit ist eine von zwei Bedingungen erfüllt.

Zeitliche Veränderungen des Saprobienindex am Moorbach vor dem Hintergrund der europäischen Wasserrahmenrichtlinien

Laut dem Entwurf der Bewertungsskala der typbezogenen Saprobie EG-WRRL (NLWKN 2004): Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie, Flussgebiet Weser, S. 10, entspricht ein guter Zustand beim Moorbach mindestens einer Gewässergüteklasse II oder einem Saprobienindex von höchstens 2,3. Dieser gute Zustand wird bis 2015 von der Europäischen Gemeinschaft in der WRRL gefordert. (Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union 2000, S. 13)

Diesen Vorgaben entsprechen die ermittelten Werte an den Probestellen „Paterbecken“ und „Klärwerk“, der Saprobienindex an der Probe­stelle „Alte Mühle“ liegt bei 2,425 also 0,125 über dem Ziel für 2015. Tabelle 6 zeigt ältere Ergebnisse der Saprobienindexbestimmung hier in Vechta und aktuellere, die im Rahmen dieser Facharbeit entstanden sind.

Zusätzlich sind zu dem eigentlichen Saprobienindex noch andere Informationen aufgeführt. Zum Beispiel die Anzahl der Indikatortaxa, die zeigen, wie viele unterschiedliche und für den Saprobienindex relevante Organismen gefunden wurden. Als fünftes ist noch die Abundanzsumme aufgelistet, die Auskunft gibt über die Summe der Abundanzzahlen, die jedem für den Saprobienindex relevantem Organismus je nach Häufigkeit zugeordnet werden. Als letztes ist noch die Gesamt­taxaanzahl verzeichnet, die informiert über die gesamte Anzahl der gefunden Organismen. Denn nicht alle sind für die Saprobienindexbestimmung von Bedeutung.

Probestelle (ungefähr)	Datum der Probenahme	Saprobienindex	Anzahl der Indikatortaxa	Abundanzsumme	Gesamt­taxaanzahl
Paterbecken	23.08.1989	2,62	13	45	16
	25.04.2007	2,49	11	32	16
Unsere Probe	10.09.2013	2,28	8	12	11
Alte Mühle – Unsere Probe	10.09.2013	2,425	6	6	10
Klärwerk	04.09.1989	2,52	10	27	13
	17.06.1993	2,51	17	60	21
	28.05.1996	2,51	18	61	22
	25.06.2009	2,39	14	52	20
Unsere Probe	10.09.2013	2,23	6	9	7

Tabelle 6: Vergleichswerte Quelle: NLWKN-Cloppenburg, Herr Schuster

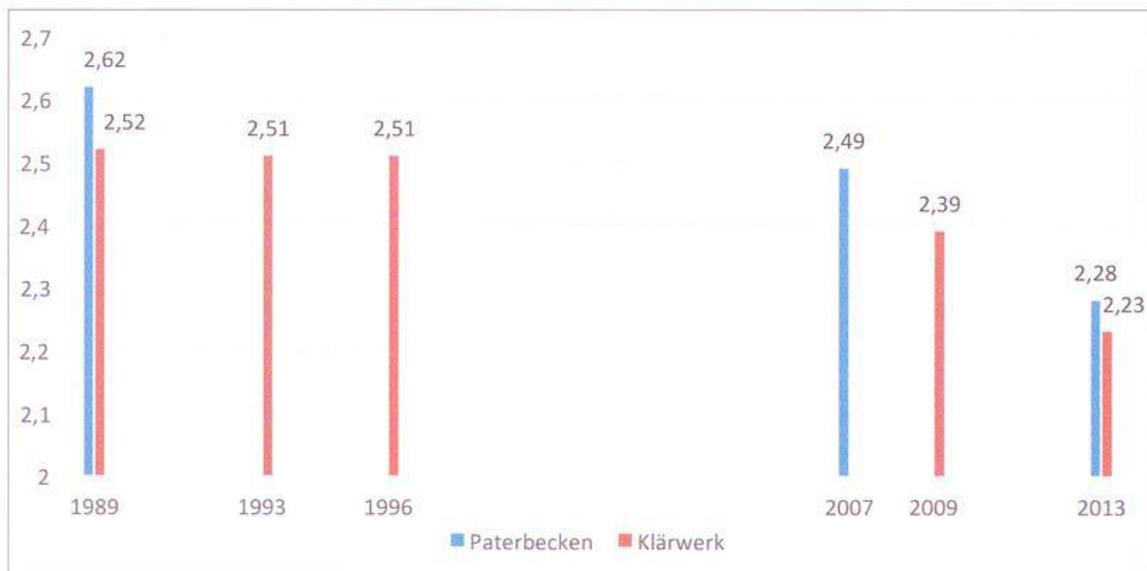


Diagramm 2: Veränderung der bestimmten Saprobienwerte von 1989 bis 2013

Wenn man sich aber die Tabelle 6 oder das Diagramm 2 anschaut, und die starke Verbesserung der Werte von 1989 bis 2013 sieht, ist dieses ehrgeizige Ziel für den Moorbach noch zu schaffen. Die Messwerte haben sich kontinuierlich verbessert, außer zwischen den Jahren 1993 und 1996 an der Probestelle „Klärwerk“, dort sind sie gleich geblieben. In den ersten Jahren hat sich kaum etwas verändert, doch die starke Verbesserung von 2007 bis 2013 ist besonders signifikant. Von 2007 an hat sich der Saprobienindex beim „Paterbecken“ jedes Jahr bis 2013 durchschnittlich um 2% verbessert. Somit unterstützt die starke Verbesserung der Gewässergüte vor allem in den letzten Jahren die Hypothese, dass die Erwartungen bis 2015 hier am Moorbach erfüllt werden können. Der Durchschnitt der chemischen Werte entspricht nur an der ersten Probestelle „Paterbecken“ dem Ziel der Gewässergüteklasse II, an den anderen beiden Probestellen ist es nur sehr knapp schlechter, aber dennoch ist die Zielerreichung möglich.

Doch wie sieht es woanders in Deutschland aus? Im November 2005 sahen die Prognosen für die Gewässer im Flussgebiet der Weser des Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz nicht so positiv aus; bei ihren Untersuchungen erreichten 65% der Gewässer keinen guten Zustand. Unklar ist die Zielerreichung bei 21% und unwahrscheinlich bei 44% der Gewässer. (Meier, C. et al. 2006, S. 10)

Fazit

Die Kooperation mit der Universität zum Thema „Gewässerqualität am Moorbach, mit besonderem Augenmerk auf den Saprobienindex“ ist gut verlaufen; es hat Spaß gemacht und vor allem Elisabeth Windhorst hat uns beim gesamten Ablauf sehr unterstützt. Die Probennahme am Moorbach und die Auswertung waren ein Erfolg. Leider wurde die erforderliche Abundanzsumme nicht erreicht. Trotzdem harmonisieren die biologischen und chemischen Ergebnisse und haben sich somit sehr gut ergänzt. Aber auch die vorher festgelegten Erwartungen an das Ergebnis wurden erfüllt. Also sind die Ergebnisse dieser Untersuchung im Großen und Ganzen plausibel und aussagekräftig.

Der Moorbach erreicht die Gewässergüteklasse II bzw. II-III, was eine Verbesserung zu früheren Werten ist.

Abkürzungsverzeichnis:

NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
EG	Europäische Gemeinschaft
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Literaturverzeichnis:

- Bährmann, R. (2008), Bestimmung wirbelloser Tiere. 5. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
- Dudenredaktion (2007), Das Fremdwörterbuch, Auflage 9, Weltbild Sonderausgabe, Dudenverlag, Mannheim
- Heintges System (2007), Sicher durch die Fischerprüfung - Natur- und Tierschutz in der Angelfischerei, Holtz-Druck AG, Neudrossenfeld
- Langheinrich, U. (2005): Vergleichende Untersuchung und kritische Einschätzung aktueller Methoden zur Bewertung von Oberflächengewässern gemäß den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie am Beispiel von Gewässern in Großschutzgebieten Sachsen-Anhalts, Shaker Verlag, Magdeburg
- Meier, C. et al. (2006), Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung [PDF-Dokument auf CD]
- Nagel, P. (1989), Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- NLWKN-Betriebsstelle Verden (2004), Gewässergütebericht [PDF-Dokument auf CD]
- Schaefer, M. (2010), Brohmer Fauna von Deutschland. 23. Auflage, Verlag Quelle & Meyer, Wiebelsheim
- Tümpling, W.; Friedrich, G. (1999), Biologische Gewässeruntersuchung, Gustav Fischer Verlag, Jena.

Internetadressen:

- Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union (2000), EG – Wasserrahmenrichtlinie. URL: <http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/wasserrichtlinie.pdf> [PDF-Dokument auf CD]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Die Wasserrahmenrichtlinie Auf dem Weg zu guten Gewässern, Berlin URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/wasserrahmenrichtlinie_bf.pdf [PDF-Dokument auf CD]
- Google Maps URL: <https://www.google.de/maps/preview> [Stand: 24.02.2014]
- Vorlesung von Roland Achtziger (2004), Biologische Verfahren der Umwelt- und Umweltsystemanalytik – Saprobienindex URL: https://tu-freiberg.de/fakult2/bio/ag_bio/lehre/stichworte_saprobienindex.pdf [PDF-Dokument auf CD]
- Wasserchemische Gesellschaft (2004): Revision der DIN 38410 „Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern“. URL: <http://www.wasserchemische-gesellschaft.de/en/dev/validierungsdokumente.html?download=40:m1-din-38410-1-2004-10> [PDF-Dokument auf CD]
- NLWKN Bezirksregierung Hannover (2004): Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Flussgebiet Ems). URL: http://wrrl-kommunal.de/fileadmin/daten_wib/downloads/c-berichte_ow/02_hase/C_Bericht_Hase_041222.pdf [PDF-Dokument auf CD]
- <http://www.jgaul.de/> (25.02.2014) Gaul J. 2003, Die Fliegenfischerseite <http://www.jgaul.de/index3.htm>

Anmerkung der Redaktion:

Die vorliegende Arbeit wurde von Henrik Bohlke im Schuljahr 2013/14 am Gymnasium Kolleg St. Thomas in Vechta als Facharbeit angefertigt (Betreuende Lehrerin: Frau Hoin). Im Wettbewerb „Unsere Region macht Schule – Schülerpreis Oldenburger Münsterland“ zeichnete der Heimatbund sie in der Kategorie „Facharbeiten aus der Oberstufe“ mit dem 1. Preis aus. Der sprachliche Duktus einer Facharbeit wurde im vorliegenden Text nicht verändert.

Gerhard Weyrauch

Tiere in einem naturnahen Garten in Cloppenburg

Ein naturnaher Garten ist ein Erholungsraum für Menschen, die die Natur lieben. In einem naturnahen Garten wird der Natur Raum gelassen, so dass sich bestimmte Bereiche mit einheimischen Pflanzen und Tieren entwickeln und entfalten können. Abgefallenes Laub wird nicht vollständig entfernt, sondern es wird in einem ökologischen Kreislauf von Abfallfressern (Regenwürmer, Schnecken, Asseln, Insekten) verwertet und durch Pilze und Bakterien zersetzt, so dass schließlich anorganische Pflanzennährstoffe entstehen, die eine künstliche Düngung überflüssig machen. Abgestorbene Pflanzen werden kompostiert und können im Nutzgartenbereich eingesetzt werden. Ein zugänglicher Komposthaufen gibt dem Igel die Möglichkeit zu überwintern. Der Reichtum an Regenwürmern, Insekten und anderen Kleinlebewesen sowie natürliche Versteck- und Nistmöglichkeiten bietet vielen Vogelarten eine Existenzgrundlage.

Einheimische Pflanzen dienen Schmetterlingsraupen als Nahrung. Brennnesseln sind z.B. Futter für die Raupen vom Tagpfauenauge, vom Kleinen Fuchs und vom Admiral. In einem Garten, in dem keine Insektengifte eingesetzt werden, existieren natürliche Feinde von Blattläusen, die eine Massenvermehrung dieser Pflanzensaftsauger verhindern. Dazu gehören die Marienkäfer und ihre Larven sowie die Larven von bestimmten Schwebfliegenarten und Florfliegen. Die hier gezeigten Tierarten sind aus einer großen Vielfalt herausgegriffen.

Fotos: Gerhard Weyrauch

