Haveluntersuchung

Georg-Mendheim-OSZ Oranienburg

Madeline Neter

UA 10

12.09.2011 bis
16.09.2011

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 3
2. Allgemeines zur oberen Havel 4
3. Grundlagen 5
3.1 Analyseparameter 5
3.2 Verfahren 7
3.3 Limnologische Grundlagen 8
4. Streckenabschnitt 10
5. Ergebnisse 12
5.1 Fürstenberg bis Bredereiche 12
5.2 Bredereiche bis Mildenberg 13
5.3 Mildenberg bis Liebenwalde 14
5.4 Liebenwalde bis Oranienburg 15
5.5 Oranienburg bis Hennigsdorf 16
5.6 Ergebnisse des Schülernetzwerkes 17
6. Auswertung der Ergebnisse 19
7. Gewässergütebestimmung am „Blauen Wunder“ vom 27.09.2011 20
8. Eigene Bewertung des Projektes 24
9. Quellenverzeichnis 25
10. Eigenständigkeitserklärung 25
Anlage 26

1. Einleitung

Im Rahmen meiner Ausbildung zur umweltschutztechnischen Assistentin am Georg-Mendheim-Oberstufenzentrum in Oranienburg habe ich in der Projektgruppe „Ökologische Bewertung von Fließgewässern“ gearbeitet. Dadurch hatte ich die Möglichkeit an einer Kaffenkahnfahrt teilzunehmen.
Diese fand in der Zeit vom 12.09.2011 bis 16.09.2011 statt. Dabei wurden an bestimmten Messstellen der Havel Wasserproben entnommen und anschließend die chemische Gewässergüte bestimmt. Die Fahrt begann in Fürstenberg/Havel und endete in Hennigsdorf. Somit wurde ein Großteil der oberen Havel mit dem Kaffenkahn „Concordia“ abgefahren.

Das Besondere an dieser Fahrt war, dass Schulklassen unterschiedlichen Alters teilnahmen und die Wasserproben vor Ort analysierten. Dadurch haben die Schüler einen kleinen Einblick in die Arbeit eines Laboranten bzw. Ökologen erhalten. Ein weiterer Aspekt war, dass sie ihre Umwelt näher kennen lernten.

Diese Fahrt wurde im Rahmen der Projektinitiative des Landkreises Oberhavel „Schülernetzwerk zur nachhaltigen Entwicklung der Havellandschaft“ organisiert, welche 2008 ins Leben gerufen wurde.

2. Allgemeines zur oberen Havel

Die Havel entspringt in der Mecklenburgischen Seenplatte. Als Quellgebiet gilt heute das Diekenbruch bei Ankershagen im Nordosten des Müritz-Nationalparks.

Die ersten von der Havel durchflossenen Seen sind der Dambecker- und der Röthsee. Hier ist die Havel noch ein grabenähnliches Fließ. Ab dem Käbelicksee bei Kratzeburg hat sie bereits eine Breite von drei bis vier Metern und ist ein beliebtes Paddelgewässer. Zwischen dem folgenden Granziner- und dem Pagelsee ist die Havel ein in eine schmale Rinne gezwängter Wildwasserbach, genannt Schwanenhavel. Dem Pagelsee folgen der Zotzensee, der Jäthensee und der Useriner See. Der Flusslauf der Havel zwischen diesen Seen ist bereits teilweise kanalartig ausgebaut. Ab dem Useriner See, 12 km von ihrer Quelle entfernt, ist die Havel ein schiffbarer Fluss von bis zu 10 m Breite und darf mit motorbetriebenen Booten befahren werden. Am Großen Labussee befindet sich die erste Schleuse der Havel, die Schleuse Zwenzow. Es folgt die Quassower Havel und der Woblitzsee bei Wesenberg. Über den in den Woblitzsee von Norden einmündenden Kammerkanal und den Zierker See ist die Havel mit Neustrelitz, der ehemaligen Landeshauptstadt von Mecklenburg-Strelitz, verbunden. Vom Woblitzsee an ist die Havel, einschließlich des Kammerkanals, mit mehreren Staustufen als Obere Havel-Wasserstraße ausgebaut. In Mecklenburg streift sie noch den Drewensee und den Wangnitzsee und fließt durch den Kleinen und Großen Priepertsee sowie den Ellbogensee und den Ziernsee. Bereits im Land Brandenburg streift sie den Menowsee und durchfließt den Röblinsee und Baalensee.

Am Ostrand der Stadt Fürstenberg streift die Havel den Schwedtsee und erreicht hinter Fürstenberg den Stolpsee bei der Klosterruine Himmelpfort. 15 km südlich davon, nördlich von Zehdenick, wurde in ihrer Niederung früher viel Ton abgebaut (jetzt touristischer Ziegeleipark). Zum Transport von Brennmaterial und Ziegeln wurde ab Zehdenick südwärts nach Liebenwalde 1880-1882 der Voßkanal gebaut, neben dem die alte Havel unter dem Namen „Schnelle Havel“ als stark mäandrierendes und nicht schiffbares Flüsschen erhalten geblieben ist. So fließt der Hauptanteil des Havelwassers ab Zehdenick durch den Voßkanal und Malzer Kanal und speist seit 1914 die Scheitelhaltung des Oder-Havel-Kanals; über die Kanalstufe Lehnitz fließt das Havelwasser südlich Oranienburg wieder dem Havelbett zu. Unmittelbar südlich von Liebenwalde zweigt der Kanal "Langer Trödel", ein Abschnitt des Finowkanals, eines Vorgängerbaues des Oder-Havel-Kanals, vom Voßkanal nach Osten in Richtung Oder ab. Der Malzer Kanal, die Verlängerung des Voßkanals nach Süden, trifft südlich von Liebenwalde auf den Oder-Havel-Kanal. Der Malzer Kanal ist hier das nördliche Reststück eines Kanals von Malz her, damals als Verbindung zum "Langen Trödel"; der Malzer Kanal ist zum größeren Teil 1914 in den Oder-Havel-Kanal aufgegangen.

Die Schnelle Havel fließt nach Verlassen des Eberswalder Urstromtales parallel zum Oder-Havel-Kanal bis zur Einmündung des südlichen Reststücks des Malzer Kanals am Nordrand von Friedrichsthal. Von hier bis zur ehemaligen Schleuse Sachsenhausen wird sie als Friedrichsthaler Havel bezeichnet, anschließend als Oranienburger Havel bis Hohen Neuendorf, dann als Spandauer Havel bis zur Spreemündung. Hinter Hennigsdorf, am Nieder Neuendorfer See, zweigt von der Havel der Havelkanal nach Westen ab, 1951/52 von der DDR zur Umschiffung West-Berlins angelegt; er mündet zusammen mit dem Sacrow-Paretzer Kanal bei Paretz wieder in die Havel ein.

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Havel

3. Grundlagen

3.1 Analyseparameter

a) Sauerstoff
Sauerstoff ist für fast alle Tiere und Pflanzen zum Leben notwendig. Sie entnehmen ihn meistens durch die Atmung oder durch Resorption aus dem Wasser (gelöster Sauerstoff). Zwei „Prozesse“ liefern den Sauerstoff. Dies ist zum einem die Photosynthese der unter Wasser lebenden Pflanzen und zum anderen der Gasaustausch mit der Luft.
Der Sauerstoffgehalt in Fließgewässern wird erheblich durch Wassertemperatur, Fließgeschwindigkeit, Turbulenzen und Mikroorganismen beeinflusst.

b) pH-Wert
Der pH-Wert gibt die Konzentration von H_3O^+ - Ionen einer Lösung an und zeigt somit, wie sauer oder alkalisch diese ist. Diese Eigenschaft ist auch für Fließgewässer wichtig, da Fische und andere Kleinorganismen in zu saurem oder zu alkalischem Wasser sterben. Ideal ist ein pH-Wert zwischen 6,5 und 8,5. Zudem ist er auch ein Hinweis auf Versauerung bzw. Eutrophierung eines Gewässers.

c) Leitfähigkeit
Die elektrische Leitfähigkeit wird von der Menge der gelösten Ionen im Wasser bestimmt und ist somit ein Indikator für den Gesamt-Salzgehalt. Es ist allerdings kein Rückschluss auf die Art der Ionen möglich. Der natürliche Salzgehalt ist u.a. von der Geologie und den Böden des Gebietes abhängig. Salzbelastungen der Gewässer können aus häuslichen oder industriellen Abwässern und im Winter aus Einschwemmung von Streusalz stammen.

d) Wassertemperatur
Die Temperatur beeinflusst verschiedene physikalische, aber auch die chemischen und biochemischen Vorgänge im Fließgewässer erheblich. Vor allem hat sie Einfluss auf die Geschwindigkeit der Umsetzungen. So nehmen Abbauvorgänge im Gewässer mit steigender Temperatur exponentiell zu. Da der Großteil der Fauna im Fließgewässer wechselwarmer Natur ist, ist er in hohem Maße von der Temperatur abhängig. Da die Stoffwechselvorgänge der Organismen bei höherer Temperatur sehr aktiv werden, verbrauchen die Lebewesen dementsprechend viel Sauerstoff, was zu ausgeprägter Sauerstoffzehrung führen kann.

e) Ammonium und Ammoniak

Ammoniak (NH_3) und sein Umwandlungsprodukt Ammonium (NH_4^+) zählen zu den wichtigsten Luftschadstoffen, die Ökosysteme belasten. Folgen sind zum Beispiel Versauerung und Nährstoffanreicherung in Böden und Gewässern.

In Oberflächengewässern kann der Eintrag von Ammonium, hauptsächlich aus Kläranlagenabläufen und landwirtschaftlichen Einträgen, infolge der einsetzenden Nitrifikation zu einer erheblichen Belastung des Sauerstoffhaushalts, wenn nicht gar zu dessen Zusammenbruch führen.

In wässrigen Lösungen findet man ein vom pH-Wert abhängiges Gleichgewicht zwischen Ammonium-Ionen und freiem Ammoniak. Das fischgiftige Ammoniak ist nur in alkalischem Wasser beständig. In saurem Wasser bildet sich das ungefährliche Ammonium-Ion. Neben der Abhängigkeit vom pH-Wert ist das Gleichgewicht zwischen Ammoniak und Ammonium auch von der Temperatur abhängig.

f) Nitrat
Nitrat stellt die quantitativ bedeutendste Stickstoffverbindung und damit einen wichtigen Pflanzennährstoff dar. Während der Nitrifikation setzt sich Ammonium innerhalb des Stickstoffkreislaufes zu Nitrit und im weiteren Verlauf zu Nitrat um. In zu hohen Konzentrationen fördert es das Pflanzen- und Algenwachstum, dies kann zum „Umkippen" des Gewässers führen. Zudem ist es ein Hinweis auf weiterzurückliegende Fäkalienbelastung (Abwässer, Gülle).

g) Nitrit
Nitrit (NO_2) ist die Zwischenstufe der Nitrifikation. Zudem entsteht es durch Reduktion von Nitrat, wenn Pflanzen zersetzt werden.
Ein erhöhter Nitritgehalt in Gewässern ist ein Zeichen für zu hohe Belastung von Fischexkrementen. Es besitzt eine hohe Fischgiftigkeit, wobei eine starke Abhängigkeit vom pH-Wert besteht.

h) Phosphat
Phosphat wird Stoffkreislauf eines Gewässers durch den Abbau organischer Substanzen frei. Im sauberen Wasser unter natürlichen bzw. naturnahen Bedingungen ist der Gehalt des Nährstoffs sehr gering und stellt daher den begrenzenden Faktor für das Pflanzenwachstum dar. Kommt es nun zum übermäßigen Eintrag ins Gewässer, führt dies zur einer erhöhten Eutrophierung und somit auch zur einer hohen Sauerstoffzehrung bei.

i) Wasserhärte
Für die pH-Wert-Stabilität von entscheidender Bedeutung ist die in einem Gewässer vorhandene Konzentration an Calciumhydrogencarbonat. Ein Maß für diese Konzentration bildet der Wasserparameter Karbonathärte. Eine genügend hohe Karbonathärte in einem Gewässer kann den pH-Wert des Wassers stabilisieren und einer Erhöhung sowie einer Erniedrigung des pH-Wertes erfolgreich entgegen wirken. In diesem Zusammenhang werden Gewässer mit einer ausreichend hohen Karbonathärte auch als gut gepufferte Wässer bezeichnet.

j) Chlorid
Chloride sind Salze der Salzsäure. Sie kommen praktisch in jedem Wasser vor. Die Menge hängt von den geologischen Gegebenheiten ab (Calcium, Magnesium- oder Natriumchlorid). Ein hoher Gehalt weist auf eine Versalzung des Gewässers hin. Bereits ab einer Konzentration von 200 mg/l kann es zur ersten ökologischen Beeinträchtigungen kommen.

k) Eisen
Bei Einleitung von eisenhaltigem Grundwasser fällt im Gewässer das voluminöse, gelartige Eisenhydroxid aus, das sich als rotbrauner Überzug auf alle Tiere und Pflanzen und die Sedimente legt. Die Sauerstoffaufnahme der Organismen wird unterbunden bzw. stark eingeschränkt, dies kann zur Erstickung führen. Zudem kann es durch bestimmte Prozesse auch Phosphate und Schwermetalle aus Sedimenten lösen.

l) CSB
Der CSB gibt an, wie viel Sauerstoff nötig ist, damit die Inhaltsstoffe eines Wassers vollständig oxidiert werden. Bei allen Methoden die beim CSB zur Anwendung kommen, wird grundsätzlich die Oxidierbarkeit der Wasserinhaltsstoffe mit schwefelsaurer Kaliumdichromatlösung, unter Verwendung von Silbersulfat als Katalysator, gemessen.
Der CSB kann Indiz sein für harmlose Abwasserinhaltsstoffe, die in der Natur überall vorkommen. Er kann aber auch ein Anzeichen für chemisch oxidierbare Schadstoffe sein.

3.2 Verfahren

a) Photometrie
In der Chemie handelt es sich bei der Photometrie um ein Analyseverfahren, meist zur Bestimmung von Ionenkonzentrationen. Diese Methode beruht auf dem Vergleich von Lichtintensitäten. Im Prinzip wird bei dieser Analysemethode das Licht einer geeigneten Lichtquelle in zwei optische Wege aufgeteilt und durch zwei Küvetten geleitet. Die zu untersuchende Probe befindet sich nur in einer Küvette, während die andere Küvette entsprechende Substanzen enthält, mit denen die Probe vorbereitet wurde (Blindwert). Die durchgehenden Lichtstrahlen werden unterschiedlich von den Messlösungen in ihrer Intensität verändert. Nach dem Durchlauf durch die Küvetten gelangen die Strahlen weiter in den Registrierteil des Photometers und werden dort ausgewertet. Es ist auch möglich den Blindwert und die Probe nacheinander zu messen.

b) Lumineszenz
Zusammenfassender Begriff für alle Fälle von Lichtemissionen, die nicht, jedenfalls nicht allein, auf die Temperatur eines Stoffes zurückzuführen sind. Ursache der Lumineszenz ist vielmehr eine Art von Anregung.

Die einfallende Energie hebt einige Elektronen in den Atomen des absorbierenden Materials auf höhere Energieniveaus bzw. in weiter außen liegende Bahnen um den Atomkern (man sagt, die Elektronen werden angeregt). Beim Zurückfallen eines Elektrons auf seine ursprüngliche Bahn bzw. Ausgangszustand wird ein Photon (auch Lichtquant genannt) emittiert.

Allgemein kann das Phänomen der Lumineszenz durch unterschiedliche Prozesse ausgelöst werden. So unterscheidet man beispielsweise in Photolumineszenz (durch optische Anregung, in Elektrolumineszenz (durch elektrische Felder), ferner in Chemolumineszenz (durch chemische Reaktion) und in Biolumineszenz (durch biochemische Vorgänge). Weitere ausgewählte Beispiele wären u. a. die Radiolumineszenz (z. B. durch Röntgenstrahlen), die Thermolumineszenz (durch thermische Energie) und die Sonolumineszenz (durch Ultraschall).

c) Elektrochemische Verfahren
Taucht man eine positive und eine negative Elektrode in eine ionische Lösung und legt ein elektrisches Potential an, so bewegen sich die positiv geladenen Ionen (Kationen) zur negativen Elektrode oder Katode und die negativ geladenen Ionen (Anionen) zur positiven Elektrode oder Anode. Dadurch fließt zwischen den beiden Elektroden ein elektrischer Strom. Die Stromstärke hängt dabei vom elektrischen Potential zwischen den Elektroden und der Konzentration der Ionen in der Lösung ab. Die daraus resultierende instrumentelle Methode nennt man Konduktometrie. Sie wird zur quantitativen Bestimmung von Ionenkonzentrationen in Lösungen angewandt.
Bei einer ähnlichen Methode sprechen spezielle Elektroden nur auf ganz bestimmte Ionen an, so dass nach Wunsch die Natrium- oder Calciumionenkonzentration oder der pH-Wert der Lösung bestimmt werden können.

d) Titration
Die Titration ist ein Verfahren, das man bei quantitativen Analysen anwendet. Hierbei misst man, welche Menge einer bekannten Lösung benötigt wird, damit eine vollständige Reaktion mit einer Lösung stattfindet, die die betreffende Substanz mit unbekannter Konzentration enthält. Bei der Maßanalyse gibt man die bekannte Lösung tropfenweise in die unbekannte Lösung. Die Lösung mit unbekanntem Gehalt wird zuvor mit einer kleinen Menge eines so genannten Indikators versetzt. Das ist eine Substanz, an deren Farbänderung man erkennen kann, ob die Reaktion vollständig abgelaufen ist. In der modernen Maßanalyse werden die verschiedensten physikalischen Methoden genutzt, um den Endpunkt der Titration zu erkennen (z. B. Photometrie, Konduktometrie etc.).

3.3 Limnologische Grundlagen

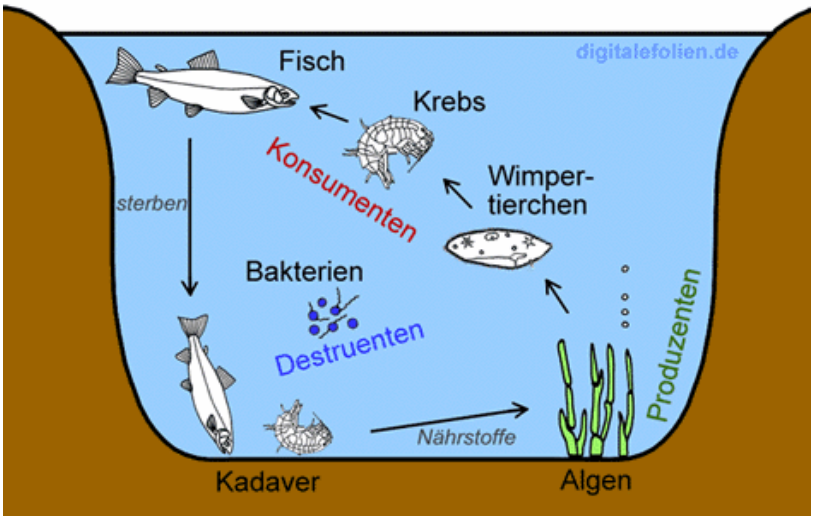
Alle natürlichen Gewässer sollen nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie bis zum Jahr 2015 den guten ökologischen Zustand erreichen. Bäche, Flüsse und Seen bilden Lebensräume für eine artenreiche Tier- und Pflanzenwelt. Dabei stehen die verschiedenen Lebensgemeinschaften miteinander in Verbindung. Wasserpflanzen geben Kleinlebewesen oder Jungfischen Halt bzw. Unterstand. Plankton und Kleinlebewesen sind Nahrung für Fische. Diese sind wiederum Nahrung für größere Lebewesen.
Der ökologische Zustand eines Gewässers kann daher nicht allein anhand einer Komponente beurteilt werden. Vielmehr müssen insgesamt die Lebensgemeinschaften im Gewässer untersucht und beurteilt werden. Das Maß für die Beurteilung des ökologischen Zustands sind dabei das Artenspektrum und die Häufigkeit des Vorkommens von bestimmten Arten. Außerdem wird die Wasserqualität auf chemisch-physikalische Parameter untersucht. Zur Bewertung des ökologischen Zustands spielen auch hydromorphologische Komponenten eine wichtige Rolle.

Das Ökosystem

Ökologie, Lehre von den Wechselbeziehungen zwischen den Lebewesen untereinander und mit ihrer unbelebten und belebten Umwelt.

Ein System ist eine Zusammenfassung voneinander abhängiger Teile, die als Einheit funktionieren und sich in wechselseitigem Austausch befinden. Ein Ökosystem besteht aus mehreren Gliedern, den Produzenten (grünen Pflanzen), den Konsumenten (Pflanzenfressern und Fleischfressern), den Destruenten (Reduzenten) bzw. Zersetzern (abbauenden Organismen wie Pilzen und Bakterien) sowie den nichtlebenden oder abiotischen Bestandteilen, also im Wesentlichen der toten organischen und anorganischen Materie, wie z. B. den im Boden und im Wasser vorhandenen Nährstoffen. Ein Ökosystem umfasst damit alle in einem bestimmten Lebensraum befindlichen Lebewesen und die sie umgebende, unbelebte Materie.

Ökologischer Kreislauf in einem Gewässer



Quelle: http://www.seilnacht.com/Lexikon/Gewaess.htm

Das Saprobiensystem

Das Saprobiensystem ist ein System zur Ermittlung des biologischen Verschmutzungsgrades von Fließgewässern und Einordnung in Gewässergüteklassen anhand des Saprobienindexes. Dazu nutzt man die im Gewässer aufgefundenen Saprobier (verschiedene Arten von Protozoen, Kleinkrebsen und Insektenlarven) als Bioindikatoren.

Anhand der Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Organismen (h), ihrer individuellen Saprobienwerte (s) und ihrer individuellen Gewichtungen (G) lässt sich ein Wert zur Bestimmung der Gewässergüte bestimmen.

Berechnung und Bewertung des Saprobienindexes

$$\text{Saprobienindex} = \frac{\text{Summe aller } P_1}{\text{Summe aller } P_2}$$

$P_1 = h \cdot s \cdot G$

$P_2 = h \cdot G$

Einordnung der biologischen Gewässergüte:

Saprobien-index	1,0 – 1,4	1,5 – 2,2	2,3 – 2,6	2,7 – 3,1	3,2 – 4,0
Biologische Gewässergüte	1 sehr gut	2 gut	3 mäßig	4 unbefriedigend	5 schlecht

4. Streckenabschnitt

Ziegeleihafen
OBERE HAVEL WASSERSTRASSE
1 Locaboat
2 Nicols
Zermützel
Gudelacksee
Lindow
Zehdenick
Vielitzsee
Alt Ruppin
Vielitz
Neuruppin
Vosskanal
Ruppiner Gewässer
Eisenau
Hohensaaten-Friedrichsthaler
Oder
Werbellinsee
Altenhof
Werbellikanal
Eichhorst
Liebenwalde
Langer Trödel
Rosenbeck
Oderberg
Hohensaaten
Oder-Havel-Kanal
Wustrau-Altfriesack
Marienwerder
Finowkanal
Finow
Ebeswalde
Niederfinow
Botzrhin
Oder-Havel-Kanal
Fehrbellin
Finofurt
Kremmener Rhin
Alter Rhin
Amtmannkanal
Ruppiner
Kanal
Kremmen
Lehnitzsee
Oranienburger Kanal
Havel
Veltener Stichkanal
www.water-ways.net
Havel
Havelkanal
Tegel See
Bern-Spandau
Berliner Spree
VOLKSWAGEN marine
BERLIN
VOLKSWAGEN marine
7 HEINZIG YACHTEN Berlin - Brandenburg
UNTERE HAVEL-WASSERSTRASSE
Gewässerkarten / Waterways.Maps / Cartes Fluviales
NV Verlag | 2 Berlin & Märkische Gewässer
Quick Maritim | Törnatlas Mecklenburgische und Märkische Gewässer
Quick Maritim | Törnplaner Mecklenburgishe und Märkische Gewässer

5. Ergebnisse

5.1 Fürstenberg bis Bredereiche

Datum: 12.09.2011

Messstellen:

M1: Röblinsee
M2: Baalensee
M3: Schwedtsee
M4: Stolpsee
M5: Woblitz im Bereich Himmelpfort
M6: Bredereiche oberhalb der Schleuse

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Wassertemperatur in °C	18,4	18,7	18,4	18,3	19,1	
Sauerstoffsättigung in %	86,7	90,3	86,6	84,7	100,2	
Sauerstoffgehalt in mg/l	8,09	8,37	8,07	7,91	9,19	9,49
pH-Wert	7,80	7,40	7,65	7,83	7,92	7,90
LF in µS/cm	511	508	488	488	476	480
Phosphat in mg/l	<0,6	0,6	6,0	0,9	3,0	0,6
Gesamthärte in °dH	12,3	11,2	10,6	10,6	13,4	9,0
Ammonium in mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	0,0	<0,2	<0,2
Nitrit in mg/l	0,0	0,02	<0,02	<0,02	0,0	<0,02
Nitrat in mg/l	0,0	0,0	0,0	<2	<2	0,0

An der Schleuse in Fürstenberg

Johannes erklärt einen Schüler das Sauerstoffmessgerät

5.2 Bredereiche bis Mildenberg

Datum: 13.09.2011

Messstellen:

M1: Regow oberhalb Schleuse
M2: 4km unterhalb Regow, westlich
M3: Schleuse Zaaren
M4: Abfluss Galenbeck
M5: Schorfheide oberhalb der Schleuse
M6: Schulzenfließ
M7: Kuhwall-See
M8: Das Fließ von Tornow

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Wassertemperatur in °C	19,2	19,9	18,8	18,6	20,5	19,9	19,1	20,7
Sauerstoffsättigung in %	86,5	78,3	80,3	87,1	91,9	105,5	104,9	43,5
Sauerstoffgehalt in mg/l	7,92	7,06	7,42	7,67	8,26	9,88	9,62	3,87
pH-Wert	7,80	7,49	7,72	7,20	7,83	7,20	8,25	7,47
LF in µS/cm	495	529	503	420	484	554	458	500
Phosphat in mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,5	1,5	1,5
Gesamthärte in °dH	11,2	14,5	11,5	11	11,5	15,5	11	16,5
Ammonium in mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,5
Nitrit in mg/l	0,02	0,0	0,05	0,02	0,0	0,02	0,02	0,5
Nitrat in mg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2

Die Schüler der UA 11 analysieren die Wasserproben

5.3 Mildenberg bis Liebenwalde

Datum: 14.09.2011

Messstellen:
M1: Mündung Welsengraben (2km unterhalb Mildenberg, westlich)
M2: Prerauer Stich
M3: Zehdenick oberhalb Schleuse
M4: Bauhofsarche Zehdenick, Abgang „Schnelle Havel“
M5: oberhalb Mündung Döllnfließ
M6: Einleitung Betonrohr (Strömung)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Wassertemperatur in °C	17,7	18		18,2	17,0	18,2
Sauerstoffsättigung in %	62,8	91,9		68,8	64,2	
Sauerstoffgehalt in mg/l	5,95	8,67	8,5	6,46	6,19	4,39
pH-Wert	7,5	8,0	7,5	7,5	7,5	7,25
LF in µS/cm	401	390	404	483	410	825
Phosphat in mg/l	0,9	0,9	0,75	0,9	1,5	4,5
Gesamthärte in °dH	11,8	12,3	12,6	12,3	13,4	14,8
Ammonium in mg/l	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nitrit in mg/l	0,025	0,0	0,02	0,02	0,02	0,05
Nitrat in mg/l	<2	<2	<2	<2	<2	4

Ziegeleipark in Mildenberg

5.4 Liebenwalde bis Oranienburg

Datum: 15.09.2011

Messstellen:

M1: Havelableiter unterhalb Schleuse Liebenwalde
M2: Klärwerk Liebenwalde
M3: Pumpwerk/Eisenbahnbrücke im Oder-Havel-Kanal
M4: Schnelle Havel bei Malz
M5: Oder-Havel-Kanal oberhalb Schleuse
M6: Lehnitzsee (6m)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Wassertemperatur in °C	16,7	17,1	16,3	15,5	18,1	17,7
Sauerstoffsättigung in %	82,6	83,4	85,5	73,6	86,1	75,5
Sauerstoffgehalt in mg/l	8,03	8,04	8,4	7,34	8,16	7,21
pH-Wert	7,25	7,25	7,25	7,0	7,75	7,25
LF in µS/cm	543	526	575	588	516	530
Phosphat in mg/l	3	0,3	0,6	1,8	0,6	0,75
Gesamthärte in °dH	14,0	12,5	14,5	15,5	15,5	13,0
Ammonium in mg/l	0,6	0,25	0,0	0,0	0,2	0,25
Nitrit in mg/l	0,03	0,07	<0,02	0,04	0,02	0,05
Nitrat in mg/l	<2	<2	<2	2	<2	2

Da war wohl was Interessantes zu sehen

5.5 Oranienburg bis Hennigsdorf

Datum: 16.09.2011

M1: Bollwerk Oranienburg
M2: Pinnower See
M3: Oranienburger Kanal
M4: Oder-Havel-Kanal Marina Havelbaude
M5: Veltener Hafen
M6: Oder-Havel-Kanal Nähe Stahlwerk
M7: Niederneuendorfer See
M8: Stadthafen Hennigsdorf

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Wassertemperatur in °C	15,5	16,2	16,2	16,0	17,4	19,4	17,4	16,7
Sauerstoffsättigung in %	86,5	81,4	47,4	77,7	90,2	80,2	84,8	68,4
Sauerstoffgehalt in mg/l	8,68	8,04	4,63	7,56	8,96	7,42	8,18	6,75
pH-Wert	7,75	6,5	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,25
LF in µS/cm	540	432	673	570	708	640	569	511
Phosphat in mg/l	0,0	12	2,1	0,9	0,3	0,9	0,6	0,9
Gesamthärte in °dH	14,0	11,5	16,0	13,5	17,0	15,0	12,5	14,5
Ammonium in mg/l	0,0	0,1	0,1	0,6	0,0	0,25	0,1	0,0
Nitrit in mg/l	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,1	0,025	0,03
Nitrat in mg/l	0,0	0,0	2	<2	2	2	<2	1

Das Ziel ist fast erreicht

Die Schiffsführer

5.6 Ergebnisse des Schülernetzwerkes

	Gesamt-härte in °dH	Nitrat in mg/l	Nitrit in mg/l	Phosphat in mg/l	Ammonium in mg/l	O_2 in %	Leitwert in µS
MS 1Röblinsee						89,3	
MS 2Baalensee							
MS 3Schwedtsee							
MS 4Stolpsee							
MS 5Woblitz						104,6	
MS 6Bredereiche	11,5	1,0	0	0,6	0,5	104,2	
MS 7Regow oberhalb Schleuse	12,0	0,5	0	0,6	0	104,6	
MS 8Abfluss Haussee unterhalb Regow	11,5			0,6		87,1	442
MS 9 Abfluss Galenbeck	11,5	0,5	0	0,6	0		
MS 10Schorfheide oberhalb Schleuse	12,5	0,5	0	0,2	0		
MS 11Schulzenfließ						105,5	413
MS 12Gr. Kuhwallsee	16,0	0,5		0,3		101,4	
MS 13Tornowfließ				0,9		39,9	450
MS 14Burgwall	12,5					83,3	440
MS 15Ziegeleipark Mildenberg	17,0	0,5	0	0,9	0		
MS 16Welsengraben		1,0	0	0,6	0	64,6	448
MS 17Prerauer Stich	16,0	1,0	0	0,6			641
MS 18Zehdenick oberhalb Schleuse	13,5	1,0	0	0,6	0	68,3	454
MS 19Schnelle Havel, Bauhofsarche	13,5	1,0	0	0,6	0	72,5	455
MS 20Zehdenick II, Vorfluter Klärwerk							
MS 21Bischofswerder, SH	19,0	2,0	0	1,5	0	58,5	510
MS 22Döllnfließ							

	Gesamt-härte in °dH	Nitrat in mg/l	Nitrit in mg/l	Phosphat in mg/l	Ammonium in mg/l	O_2 in %	Leitwert in µS
MS 23Liebenwalde, Marina	11,0	0,5	0,03	0,6	0	72,1	457
MS 24Langer Trödel	11,5	1,0	0,05	0,6	0		
MS 25Havelableiter	18,0	1,0	0,025	0	0,5	55,0	492
MS 26Klärwerk Liebenwalde	17,0	1,0	0	0	0		
MS 27alte Bahnbrücke bei Kreuzbruch		1,0	0,02	0,2	0	85,5	
MS 28Schnelle Havel, Malz	14,0	3,0	0	0,2	0,5	73,6	588
MS 29Lehnitz, oberhalb Schleuse	13,5	1,0	0,02	0,9	0,1	84,3	464
MS 30Lehnitzsee, tiefste Stelle	14,0	3	0,02	0,5	0,5	73,6	476
MS 31Bollwerk, Orbg. Havel	12,0	0,5	0,02	0,6	0,5		
MS 32Pinnower See	12,0	0,5	0,0	0,6	0	85,1	485
MS 33 Oranienburger Kanal, unterhalb Schl. Pinnow	16,0	1,0	0,03	0,75	0	52,0	645
MS 34Havelbaude	13,0	0,5	0,03	0,9	0	80,3	510
MS 35Veltener Kanal	17,0	1,0	0,02	0,45	0	90,8	667
MS 36Stahlwerk	17,0	0,5	0,02	0,45	0	74,7	516
MS 37Niederneuendorfer See	11,0	1,0	0,03	0,6	0	78,4	503
MS 38Hafen Hennigsdorf	13,0	1,0	0,03	0,9	0	68,4	511

6. Auswertung der Ergebnisse

Die Werte der chemischen Parameter entsprechen in den meisten Fällen der Gütelasse:

Wassertemperatur: I - II
Sauerstoffsättigung: II – III
Sauerstoffgehalt: II
pH-Wert: I
Leitfähigkeit: II – III
Phosphat: IV – V (Beachte: Extreme Ausreißer nach oben wurden nicht berücksichtigt)
Gesamthärte: I
Ammonium: I – II
Nitrit: I – II
Nitrat: I

Als Grundlage dient der Mittelwert des jeweiligen Parameters aller Streckenabschnitte.

Besorgniserregend sind die hohen Phosphatwerte in fast allen Streckenabschnitten.
Es wäre angebracht eine Ursachenforschung zu betreiben.

Beachte:

Aufgrund nachfolgender Faktoren ist eine repräsentative Aussage zum chemischen Zustand der Gewässer nicht möglich:

- Verschiedene Bewertungstabellen
- Ungenaue Messmethoden (Analysekoffer)
- Zu wenige Parameter wurden erfasst, um den gesamten chemischen Zustand zu beurteilen
- Um eine repräsentative Aussage treffen zu können, müsste man die Gewässer kontinuierlich untersuchen.

7. Gewässergütebestimmung am „Blauen Wunder“ vom 27.09.2011

Feldprotokoll

Datum: 27.09.2011
Uhrzeit: ab 10:40 Uhr bis 12 Uhr
Probenehmer: Geraldine Neter, Madeline Neter und Johannes Wünsch
Gewässer: Havel
Messstelle: gegenüber dem Bollwerk, Oranienburg

Breite des Gewässers an der Untersuchungsstelle: ca. 20m
Gewässertiefe an der Untersuchungsstelle: ca. 20cm
Wetter: trocken, bewölkt
Wassertemperatur: 16,5 °C
Lufttemperatur: 19 °C
Strömungsgeschwindigkeit: nicht bestimmt
Trübung: leicht
Farbe: farblos
Geruch: unauffällig
Schaumbildung: keine
Beschattung: ja
Art des Substrates: Sand, Schlamm
Überwasserpflanzen: keine
Unterwasserpflanzen: Seegras
Faulschlamm: nicht vorhanden
Untersuchte Objekte: Steine, Schlamm
Besonderheiten: Bootsverkehr, Schwäne, mehrere Enten

Berechnung des Saprobienindex und Einstufung

Name	h	s	G	P_1=h*s	P_2=h
Sumpfdeckelschnecke	2	2,0		4,0	2
Teichmuschel	1	2,0		2,0	1
Flussmuschel	2	2,0	4	4,0	2
Erbsenmuschel	3	1,8		5,4	3
Langfühlerige Schnauzen-schnecke	1	2,3	4	2,3	1
Süßwasserschwamm	2	2,2	4	4,4	2
Flohkrebs	5	2,0	4	10,0	5
Köcherfliegenlarve	1	1,5	4	1,5	1
Spitzschlammschnecke	1	1,8	4	1,8	1
Wandermuschel	1	2,2	4	2,2	1
Summe				**37,6**	**19**

Weitere Funde:
7 Schnaken (können aufgrund ihrer Artenvielfalt nicht genauer bestimmt werden)

Saprobienindex = $\frac{\text{Summe aller } P_1}{\text{Summe aller } P_2}$

Saprobienindex = $\frac{37,6}{19}$

Saprobienindex = 1,98

Bewertung:

Mit einem Saprobienindex von 1,98 ist die biologische Gewässergüte als „gut“ einzuordnen.

Untersuchungsstelle: Unter der Fußgängerbrücke am Blauen Wunder

Name	h	s	G	P_1=h*s*G	P_2=h*G
Rollegel	13	2,8	8	291,2	104
Flussnapfschnecke	1	1,9	4	7,6	4
Langfühlerige Schnauzen-schnecke	19	2,3	4	174,8	76
Wandermuschel	2	2,2	4	17,6	8
Flussmuschel	2	2,0	4	16	8
Flohkrebs	15	2,0	4	120	60
Köcherfliegenlarve Anabolia nervosa	3	2,0	8	48	24
Summe				**675,2**	**284**

Saprobienindex = $\frac{\text{Summe aller } P_1}{\text{Summe aller } P_2}$

Saprobienindex = $\frac{675,2}{284}$

Saprobienindex = 2,4

Bewertung:

Mit einem Saprobienindex von 2,4 ist biologische Gewässergüte als „mäßig“ einzuordnen.

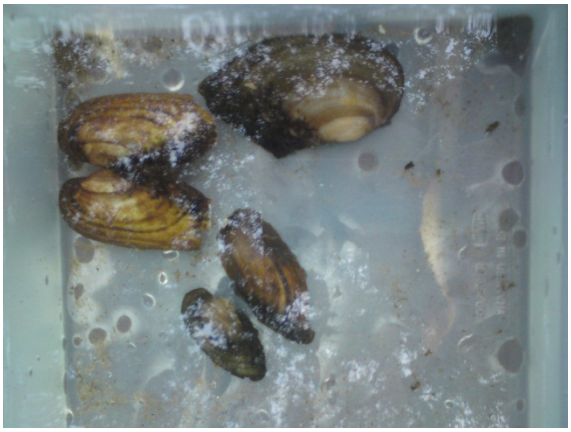
Der Mittelwert beider limnologischen Untersuchungen beträgt 2,2 und ist somit als „gut“ einzuordnen.

Zusammenfassung

Die biologische Gewässergüte ist als gut einzuordnen. Dies bestätigt auch die chemische Gewässergüte. Die Parameter liegen überwiegend zwischen den Güteklassen I und II.

Zu beachten ist jedoch, dass die Proben an unterschiedlichen Tagen und Messstellen geholt bzw. analysiert wurden, somit kann es zu leichten Schwankungen bei den Messwerten kommen. Eine repräsentative Bewertung dieses Gewässerabschnittes ist also nicht möglich.

Bei der biologischen Bewertung ist zu beachten, dass die Untersuchung Ende September stattgefunden hat. Zu diesem Zeitpunkt sind nicht mehr alle Arten anzutreffen.
Des Weiteren findet man geringfügige Abweichungen der Saprobienwerte in den verschiedenen Quellen.



Parameter	Datum und Ort der Probenahme	Datum der Untersuchung	Lagerung	Methode	Messwert	Bewertung, Güteklasse
Wassertemperatur	18.10.2011; gegenüber Bollwerk	18.10.2011		physikalisch	13,7 °C	I
Sauerstoffgehalt	18.10.2011; gegenüber Bollwerk	18.10.2011		Lumineszenz, elektrometrisch	9,54 mg/l	I
Sauerstoffsättigung	18.10.2011; gegenüber Bollwerk	18.10.2011		Lumineszenz, elektrometrisch	84,6 %	II
pH-Wert	18.10.2011; gegenüber Bollwerk	18.10.2011		elektrometrisch	7,5	I
Leitfähigkeit	18.10.2011; gegenüber Bollwerk	18.10.2011		elektrometrisch	520 µS/cm	III
Ammonium	18.10.2011; gegenüber Bollwerk	18.10.2011		fotometrisch RS: 14752	0,34 mg/l NH_4-N: 0,26 mg/l	II
Nitrit	18.10.2011; gegenüber Bollwerk	18.10.2011		fotometrisch RS: 14776	0,06 mg/l NO_2-N: 0,018 mg/l	I - II
Nitrat	18.10.2011; gegenüber Bollwerk	01.11.2011	Gefrierschrank	fotometrisch RS: 14773	0,8 mg/l NO_3-N: 0,18 mg/l	I
Phosphat	21.11.2011; „Blaues Wunder“	22.11.2011		fotometrisch RS: 14848	0,39 mg/l PO_4-P: 0,13 mg/l	III
CSB	21.11.2011; „Blaues Wunder“	22.11.2011		fotometrisch	36 mg/l	III
Gesamthärte	21.11.2011; „Blaues Wunder“	22.11.2011		Titration mit EDTA	1,85 mmol/l 10,36 °dH	I
Karbonathärte	28.11.2011; „Blaues Wunder“	29.11.2011		Titration mit HCl	1,6 mmol/l 8,96 °dH	I
Chlorid	28.11.2011; „Blaues Wunder“	29.11.2011		Titration nach Mohr	39 mg/l	I
Eisen	28.11.2011 „Blaues Wunder“	29.11.2011		fotometrisch RS: 14761	0,135 mg/l	II

Hinweis: Die Einstufung der Güteklassen erfolgt nach verschiedenen Bewertungstabellen (siehe Anhang 2, 3 und 4)

8. Eigene Bewertung des Projektes

Positives	Negatives
- Frische Luft	- Lange Tage
- Kennenlernen der Region	- Viele Probenahmen
- Viel Selbstständigkeit, Verantwortung, Zusammenarbeit mit Kindern	- Teilweise Zeitdruck
- Freundliche, hilfsbereite Mannschaft	- Sonnenbrand
- Kenntnisse wurden vertieft	

Fazit: Es war eine sehr interessante und lehrreiche Woche. Eine solches Projekt sollte man auf jeden Fall wiederholen, da es besonders für Schülergruppen geeignet ist.

9. Quellenverzeichnis

• Microsoft ® Encarta ® 2006 © 1993-2005 Microsoft Corporation
• www.wikipedia.de
• http://www.akg.softpoint.de
• http://www.bachpatenschaften.de
• http://www.angewandte-geologie.geol.uni-erlangen.de
• http://www.lavaris-lake.de
• http://www.hamburg.de/contentblob/135122/data/eisen.pdf
• http://www.flussgebiete.nrw.de
• http://www.lutter-leben.de/html/indikatororganismen.html
• http://www.haus-ruhrnatur.de/ruhrnatur/Kleine%20Wassertiere%20der%20Ruhr.pdf
• http://www.seilnacht.com

• Eigene Fotos

Literatur:

• Projektinitiative der Lokalen Agenda 21- Schülernetzwerk zur nachhaltigen Entwicklung der Havellandschaft 2010

• Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. – Band 64:
Ökologische Bewertung von Fließgewässern

• Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. – Band 53:
Biologische und chemische Gütebestimmung von Fließgewässern

10. Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Quellenverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

_____ _____

Ort/Datum Unterschrift

Anlage 1

Biologische Gewässergüte

Güteklasse	Grad der Belastung	Kurze Definition der Gewässergüteklassen
I	Anthropogen unbelastet: gesogener Hintergrundwert (bei Naturstoffen) bzw. „Null "(bei Xenobiotika)	Gewässerabschnitte mit reinem, stets annähernd sauerstoffgesättigtem und nährstoffarmen Wasser; geringer Bakteriengehalt; mäßig dicht besiedelt; vorwiegend Algen, Moose, Strudelwürmer und Insektenlarven; sofern sommerkühl, Laichgewässer für Salmoniden
I–II	sehr geringe Belastung	Gewässerabschnitte mit geringer anorganischer und organischer Nährstoffzufuhr ohne nennenswerte Sauerstoffzehrung; dicht und meist in großer Artenvielfalt besiedelt; sofern sommerkühl; Salmonidengewässer
II	mäßige Belastung	Gewässerabschnitte mit mäßiger Verunreinigung und guter Sauerstoffversorgung; sehr große Artenvielfalt und Individuendichte von Algen, Schnecken, Kleinkrebsen, Insektenlarven; Wasserpflanzenbestände bedecken größere Flächen; ertragreiche Fischgewässer
II–III	deutliche Belastung	Gewässerabschnitte, deren Belastung mit organischen sauerstoffzehrenden Stoffen einen kritischen Zustand bewirkt; Fischsterben infolge Sauerstoffmangels möglich; Rückgang der Artenzahl bei Makroorganismen; gewisse Arten neigen zu Massenentwicklung; Algen bilden häufig größere flächendeckende Bestände; meist noch ertragreiche Fischgewässer
III	erhöhte Belastung	Gewässerabschnitte mit starker organischer sauerstoffzehrender Verschmutzung und meist niedrigem Sauerstoffgehalt; örtlich Faulschlammablagerungen; flächendeckende Kolonien von fadenförmigen Abwasserbakterien und festsitzenden Wimperntieren übertreffen das Vorkommen von Algen und höheren Pflanzen; nur wenige gegen Sauerstoffmangel unempfindliche tierische Mikroorganismen wie Schwämme, Egel, Wasserasseln kommen bisweilen massenhaft vor; geringe Fischerträge mit periodischem Fischsterben
III–IV	hohe Belastung	Gewässerabschnitte mit weitgehend eingeschränkten Lebensbedingungen durch sehr starke Verschmutzung mit organischen sauerstoffzehrenden Stoffen, oft durch

		toxische Einflüsse verstärkt; zeitweilig totaler Sauerstoffschwund; Trübung durch Abwasserschwebestoffe; ausgedehnte Faulschlammablagerungen; durch rote Zuckmückenlarven oder Schlammröhrenwürmer dicht besiedelt; Rückgang fadenförmiger Abwasserbakterien; Fische nicht auf Dauer und dann nur örtlich begrenzt anzutreffen
IV	sehr hohe Belastung	Gewässerabschnitte mit übermäßiger Verschmutzung durch organische sauerstoffzehrende Abwässer; Fäulnisprozesse herrschen vor; Sauerstoff über lange Zeit in sehr niedrigen Konzentrationen vorhanden oder gänzlich fehlend; Besiedlung vorwiegend durch Bakterien, Geißeltierchen und freilebende Wimpertierchen; Fische fehlen; bei starker toxischer Belastung: biologische Verödung
Quelle : Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) aus "Daten zur Umwelt 2000" des Umweltbundesamtes		

Gewässergüteklassen und typische Organismen

Güteklasse	**Grad der organischen Belastung des Gewässers**	**Organismen**
1	unbelastet bis sehr gering belastet	Steinfliegenlarve, Hakenkäfer, Kieselalge, Hornalge
1-2	gering belastet	Eintagsfliegenlarve, Köcherfliegenlarve, Hakenkäfer, Strudelwurm
2	mäßig belastet	Flohkrebs, Blasenschnecke, Posthornschnecke, Köcherfliegenlarve
2-3	kritisch belastet	Gemeiner Fisch-Egel, Schlammschnecke, Taumelkäfer, Grünalge
3	stark verschmutzt	Wasserassel, Astalge, Rollegel, Süßwasserschwamm, Jochalge
3-4	sehr stark verschmutzt	Schlammröhrenwurm, Rote Zuckmückenlarve, Rattenschwanzlarve
4	übermäßig stark verschmutzt	Schwefelbakterien, Wimpertierchen, Geißeltierchen

Anlage 2

Gewässer:						
Probestelle:						
Datum / Uhrzeit:						
Witterung:						
M 2b: Wasserqualität – physikalische und chemische Parameter	**Messwert** Umrechnung beachten!	**Bewertungsstufen** 1 nicht belastet / sehr gut (blau)	2 wenig belastet / gut (grün)	3 mäßig belastet / mäßig (gelb)	4 kritisch belastet / unbefriedigend (orange)	5 übermäßig belastet / schlecht (rot)
15. Temperatur [°C] • im Sommer		☐ < 18	☐ 18 - 20	☐ 20 - 22	☐ 20 - 24	☐ > 24
16. pH-Wert • Hinweis auf Versauerung bzw. Eutrophierung		☐ 6,5 - 8,0 ☐ in Moorbächen natürlicherweise < 6,5	☐ 6,0 - 6,4 oder 8,1 - 8,5	☐ 5,5 - 5,9 oder 8,6 - 9,0	☐ 5,0 - 5,4 oder 9,1 - 9,5	☐ < 5,0 oder > 9,5
17. Leitfähigkeit [µS/cm] • Hinweis auf Ionenbelastung allgemein, Versalzung im besonderen (Geologie des Einzugsgebietes berücksichtigen)		☐ < 300	☐ 301 - 500	☐ 501 - 700	☐ 701 - 900	☐ > 900 ☐ Achtung! In Kalkbächen natürlicherweise bis 900
18. Sauerstoff [% Sättigung] • Untersättigung = Hinweis auf organische Belastung; Übersättigung = Hinweis auf Eutrophierung		☐ 91 - 110	☐ 81 - 90 oder 111 - 120	☐ 70 - 80 oder 121 - 130	☐ 60 - 70 oder 131 - 140	☐ < 60 oder > 140
19. Ammonium [mg/l] NH_4-N • Hinweis auf vor kurzer Zeit erfolgte Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle); Eutrophierungsgefahr, akute Toxizität 1mg NH_4^+ ≙ 0,778 mg NH_4-N		☐ < 0,04 ☐ in Moorbächen natürlicherweise bis 1	☐ 0,05 - 0,3	☐ 0,31 - 0,6	☐ 0,7 - 1,2	☐ > 1,2
20. Nitrit- [mg/l] NO_2-N • Hinweis auf Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle); Fischgift, Eutrophierungsgefahr 1mg NO_2^- ≙ 0,304 mg NO_2-N		☐ < 0,01	☐ 0,02 - 0,1	☐ 0,11 - 0,2	☐ 0,21 - 0,4	☐ > 0,4
21. Nitrat-[mg/l] NO_3-N • Hinweis auf weiter zurückliegende Fäkalienbelastung (Abwasser, Gülle); Eutrophierungsgefahr 1mg NO_3^- ≙ 0,226 mg NO_3-N		☐ < 1,0	☐ 1,1 - 2,5	☐ 2,6 - 5,0	☐ 5,1 - 10	☐ >10
22. Ortho-Phosphat [mg/l] PO_4-P • Hinweis auf Belastung mit Abwasser und/oder anorganischen Düngemitteln; Eutrophierungsgefahr 1mg PO_4^{3-} ≙ 0,326 mg PO_4-P		☐ < 0,02	☐ 0,03 - 0,1	☐ 0,11 - 0,2	☐ 0,21 - 0,4	☐ > 0,4
23. Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB5 [mg/l O_2] • Hinweis auf Belastung mit sauerstoffzehrenden Stoffen; organische Belastung		☐ < 1,0	☐ 1,1 - 3,0	☐ 3,1 - 5,0	☐ 5,1 - 10	☐ > 10

M 2b: Auswertung

Achtung, keine Mittelwertbildung, sondern Überlegung ist gefragt! – Welches sind die besonderen Probleme an dieser Probestelle?

1. Wurden einzelne Parameter schlechter als Bewertungsstufe 2 bewertet?
   ☐ Nein: Die Wasserqualität ist in Ordnung ☐ Ja: Überlegen und diskutieren (2. und 3.)
2. Welche besonderen Probleme bestehen an dieser Probestelle (Näheres in Spalte 1)? – Gibt es aufgrund der Einzelergebnisse Hinweise auf:
   ☐ Eutrophierung ☐ Versauerung ☐ Versalzung ☐ Abwasserbelastung ☐ giftige Stoffe ☐ Sonstiges: _____
3. Welche Ursache(n) könnte(n) die Belastung(en) haben?
   ☐ Abwassereinleitung ☐ Kanalisationseinleitungen ☐ diffuse Einträge von umgebenden Flächen ☐ Sonstiges: _____

© Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (VDG)

Anlage 3

Hilfstabellen

1 Orientierungswerte für Güteklassen von Gewässern

Güteklasse	I	II	III	IV
Belastung mit organischen Stoffen	unbelastet bis sehr gering belastet	mäßig belastet	stark verschmutzt	übermäßig verschmutzt
BSB_5-Wert in mg/l	1–2	2–8	8–20	>20
Sauerstoffminimum in mg/l	>8	>6	>2	<2
Sauerstoffsättigung in %	86–100 100–110	50–85 110–150	20–40 150–200	<10 >230
pH sauer alkalisch	6,5–7,0 7,0–7,5	6,0–6,5 8,0–8,5	5,0–5,5 9,0–9,5	<5,0 10,0
Ammonium in mg/l	<0,1	0,1–1	>2	>5
Nitrat in mg/l	<1,0	1–5	>5	
Nitrit in mg/l	<0,1	0,2–0,5	4,0–6,0	8,0
Orthophosphat in mg/l	<0,03	<0,5	>0,5	
Gesamthärte in mmol/l	ca. 3,6	ca. 5,3	ca. 7,1	
Säurebindungsvermögen (SBV) in mmol/l	0,5–1,0	0,25–0,5	0,03–0,1	0,05
Eisen in mg/l	0–0,1	0,1–0,2	ca. 0,5	1,0
Chlorid in mg/l	<80	80–500	1500–3500	>3500

2 Umrechnung von Härteangaben

Umrechnung	mmol/l $Ca^{2+} + Mg^{2+}$	mg/l (ppm) Ca^{2+}	Deutscher Grad °d	Engl. Grad °e	Französ. Grad °f	mg/l (ppm) $CaCO_3$
1 mmol/l $Ca^{2+} + Mg^{2+}$	1	40,08	5,60	7,02	10,00	100,0
1 mg/l (ppm) Ca^{2+}	0,025	1	0,140	0,175	0,25	2,5
1 Deutscher Grad °d	0,18	7,14	1	1,25	1,78	17,8
1 Engl. Grad °e	0,14	5,71	0,799	1	1,43	14,3
1 Französ. Grad °f	0,10	4,00	0,560	0,700	1	10,0
1 mg/l (ppm) $CaCO_3$	0,01	0,40	0,056	0,070	0,10	1

3 Faktoren zur näherungsweisen Berechnung der Konzentration der freien Kohlensäure (CO_2) aus dem Säurebindungsvermögen (SBV) in Abhängigkeit vom pH-Wert (aus Hütter, 1990)

pH	Faktor	pH	Faktor	pH	Faktor	pH	Faktor
6,1	94	6,6	30,0	7,1	9,4	7,6	3,0
6,2	75	6,7	24,0	7,2	7,5	7,7	2,4
6,3	59	6,8	19,0	7,3	5,9	7,8	1,9
6,4	47	6,9	15,0	7,4	4,7	7,9	1,5
6,5	37	7,0	12,0	7,5	3,7	8,0	1,2

Beispiel:
Gemessene Werte: SBV 1,5 mmol/l; pH 7,1
Faktor aus Tabelle = 9,4
Konzentration der freien Kohlensäure = SBV x Faktor = 1,5 mmol/l x 9,4 = 14,1 mg/l CO_2

18

Anlage 4

Zusammenhang zwischen Saprobitätsstufe, CSB-, BSB_5- und CSB_{Mn} –Werten nach LEITHE in Oberösterreichischen Flüssen.

Saprobitätsstufe (Güteklasse)	CSB (mg/l) $K_2Cr_2O_7$	BSB_5 (mg/l O_2)	CSB_{Mn} (mg/l $KMnO_4$)
I	2	2	6
I/II	4	4	6
II	8-9	3-4	11-15
II/III	11-18	4-7	26-35
III	20-65	20	30-150
III/IV	80-200	40-120	150-390
IV	-	-	-

Bewertung des CSB mit dem Trophiesystem:

Parameter	oligotroph	mesotroph	eutroph	hypertroph
CSB (in mg/l)	1 bis 2	8-9	20 bis 65	

CSB: chemischer Sauerstoffbedarf (Bestimmung mit Kaliumdichromat $K_2Cr_2O_7$)

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Trophiesystem