

Ziel des Kurses war es, die beiden Ökosysteme Wald und Wasser näher zu betrachten, um so ein Gespür für die komplexen Wechselbeziehungen in diesen Systemen zu erhalten.

Bei der Behandlung des Themas Wald haben wir hauptsächlich den Pflanzenbestand aufgenommen und kartiert und so den Unterschied zwischen scheinbar ähnlichen Waldtypen kennen gelernt. Ein weiterer Aspekt des Waldes ist der Waldboden, den wir ebenfalls untersuchten. Dabei haben wir Bodentiere bestimmt und uns mit Hilfe von Bohrungen die Bodenschichten angeschaut sowie die Wasserspeicherkapazität des Bodens und ähnliches untersucht.

Beim Thema Gewässer haben wir verschiedene Tiere gesammelt und bestimmt. Unter diesen Tieren wiederum gab es bestimmte Arten, sog. Saprobien, die uns dabei halfen, Aussagen über die Gewässergüte zu machen. Des Weiteren haben wir die Tiere aus Fließgewässern mit denen aus Stillgewässern verglichen und dabei bedeutende evolutive Unterschiede festgestellt: So mussten in Fließgewässern lebende Tiere u.a. Haftorgane entwickeln, um sich gegen die Strömung behaupten zu können, während die Schweborganismen der Stillgewässer, sogenanntes Plankton, dies nicht taten, sondern sich einfach von der Wasserbewegung treiben lassen. Zusätzlich haben wir das Wasser auf chemische Parameter untersucht.

Abschließend stand ein Besuch am Zoologischen Institut Heidelberg auf dem Programm, bei dem wir die Methoden eines Hochschullabors zur Schadstoffbestimmung in Gewässern kennen lernten.

An dieser Stelle möchten wir uns noch bei Herrn Dr. Henner Hollert für seine Ausführungen und die Führung durch die Labors bedanken.

Wald

Der Wald ist ein kompliziertes Ökosystem, bestehend aus Bäumen, Sträuchern, der Bodenvegetation, dem Boden mit seinen verschiedenen Schichten, einer Unzahl von Tieren und vielem anderen mehr. Da man nicht alles auf einmal untersuchen kann, muss man das Forschungsobjekt „Wald“ unter verschiedenen Teilaspekten betrachten. Was haben wir untersucht?

- Die Bodenvegetation
- Die Artenzusammensetzung und Struktur des Waldbestandes
- Den Standort, der von vielen Faktoren wie dem Boden, dem Klima, der topographischen Lage usw. beeinflusst wird.

Die Untersuchungen erfolgte auf drei verschiedenen Versuchsflächen mit unterschiedlicher Waldbestockung.

Waldversuchsflächen am Eckenberg



Kartierung der Bodenvegetation

Vorgehensweise:

Als erstes haben wir eine Untersuchungsfläche (in unserem Fall 20x30 m) abgesteckt. Danach wurde jeweils ein Individuum aller auf der Fläche vorhandenen krautartigen Pflanzen gesammelt, mit Bestimmungsbüchern bestimmt und aufgelistet.

Wir gingen die Fläche ab und schätzten die jeweilige Artmächtigkeit der Pflanzen nach der Methode Braun-Blanquet. Schätzung der Artmächtigkeit **A** (Menge) nach der Methode Braun-Blanquet:

- **r**: 1 Individuum in der Aufnahme­fläche, auch außerhalb im Bestand nur sehr sporadisch
- **+**: 2 bis 5 Individuen in der Aufnahme­fläche, Deckung <5%
- **1**: 6 bis 50 Individuen in der Aufnahme­fläche, Deckung <5%
- **2m**: > 50 Individuen in der Aufnahme­fläche, Deckung < 5%
- **2a**: Individuenzahl beliebig, Deckung 5 bis 15%
- **2b**: Individuenzahl beliebig, Deckung 16 bis 25%
- **3**: Individuenzahl beliebig, Deckung 26 bis 50%
- **4**: Individuenzahl beliebig, Deckung 51 bis 75%
- **5**: Individuenzahl beliebig, Deckung 76 bis 100%

Die Standort­eigenschaften wurden mit Hilfe eines Zeigerarten-Ökogramms festgestellt. Das ist ein Diagramm, in dem jeder Pflanzenart zwei wichtigen Standort­eigenschaften zugeordnet werden. Die erste dieser Eigenschaften ist der Feuch­ten­zustand (von nass bis trocken), die zweite der pH-Wert des Bodens (von sehr stark sauer bis betont basenreich). Letztere gibt einen Hinweis auf die Nährstoffversorgung.

Die Böden der Untersuchungsflächen stellten sich als mäßig frisch/kalkreich heraus.



Untersuchungsfläche 1:

Die erste Vegetationsaufnahme dieser Fläche haben wir am 15.05.2004 durchgeführt. Die entsprechende Aufnahmetabelle sieht folgendermaßen aus:

Fläche:1	Aufnahmedatum: 15.05.2004	
Pflanzenart:		
deutscher Name	lateinischer Name	A
Baumschicht		
Rotbuche	FAGUS SYLVATICA	
Hainbuche	CARPINUS BETULUS	
Feldahorn	ACER CAMPESTRE	
Europ. Lärche	LARIS DECIDUA	
Traubeneiche	QUERCUS PETREA	

deutscher Name	lateinischer Name	A
Strauchschicht		
Rotbuche	FAGUS SYLVATICA	2m
Traubeneiche	QUERCUS PETRAEA	+
Hainbuche	CARPINUS BETULUS	2a
Feldahorn	ACER CAMPESTRE	2a
Spitzahorn	ACER PLATANOIDES	1
Weißdorn	CRATAEGUS SEP.	1
Wildrose	ROSA SPEC.	+
Esche	FRAXINUS EXCELSIOR	+
Gem. Schneeball	VIBURNUM OPULUS	r
Schwarzer Holunder	SAMBUCUS NIGRA	+
Winterlinde	TILIA CORDATA	r
Krautschicht		
Buschwindröschen	ANEMONE NEMOROSA	3
Haselwurz	ASARUM EUROPAEUM	2 m
Waldmeister	GALIAM ODORATUM	1
Knoblauchsrauke	ALLIARIA PETIOLATA	2a
Goldhahnenfuß	RANUNCULUS AURICOMUS	1
Frühlings-scharbocks- kraut	RANUNCULUS FICARIA	2a
Waldbingelkraut	MERCURIALIS PERENNIS	2 m
Goldnessel	GALEOBDOLOM LUTEUM	2 m
Frühlingsplatterbse	LATHYRUS VERNUS	2 m
Flattergras	MILIUM EFFUSUM	1
Klettenlabkraut	GALIAM APARINE	r
Veilchen	VIOLA SP.	2 m
Waldsegge	CAREX SYLVATICA	1
Vielblütige Weißwurz	POLYGONATUM MULTIFLORUM	1
Zaunwicke	VICIA SEPIUM	1
Mooschicht		
Gemeines Schnabelmoos	EURHYNCHIUM STRIATUM	2m

Am 28.08.2004 wurde erneut eine Vegetationsaufnahme durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass einige Pflanzenarten wie Buschwindröschen oder Scharbockskraut vollständig verschwunden waren. Das ist typisch für die Bodenvegetation des Kalkbuchenwaldes. Es gibt deutliche Unterschiede zwischen dem Frühjahrs- und dem Sommeraspekt, da verschiedene Frühjahrsgeophyten früh wieder einziehen. Dies hängt damit zusammen, dass die dichte Belaubung der Buchen im Sommer wenig Licht auf den Boden lässt. Viele Pflanzen nutzen deswegen die günstige Lichtsituation vor dem Laubaustrieb.

Untersuchungsfläche 2:

Hier war unsere Untersuchungsfläche lediglich 10x10m groß. Unsere erste und einzige Aufnahme dort war am 29.08.2004. Dort gab es praktisch nur Moosvegetation, diese war aber deutlicher ausgeprägt als auf den laubholzdominierten Flächen. Dies hängt damit zusammen, dass es sich um einen Nadelwaldbestand handelt. Da die Moose im Herbst nicht von den abfallenden Blättern überdeckt werden, können sie besser gedeihen. Das Fehlen der krautigen Pflanzen wird durch den geringen Lichtdurchlass des jungen und dichten Nadelholzbestandes verursacht.

Untersuchungsfläche 3:

Hier war unsere erste Bestandsaufnahme wie bei Fläche 1 am 15.05.2004.

Folgende Pflanzen waren im Frühjahr vorhanden vorhanden:

Fläche: 3	Aufnahmedatum: 15.05.2004	
Pflanzenart:		
deutscher Name	lateinischer Name	A
Baumschicht		
Waldkiefer	PINUS SILVESTRIS	
Rotbuche	FAGUS SYLVATICA	
Hainbuche	CARPINUS BETULUS	
Fichte	PICEA ABIES	
Traubeneiche	QUERCUS PETREA	
Elsbeere	SORBUS TORMINALIS	
Strauchschicht		
Rotbuche	FAGUS SYLVATICA	2m
Traubeneiche	QUERCUS PETRAEA	r
Hainbuche	CARPINUS BETULUS	1
Feldahorn	ACER CAMPESTRE	2a
Spitzahorn	ACER PLATANOIDES	2m
Weißdorn	CRATAEGUS SEP.	+
Wildrose	ROSA SPEC.	2m
Esche	FRAXINUS EXCELSIOR	1
Gem. Schneeball	VIBURNUM OPULUS	+
Schwarzer Holunder	SAMBUCUS NIGRA	r
Winterlinde	TILIA CORDATA	r
Pfaffenhütchen	EUONYMUS EUROPAEUS	+

deutscher Name	lateinischer Name	A
Haselnuss	CORYLUS AVELLANA	r
Seidelbast	DAPHNE MEZEREUM	1
Liguster	LIGUSTRUM VULGARE	2m
Roter Hartriegel	CORNUS SANGUINEA	1
Elsbeere	SORBUS TORMINALIS	r
Bergahorn	ACER PSEUDO- PLATANUS	2m
Krautschicht		
Buschwindröschen	ANEMONE NEMOROSA	+
Haselwurz	ASARUM EUROPAEUM	2 m
Waldmeister	GALIUM ODORATUM	3
Knoblauchsrauke	ALLIARIA PETIOLATA	2 m
Maiglöckchen	CONVALLARIA MAJALIS	1
Frühlingsscharbocks- kraut	RANUNCULUS FICARIA	+
Vogelnestwurz	NEOTTIA NIDUS-AVIS	+
Weißes Waldvögelein	CEPHALANTHERA DAMASONIANUM	+
Goldhahnenfuß	RANUNCULUS AURICOMUS	1
Flattergras	MILIUM EFFUSUM	1
Bergsegge	CAREX MONTANA	1
Himbeere	RUBUS IDAEUS	1
Zaunwicke	VICIA SEPIUM	1
Moosschicht		
Gemeines Schnabelmoos	EURHYNCHIUM STRIATUM	2a
Tamariskenbl. Thujamoos	THUIDIUM TAMARISCINUM	2a

Die Bodenvegetation zeigt hier einen Übergang vom Kalkbuchenwald zum Orchideenbuchenwald. Da mehr Licht auf den Boden fällt, kommen viele wärme- und lichtliebende Pflanzen vor.

Die häufigsten Pflanzenarten auf den Aufnahme-
flächen waren die folgenden:

Buschwindröschen

Das Buschwindröschen blüht von März bis April und ist zwischen 15 – 20 cm groß. Das Buschwindröschen ist ein Hahnenfußgewächs. Die Blüten entspringen einzeln aus einem Hochblattquirl. Am Wurzelstock ist oft ein handförmiges, grundständiges Blatt. Standorte sind Laub – und Nadelwälder. Das Buschwindröschen liebt mullreiche Böden und kommt sehr häufig vor.

Waldbingelkraut

Das Waldbingelkraut kommt häufig und gesellig in krautreichen Buchen- und Nadelwäldern vor. Es wächst auf sickerfrischen, nährstoff- und basenreichen Böden. Das Waldbingelkraut ist eine Schattenpflanze. Es wird von Wind und Insekten bestäubt. Es kommt in der Ebene und im Gebirge vor und wächst auf lehm – oder kalkreichen Böden.

Goldnessel

Die Goldnessel kommt in krautreichen Laub – und Nadelwäldern vor und wächst auf frischen sowie nährstoffreichen Böden, die meist basenreich und neutral oder mäßig sauer sind (pH 6-7). Die Goldnessel kommt von der Ebene bis zum Gebirge vor und zeigt Stickstoffreichtum an.

Frühlingsplatterbse

Die Frühlingsplatterbse kommt ziemlich häufig in krautreichen Nadel- und Buchenwäldern vor, aber auch in Eichen- und Hainbuchenwäldern. Sie wächst auf frischen, nährstoffreichen und basenreichen Böden, die meist kalkreich sind. Die Wurzeln der Pflanzen reichen bis 1m Tiefe. Sie ist eine Halbschattenpflanze. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt im kalkreichen Buchen- und Tannenwäldern von der Ebene bis ins Gebirge.



Der Waldmeister

Der Waldmeister blüht von Mai bis Juni und ist zwischen 10 und 13 cm groß. Welche Pflanzen duften stark. Standorte sind Laubwälder, Mischwälder, seltener Nadelwäldern. Der Waldmeister liebt nährstoffreichen, lockeren und mullreichen Boden. In Buchenwäldern kommt er sehr häufig vor.



Kartierung der Bäume und der Bestandesstruktur

Zur Bestandsaufnahme der Vegetation gehört nicht nur die Erfassung der Kräuter und Sträucher, sondern auch die Kartierung der Bäume. Dazu haben wir uns rechtwinklige Versuchsfelder abgesteckt und an jeder Seite ein Maßband befestigt. Dann haben wir für die durchnummerierten Bäume die Rechtswerte und Hochwerte abgelesen und auf einem Millimeterpapier wiederum in ein Koordinatensystem mit geeigneter Skalierung eingetragen. Anschließend zeichnet man die Kronenprojektion auf dem Papier ein, wobei natürlich künstlerische Begabung gefragt ist. Daneben haben wir auch gleich den Durchmesser der Bäume mit einer Kluppe gemessen und ebenfalls notiert.



Die Höhe zu messen war eine etwas schwierigere Arbeit. Man misst die Höhen mit einem Höhenmesser. Dazu muss man einen bestimmten Abstand vom Baum einnehmen und von diesem Punkt aus die Krone anpeilen. Die Höhe kann man dann auf der Skala des Höhenmessers ablesen.

Eine genaue Höhenmessung ist schwieriger als man denkt. Denn wir haben ja eine Kartierung im Wald gemacht und der Bestand war so dicht, dass man nicht immer genau sehen konnte, wo der



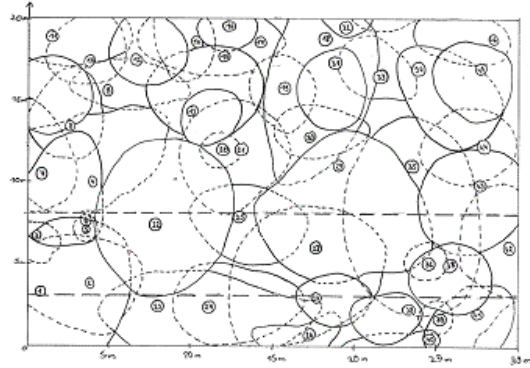
höchste Punkt der Krone ist. Da wir nur einen Höhenmesser zur Verfügung hatten, haben wir auch eine andere Methode angewandt. Dazu braucht man nur einen geraden Stock und einen möglichst genauen „Ein-Meter-Schritt“. Man hält den Stock bei ausgestrecktem Arm in der Faust senkrecht nach oben. Dabei muss der Abstand Auge-Faust identisch sein mit dem Abstand Faust-Stockende. Man konstruiert sozusagen ein gleichschenkeliges Dreieck. Dann läuft man rückwärts vom Baum weg und peilt die Baumkrone über die Spitze des Stockes an, bis sich die Spitze des Stocks mit dem höchsten Punkt der Krone deckt. Danach schreitet man die Entfernung zum Baum ab. Diese Entfernung zuzüglich der Augenhöhe des Beobachters ergibt die Baumhöhe.

Aufnahme der Bestandesstruktur

Mittels aller dieser Daten kann man eine Karte der Kronenprojektionen und der Höhenschichtung des Waldbestandes zeichnen. Dabei zeigt sich, dass die Waldbestände eine komplizierte dreidimensionale Struktur aufweisen, von einschichtig über zweischichtig bis stufig. Diese Struktur spiegelt die

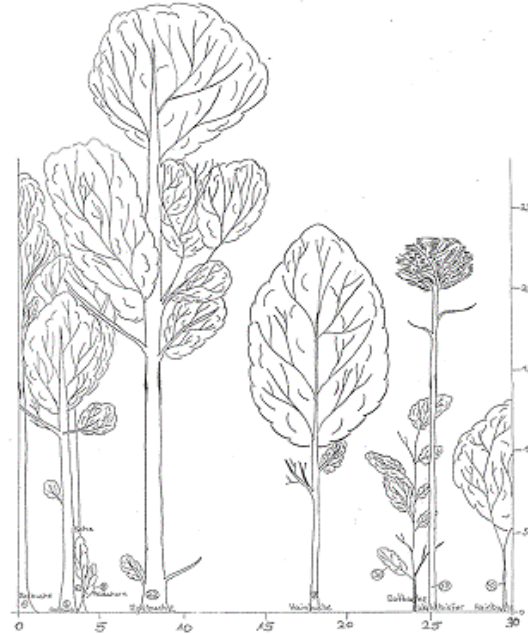
Entwicklungsgeschichte und die Artzusammensetzung des Waldbestandes wieder.

Die folgenden Beispiele zeigen die Ergebnisse der Versuchsfläche 3:

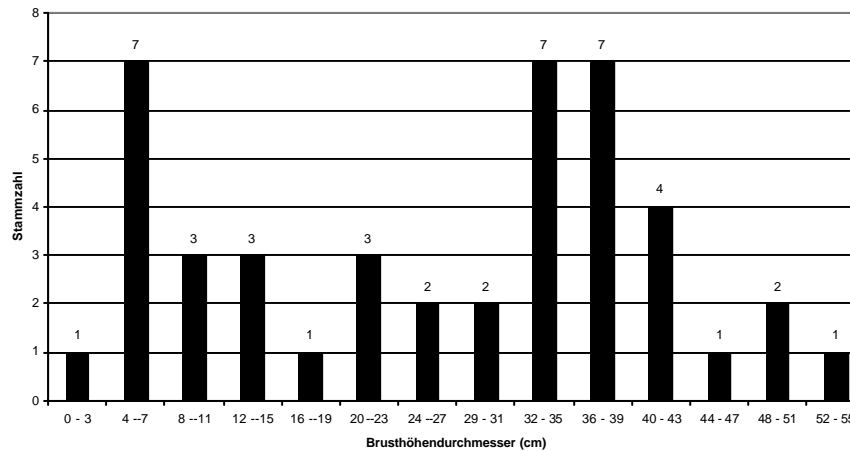


Kronenprojektion Fläche 3

Höhenprofil Fläche 3



Durchmesserverteilung - Fläche 3



Der Bestand weist eine typisch zweischichtige Struktur auf, wie man an den beiden Gipfeln bei der Stammzahlverteilungskurve sehen kann. Unter dem lichten Oberstand aus alter Kiefer konnten sich Laubhölzer und Sträucher ansamen, die nun langsam nach oben wachsen. Irgendwann wird die Kiefer von den Laubbaumarten verdrängt werden.

Kartierung von Boden und Standort

Der Boden ist sehr wichtig für den Naturhaushalt. Als Standort der meisten Landpflanzen bietet er den Wurzeln Halt und versorgt sie mit Wasser, Mineral- und Nährstoffen. Durch den herbstlichen Laubfall gelangen jährlich große Mengen organischer Substanz auf den Boden, die von Pilzen, Bakterien und vielen tierischen Bodenlebewesen abgebaut wird. Die Bodenorganismen (Destruenten) haben hierbei eine fundamentale Bedeutung. Der Boden ist somit der wichtigste Ort natürlicher Recyclingprozesse. Eine Handvoll guten Humusbodens enthält mehr Lebewesen als Menschen auf der Erde. Das Trockengewicht sämtlicher Bodenorganismen pro Hektar beträgt etwa 5 Tonnen.

Der Standort eines Waldes wird wesentlich vom Boden bestimmt. Denn der Wald muss auf diesem Boden wachsen und folglich ist der Wald von dem Boden abhängig. Wenn der Boden einen hohen Nährstoffgehalt aufweist, dann können die Bäume viele Nährstoffe aufnehmen und dementsprechend gut wachsen. Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Bodenuntersuchung ist das Messen der maximalen Wasserspeicherkapazität. Sie bestimmt, wie viel

Wasser der Boden speichern kann und dadurch, wie viel Wasser dem Wald zu Verfügung steht.

Bodenaufbau

Der Waldboden ist in verschiedene Schichten unterteilt. Die oberste Schicht – die Humusaufgabe – unterteilt sich nochmals in drei verschiedene Zwischenschichten: Die L-Lage besteht aus ganzen Blättern, die F-Lage aus angefressenen oder verschimmelten Blättern, und in der H-Lage findet sich nur noch völlig zersetztes organisches Material. Darunter folgt der humose Oberboden, auch Ah-Horizont genannt. Dieser ist durch Humus dunkel gefärbt und durch die Wühltätigkeit der Würmer meist sehr locker.

Dann folgt der mineralische Unterboden, in der Fachsprache auch B-Horizont genannt. Der B-Horizont enthält kaum noch organische Substanz und ist wesentlich dichter gelagert.

Die letzte Bodenschicht bildet das reine Gestein, auch C-Horizont genannt.

Entnahme von Bodenproben

Um sich die Bodenschichten genau anzuschauen, kann man ein Bodenprofil graben. Das ist aber sehr umständlich.

Einfacher ist die Entnahme einer Bodenprobe mit einem Hohlbohrer. Der Hohlbohrer ist ein rundes Metallrohr, dessen eine Hälfte ausgefräst ist. In diesem Rohrteil befindet sich nach dem Einschlagen des Hohlbohrers mit einem Gummihammer die Bodenprobe. Am Rand dieses

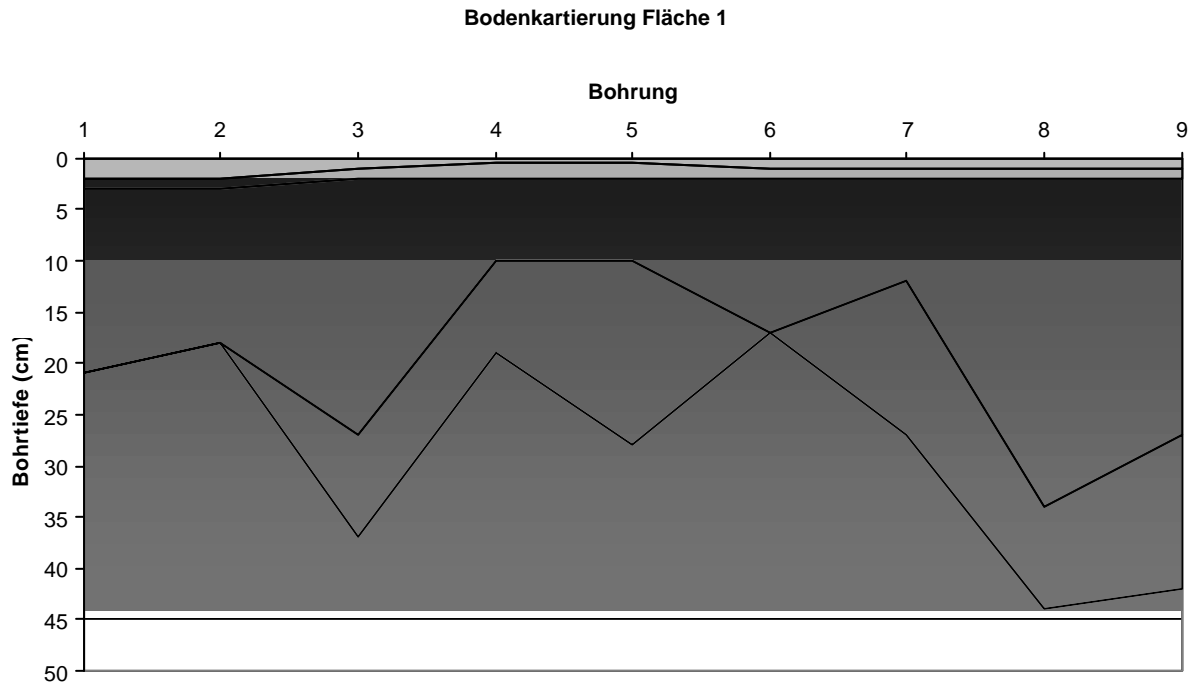
Hohlbohrers sind zwei scharfe Kanten, um die Probe abzudrehen, denn sonst wäre die Entnahme schwierig, da fast das ganze Erdreich mit kleinen Wurzeln durchzogen ist. Zum Abdrehen und zum Herausziehen des Hohlbohrers befindet sich oben ein entfernenbarer Griff, mit dem auch der Hohlbohrer gereinigt werden kann. Der Hohlbohrer hat meistens eine maximale Länge von 1,50 m.



Zur Messung der Wasserspeicherkapazität des Bodens muss eine Probe mit einem kleinen runden Hohlkolben entnommen werden. Dieser hat einen Durchmesser von 5,6 cm und eine Höhe von 4 cm, was einem Volumen von 100 cm³ entspricht. Die entnommene Bodenprobe wird im Labor zunächst maximal mit Wasser gesättigt, dann das Gewicht bestimmt und anschließend in einem Ofen völlig getrocknet. Die Differenz zwischen Feuchtgewicht und Trockengewicht gibt die Wasserspeicherkapazität des Bodens an.

Die Untersuchungen zeigten, dass ein cm³ Boden an die 400 l Wasser speichern kann. Davon ist allerdings nur ein Teil pflanzenverfügbar.

Wasserspeicherfähigkeit von Böden		
Bodenprobe	1	2
Waldfeucht (g)	115,8	128,9
Gesättigt (g)	120,2	136,9
Getrocknet (g)	84,2	91,8
Differenz waldfeucht/getrocknet (g)	31,6	37,1
Differenz gesättigt/getrocknet (g)	36,0	45,1
Zylindergröße (cm ³)	100	100
Wasserspeicherung je m³ Boden in Liter		
waldfeucht	316	371
gesättigt	360	451
Zylindergröße 5,6 cm * 4 cm entspricht 100 cm ³		
Bodenprobe 1 von Fläche 2		
Bodenprobe 2 von Fläche 1		



Aufbau des Bodens

Als erstes untersucht man die organische Auflage. Dabei wird die Mächtigkeit der verschiedenen Lagen gemessen. Je dünner die Auflage des Bodens ist, umso besser, da dies auf eine hohe organische Aktivität hinweist. Den Bäumen stehen mehr Nährstoffe zur Verfügung, da das organische Auflagematerial gleich wieder in mineralische Nährstoffe umgewandelt wird.

Mittels der Bodenprobe stellt man fest, wie mächtig der Boden insgesamt ist und welche Tiefe die

jeweiligen Bodenschichten haben. Es ist sehr gut, wenn der Boden einen großen Ah-Horizont hat, denn der im Boden enthaltene Humus kann viele Nährstoffe und auch viel Wasser speichern.

Die Feststellung der absoluten Bodenmächtigkeit (zwischen Atmosphäre und Gestein) ist schwierig, da bereits ein Stein das Eindringen des Bohrers behindern kann. Deshalb muss man viele Bohrungen an unterschiedlichen Stellen vornehmen, um ein verwertbares Ergebnis zu erhalten.

Das Diagramm zeigt die Ergebnisse der Bohrungen auf Fläche 1. Man kann die unterschiedlichen Bohrtiefen sowie die wechselnden Schichtmächtigkeiten erkennen. Je tiefgründiger der Boden, desto besser seine Eignung als Pflanzenstandort.

Bestimmung der Bodenart

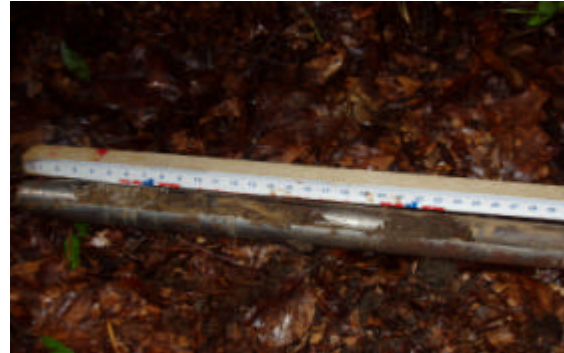
Die Bodenart kennzeichnet das Bodenmaterial hinsichtlich seiner Korngrößenzusammensetzung. Man unterscheidet zwischen Ton ($<0,002$ mm), Schluff (0,002 mm bis 0,063 mm), Sand (0,063 mm bis 2 mm) sowie Kies, Geröll, Steine usw. für die großen Bestandteile. Jeder Boden ist eine Mischung aus den verschiedenen Korngrößengruppen. Der Begriff „Lehm“ kennzeichnet eine Mischung aus Ton, Schluff und Sand.

Je größer der Anteil der kleinen Korngrößen, desto größer auch die Nährstoff- und Wasserspeicherkapazität. In tonreichen Böden wird das Wasser aber sehr fest gebunden, so dass nicht die gesamte gespeicherte Wassermenge pflanzenverfügbar ist. Am günstigsten für die Pflanzen ist ein mittlerer (lehmig-schluffiger) Boden.

Mit etwas Übung und Erfahrung ist die Fingerprobe die beste Methode, um die Bodenart festzustellen. Das Bodenmaterial wird dabei zwischen Daumen und Zeigefinger zerrieben und geknetet. Körnigkeit, Bindigkeit und Formbarkeit des Materials können dabei gut festgestellt werden. Wichtig bei der Probe ist, dass das Bodenmaterial die richtige Bodenfeuchtigkeit aufweist; es sollte weder zu nass noch

zu trocken sein. Bei Bedarf muss mit Wasser angefeuchtet werden.

Die Böden der Untersuchungsflächen waren als lehmige Tone zu charakterisieren.



Bohrstockprobe des Bodens

Gewinnung von Bodentieren

Die bekannteste Erfassungsmethode ist die Verwendung eines Berlesetrichters. Hierbei gibt man die zu untersuchende Streu- oder Bodenprobe in den Trichter und beleuchtet sie von oben mit einer 60-Watt-Glühbirne. Durch die entstehende Wärme und Trockenheit fliehen die überwiegend feuchtigkeitsliebenden und lichtmeidenden Organismen in immer tiefere Schichten der Probe, bis sie schließlich in das Auffangglas fallen. In diesem sollte sich bei Lebendfang ein mehrlagiges feuchtes Filterpapier oder aber Isopropanol als Tötungs- und Konservierungsmittel befinden.

Der Natur über die Schulter geschaut

Folgende Tierarten konnten nachgewiesen werden:

- Mehrere Arten von Springschwänzen, z.B. Kugelspringer
- Hundertfüßer, z.B. Steinkriecher und Erdläufer
- Doppelfüßer, z.B. Schnurfüßer
- Enchytraen
- Milben, z.B. Hornmilben, Raubmilben und Schilkrötenmilben
- Käferlarven, z.B. Schnellkäfer und Laufkäfer
- Zweiflüglerlarven
- Asseln
- Schnecken
- Spinnentiere

Eine große Zahl von Tieren weist auf eine hohe biologische Aktivität des Bodens hin. Dies ist sehr positiv zu bewerten.

Gewässer

Im zweiten Teil unseres Kurses beschäftigten wir uns mit fließenden und stehenden Gewässern.

Gliederung der Fließgewässertypen:

Die Quelle:

Quellen entspringen überall dort, wo grundwasserstauende lehmige oder tonige Schichten an die Oberfläche treten. Quellen zeichnen sich durch

ihre gleichbleibende Temperatur von 6-10°C und ihren geringen Sauerstoff und Nährstoffgehalt aus.

Bäche und Flüsse:

Die Grenze zwischen Bach und Fluss ist nicht leicht zu erkennen:

Manchmal spricht man ab einer Breite von fünf Metern von einem Fluss. Oft verwendet man auch den Temperaturunterschied zwischen Sommer und Winter zur Unterscheidung. Unter 15 oder auch 20°C spricht man von einem Bach; darüber von einem Fluss.



Stillgewässer lassen sich unterteilen in:

Tümpel:

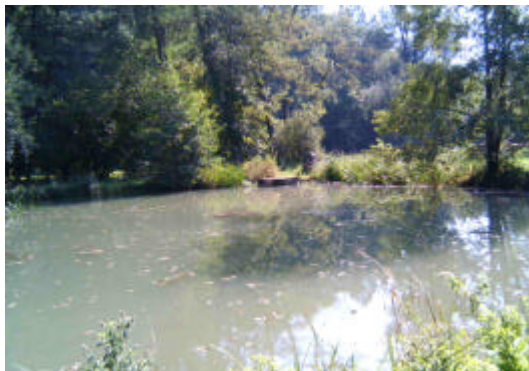
Tümpel sind temporäre oder periodische Gewässer, d.h. sie bestehen nur wenige Wochen oder Monate. Ihre Tages- und Nachttemperaturen unterscheiden sich sehr stark. Außerdem ist ihr Nährstoff- und Salzgehalt häufig sehr hoch.

Weiher und Teiche:

Weiher und Teiche sind Dauergewässer. Während Weiher auf natürliche Weise entstanden sind, wurden Teiche vom Menschen künstlich angelegt. Sie zeichnen sich durch ihre geringe Tiefe von unter zwei Metern aus. Daher dringt Licht bis zum Gewässergrund, was zur Folge hat, dass ihr gesamter Boden von Wasserpflanzen bewachsen ist. Daher liegt der Sauerstoffsättigungswert tagsüber meist über 100%, in der Nacht nimmt er durch die vielen Lebewesen extrem stark ab. Das Wasser ist im Sommer relativ warm und nährstoffreich.

Seen:

Genaugenommen müsste man auch bei Seen zwischen natürlichen und künstlich angelegten unterscheiden, was man in der Praxis aber selten macht. Der Gewässergrund ist in der Mitte des Sees pflanzenlos. Wegen der Tiefe entstehen unterschiedliche Temperaturschichten, deren unterste ganzjährig 4°C kalt ist.



Unser erstes Ziel war es, den Tierbestand im Unter- und Mittellauf des Fischbachs aufzunehmen, um später dann daraus die Gewässergüte zu bestimmen und mit der chemischen Wasseruntersuchung zu vergleichen. Erst teilten wir uns in drei Gruppen auf, wobei zwei für die Tieraufnahmen und eine für die chemische Gewässeruntersuchung zuständig war. Jeweils 15 min lang haben wir folgende Sammelmethode angewandt:

Bei steinigem Untergrund und schnell fließenden Bächen leben die Tiere meist unter Steinen oder anderen Gegenständen versteckt, wo sie sich festklammern, um vor der Strömung und anderen Gefahren geschützt zu sein.



Bei dieser Sammelmethode nahmen wir die Steine aus dem Wasser, entfernten die Tiere an der Unterseite mit einer Federstahlpinzette von den Steinen und gaben sie in eine wassergefüllte Schale, die wir später in ein Marmeladenglas umfüllten. Diese Marmeladengläser bewahrten wir

Der Natur über die Schulter geschaut

bis zur Bearbeitung im Kühlschrank auf, weil sich sonst der Sauerstoff aufgrund der Wärme aus dem Wasser löst und die Tiere dadurch verstärkt atmen. Bei sandigem und schlammigem Untergrund, worin die Tiere vergraben sind, benutzten wir Küchensiebe. Wir zogen es vorsichtig mit ruckartigen Bewegungen durch das vorhandene Bodenmaterial und tauchten es zum Auswaschen unter leichtem Schütteln in das Wasser, um die Tiere aus dem Sieb abzusammeln. Bei der zweiten Methode, die wir am Mittellauf angewandt haben, waren wir schon erfahrener und sortierten die Tiere in kleine Sammelgläser vor, was uns beim zweiten Teil der Arbeit sehr half.



Nachmittags mussten wir nämlich dann alle Tiere, wenn wir es noch nicht getan hatten, der Art nach sortieren, zählen und in eine Liste eintragen, mit der man dann später den Saprobienindex berechnen kann. Diese Arbeit war sehr zeitaufwendig. Wir brauchten 2-3 Stunden dafür, denn auf Anhieb erkannten wir viele Tiere nicht und mussten sie mit

Hilfe der Stereomikroskope bestimmen oder unseren beiden Leitern zeigen, indem wir sie unter das Fernsehmikroskop legten. Bei einem Exemplar mussten wir sogar, weil wir es in keinem deutschen Buch fanden, im für Mitteleuropa gängigen französischen Bestimmungsschlüssel nachschlagen.



Ähnlich verlief auch die Aufnahme von Plankton: Extra gebaute Planktonnetze müssen nahe der Wasseroberfläche durch den See gezogen werden, was nicht immer sehr einfach ist. Bei uns ist extra jemand mit Anglerhose im Teich gestanden, um das Netz mehrmals um sich herum zuziehen. Wir haben aber auch mit einer Schnur das Planktonnetz quer über den See gezogen. Durch das Ziehen fließt Wasser durch das Netz, das so fein ist, dass es das Plankton nicht hindurch lässt, sondern nur das Wasser. Das Plankton sammelt sich dann in einer Kapsel, die wie an dem verschlossenen Ende eines Käschers sitzt. Diese Kapseln sind dann mit Plankton gefüllt und werden in kleine Sammelgläser

umgefüllt. Im Biosaal nahmen wir Proben vom Plankton in Form eines Wassertropfens und schauten uns diesen unter dem Mikroskop an und bestimmten dann mit Hilfe eines Planktonbestimmungsbuches das Plankton, zählten es und notierten die Arten, um den Saprobienindex zu errechnen. Aber auch hier erkannten wir nicht alles auf Anhieb. Alles musste möglichst schnell gehen, weil die Probe schnell austrocknet und dann das Plankton nicht mehr exakt zu bestimmen ist.



Berechnung der Saprobienindices:

Der Saprobienindex gibt den Verschmutzungsgrad bei Fließgewässern an.

1. Schritt:

Häufigkeitsstufen (H)

Nach dem Sortieren und Zählen der gefundenen Tiere ordneten wir sie nach folgendem Schema den Häufigkeitsstufen zu.

Häufigkeitsstufen (A)

Zahl der gefundenen Tiere

1 = Einzelfund	(1-2 Tiere)
2 = wenig	(3-10 Tiere)
3 = wenig bis mittel	(11-30 Tiere)
4 = mittel	(31-60 Tiere)
5 = mittel bis viel	(61-100 Tiere)
6 = viel	(101-150 Tiere)
7 = massenhaft	(über 150 Tiere)



Beim Tiere sammeln



Vortrag bei der Dokumentation für die Eltern

2.Schritt:

Die Gewichtung(G)

Die Gewichtung der verschiedenen Tierarten muss bei der Berechnung der Saprobienindices berücksichtigt werden. Diese Gewichtung ist vorgegeben.

3.Schritt(s)

Der Saprobienwert

Der Saprobienwert gibt an in welcher Gewässergüte die Tiere im Durchschnitt vorkommen.

Daraus ergibt sich dann folgende Tabelle:

Fischbach-Unterlauf am See

deutscher Name	lateinischer Name	s	G	H	H
				Gr. 1	Gr. 2
Köcherfliegen (Trichoptera)	RHYACOPHILA SP.	-	-	-	
	GLYPHOTAELIUS PELLUCIDUS	-	-	-	
	LIMNEPHILUS LUNATUS	-	-	-	
Schlamm- fliegen (Megaloptera)	SIALIS LUTARIA (Schlammfliege)	2,3	4		
Käfer (Coleptera)	ELMIS MAUGETII (Hakenkäfer)	1,5	8		
Milben (Acari)	LEBERTIA LINEATA (Runenmilbe)				
Schnecken (Mollusa)	ANCYLUS FLUVIATILIS (Flussnapf- schnecke)	2	4		
	RADIX OVATA (eiförmige Schlamm- schnecke)	2,3	4		
Eintags- fliegen (Ephemero- ptera)	EPHEMERA DANICA (dänische Eintagsfliege)	1,8	8	1	-
	EPHEMERELLA IGNITA	1,9	4	1	1
	PARALEPTO- PHLEBIA SUBMARGINATA	1,5	4	1	-
Krebstiere (Crustacea)	GAMMARUS PULEX (gew. Flohkrebs)	2,1	4	4	7

deutscher Name	lateinischer Name	s	G	H	H
				Gr. 1	Gr. 2
Strudelwürmer (Turbellaria)	DUGESIA TIGRINA	2,2	8	1	-
	DUGESIA GONOCEPHALA	2,2	8	-	2
	DENDROCOELUM LACTEUM	2,2	8	-	1

Fischbach Mittellauf

deutscher Name	lateinischer Name	s	G	H	H
				Gr. 1	Gr. 2
Eintagsfliegen (Ephemeroptera)	EPHEMERA DANICA	1,8	8	-	4
	BAETIS RHODANI (Glashaft)	-	-	-	1
Krebstiere (Amphipoda)	GAMMARUS PULEX	2,1	4	5	4
Fische (Pisces)	COTTIOUS GOBIO (Groppe)	1,5	8	1	-
Zuckmücken (Chironomidae)	TANYTARSUS SPEC.	-	-	1	1
Köcherfliegen (Trichoptera)	RHYACOPHILA SPEC.	-	-	-	2
	SERICOCOSTOMA PERSONATUM	1,5	8	-	2
	NOTIDOBIA CILIARIS	-	-	-	-

deutscher Name	lateinischer Name	s	G	H	H
Köcherfliegen (Trichoptera)	LIMNEPHILUS LUNATUS	-	-	-	2
	OSMYLUS FALVICEPHALUS (Bachhaft)	-	-	-	1
Schnecken (Mollusca)	RADIX OVATA (eiförmige Schlamm-schnecke)	2,3	4	-	2
Steinfliegen (Plecoptera)	PROTONEMURA SPEC.	-	-	-	1
	ISOPERLA GRAMMATICA	-	-	1	-

Erläuterung:

s: Saprobienwert

G: Indikationsgewicht

H: Häufigkeit

Gr.: Gruppe



Groppe

Mit diesen drei Faktoren kann man den Saprobienindex mit folgender Formel errechnen:

$$S = \frac{\text{Summe (s} \cdot A \cdot G)}{\text{Summe (A} \cdot G)}$$

Somit ergibt sich eine Gewässergüte für den Unter- und Oberlauf von 1,9.

Plankton des Fischbachsees am 05.09.2004

Blattfußkrebse: *BOSMINA LONGIROSTRIS*
(Weiher-Rüsselkrebs)
ACANTHOLEBERIS CURVIROSTRIS
(Moorkrebschen)
SCAPHOLEBERIS MUCRONATA
(Kahnfahrer)

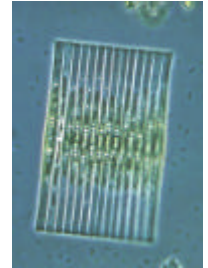


Rädertiere: *SYNCHAETA PECTINATA*
(Drachen-Rädertier)
KERATELLA COCHLEARIS
(Facetten-Rädertier)



Goldalgen: *DINOBRYON SPEC.*
(Becherbäumchen)

Kieselalgen: *GYROSIGMA ATTENUATUM*
(Sigma-Kieselalge)
CYMBELLA HELVETICA
(Kahn-Kieselalge)
NAVICULA RADIOSA
(Weberschiffchen-Kieselalge)
AMPHORA OVALIS
(Krug-Kieselalge)
CALONEIS SILICULA
(Wellen-Kieselalge)



Grünalgen: *MICROSPORA QUADRATA*
(Quadratzellige Doppelbecher-Grünalge)
GONATOSYGON BREBISSENI
(Knie-Jochalge)
CLOSTERIUM MONILIFERUM
(Mondsichel)
ULOTHRIX SUBTILISSIMA
(Kraushaaralge)



Beim Plankton sammeln (1)



Beim Plankton sammeln (2)

Güteklassen

Das Ergebnis ist die Gewässergüte, welche in fünf Stufen unterteilt ist:

GKL I: unbelastet bis sehr gering belastet (Oligosaprobie)

Farbe auf Gewässergütekarte: blau

Saprobienindex 1,0 - kleiner 1.5

- nahezu sauerstoffgesättigtes (100%), nährstoffarmes Wasser
- mäßig dicht besiedelt, vorwiegend von Algen, Moosen, Strudelwürmern und Insektenlarven
- sehr geringer Bakteriengehalt
- Laichbiotop für Edelfische
- meist Quellbereiche und klare Oberläufe

GKL I-II: gering belastet

(Oligosaprobie bis Betamesosaprobie)

Farbe auf der Gewässergütekarte:

blau-grün

Saprobienindex 1,5-kleiner1,8

- geringe Nährstoffzufuhr
- fast keine Sauerstoffzufuhr (Sättigung 85-10%)
- große Artenvielfalt und Individuendichte
- klare Fließgewässeroberläufe
- Groppe als Charakterfisch

GKL II: mäßig belastet

(Betamesosaprobie)

Farbe auf der Gewässergütekarte: grün

Saprobienindex 1,8-kleiner 2,3

- gute Sauerstoffversorgung (Sättigung 70-85%)
- sehr hohe Artenvielfalt und Individuendichte
- mäßige Verunreinigung

GKL II-III: kritisch belastet

(Alpha- bis Betamesosaprobie)

Farbe auf der Gewässergütekarte:

gelb-grün

Saprobienindex 2,3 – kleiner 2,7

- Sauerstoffzehrung durch organische Belastung (Sättigung 50-70%)
- Fischsterben infolge O₂-Mangel möglich
- Massenaufreten weniger Arten, häufig Entwicklung flächendeckender Algenbeständen

GKL III: stark verschmutzt

(Alphamesosaprobie)

Farbe auf der Gewässergütekarte: gelb

Saprobienindex: 2,7-kleiner 3,2

- starke Sauerstoffzehrung durch organische Verschmutzungen
- meist niedriger Sauerstoffgehalt (Sättigung 25-50%)
- stellenweise Ablagerung schwarzen Faulschlamm
- mitunter Massenentwicklung von Abwasserbakterien (fädige Überzüge) und weiteren unempfindlichen Arten wie Schwämme, Egel und Wasserasseln
- periodisch auftretendes Fischsterben

GKL III-IV: sehr stark verschmutzt

(Alphamesosaprobie bis Polysaprobie)

Farbe auf der Gewässergütekarte: gelb-rot

Saprobienindex 3,2 - kleiner 3,5

- sehr starke Verschmutzung mit sauerstoffzehrenden, organischen Stoffen
- sehr geringer Sauerstoffgehalt (Sättigung 10-25%)
- ausgedehnte Faulschlammablagerungen
- Trübung durch Abwasserschwebstoffe
- massenhaftes Auftreten von Schlammröhrenwürmern und roten Zuckmückenlarven
- nur noch vereinzelt Auftreten von Fischen

GKL IV: übermäßig verschmutzt

(Polysaprobie)

Farbe auf der Gewässergütekarte: rot

Saprobienindex 3,5 – 4,0

- wegen übermäßiger Verschmutzung starke Fäulnisprozesse
- starke Sauerstoffzehrung durch organische Abwässer (Sättigung unter 10%)
- nahezu ausschließlich Bakterien, Geißel- und Wimperntierchen
- keine Fische
- oft Geruch nach Schwefelwasserstoff



biologischer Gewässeruntersuchungskoffer

Wassertiere

Eintagsfliegenlarven

Sie sind zu erkennen an Tracheenkiemen seitlich am Hinterleib sowie an den drei Schwanzfäden; sie ernähren sich von Algenbewuchs und organischen Schwebeteilchen. In ihrer durchschnittl. einjährigen Larvenzeit häuten sich die Larven 20mal. Sie kommen in Fließgewässern vor. (Güteklasse 1-2)



Steinfliegenlarven

Typische Lebensräume sind schnellfließende, sauerstoffreiche Bäche mit reinem Wasser, die sich im Sommer kaum erwärmen (Güteklasse 1). Die Nahrung der Larven ist sehr verschieden und hängt von der Art ab. Es gibt Larven, die sich von Algen und solche, die sich von Flohkrebse und Wassermilben ernähren. Ihr Hauptmerkmal sind die zwei Schwanzfäden, durch die sie sich von den Eintagsfliegenlarven unterscheiden.



Köcherfliegenlarven

Fast alle Köcherfliegenlarven leben im Wasser. Sie kommen in fließenden und stehenden Gewässern aller Art vor. (Güteklasse 1-2) Ihr Tracheensystem ist geschlossen und ihre Atmung erfolgt über die Tracheenkiemen am Hinterleib, bei Junglarven über die Haut. Viele Arten leben in einem Köcher, der den weichhäutigen Hinterleib schützt. Je nach Art gibt es 5-7 Larvenstadien. Zur Verpuppung wird ein neuer Köcher hergestellt oder der alte umgebaut. Zur Imagialhäutung verlässt die Puppe den Köcher und schwimmt zum Ufer/zur Wasseroberfläche, wo die Puppenhaut aufreißt und die Imago schlüpft. Kurz darauf findet die Paarung statt.



Flohkrebse

Die Flohkrebse werden nur wenige Millimeter bis Zentimeter groß. Ihre Körper sind seitlich abgeflacht. Mit stark gekrümmtem Körper liegen die Flohkrebse in Ruhestellung seitlich auf dem Boden. Durch plötzliches Strecken des Hinterleibes entsteht der Vortrieb zum Schwimmen. Sie bewohnen

fließende Gewässer (Güteklasse 2), besonders Bachläufe, und ernähren sich von lebenden und abgestorbenen Pflanzen. Im Alter von 3-4 Monaten etwa nach 10 Häutungen sind sie geschlechtsreif.



Strudelwürmer

Die Strudelwürmer gehören zum Stamm der Plattwürmer und werden selten größer als 2 cm. Man findet sie in fließenden und stehenden Gewässer. Strudelwürmer sind zumindest auf der Bauchseite mit Wimpern besetzt, die mit ihrem wellenförmigen Schlag zur gleitenden Fortbewegung beitragen. Zahlreiche Drüsenzellen in der Haut geben ein klebriges Sekret ab, sodass viele Strudelwürmer eine unsichtbare Schleimspur hinterlassen.



Wasserschnecken

Die Wasserschnecken kommen im Süßwasser (Güteklasse 2) und im Meer vor. Die im Süßwasser lebenden Schnecken gehören zwei verschiedenen Gruppen an, die Vorderkiemer und die Süßwasserschlammwühlern. Bei der Fortbewegung gleiten die Schnecken auf einer vom Fuß abgesonderten Schleimspur. Schnecken besitzen eine Raspelzunge, die mit vielen erneuerbaren Zähnen besetzt ist und mit der sie Pflanzengewebe wegraspeln können. Auffälligstes Kennzeichen sehr vieler Schnecken ist das Gehäuse.



Egel

Die etwa 1-15 cm großen Egel leben im Süßwasser (Güteklasse 3) außer in Hochmoore und schnell fließenden Bachregionen. Sie ernähren sich räuberisch von Insektenlarven und Würmern oder vom Blut. Sie überdauern den Winter im Starrezustand im Schlamm. Am besten kann man die Art anhand der Anordnung der Augen bestimmen.

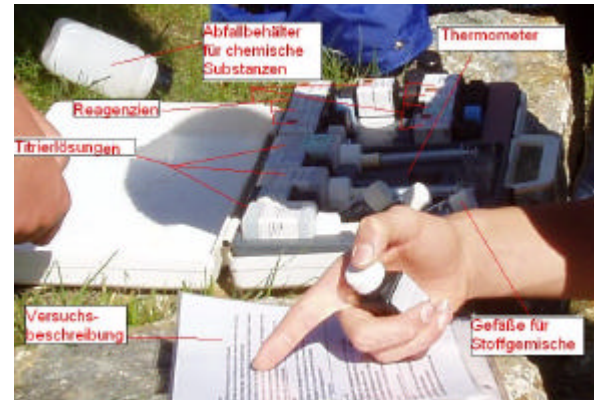


Chemische Gewässergüteuntersuchung

Da man bei der biologischen Untersuchung nicht untersuchen kann, welche Stoffe genau im Gewässer sind, gibt es auch noch eine andere Methode: Die chemische Bestimmung der Gewässergüte. Dafür haben wir einen Koffer erhalten, mit dem wir den pH-Wert, den Sauerstoffgehalt, den Ammonium-, Nitrat- und Nitritgehalt, die Wasser- und Lufttemperatur, den Phosphatgehalt, die Gesamt- und die Carbonathärte messen konnten. Man fragt sich nun: warum macht man dann überhaupt noch die biologische Bestimmung, wenn man es chemisch doch auch nachweisen kann?

Diese Gewässergütebestimmung im Fließgewässer ist nur eine Momentaufnahme, denn wenn jemand nachts Gift in einen Fluss schüttet, dann wird es von der Strömung davongetragen und man kann chemisch nicht mehr nachweisen, ob das Gewässer nun verschmutzt ist oder nicht.

Dies ist der chemische Koffer, den wir zur Untersuchung benutzt haben:



In dem Koffer waren noch ein paar Nachweiskarten, mit denen man den pH-, Ammonium-, Phosphat-, Nitrit- und Nitratwert, die Gesamt- und die Carbonathärte anhand der Farben ablesen konnte.

Die Temperatur haben wir mit einem Thermometer gemessen. Im Fischbach gab es mehr Sauerstoff als im See, weil im fließenden Gewässer der Sauerstoff aufgrund von Verwirbelungen besser aufgenommen werden kann als im See. Wir haben glücklicherweise keinerlei Schadstoffe im Fischbach oder im See gefunden. Der pH-Wert war im Bach höher als im See.

Chemische Untersuchung des Fischbacheiches

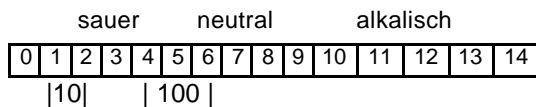
	1.Probe	2.Probe
pH	6,25	7,5
Ammonium	0 mg/l	0 mg/l
Nitrit	0,075 mg/l	0,025 mg/l
Nitrat	10 mg/l	25 mg/l
Gesamthärte	23°dH	26°dH
Carbonathärte	17°dH	20°dH
Phosphat	0,25 mg/l	0,25 mg/l
	Schatten	Sonne
Lufttemperatur	17°C	19°C
Wassertemperatur	15°C	17°C

	Schatten	Sonne	Halbschatten
Sauerstoff	8,5 mg/l	9,5 mg/l	8,0 mg/l
Sauerstoff-sättigung	88,2%	102,6%	84,7%

Chemische Untersuchung des Fischbachs

	obere Stelle	mittlere Stelle	untere Stelle
pH	7,75	7,25	8
Ammonium	0 mg/l	0,1 mg/l	0 mg/l
Nitrit	0,025 mg/l	0,05 mg/l	0 mg/l
Nitrat	10 mg/l	10 mg/l	10 mg/l
Gesamthärte	20°dH	22°dH	22°dH
Carbonathärte	14°dH	18°dH	20°dH
Phosphat	0,25 mg/l	0,25 mg/l	0,25 mg/l
Sauerstoff	9,5 mg/l	9,5 mg/l	8,5 mg/l
Sauerstoff-sättigung	85,4%	85,4%	77,3%

Der pH-Wert



10 = 10-mal saurer als die nachfolgende Zahl

100 = 100-mal saurer als die nachfolgende Zahl



Ammonium, Nitrat und Nitrit

	giftig/toxisch	
NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
Ammonium	Nitrit	Nitrat
→ wird oxidiert →		→ wird oxidiert →
← wird reduziert ←		← wird reduziert ←

Nitratgrenzwerte für Trinkwasser:

BRD: 50 mg Nitrat/l

EU: 25 mg Nitrat/l



Trinkwasser

Trinkwasser

über 50mg/l

über 25mg/l



Kein Trinkwasser!

Kein Trinkwasser!



Land unter im Biosaal!

Etwa eine Stunde vor der Elternpräsentation wollte Benjamin gerade ein Gefäß für die Flohkrebse mit Wasser auffüllen. Dabei brachte er es irgendwie fertig einen der Wasserhähne, die immer zwischen den Tischreihen sind aus seiner Verankerung zu reißen als er ihn hochklappen wollte.

Wir konnten das Wasser nicht abstellen. Schließlich kam Helmuth aus dem gegenüberliegenden Chemiesaal und wickelte seinen Chemiekittel um den Wasserhahn. Dieser konnte aber auch nur für eine Weile das Wasser aufsaugen.

Währenddessen hatte sich die Hälfte von uns auf die Suche nach Herrn Neuhaus, dem Hausmeister und unseren Kursleitern gemacht.

Die stellten dann den Haupthahn ab und schraubten den Wasserhahn wieder an während wir uns ans Aufwischen des inzwischen mindestens zwei cm hohen Wassers machten.

Glücklicherweise war der Biologiesaal bis zu der Elternpräsentation dann wieder soweit trocken. Nur die Stühle waren teilweise noch etwas feucht.

Sedimente als wichtige Komponenten in der Ökotoxikologie

Unter Sediment versteht man die Summe der in einem Aquasystem abgelagerten bzw. schwebenden Stoffe. Die Sedimenttoxikologie beschreibt folglich die toxische Wirkung von Sedimenten und Schwebstoffen und stellt einen relativ neuen Zweig der biochemischen Forschung dar. Es wird immer deutlicher, dass die Sedimentforschung eine überaus wichtige Komponente der gesamten Ökologie darstellt, ganz besonders in der Ökotoxikologie.

Die Erkenntnis, dass toxische Belastungen von Aquasystemen nicht nur durch Einträge von außen (Regen, Abwasser etc.) entstehen können, sondern ebenso durch die „Desorption“, dh. die Remobilisierung von im Sediment verborgenen Schadstoffquellen. Dies erfordert neue Testmethoden, die in der „Biotestbatterie“ ihre Realisierung gefunden hat. Im Gegensatz zu früheren chemisch-numerischen Verfahren hat die Biotestbatterie viele Vorteile:

Erstmals wurden prokaryotische Testverfahren, d.h. Verfahren, bei denen Bakterien die Hauptrolle spielen, eingesetzt. Diese Verfahren stammten aus Untersuchungen von Wirbeltieren, beispielsweise der Untersuchung von Fischgeweben. Diese Toxizität wird hierbei ebenso untersucht, wie die Genotoxizität, also die mutagene Wirkung von Bestandteilen des Sediments. Diese Biotestbatterie

ermöglicht es, verschiedene hierarchische Stufen des Lebens zu berücksichtigen. Einzeller können ebenso untersucht werden wie der Algenwuchs oder die Lichtdurchlässigkeit des Gewässers.

Trotzdem liefern beide Verfahren, die chemisch-numerischen und die im Biotest eingesetzten, für sich allein gesehen keine erschöpfenden Aussagen. Chemische Analyseverfahren erlauben die Erfassung der Anwesenheit und Konzentration von Schadstoffen im Sediment, scheitern aber bei Aussagen zur Bioverfügbarkeit, also zu der tatsächlichen Möglichkeit, toxische Wirkungen in einem Gewässer hervorzurufen.

Biotests im Labor (nur dort sind diese Tests ohne größeren Aufwand anwendbar) geben Aufschluss über die Toxizität an den getesteten Organismen, erlauben aber keine Übertragung auf Organismen im Freiland.

Sedimenttriade

Dieses Dilemma überwindet das Konzept der integrierten Sedimentbewertung, die „Sedimenttriade“ nach Chapman:

1. Chemische Analytik
2. Felduntersuchung
3. Bioassays

Mit dieser Methode kann der Sedimentzustand umfassend bewertet werden. Im Einzugsgebiet des Neckers wurde diese Sedimenttriade durchgeführt. Dabei konnten durch Bioassay-Verfahren sehr

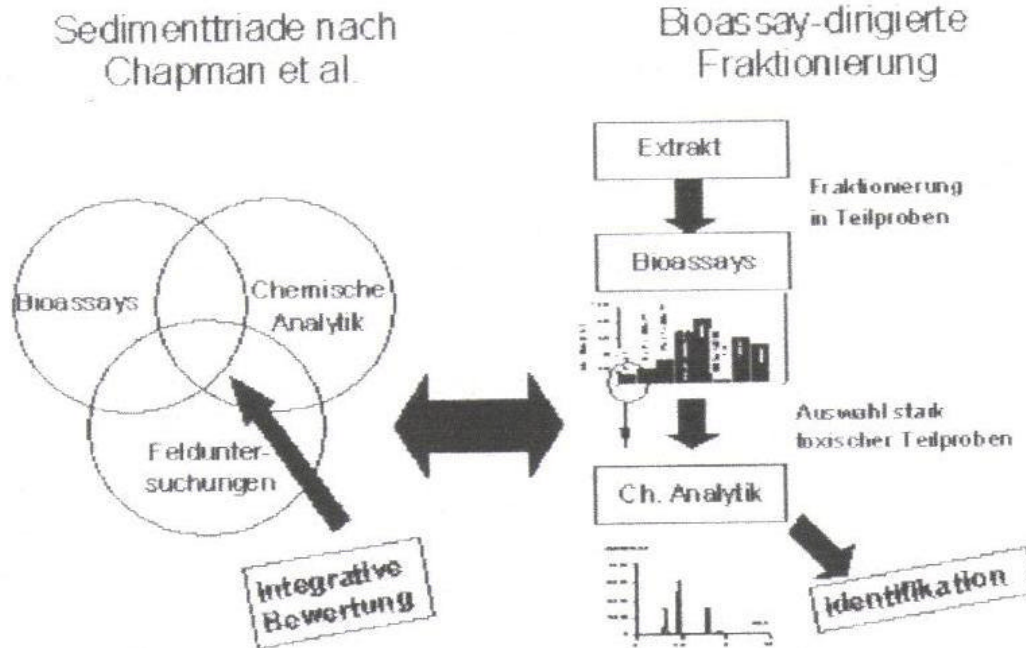


Abb. 1 : Prinzipien der Sedimentbewertungstriade nach Chapman und Mitarbeitern (1992) und Bioassay-gerichteter Fraktionierung als zwei Möglichkeiten zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern.

komplexe Belastungsmuster aus toxischen (giftigen), teratogenen (Veränderung von Embryos), gentoxischen (erbgutverändernden), dioxin-ähnlichen und endokrinen (hormonbelasteten) Effekten nachgewiesen werden.

Es hat sich gezeigt, dass auch der Saprobienindex die Degradation (Verschlechterung des Allgemeinzustandes) eines Lebensraumes drastisch unterbewerten kann.

Sonderfall Hochwasser

Schadstoffe, die in Schwebstoffen enthalten sind, werden durch die Ablagerung (Sedimentation) der Wasserphase und folglich vielen Organismen im Wasser entzogen. Unter gewöhnlichen Bedingungen ist die Remobilisierung, also die „Wiederbereitstellung“ der im Sediment gebundenen Schadstoffe weitgehend ausgeschlossen. Bei Hochwasser besteht allerdings die akute Gefahr einer Remobilisierung von hochbelasteten Alt-

Der Natur über die Schulter geschaut

sedimenten. Durch das Hochwasser werden Sedimentbestandteile entweder wieder der Wasserphase zugeführt oder gar auf Kulturland (Wiesen, Ackerböden, Spielplätze etc.) durch Überflutung wieder ausgebracht.

Fazit

Die Beschreibung des ökotoxischen Schädigungspotentials stellt einen großen Beitrag zur Erkenntnis und Verbesserung unserer Umwelt dar.



Personenbeschreibung

Name: **Angela Wiest**

Geburtsdatum: 31.10.1989

Wohnort: Ulm

Hobbys: Klavier, Querflöte, Leichtathletik, Lesen,
Tennis spielen

Kennzeichen: schwäbischer Dialekt, Zeckenphobie

E-Mail: famwiest@web.de

Name: **Saskia Bach**

Geburtsdatum: 20.09.1989

Wohnort: Lichtenstein – Holzelfingen

Hobbys: Klavier, Flöte, Kalligraphie, Lesen, Reiten,
Einkaufen

Kennzeichen: labert ohne Ende, hat panische Angst
vor Spinnen, isst sehr viel

E-Mail: saskia@mobilight.de

Name: **Franziska Bayer**

Geburtsdatum: 20.8.1988

Wohnort: Aalen

Hobbys: Lesen, Gitarre spielen, Tennis, ins Kino
gehen

Kennzeichen: humorvoll

E-Mail: lese-ratte@onlinehome.de /
manfred.bayer@onlinehome.de

Name: **Mona Bossemeyer**

Geburtsdatum: 23.4.1990

Wohnort: Dossenheim bei Heidelberg

Hobbys: Lesen, Computer, Saxofon, Geschichten schreiben

Kennzeichen: Spinnenphobie

E-Mail: mona-t_b@web.de

Name: **Julia Tiedemann**

Geburtsdatum: 7.11.1988

Wohnort: Stuttgart Möhringen

Hobbys: Shoppen, Disco, usw.

Kennzeichen: blaue Brille

E-Mail: juli_jules@hotmail.com

Name: **Daniel Sironi**

Geburtsdatum: 19.2.1989

Wohnort: Sandhausen bei Heidelberg

Hobbys: Harfe, Flöte, Lesen

Kennzeichen: „nur so nebenbei“

E-Mail: daniel_sironi@web.de

Name: **Sonja Fischer**

Geburtsdatum: 27.5.1990

Wohnort: Herbolzheim bei Heilbronn

Hobbys: Klarinette, Lesen, Chatten, Shoppen, Big-Band, Manga, usw.

Kennzeichen: Manga, schlagfertig, labert alles zu

E-Mail: Sonja_EBG@web.de

Name: **Benjamin Benitz**

Geburtsdatum: 10.5.1988

Wohnort: Durlach bei Karlsruhe

Hobbys: Klettern, Reiten, Reisen, Radfahren, Gitarre spielen

Kennzeichen: schlägt gerne mit dem Hammer

E-Mail: uwe.benitz@t-online.de

Name: **Johannes Müller**

Geburtsdatum: 4.6.1989

Wohnort: Hassloch

Hobbys: Mountainbike fahren, Fußball spielen

Kennzeichen: still und freundlich

E-Mail: -

Kursleiter:

Name: **Karl-Friedrich Raqué**

Geburtsdatum: 28.08.1955

Wohnort: Heidelberg

Hobbys: Zoologie, Radfahren, Wandern, Lesen

Name: **Martin Hochstein**

Geburtsdatum: 16.04.1960

Wohnort: Merchingen

Hobbys: Philosophie, Natur, gute Rotweine