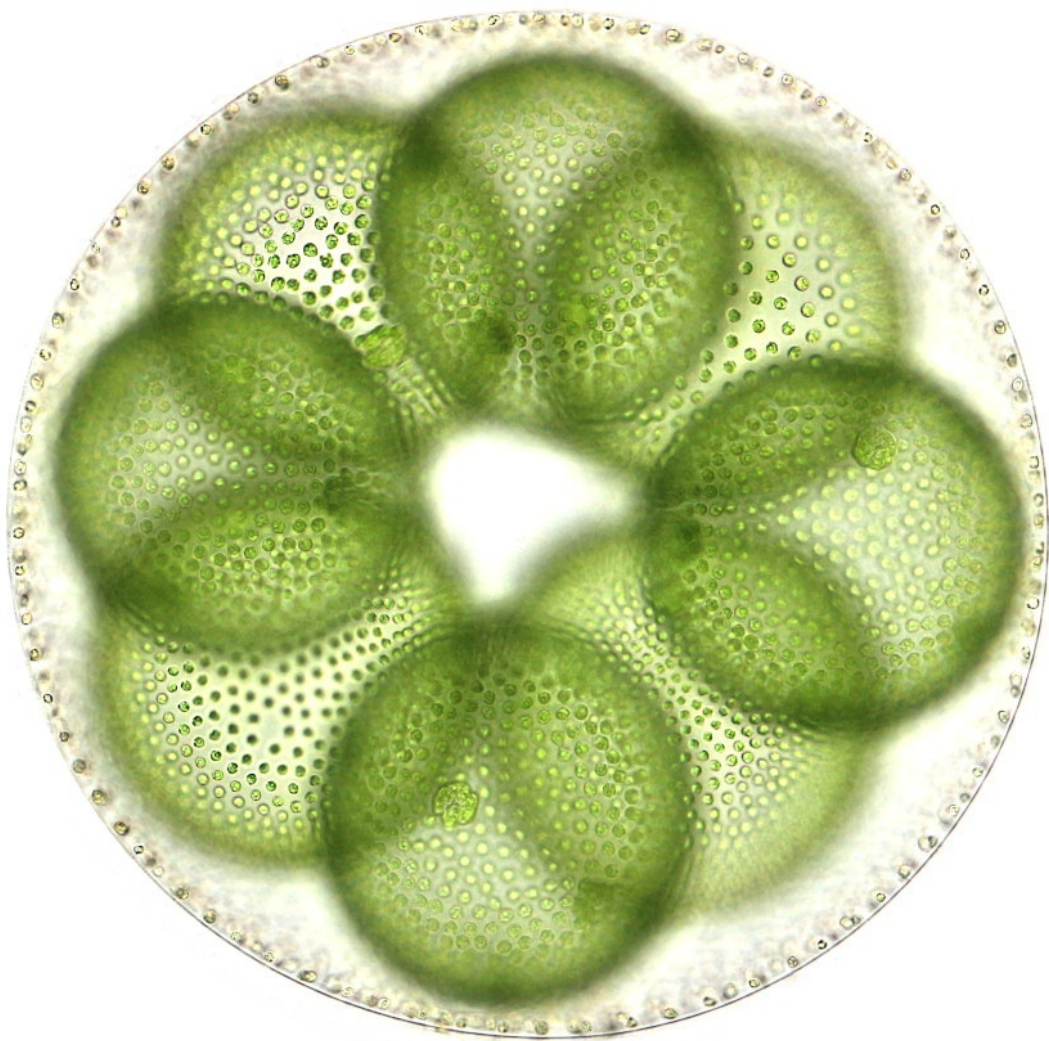


Gerd Schmahl

Tümpeln als Hobby

wie man sich an der
mikroskopischen Lebenswelt
des Wassers erfreut



Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort.....	3
2 Einleitung.....	3
3 Selbstmachtipps.....	4
4 Mikroskope für "Tümler".....	5
4.1 aufrechtes Durchlichtmikroskop.....	6
4.2 Stereomikroskope.....	8
4.3 inverses Durchlichtmikroskop.....	8
4.4 Reise- und Out-door-Mikroskope.....	9
5 Gewässerarten.....	10
5.1 Fließgewässer.....	10
5.2 stehende Gewässer.....	10
5.2.1 Seen.....	10
5.2.2 Teiche.....	11
5.2.3 Moore.....	11
5.2.4 temporäre Kleinstgewässer.....	12
5.2.5 Moospolster.....	13
6 Probengewinnung.....	14
6.1 Einleitung.....	14
6.2 Probengefäße.....	14
6.3 Haltbarkeit von Proben.....	15
6.4 Probenarten nach Gewässerräumen.....	16
6.4.1 Detritus.....	16
6.4.2 Plankton.....	17
6.4.3 Aufwuchs.....	20
6.4.4 an oder auf der Oberfläche.....	20
6.4.5 unter dem Eis.....	20
7 Anreicherungsverfahren.....	21
7.1 Filtertütentrick.....	21
7.2 Lichtfallen.....	21
7.2.1 Taschentuchtrick.....	21
7.2.2 andere Lichtfallen.....	22
7.3 Anreicherung nach Sauerstoffsättigung.....	22
7.4 Zentrifugieren.....	22
7.5 Absetzen (Sedimentation).....	22
8 Präparate.....	24
8.1 einfaches Frischpräparat.....	24
8.2 dickes Frischpräparat.....	24
8.3 dünnes Frischpräparat.....	25
8.4 abgedichtetes Frischpräparat.....	26
8.5 Objektträgeraquarium (OTA).....	26
8.6 hängender Tropfen.....	27
8.7 Petrischale.....	27
8.8 schwimmendes Deckglas.....	27
8.9 Aufwuchspräparat.....	28
9 Dokumentation.....	29
9.1 Fotografieren am Mikroskop.....	29
9.2 Zeichnen.....	29
9.3 Größen ermitteln.....	30
10 Literatur und andere Quellen.....	31

1 Vorwort

Diese kleine Einführungsschrift reifte aus Diskussionen im Mikro-Forum auf mikroskopie.de. Zahlreiche Foristen brachten Anregungen und Hinweise ein und machten mich auf Fehler aufmerksam. Besonders dankbar bin ich *Wolfgang Kurtz* und *Dr. Stefan Krall* für Korrektur-Lesungen. Dankbar bin ich auch *Bob Lammert*, für die Bereitstellung der Bauanleitung mit Foto für ein Planktonsieb und *Hubert Weber* für die Überlassung eines Fotos seiner selbst gebauten Smartphone-Auflage. Alle weiteren Fotos stammen vom Verfasser.

Dass in dieser Schrift überwiegend Mikroskope aus dem Kombinat Carl-Zeiss-Jena abgebildet sind, hat lediglich damit zu tun, dass der Verfasser mit ihnen gearbeitet hat. Alle abgebildeten Mikroskope sind nur Beispiele für die verschiedenen Bauarten und geben keinen Hinweis darauf, dass diese ganz besonders geeignet wären. "Andere Mütter haben auch schöne Töchter"

Gerd Schmahl

Dresden, Januar 2022

2 Einleitung

Einen Teich, ein Schülermikroskop, Objektträger (OT) und Deckglas (DG) sowie eine Pipette und eine (Präparier-)Nadel - mehr braucht es nicht, um in die wundervolle Welt der Kleinlebewesen unserer Gewässer einzutauchen.

So hat für viele „Tümler“ ein spannendes Hobby begonnen, das nicht selten so ernsthaft betrieben wird, dass daraus wissenschaftliches Arbeiten wurde. Selbst wenn es bei der reinen Betrachterfreude an dem bizarren Formenreichtum dieser Kleinlebewelt bleibt, erweitert dieses Hobby doch unser Weltbild enorm. Die Vielfalt ist so groß, dass es immer wieder Neues zu entdecken gibt

Ich will vor allem dem Anfänger Hilfe bei den ersten Schritten geben. Dabei soll es in erster Linie um die praktischen Fragen gehen. Für die Bestimmung dessen, was man unter dem Mikroskop sieht, möchte ich auf das Buch von HEINZ STREBELE und DIETER KRAUTER „Das Leben im Wassertropfen“ verweisen.



Kleinmikroskop "C" von ROW aus den 1980er Jahren

3 Selbstmachtipps

Oft kommt die Lust am Tümpeln schon Kindern und Jugendlichen, die zufällig mit einem Mikroskop Kontakt hatten, sei es durch den Schulunterricht, oder weil ihre Eltern meinten, dass ein Mikroskop doch ein tolles Weihnachtsgeschenk sei. Für diese in der Regel recht finanzschwache, aber besonders wissbegierige Gruppe von Hobbyforschern seinen hier ein paar Selbstmachtipps gegeben.

Was keiner selber machen kann ist das Mikroskop. Auch ein paar Objektträger (OT), die Glascheiben auf die die Proben gebracht werden, und Deckgläser (DG), die noch kleineren und ganz dünnen Glasplättchen, mit denen die Probe abgedeckt wird, muss man wirklich kaufen (lassen).

Aber schon bei der im ersten Satz der Einleitung erwähnten Pipette gibt es Abhilfe in den meisten Haushalten: Ein Fläschchen mit überlagerten Nasentropfen enthält eine kleine Glaspipette, die sauber ausgewaschen für den Anfang gute Dienste leistet, um einzelne Wassertropfen auf einen OT zu bringen.

Eine Präpariernadel, die man braucht, um das DG langsam auf den Wassertropfen abzusinken, ohne dass man Luftblasen mit einschließt, kann man sich leicht aus einer Nähnadel bauen (lassen), die in einen Holzschaft als Griff gesteckt wurde, nachdem man das Nadelöhr mit einer Zange abgebrochen hat (Vorsicht!). Eigentlich reicht sie schon so wie sie ist, nur lässt sie sich mit Griff besser handhaben. Der einfachste Griff ist ein um das Nadelöhr gewundenes Röllchen aus Heftpflaster oder Malerkrepp

Was es sonst noch braucht, um auf die erste „Jagd“ zu gehen ist ein sauber ausgespültes Glasgefäß (Marmeladenglas), ein Gewässer (siehe 6. Gewässertypen) und ein ordentlicher Platz für das Mikroskop. In der Regel lässt man das Mikroskop zu Hause und bringt sich eine Probe von einem Ausflug zu einem Gewässer mit. Für die ersten Begegnungen mit der Gewässerlebewelt ist das relativ klare Wasser großer Seen und Teiche wenig geeignet. Die darin beheimateten Lebewesen müssen erst angereichert werden, was weitere Hilfsmittel erfordert (siehe 6. Anreicherungsverfahren). Sehr interessant und einfach zu erlangen sind jedoch Proben vom Grunde der Gewässer: Eine kleine Menge Schlamm, oder grüner „Algenschleim“ oder der mit einer alten Zahnbürste abgeschabte grün-braune Belag von Steinen, die im Wasser liegen, enthält oft einen Dschungel voller verschiedener Lebewesen.



4 Mikroskope für "Tümler"

Das Mikroskop ist das wichtigste Arbeitsmittel, dessen Anschaffung man sich vorher gut überlegen sollte. Eltern, die ihren Kindern ein Mikroskop schenken möchten, selber aber keine oder nur wenige Erfahrungen mit Mikroskopen haben, sei eines ans Herz gelegt: Bitte kein Spielzeug, das sich „Mikroskop“ nennt. Ein echtes Mikroskop ist ein Präzisionsinstrument, das man nicht ganz billig herstellen kann. Seine Leistungsfähigkeit unterliegt den Naturgesetzen. So ist ein „Mikroskop“ aus dem Spielwarenhandel, das eine Vergrößerung von 1000x verspricht, schlichtweg Betrug und wird jedem Benutzer die Freude am Mikroskopieren schnell verderben. Um derartige Vergrößerungen zu erreichen, bedarf es spezieller Optik und einer enorm präzisen Mechanik, denn wir müssen uns vergegenwärtigen, dass auch jede Bewegung des Mikroskops stark vergrößert wird. Die notwendige innere Stabilität können billige Kunststoff-„Mikroskope“ keinesfalls bieten. Was sie bieten sind sogenannte „leere Vergrößerungen“. Diese kann man vergleichen mit einem zu großen Papierfoto von einem zu kleinen Negativ oder zu wenigen Pixeln: Natürlich kann man jedes Foto beliebig vergrößern, aber mehr Informationsgehalt bekommt das Bild davon nicht. Deshalb ist nicht das Vergrößerungsvermögen das entscheidende Qualitätskriterium, sondern das Auflösungsvermögen, die Fähigkeit nahe beieinander liegende Punkte getrennt darstellen zu können.

Woran erkennt man nun ein seriöses Mikroskop? Das ist gar nicht so einfach.

Das Kleinmikroskop C aus Rathenow, das in der DDR offiziell zugelassenes Lehrmittel war, ist noch immer ein gutes und preisgünstiges Einstiegsgerät für Kinder ab 10 Jahren. Die 225-fache Vergrößerung, die damit erreichbar ist, ist eine förderliche - keine leere. Aber dieses Mikroskop ist sicher die unterste Einstiegsklasse, die gerade noch empfohlen werden kann.

Bessere Mikroskope haben sogenannte "Normobjektive", die sich wechseln lassen. Die Objektive tragen Gravuren, die folgendes ausdrücken:

- die erste Zahl gibt den Vergrößerungsfaktor des Objektives an (bei sehr einfachen Mikroskopen ist das oft die einzige Angabe)
- die zweite ist die numerische Apertur (ein Wert größer „0“ bis ca. 1,4) Je größer die n.A., um so höher das erreichbare Auflösungsvermögen
- die dritte ist die Tubuslänge, für die es gerechnet wurde in mm (160, 210 oder ∞),
- und die vierte schließlich die Deckglasdicke (meist 0,17, manchmal aber auch „0“ oder „-“ wenn es für unbedeckte Objekte oder in dieser Hinsicht gar nicht korrigiert wurde)



Ein Objektiv der Firma Carl-Zeiss-Jena mit den typischen Gravuren

Als Faustregel für die Berechnung der Grenze der Förderlichen Vergrößerung gilt: Sie sollte das 1000fache des numerischen Apertur nicht überschreiten. Die Gesamtvergrößerung des Mikroskops

ergibt sich aus dem Produkt aus Objektivvergrößerung und Okularvergrößerung. Manchmal sind weitere optische Komponenten dazwischen geschaltet, die mit einem weiteren Faktor in die Rechnung eingehen. Mit einem Objektiv, das 40fache Vergrößerung bei einer Apertur von 0,65 liefert, kann ich demzufolge etwa bis 650facher Gesamtvergrößerung sinnvoll arbeiten. Das Okular sollte in diesem Fall also maximal 16x vergrößern.

Ein gutes Mikroskop steht fest. Es ist deshalb auch relativ schwer. Es besitzt einen Grob- und einen Feintrieb (wobei es seltene Ausnahmen gibt, mit nur einem Triebknopf für beide Funktionen). Nur mit einem Feintrieb kann bei hohen Vergrößerungen eine genaue Einstellung der Schärfe vorgenommen werden.

Alle diese Kriterien ergeben noch kein gutes Mikroskop, wenn es nicht gut verarbeitet ist. Kaum etwas falsch machen kann man bei Geräten namhafter Hersteller (Zeiss, Nikon, Olympus, Leitz, Reichert, Wild, PZO, LOMO, Motic). Wovon man allerdings selbst bei diesen Markengeräten als Anfänger Abstand nehmen sollte, sind Internetauktionen ohne Rückgaberecht.

Auch die Frage ob Neukauf mit Garantie oder Gebrauchtkauf lässt sich nicht leicht beantworten. Beim Gebrauchtkauf eines älteren Markengerätes bekommt man natürlich sehr viel mehr Mikroskop für das gleiche Geld, als bei einem Neukauf. Das kann man durchaus mit dem Kauf eines Gebrauchtwagens im Verhältnis zu einem Neuwagen vergleichen, nur dass ein vernünftig gehandhabtes und gut gelagertes Mikroskop noch nach 50 Jahren die gleiche Leistung bringt, da es kaum Verschleißteile hat. Der Anfänger läuft aber Gefahr, ein nicht voll funktionstüchtiges oder unvollständiges Gerät zu erwerben, für dessen Instandsetzung i.d.R. Wissen und Werkzeug fehlen. Am sichersten kann man ein gutes Gerät kaufen, wenn man sich von jemanden mit Erfahrung beraten lassen kann und das Mikroskop auch ausprobieren kann. In einigen großen Städten gibt es Mikroskopische Vereinigungen und über das Mikroskopieforum (<https://www.mikroskopie-forum.de/>) findet man auch einzelne engagierte Leute, die beraten können.

Es gibt unterschiedliche Bauweisen von Mikroskopen für unterschiedliche Anwendungen.

4.1 aufrechtes Durchlichtmikroskop

Für die Tümperei ist das „normale“ aufrechte Durchlichtmikroskop, welches auch oft als „Biologisches Mikroskop“ bezeichnet wird, am gebräuchlichsten. Es ist das, was auch der absolute Laie sofort als „Mikroskop“ benennen würde.

Das Licht wird von unten durch eine Öffnung im Objekttisch zum Präparat geführt. Das Präparat wird durchleuchtet und das Licht gelangt dann in ein Objektiv (dem Objekt zugewandt), das an einem Tubus (Rohr) befestigt ist und an dessen anderem Ende sich ein Okular ((lateinisch oculus = Auge ; dem Auge zugewandt), befindet. Im Objektiv erfolgt die erste Vergrößerung und das Okular vergrößert das Zwischenbild noch ein zweites Mal.

Das Bild eines Durchlichtmikroskopes ist seitenverkehrt und steht Kopf, falls es nicht über eine teure Bildaufrichtung verfügt. Auch die einfachsten Schulmikroskope sind nach diesem Prinzip gebaut.

Bessere Durchlichtmikroskope besitzen einen Kondensor. Das ist ein optisches Bauteil aus mindestens einer Linse (meist aber mehreren), das unter dem Tisch für das Sammeln des Lichtes in einem

relativ kleinen Punkt auf der Höhe des Präparates sorgt. Am Kondensor befindet sich meist auch eine Blende (Aperturblende), mit der der Bildkontrast in gewissen Grenzen geregelt werden kann. Dazu muss man aber wissen, dass eine stark zugezogene Blende zwar für einen starken Bildkontrast und eine größere Schärfentiefe sorgt, gleichzeitig aber das Auflösungsvermögen senkt. In diesem Tatsachenfeld muss der Mikroskopiker ständig einen Kompromiss finden, der beidem gerecht wird. Der Kondensor und die Aperturblende sind die beiden Ausstattungsteile eines Mikroskopes, die leider oft zu wenig Beachtung finden, weshalb viele Mikroskopiker die Leistungsfähigkeit ihrer Instrumente nicht voll ausschöpfen.

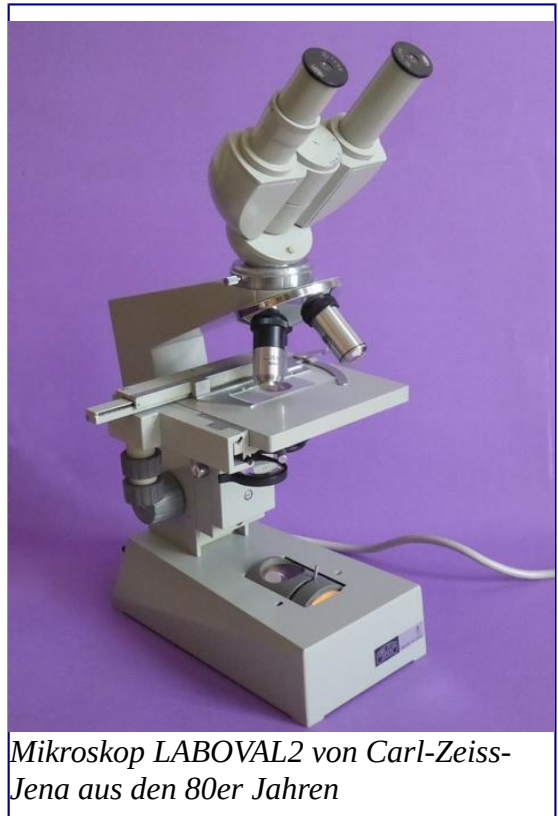
Während klassische Durchlichtmikroskope dem Präparat Tageslicht über einen Spiegel zuführen, verfügen modernere Geräte über eine eingebaute Beleuchtung und, wenn sie wirklich gut konstruiert sind, über eine weitere Blende in der Nähe der Lampe, der sogenannten Leuchtfeldblende. Mit den beiden Blenden und einem höhenverstellbaren Kondensor lässt sich das Köhlersche Beleuchtungsprinzip verwirklichen, das ein gut ausgeleuchtetes Bildfeld gewährleistet, aber schädliches Streulicht vermeidet.

Der Arbeitsabstand (Abstand zwischen Frontlinse des Objektives und dem Objekt) ist um so kleiner je höher die Vergrößerung ist. Er reicht von etwa 2cm bei einem 4-fach vergrößernden Übersichtsobjektiv bis weniger als einem Millimeter bei einem 40-fach vergrößernden Objektiv. Daher muss man mit Objektiven höherer Vergrößerung besonders vorsichtig arbeiten, um das Präparat und auch das Objektiv nicht zu beschädigen. Das und die Notwendigkeit vor Arbeitsbeginn ein Präparat herstellen zu müssen, machen Durchlichtmikroskope ungeeignet für Kinder unter 10 Jahren.

Eine sehr sinnvolle Zusatzeinrichtung sind Kreuztische oder Kreuztischaufsätze, die ein feinfühliges Verschieben des Präparates in den beiden waagerechten Richtungen (x- und y-Achse) erlauben. Bei höheren Vergrößerungen ist es ohne eine solche Einrichtung nicht einfach, ein sich im Präparat bewegendes Objekt frei Hand zu verfolgen.

Ebenfalls sehr sinnvoll ist ein Binokulartubus, der beiden Augen gleichzeitig das gleiche Bild bietet. Das ist bei längerer Beobachtung sehr viel weniger anstrengend, als wenn man ständig das Bild des nicht mit einem Okular bewaffneten Auges ausblenden muss. Was man an einem Monotubus tunlichst vermeiden sollte, ist das Zukneifen des freien Auges. Das kann/muss man üben.

Moderne Mikroskope sind modular aufgebaut und erlauben das Wechseln und Ergänzen zusätzlicher Einrichtungen. So können spezielle Kontrastverfahren wie Phasenkontrast, Dunkelfeld oder Polarisationsmikroskopie an ihnen realisiert werden. Da diese Verfahren für den Anfang nicht nötig sind, möchte ich auf sie nicht weiter eingehen. Wer es sich leisten kann, sollte aber beim Erwerb seines Mikroskopes darauf achten, dass es erweiterbar ist.



4.2 Stereomikroskope

Stereomikroskope (oft auch Stereolupen genannt) haben immer mindestens zwei Einblicke, mit denen aber, anders als beim Binokulartubus des Durchlichtmikroskops, den Augen zwei unterschiedliche Bilder zugeführt werden. Die Stereolupe hat immer zwei unterschiedliche Strahlengänge, selbst wenn sie nur über ein großes Objektiv verfügen sollte. Diese Strahlengänge „schauen“ aus verschiedenen Blickwinkeln auf das Objekt. So kann man die vergrößerten Objekte tatsächlich räumlich sehen. Allerdings funktioniert das nur bei relativ geringen Vergrößerungen. Nur sehr teure Geräte erlauben Vergrößerungen über 40fach.

Obwohl es auch Stereolupen mit Durchlichttischen gibt, wird das Objekt meistens von oben bzw schräg von der Seite beleuchtet. Somit lassen sich auch undurchsichtige Objekte vergrößern, die man im Durchlichtmikroskop nur als Schattenriss sehen könnte.



Stereomikroskop "TECHNIVAL2" von Carl-Zeiss-Jena

Für viele fortgeschrittene Tümler ist die Stereolupe ein wichtiges Werkzeug, um größere Probenmengen, z.B. ganze Petrischalen, durchmustern zu können. Im Gegensatz zum Durchlichtmikroskop ist das Bild aufrecht und seitenrichtig, so dass es hier wesentlich einfacher ist an den Objekten zu arbeiten, z.B. einzelne Lebewesen gezielt mit einer feinen Pipette einzusaugen, um sie auf einen OT zu übertragen, den man dann im Durchlichtmikroskop betrachtet. Auch der wesentlich größere Arbeitsabstand von mehreren Zentimetern erleichtert solche Arbeiten wesentlich.

Die Betrachtung der Wasserlebewesen in größeren Gefäßen hat auch den Vorteil, dass sie sich viel natürlicher verhalten als in dem engen Raum unter einem DG. Auch braucht bei den relativ geringen Vergrößerungen das Licht nicht so stark fokussiert zu werden, was die Wasserlebewesen ebenfalls sehr zu schätzen wissen.

4.3 inverses Durchlichtmikroskop

Inverse Durchlichtmikroskope vereinen einige Vorteile der beiden vorgenannten Instrumente. Auch hier ist das Bild aufrecht und seitenrichtig, nicht aber räumlich. Die Objekte werden durchleuchtet, allerdings befindet sich die Beleuchtungseinheit oben über dem Tisch und die Objektive darunter. Das Licht wird wie beim aufrechten Durchlichtmikroskop durch einen Kondensor auf das Objekt gebündelt. Es sind mittlere Vergrößerungen bis ca. 400x üblich.

In diesem Vergrößerungsbereich kann man durch den Boden von Petrischalen hindurch mikroskopieren. Voraussetzung ist, dass der Boden eben und gleichmäßig dick ist. Für Inverse Durchlichtmikroskope kommen meist spezielle Objektive mit größerem Arbeitsabstand zur Anwendung oder es müssen spezielle Gefäße benutzt werden, die Böden mit der üblichen Deckglasdicke von 0,17mm haben. Mit speziellen Tischklemmen lassen sich auch normale Objektträger mit Deckglas

nach unten verwenden. Inverse Mikroskope erlauben den Einsatz verschiedener Kontrastverfahren wie Dunkelfeld oder Phasenkontrast, sofern sie mit entsprechenden Einrichtungen ausgestattet sind. Dass das Wort „speziell“ hier so häufig vorkommt, lässt ahnen, dass diese Geräte oft ein wenig teurer sind als „normale“ aufrechte Durchlichtmikroskope



Inverses Durchlichtmikroskop "Wilovert" der Firma Will-Wetzlar

4.4 Reise- und Out-door-Mikroskope

Das sind besonders klein gehaltene Mikroskope, die leicht zu transportieren sind. Viele Tümler benutzen ältere Mikroskope mit Spiegel als Out-door-Mikroskope. Besonders geeignet sind Geräte mit einem Gewinde im Fuß, welches die Montage auf ein stabiles Stativ erlaubt. So kann man im Gelände bequem mikroskopieren. Voraussetzung ist ein schattiger Platz, denn in der Sonne sind die Augen an das helle Licht adaptiert, wodurch das Mikroskopbild dagegen recht dunkel erscheint. Außerdem sorgt direktes Sonnenlicht auf dem Mikroskoptisch für eine Mischbeleuchtung aus Auf- und Durchlicht, die nur selten vorteilhaft ist. Auf gar keinen Fall darf man aber das direkte Sonnenlicht einspiegeln. Ideal ist ein bedeckter Himmel. Außerdem sollte man möglichst windgeschützt arbeiten.



Mikroskop LgOB der Firma Carl-Zeiss-Jena aus den 60er Jahren auf einem Vermessungsstativ

5 Gewässerarten

5.1 Fließgewässer

Bäche, Flüsse und Ströme sind Fließgewässer. Gegenüber den stehenden Gewässern unterscheiden sie sich dadurch, dass sie kein eigenes Plankton (Plankton: das Schwebende) aufweisen. Wenn sich typische Plankter in ihnen finden, sind sie meist aus mehr oder weniger stehenden Gewässern eingespült, z.B. aus Talsperren. Wer ein Planktonnetz in ein schnell fließendes Gewässer hängt, fängt vor allem aufgewirbelten Sand, natürlich auch aufgewirbelte Lebewesen. Die Hauptproduktivität der Fließgewässer beschränkt sich auf den Grund, der sehr unterschiedlich beschaffen sein kann. Es lohnt sich immer den Belag von Steinen abzukratzen, der meist sehr reich an Kieselalgen ist. Je näher man der Quelle ist, um so sauberer und nährstoffärmer ist das Wasser. Hier findet man meist nur wenige Lebewesen. Je länger das Wasser unterwegs ist, um so nährstoffreicher wird es und damit steigt auch die Artenfülle. Ein Überangebot an Nährstoffen führt aber bei jedem Gewässer irgendwann zum „Umkippen“: Bakterien und Pilze, die unter Verbrauch von Sauerstoff das organische Material abbauen, zehren den Sauerstoff auf und es können nur noch Arten überleben, die an sauerstoffarmes Milieu angepasst sind. Auf der Tatsache, dass ganz bestimmte Lebewesen in ganz bestimmten Milieus leben, beruht die Biologische Gewässeranalyse.

Einen fast fließenden Übergang zu den stehenden Gewässern bilden Entwässerungsgräben, die zuweilen sehr interessante Lebensräume sind, je nach dem was für Wasser sie führen. So findet man z.B. in den eisenhaltigen Gräben aus Bergwerkentwässerungstollen zuweilen rostige flockige Belege, die sich als Eisenbakterien erweisen können, die röhrenförmige Kolonien bilden.

5.2 stehende Gewässer

5.2.1 Seen

Die großen Seen sind stark gegliederte Lebensräume, in denen je nach Wassertiefe sehr unterschiedliches Leben anzutreffen ist. Um tiefere Bereiche eines Sees beproben zu können, bedarf es spezieller Geräte, wie Bodengreifer, Grundschleppen und spezieller Schöpfgeräte zur Entnahme von Proben aus definierten Tiefen, die von Booten aus bedient werden müssen. Darauf möchte ich hier nicht näher eingehen. Es lohnt sich aber sehr, sein Planktonnetz einmal von einem Boot aus in verschieden tiefe Bereiche ab zu senken und die Fänge zu vergleichen. Häufigkeit und Zusammensetzung des Planktons in einer bestimmten Tiefe unterliegen einem Tag-Nacht-Rhythmus und natürlich auch einem jahreszeitlichen Rhythmus. In der Regel gibt es sowohl im Frühjahr als auch im Herbst besonders viel Plankton. In tiefen Seen gibt es Temperatur-Sprungschichten. Diese unterliegen einer wetterabhängigen jahreszeitlichen Umwälzung.

Im Uferbereich lohnt sich auch hier wieder das Abbürsten von Steinen und die Entnahme von Detritusproben (Detritus: Zersetzungsprodukte von Lebewesen, die sich als Schlamm am Grund sammeln). Sehr interessant sind Wasserblüten, wenn große Mengen an Algen sich sehr stark vermehren. Mit ein wenig Erfahrung kann man an Hand der Wasserfarbe erraten, welche Algen sich so stark vermehrt haben, dass sie das färben. So deutet eine hellgrüne Farbe auf Blaualgen hin, während grasgrüne Schlieren und dicke Algenwatten meist von Grünalgen herrühren. Sind viel

Goldalgen vorhanden, hat das Wasser einen typischen "fischigen" Geruch. Es lohnt sich aber immer, die Vermutung mikroskopisch zu überprüfen. Dabei erlebt man immer wieder Überraschungen. Auch Seen können sehr unterschiedlichen Nährstoffeintrag und damit unterschiedliche Wassergüteklassen haben (Stichwort: Eutrophierung). Davon hängt sehr wesentlich ab, welche Kleinlebewelt man vorfindet.



große Überraschung: Diese Schwäne schwimmen in einer Algenblüte des nicht sehr häufigen Wassernetzes

5.2.2 Teiche

Sie sind die kleinen Brüder der Seen. Durch ihre viel geringere Tiefe gibt es in ihnen nicht so viele unterschiedliche Lebensräume, aber natürlich sind auch sie vom Nährstoffeintrag abhängig, z.B. ob in ihnen Fischzucht mit Fütterung betrieben wird. Ihr Wasser erwärmt sich schneller. Eine Umweltveränderung, z.B. ein besonders trockener Sommer kann einen Teich und seine Lebensgemeinschaft sehr schnell und drastisch verändern. Dies gilt um so mehr, je kleiner der Teich ist. Es gibt sehr viele Faktoren, die auf so ein Kleingewässer einwirken, z.B. wie viel Sonne es bekommt, ob Bäume ringsherum stehen, die es beschatten und mit ihrem Laub für Nährstoffeintrag sorgen. Auch in Teichen kann es Algenblüten geben, die aber oft kürzer sind als in größeren Seen, weil sich die Bedingungen schneller wandeln. Deshalb bleibt es für den Tümpeler spannend, einen Teich immer wieder auf zu suchen. Viele Tümpeler haben deshalb eine Art „Hausbiotop“, das sie über Jahre durch alle Jahreszeiten begleiten.

5.2.3 Moore...

... stehen meist unter Naturschutz und sind oft schwer zugänglich. Wer jedoch die Gelegenheit hat, Zugang zu einem solchen Gewässer zu bekommen, sollte es sich nicht entgehen lassen, hier ein paar Proben zu nehmen. Besonders lohnend sind die sogenannten „Schlenken“, kleine offene Wasserflächen zwischen Torfmoospolstern (Schöpfer mit langem Stiel benutzen) und auch die Torfmoospolster selber. Es lohnt sich die an Schlenken grenzenden Moospolster etwas mit dem Schlenkenwasser aus dem Schöpfgefäß durch zu spülen und das austretende Wasser wieder aufzufangen.

Wenn man die Moospolster mit der Hand erreichen kann, gibt es unterschiedliche Methoden, der Lebewesen habhaft zu werden, die sie beherbergen. Man kann einen Suppenlöffel oder einen Teller in das Polster drücken und so das Wasser auffangen, das hinein läuft. Mit einer Einmalspritze kann man das Wasser einsaugen, während man mit der Spritze durch das Polster fährt oder man spült und drückt es direkt in einem Gefäß mit Standortwasser aus. Danach bringt man es aber wieder an seinen Platz. Alle Torfmoose stehen unter Schutz. Sie beherbergen aber oft besonders interessante Zieralgen und andere hoch spezialisierte Arten von Schalenamöben und Rädertieren.

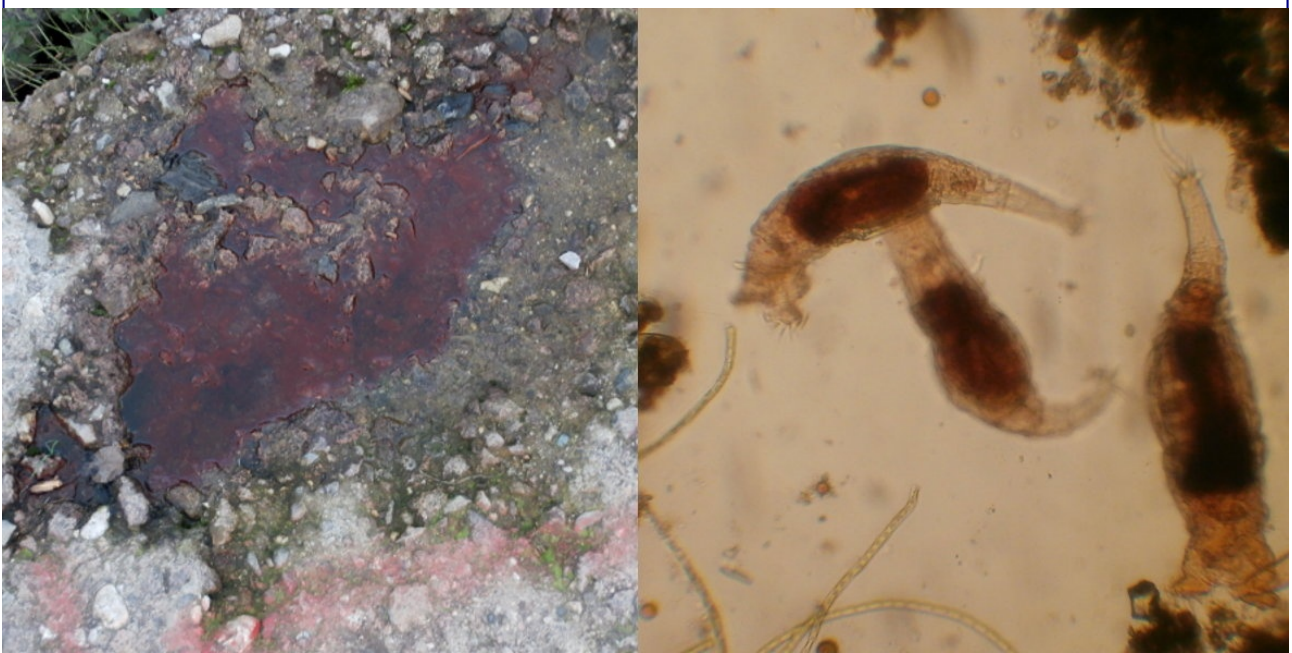
Moorwasser ist auf Grund des hohen Gehaltes an Huminsäuren i.d.R. rot-braun gefärbt. Hochmoore besitzen fast immer einen Wasserabfluss, einen "Überlauf". Es kann sich lohnen für eine Stunde ein Planktonnetz in das rot-braune aber ansonsten fast immer sehr klare fließende Wasser zu hängen. Besonders nach stärkeren Regen oder zur Zeit der Schneeschmelze werden Zieralgen und andere Bewohner des Hochmoores mit hinaus gespült, an die man sonst vielleicht gar nicht heran käme, wenn das Moor selber nicht zugänglich ist.



Planktonnetz im Auslauf eines Moorgewässer

5.2.4 temporäre Kleinstgewässer

Die kleinsten Gewässer führen oft nur zeitweise Wasser. Das können Pfützen in Wiesen sein (Traktorspuren), oder Vertiefungen in Felsen, aber auch kleine Baumhöhlen, Vogeltränken, Dachrinnen oder die Blattrichter der Wilden Karde nach einem Regen. All diese Lebensräume enthalten sehr spezielle Lebewesen, die entweder kurzfristig eingetragen werden oder spezielle Mechanismen entwickelt haben, mit denen sie die regelmäßige Austrocknung überdauern. Es ist sehr erstaunlich, wie schnell ein wenig „Staub“ aus so einem temporären Gewässer „lebendig wird“, wenn man ihn mit Wasser (ideal: Regenwasser oder Volvic) begießt. Schon nach wenigen Minuten kann man erste kleine Tierchen munter umher flitzen sehen. Es gibt auch in diesen Kleinstgewässer zuweilen interessante Massenvermehrungen einzelner Arten. So kann man in gut besonnten flachen "Gewässerchen" wie Vogeltränken oder auf Abdeckplanen oft rost- bis blutrotes Wasser vorfinden, das durch das massenweise Auftreten der Blutregenalge *Hämatococcus* so auffällig gefärbt wird.



Dunkelrote Pfütze auf einer verwitterten gut besonnten Betonplatte - typisch für die Blutregenalge, aber hier haben sich auch Rädertiere vermehrt, deren Verdauungstrakt rot ist vor lauter Algen.

5.2.5 Moospolster

Einen ganz speziellen wässrigen Lebensraum stellen die dünnen Wasserhäute auf und zwischen Moosen dar. Eine ganze Palette von kleinen Lebewesen ist an diesen Lebensraum angepasst. Sammelt man kleine Stücken solcher Moospolster und lässt sie langsam (!) an einem kühlen Ort trocknen (z.B. in einem nicht ganz fest verschlossenem Kunststoffgefäß in einem nicht geheizten Raum), hat man eine interessante Probe, die man jeder Zeit einfach und schnell „aktivieren“ kann. Dazu weicht man sie in einer flachen (Petri-)Schale in wenig Wasser ein. Nach ca. einer halben Stunde spült und drückt man das Moos aus. In dem Bodensatz der Schale wimmelt es von Rädertierchen, Schalenamöben und Wimperntierchen und wenn man Glück hat findet man auch Bärtierchen (besonders in gut besonnten Moospolstern). Man kann das Moos selbstverständlich auch gleich frisch in Wasser ausspülen und begutachten oder gefrorene Moospolsterstücke sammeln und in wenig kaltem (!) Wasser auftauen. Auch hier wird sich schnell das pralle Leben zeigen.



eingeweichtes Moospolster

6 Probengewinnung

6.1 Einleitung

Die Entnahme von wild lebenden Tieren aus Gewässern unterliegt den Naturschutzgesetzen. Streng geschützte Arten, wie z.B. Libellenlarven, und Amphibien, dürfen weder gefangen noch gestört werden. In Naturschutzgebieten, in denen man meistens nicht einmal die Wege verlassen darf, sind Probenahmen verboten. In der Regel wird aber die Entnahme kleiner Probemengen keinen nennenswerten Einfluss auf den Lebensraum des Gewässers haben. Landwirtschaftliche Nutzung in der Umgebung oder die Abwässer einer Stadt üben einen weit größeren Einfluss aus. Deshalb bekommt der Grundsatz „Was man nicht kennt, kann man nicht schützen“ in dieser Beziehung besonderes Gewicht und legitimiert den Eingriff zur Probenahme, wenn er verhältnismäßig bleibt. Der fortgeschrittene Tümler wird sich zur längerfristigen regelmäßigen Beprobung eines Gewässers mit einer Sondergenehmigung der unteren Naturschutzbehörde absichern und natürlich auch die Erlaubnis privater Eigentümer (Fischteiche) einholen. In der Regel sind all diese Institutionen sogar erfreut darüber, wenn jemand den Artbestand eines Gewässers erfasst und dokumentiert und sei es nur durch Fotos nicht näher bestimmter Arten. Einem Fachmann kann diese Zuarbeit unter Umständen sehr nützen.

6.2 Probengefäße...

...hat der ambitionierte Tümler immer in der Tasche, auch wenn er nur zum Bäcker geht. Oft stößt man ganz unerwartet auf ein seltsam verfärbte Pfütze oder ein Gewässer, das man bisher nicht kannte. Für solche Fälle eignen sich z.B. Filmdosen aus der Analogzeit der Fotografie (beim Fotografieren fragen! Noch werden sie benutzt)

Eine andere sehr geniale Art von Probengefäßen sind die whirl-paks® der Firma Nasko. Das sind sehr elastische Kunststoffbeutel mit einem wasserdichten Verschluss. Unbefüllt nehmen sie noch viel weniger Platz ein als eine Filmdose. Sie sind steril. Vor dem Benutzen muss man sie erst aufreißen.



verschiedene kleine Probengefäße

Manche Tümler schwören auf gut ausgewaschene Einmalspritzen, mit denen sich verschiedene Proben einsaugen lassen, z.B. Schlammoberflächen oder das Wasser zwischen Torfmoosen. Mit einem aufgesteckten Aquarienschlauch ergibt so eine Spritze einen passablen Schlammheber, mit dem man den Grund flacher Gewässer beproben kann.

Es gibt sehr preiswerte Einmalpipetten aus Polyethylen, die in Großpackungen angeboten werden. Einzelne Pipetten kosten so einen einstelligen Cent-Betrag. Es gibt sie mit unterschiedlichem Fassungsvermögen. Sie eignen sich ebenfalls als Probegefäße für sehr kleine Probenmengen. Mit einem Feuerzeug lassen sie sich sehr einfach an der Spitze zuschweißen. Zu Hause schneidet man die Spitze wieder auf und kann den Inhalt direkt auf einen OT übertragen. Diese luftdicht eingeschlossenen kleinen Proben halten sich aber nur kurze Zeit.

Natürlich kann man jede Art von sauberen, dicht schließenden Gefäßen zur Probenahme und Aufbewahrung nutzen, z.B. kleine Schraubgläser. Die kleinen bisher genannten Probengefäße sind eher als Notbehelf geeignet, man kann sie aber immer dabei haben. Zur gezielten Probenahme, sind größere Gefäße besser (z.B. sauber ausgespültes Gürkenglas).



Verschweißen einer Einmalpipette

6.3 Haltbarkeit von Proben

Einige Tümler sind der Meinung, dass Proben in Glasgefäßen besser halten als in Kunststoffgefäßen. Das könnte an den Weichmachern und anderen chemischen Ausdünstungen liegen. Auch sollte man sein Gefäße immer gut ausspülen. Spülmittelreste sind unbedingt zu vermeiden. Am besten spült man vor Ort noch 2-3 mal mit dem Standortwasser, bevor man die Probe einfüllt. Ich habe auch mit gut gereinigten Klickboxen gute Erfahrungen gemacht. Moorproben halten sich darin mehrere Monate.

Grundsätzlich gilt: Eine Probe hält sich um so besser, je länger sie ihren natürlichen Status der physikalischen und chemischen Parameter beibehält. Einer der einflussreichsten ist die Temperatur, die sich ab dem Zeitpunkt der Probenahme mehr oder weniger schnell verändert. Auch deshalb sind große Probemengen haltbarer als kleine. Die Erhöhung der Temperatur hat vor allem zur Folge, dass der Stoffwechsel der Tiere schneller abläuft und sie mehr Sauerstoff verbrauchen. Gleichzeitig sinkt aber auch die Fähigkeit des Wassers, Sauerstoff und andere Gase aufzunehmen. Wichtig ist deshalb, dass man möglichst wenige Lebewesen und möglichst viel Standortwasser im Gefäß hat.

Proben aus verschiedenen Gewässerbereichen sind unterschiedlich empfindlich. Planktonproben sind die empfindlichsten. Durch die Anreicherung der Probe mit dem Planktonnetz befinden sich sehr viel mehr Lebewesen in dem Probenvolumen als in der Natur im gleichen Wasservolumen vorkommen. Die Sauerstoffzehrung ist hier viel größer als in der Natur. Deshalb mikroskopieren viele Planktonliebhaber gerne mit einem Out-door-Mikroskop direkt vor Ort. Will man Planktonproben transportieren, sollten die Gefäße randvoll mit möglichst wenig Luft verschlossen werden, damit die empfindlichen Lebewesen durch das Geschüttel nicht beschädigt werden. Transport in einer Thermobox ist zu empfehlen. Zu Hause müssen die Proben im Kühlschrank gelagert werden. Trotzdem sind sie nur wenige Stunden bis einen Tag haltbar. Dann sterben die meisten Plankter ab.

Ganz anders die Lebewesen aus dem Bodenschlamm eines Gewässers: Hier herrscht fast immer relative Sauerstoffarmut. Ihre Bewohner sind darauf eingestellt. Doch sollte man keine reinen Schlammproben nehmen. Wenig Schlamm und viel Standortwasser gewährt auch hier eine lange Haltbarkeit der Probe

Auch der pH-Wert (Säuregrad) eines Gewässers hat hohen Einfluss auf die Haltbarkeit. Von Natur aus saure Proben wie die aus Mooren, sind i.d.R. sehr lange haltbar, da Säure das Wachstum vieler Bakterien hemmt. Darauf beruht ja auch die Haltbarmachung sauer eingelegten Gemüses.



Wenig Detritus und viel Wasser: So hält sich die Probe (Standortwasserkultur) am besten.

6.4 Probenarten nach Gewässerräumen

6.4.1 Detritus

Als Detritus bezeichnet man den organischen Absatz abgestorbener und mehr oder weniger zersetzter Lebewesen am Grunde fast aller Gewässer. Er bildet die Lebensgrundlage für Pilze und Bakterien, von denen wiederum höhere Tiere (z.B. Wimperntiere und Amöben) leben. Auch werden durch die Zersetzer (Destruenten) mineralische Verbindungen frei gesetzt, die den Pflanzen als Dünger dienen. Es ist also alles da, was pralles Leben braucht und das sieht man auf dem ersten Blick, wenn man etwas Bodenschlamm unter das Mikroskop legt.

Detritusproben schöpft man am besten mit einem einfachen Gefäß wie einem Messbecher aus dem Küchenbedarf, das man an einen möglichst langen Stiel gebunden hat. Mein Schöpfgefäß ist so ein Messbecher mit 500ml Volumen, den ich mit zwei Kabelbindern an einem Teleskopstiel eines Spinnenbesens befestigt habe. Reichweite: 4m.



Schöpfgefäß an einer Teleskopstange

Wenn man mit der Hand bis zum Gewässergrund langen kann, kann man Detritusproben auch mit

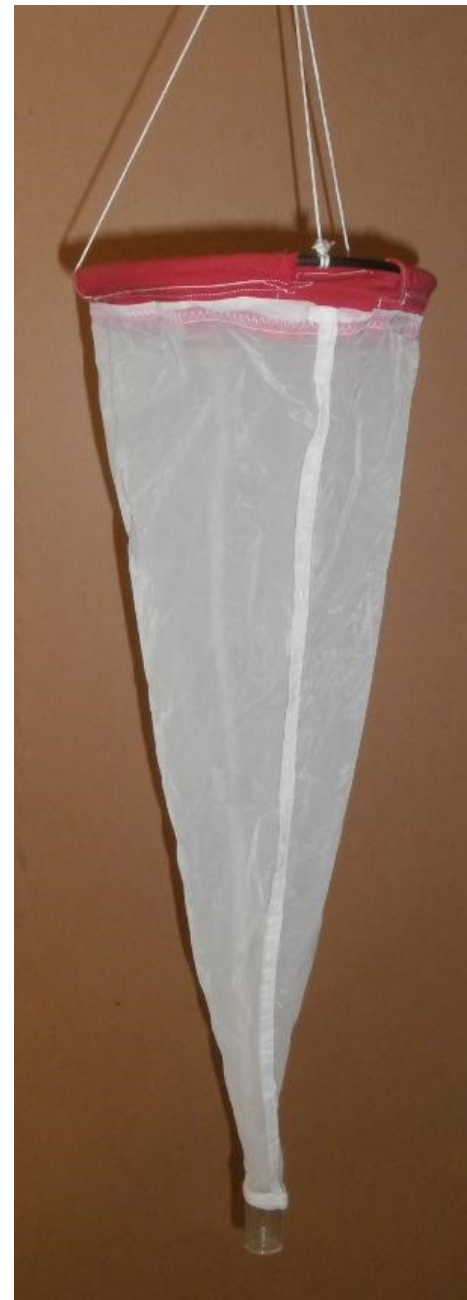
einer Einmalspritze einsaugen. Ein passender Schlauch aus der Zoohandlung oder dem Laborfachgeschäft erhöht die Reichweite und den Komfort der Probenahme. Der klassische Schlammheber besteht aus einem Glasrohr und einem Gummiball aus dem Sanitärbedarf.

6.4.2 Plankton

Als Plankton bezeichnet man die frei im Wasser treibenden Lebewesen. Meist sind so wenige Plankter im Wasser enthalten, dass ein einzelner Tropfen Wasser, wie wir ihn auf einen OT bringen können, sehr wenige oder keine solcher Lebewesen enthält. Sie müssen zuvor angereichert werden. Je klarer ein Gewässer ist, um so wichtiger ist das. Das gebräuchlichste Hilfsmittel dazu ist das Planktonnetz.

Wer mehr Zeit zur Verfügung hat als Geld, kann sich ein Planktonnetz selber nähen. Dazu besorgt man sich ein Stück Siebdruckgewebe mit Maschenweiten um die 60 bis 100µm und näht sich einen langen Trichter wie eine Zuckertüte. Das spitze Ende wird aber nicht zugenäht sondern erhält eine Öffnung in die ein kleines verschließbares Probengefäß (z.B. ein Tablettenröhrchen) gerade so hinein passt. Das große offene Ende wird an einem Metallring befestigt. Am besten näht man den Ring in einem derben Stoff ein und nicht direkt in das Siebdruckgewebe, denn dieses würde bald durchscheuern. An den derben Stoff näht man dann den Trichter des eigentlichen Planktonnetzes, wobei alle Nähte außen liegen sollen. An den Metallring bindet man drei stabile Schnüre z.B. aus Maurerschnur oder ähnlich reißfesten Kunststofffasern. Kunstfasern halten dem Wechsel von Feuchte und Trocknung besser stand als Naturfasern. Die drei Schnüre führt man an einem stabilen Schlüsselring ca. 20 bis 30cm vor dem Metallring zusammen. An den Ring kann man noch einen Wirbel aus dem Anglerbedarf befestigen, der verhindert, dass die Schnur, an der das Planktonnetz durch das Wasser gezogen wird, sich verknäult, falls sich das Netz im Wasser dreht. Unbedingt erforderlich ist es aber nicht.

Planktonnetze werden auf unterschiedliche Weise benutzt. Entweder führt man sie an einem Stiel (ich nutze dazu den gleichen Teleskopstiel an dem meine Probenschöpfer befestigt ist) oder man zieht sie hinter einem Boot her oder man wirft sie an einer relativ langen Leine in das Wasser um sie dann wieder an Land zu ziehen. Kleine Planktonnetze lassen sich auch mit Wurfangeln ausbringen. Ich nutze meist den Stiel.



selbst gebautes Planktonnetz

Wenn man das Planktonnetz in das Wasser bringt, muss man als erstes die Luft aus dem Netz

bekommen. Das geht am besten, wenn man zuerst etwas Wasser einschöpft, so dass mindestens das Probengefäß mit Wasser gefüllt ist und es dann mit der Spitze zuerst ganz langsam in das Wasser absenkt. Hat man es luftblasenfrei versenkt, zieht man es möglichst langsam durch das Wasser. Da das Wasser nur schwer durch die engen Maschen fließt, staut es sich vor dem Trichter. Zieht man zu schnell, wird das Wasser seitlich am Netz vorbei gespült. Wie lange man das Netz durch das Wasser ziehen muss, hängt sehr von der Trübe des Wassers ab. Je klarer, desto länger muss man „fischen“.

Zum Schluss müssen die Lebewesen noch in das Probengefäß gewirbelt werden. Da das Gefäß keinen Wasserdurchfluss hat, staut sich die begehrte Beute vor seiner Öffnung. Man muss deshalb das senkrecht aus dem Wasser gezogene Netz mehrmals wieder kurz mit der Spitze in das Wasser stippen, das nun von außen nach innen in das Netz strömt. So werden auch die in den Maschen hängenden Lebewesen in das Netz hinein und vor das Probengefäß gespült. Durch das Hin und Her der abwechselnden Wasserbewegungen beim Eintauchen und wieder Herausziehen des Netzes werden sie schließlich in das Gefäß gewirbelt. Das Netz wird nun gänzlich aus dem Wasser gezogen, das Gefäß entnommen und verschlossen, oder der Inhalt in ein anderes Probengefäß gegossen. Es gibt auch Planktonnetze, an deren Spitze statt eines Probegefäßes ein Hahn angebracht ist, den man am Ende der Probennahme öffnet und den Inhalt in ein separates Probengefäß laufen lässt.

Das Netz verstaubt man nass in einer Kunststofftüte, damit es nicht eintrocknet, bevor man es zu Hause unter der Brause gründlich ausgespült hat. Das macht man ohne Probengefäß, also mit dem unten offenen Netz abwechselnd von außen und von innen, so dass möglichst alle Reste von Plankton entfernt werden, die sonst zukünftige Proben verunreinigen und verfälschen könnten. Auch sollen ja die ohnehin engen Maschen offen bleiben. Erst danach kann das Netz gründlich getrocknet werden.

Die eben beschriebene Methode ist eine qualitative Methode: Man kann damit nur ermitteln welche Lebewesen im Plankton sind, aber nicht wie viele. Für die mengenmäßige Ermittlung (quantitative Methode) schöpft man mit einem Messgefäß eine bestimmte Menge Wasser durch das senkrecht über dem Wasser gehaltene Netz und zählt den Fang später nach Arten aus. Für diesen Zweck eignet sich in besonderem Maße ein Planktonsieb. Überall dort, wo man auf große Reichweiten verzichten kann, ist sein Einsatz sinnvoll. Der Selbstbau ist einfacher und billiger als ein Planktonnetz, die Reinigung und Lagerung unproblematischer.

Bauanleitung für ein Planktonsieb aus Edelstahlgewebe (nach Bob Lammert)

Man wählt das Rohr so, dass es zu einer vorhandenen Transportdose passt, die gleichzeitig als Schöpfbecher dient. Als Rohr eignet sich HT-Rohr aus dem Baumarkt im Durchmesser von 75mm. Andere Hohlkörper aus schmelzbarem Kunststoff sind ebenso geeignet. Edelstahlgewebe gibt es im Online-Handel. Maschenweiten um 50 bis 100µm sind sinnvoll. Zum Aufschweißen braucht man einen Lötkolben.

- Rohr mit ebener Schnittfläche absägen und entgraten
- Edelstahlgewebe auflegen
- Gewebe mit Lötkolben berühren ; dadurch Kunststoff durchs Gewebe hindurch zum Schmelzen bringen

- erst an den 4 gegenüberliegenden Punkten verschweißen.
- rundum fortsetzen bis Gewebe überall fest verschweißt ist
- außen überstehendes Gewebe mit scharfer Blechschere abschneiden
- Maschenweite mit LötKolben in das Rohr punkten zur Kennzeichnung

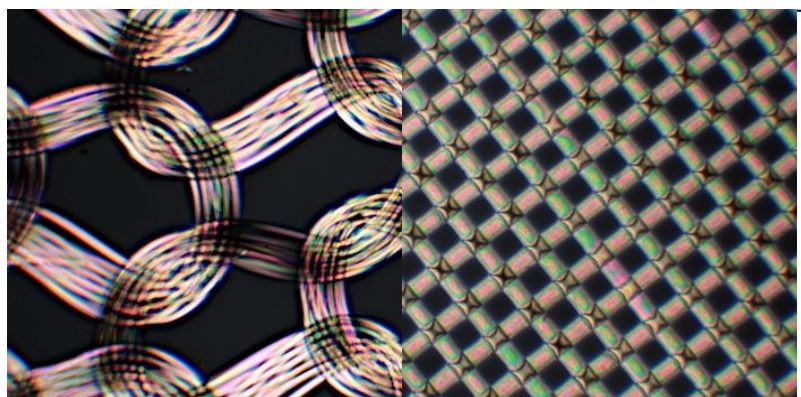
Zum Fangen gießt man mit Hilfe der Verpackungsdose Wasser durch das Sieb, taucht am Ende das Sieb leicht in Wasser, und gießt Wasser mitsamt Fang schnell in die Dose und von dort in das Probengefäß. Wie viele Dosen voll Wasser man durch das Sieb kippen muss, hängt wieder davon ab, wie viel Plankton vorhanden ist (wie trüb oder klar das Wasser ist).



Hier wurde das Edelstahlsieb an Stelle des zuvor abgesägten Bodens auf einen Küchen-Messbecher geschweißt, der in der roten Transportbox verstaut werden kann. Foto Bob Lammert

Zum Transport kommt das Sieb in die Dose und die Gefäße mit Fang in das Sieb. So ist alles rucksackfreundlich verpackt.

Ein leicht beschaffbares sehr einfaches Netz gibt ein feiner Damenstrumpf ab, durch dessen oberen i.d.R. doppelten Rand eine Drahtschlaufe gezogen wurde. Die Laufmasche, wegen der der Strumpf ausgesondert wurde, und auch das für die Durchführung der Drahtschlaufe hinein geschnittene Loch, sichert man mit einem Tropfen Sekundenkleber. Für den Fang wird der Strumpf einfach durch das Wasser gezogen oder man schüttet mit einem Gefäß Wasser hindurch. Da kein Fanggefäß an der Fußspitze angebracht wurde, krepelt man ihn zum Schluss um und spült die Spitze in wenig Wasser aus. Für den Fang von Kleinkrebsen ist der Strumpf allemal brauchbar, viele kleinere Plankter passen jedoch durch die sich dehnenen Maschen. Die nebenstehende Gegenüberstellung soll die Größenverhältnisse verdeutlichen.



links: Gewebe eines Damenstrumpfes, rechts: Planktonnetz mit 65µm Maschenweite beide im gleichen Maßstab

6.4.3 Aufwuchs

Auf allem Festen, was im Wasser liegt oder schwimmt (Steine, Brückenpfosten, größere Wasserpflanzen) findet man selbst in schnell fließenden Gewässern eine Schicht sich gut festhaltender oder aufgewachsener Wasserbewohner. Am leichtesten lässt sich dieser Aufwuchs von kleinen Steinen gewinnen. Man überführt sie in eine flache Schale mit etwas Wasser und bürstet den Belag mit einer Zahnbürste ab. Das nun sehr trübe Wasser in der Schale füllt man in ein Probengefäß. Auch hier gilt wieder: wenig Probe - viel Standortwasser!

In stehenden Gewässern, bei denen man sich sicher sein kann, dass niemand ein eingebrachtes Gerät entnimmt (z.B. im eigenen Gartenteich), kann man eine Aufwuchsfalle versenken, die man regelmäßig beprobt (das erste Mal schon nach ca. einer Woche). Dazu werden bis zu 8 OT in einen geschlitzten großen (Sekt-) Korken gesteckt, jeweils 2 zusammen „Rücken an Rücken“. Vor dem Mikroskopieren müssen die inneren Seiten der OT gereinigt und die äußeren mit einem möglichst großen DG bedeckt werden.



Aufwuchsfalle mit Objektträgerpaaren in unterschiedlicher Wassertiefe. Man kann die OT auch waagerecht anordnen.

6.4.4 an oder auf der Oberfläche

Die Gewässeroberfläche stellt einen weiteren sehr speziellen Lebensraum dar. Die hier beheimateten Wesen sind an das Leben an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft angepasst. Sie zur Untersuchung zu gewinnen, ist nicht ganz einfach. Bei Windstille kann man mit einem sauberen (fettfreien) OT (oder DG) ein sogenanntes „Abklatschpräparat“ herstellen, in dem man ihn einfach kurz auf die Wasseroberfläche auflegt und wieder abzieht. Diesen OT kann man entweder trocknen und fixieren, aber das erlaubt keine Lebenduntersuchung, oder man mikroskopiert direkt vor Ort. Wer aufmerksam den Rand von Gewässern beobachtet, wird immer wieder Stellen finden, an denen der Wind oder die Strömung größere Mengen von schwimmenden Kleinteilen angereichert hat. Hier ist die Beprobung besonders vielversprechend.

6.4.5 unter dem Eis...

...geht das Leben weiter. Loch rein hacken, Probe nehmen! Der Tümpeler braucht keine Winterpause zu machen.

7 Anreicherungsverfahren

Oft ist es sinnvoll, die mikroskopisch kleinen Lebewesen anzureichern. Viele von ihnen sind oft gut verteilt über ein größeres Wasservolumen und müssen, um sie überhaupt finden zu können, in einem kleineren Volumen angereichert werden. Die gängigste Methode ist das Aussieben. Das schon beschriebene Planktonnetz und das Planktonsieb eignen sich bei größeren Probenmengen dazu. Aber auch andere Siebe unterschiedlicher Maschenweiten können benutzt werden, z.B. feine Tee- und Kaffeesiebe. Aber es gibt noch eine ganze Anzahl anderer Verfahren, die auf einfache Weise dafür sorgen, dass die Mikroorganismen in ausreichender Zahl in einem Probentropfen vereint werden. Manche machen sich dabei die aktive Bewegung der Lebewesen zu Nutze, andere arbeiten nach rein physikalischen Prinzipien.

7.1 Filtertütentrick

Ein Kaffeefilter aus Papier wird schräg in ein Gefäß passender Größe gestellt, so dass die tiefste Ecke auf dem Boden des selben steht. Eine Probe von bis zu 5ml kann nun in diese Spitze gegeben werden. Das Filterpapier saugt das Wasser auf und in der immer kleiner werdenden Flüssigkeitsmenge in der tiefsten Stelle reichern sich alle in der Probe enthaltenen festen Bestandteile einschließlich der Organismen an und können hier abpipettiert werden. Man muss jedes mal eine neue trockene Filtertüte verwenden.

7.2 Lichtfallen

7.2.1 Taschentuchtrick

Hierbei geht es um die Anreicherung und Reinigung aktiv beweglicher Kieselalgen, die auf und im Bodenschlamm der Gewässer leben. Eine Schlammprobe wird dazu in einem flachen Gefäß, z.B. einem Suppenteller oder einer Fotoschale, ausgeschüttet. Es soll nur eine ganz dünne Wasserschicht über dem Schlamm stehen. Auf die Schlammoberfläche wird ein Stofftaschentuch (alternativ geht auch Küchenrolle) ausgebreitet und an einigen Stellen etwas eingesenkt, so dass sich in den Senken kleine Wasserpfützen bilden. Das Gefäß wird einen Tag lang ins Licht gestellt (Fensterbank) soll aber nicht direktem Sonnenlicht ausgesetzt werden. Die aktiv beweglichen Kieselalgen kriechen durch die Maschen des Taschentuchs in die kleinen Wasserpfützen, da sie hier bessere Lichtverhältnisse finden. Hier kann man sie abpipettieren.



Küchenrolle über einer Schlammprobe in einer Fotoschale ausgebreitet; in den kleinen Vertiefungen sammeln sich die Kieselalgen, die durch das Tuch zum Licht kriechen.

7.2.2 andere Lichtfallen

Man kann auch andere aktiv bewegliche Lebewesen, die sich vom Licht angezogen fühlen, durch geschickte Steuerung der Lichtverhältnisse anreichern. Wenn man eine Probe mit Zieralgen in einem Gefäß an einem Fenster stehen hat (auch hier wieder direkte Sonnenbestrahlung vermeiden!) reichern sich diese i.d.R. an wenigen Stellen an, wo diese die günstigsten Lebensbedingungen finden. Hier sind sie bei aufmerksamer Beobachtung als grüner Belag zu entdecken und können hier konzentriert abpipettiert werden.

7.3 Anreicherung nach Sauerstoffsättigung

Viele Mikroorganismen halten sich bevorzugt in Bereichen bestimmter Sauerstoffsättigung auf. Das kann man zu ihrer Anreicherung nutzen. So kann man z.B. viele Wimperntiere anreichern, in dem man einen (Glas-)Trichter in ein Probengefäß stellt (z.B. mit einem Heuaufguß), der mit der engen Trichterspitze aus dem Wasser heraus schaut. Direkt unter der Oberfläche dieser schmalen Wassersäule ist die Sauerstoffsättigung am größten und hier sammeln sich nach einigen Stunden viele sauerstoffbedürftige Wimperntiere an und können abpipettiert werden. Andere Wesen, die auf sauerstoffarmes Milieu spezialisiert sind, finden sich i.d.R. direkt über dem Bodensatz, in dem durch die Zersetzung des organischen Materials der überwiegende Teil des Sauerstoffs verbraucht wird. Oft bilden sie hier regelrechte Wolken. Das kann man noch etwas verschärfen, in dem man die Probe in ein unten spitz zulaufendes Gefäß (z.B. ein Sektglas) füllt.

7.4 Zentrifugieren

Das Zentrifugieren ist ein gängiges Verfahren zur Anreicherung von Schwebstoffen und Wasserlebewesen, das aber relativ teure Gerätschaften erfordert. Es gibt aber auch in Kleinserie gefertigte Handzentrifugen, die auch für Hobbyisten erschwinglich sind. Mit ihnen erreicht man nicht so große Fliehkräfte wie mit den motorisierten Zentrifugen, aber die überstehen manche Lebewesen auch nicht. Wirklich benötigt werden Zentrifugen eher für fortgeschrittene Spezialgebiete der Limnologie, weshalb ich auf dieses Verfahren nicht weiter eingehen möchte.

7.5 Absetzen (Sedimentation)

Früher oder später sinkt alles, was eine höhere Dichte als Wasser hat, zu Boden, besonders wenn das Wasser nicht aufgewirbelt wird. Diesen Effekt kann man sich ebenfalls zur Anreicherung zu Nutze machen. Das professionelle Gerät dazu heißt Imhoff-Trichter und ist ein sehr spitz zulaufendes Glasgefäß, in dessen Spitze sich der Absatz (das Sediment) sammelt.

Eine durchaus praktikable Haushaltslösung stellen spitz zulaufende Sektgläser da, auch solche aus Kunststoff, die aber mittlerweile kaum noch zu bekommen sind. Besonders zur Aufbereitung von Kieselalgen leisten sie gute Dienste. Auch die Abtrennung bestimmter Fraktionen ist damit möglich, in dem man sich die unterschiedlichen Sinkgeschwindigkeiten verschieden großer Teilchen zu Nutze macht. Mit etwas Übung lassen sich so sowohl die groben Sandkörner (sehr störend unter dem Deckglas), als auch feinste Tonpartikel von der eigentlich interessanten mittleren Fraktion abtrennen, in dem man im richtigen Moment abgießt und nur den interessierenden Teil der Probe behält.

Ein Beispiel hierfür ist die Trennung von Kieselalgenschalen von Sand und Ton.

Erster Schritt: Probe im Sektglas gut aufwirbeln, z.B. mit einer Pipette, ganz kurz absetzen lassen (Sandkörner sinken schnell) und den Überstand in ein zweites Sektglas abgießen.

Zweiter Schritt: Die so vom Sand getrennte Probe wieder aufwirbeln, etwas länger warten (Kieselchen sinken schneller als Tonpartikel) und in drittes Glas abgießen. Im zweiten Glas verbleiben die Kieselchen, die man dann nochmals auf die gleiche Weise weiter reinigen kann, indem man wieder sauberes Wasser dazu gibt. Natürlich geht ein Teil des Materials dabei verloren, aber man kann so sehr saubere Proben gewinnen.



Einmalsektgläser mit zu reinigenden Proben. Die abnehmbaren Füße eignen sich auch als Deckel zum Staubschutz und als Halter für die Pipette, die zur Probe gehört.

8 Präparate

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen Frisch- und Dauerpräparaten. In Frischpräparaten nutzt man Wasser als Eindeckmedium, in Dauerpräparaten Kunstharze und andere zumeist erhärtende Eindeckmedien. Da die Herstellung von Dauerpräparate bei Wasserlebewesen mit einigen Schwierigkeiten verbunden ist, möchte ich in dieser Einführungsschrift nicht weiter auf sie eingehen.

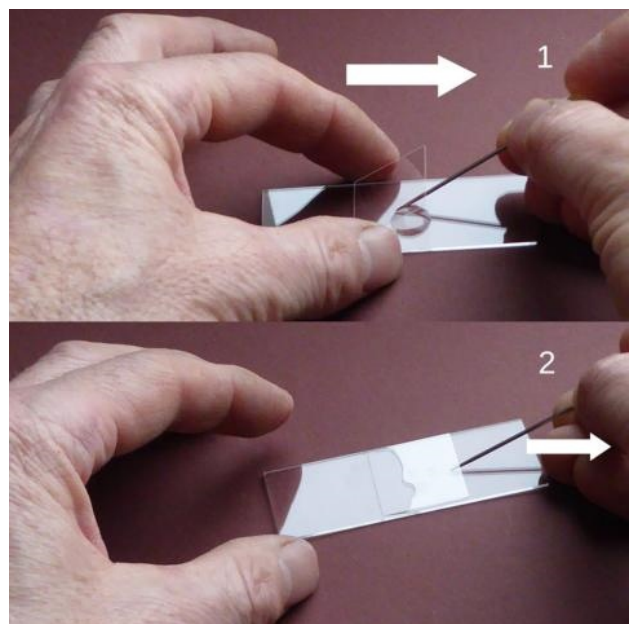
8.1 einfaches Frischpräparat

Ein Tropfen Tümpelwasser mit etwas Bodenschlamm wird mit der Pipette auf einen OT getropft und mit einem DG abgedeckt – los geht es! Aber selbst dabei gibt es ein paar Grundsätze zu beachten.

Die Probenmenge sollte nicht zu groß sein. Wenn man ein zu großes Gewirr von Algenfäden und anderen Probenbestandteilen auf dem OT hat, wird es schwer, einzelne Objekte gezielt zu beobachten. Wenn man klumpiges Material hat, wie Algenwatten oder Detritusproben, sollte man dieses mit zwei Präpariernadeln etwas auseinander zupfen, bevor man das DG auflegt.

Deckgläser gibt es in sehr unterschiedlichen Größen. Für das Umherschweifen in einer zufälligen Probe, dessen Inhalt man noch nicht kennt, ist ein größeres DG (z.B. 36x24mm) besser als ein kleines, weil man dann eine größere Menge Probenmaterial auf einmal untersuchen kann. Für gezielte Proben vereinzelter Organismen, die man z.B. für ein gutes Foto in eine sauberes Präparat ohne störende Mitbewohner bringt, ist jedoch das kleinere DG besser, da man sein Objekt der Begierde darin leichter wiederfindet.

Das blasenfreie Auflegen eines DGe will geübt sein. Dazu schiebt man es mit Daumen und Zeigefinger seitlich gehalten mit einer Kante bis an den Probentropfen, hält mit der anderen Hand die Spitze der Präpariernadel darunter, lässt es los und senkt es mit der Nadel langsam ab, so dass alle Luft zu einer Seite entweichen kann.



Verschüttetes Schulwissen: Auflegen eines Deckglases

8.2 dickes Frischpräparat

Hat man größere Lebewesen wie Nematoden oder Kleinkrebse (z.B. Wasserflöhe) auf einem OT, so sollte ein Abstandshalter mit unter das DG gebracht werden. Liegt das DG auf dem Tier auf, kann dieses schnell zerquetscht werden. Ist der Wassertropfen noch groß genug, dass das DG schwimmt, kann sich das Tier noch gut bewegen, was die Beobachtung aber nicht unbedingt erleichtert. Trocknet das Präparat ein - und das geht im Fokus des Kondensators oft sehr schnell - dann wird das DG von den Molekularkräften so stark an den OT gepresst, dass das Tier diesem Druck nicht stand-

halten kann und zerquetscht wird. Als Abstandhalter kommen verschiedene Dinge in Frage. Vor Ort am Gewässer sind es meist Algenfäden, die dafür sorgen, dass unsere Schützlinge nicht zerquetscht werden. Zu Haus im „Heimlabor“ kann man auch Deckglassplitter nutzen. Die Abstandhalter legt man dabei oft nur auf einer Deckglassseite unter, so dass ein sich zur anderen Seite hin verengender keilförmiger Wasserraum entsteht. Die munter umher flitzenden Wesen klemmen sich dann meist von selber an einer Stelle ein, die ihrer Dicke entspricht, so dass sie einerseits nicht zerquetscht werden, andererseits aber auch gut beobachtet werden können. Eine weitere Methode, die dem Mikroskopiker noch mehr Kontrolle über die Wasserschichtdicke im Präparat gibt, ist das Anbringen von kleinen Füßchen aus Vaseline (Weiße Vaseline aus der Apotheke) an jeder Deckglasecke. Dazu wird jede Ecke kurz in das Fett getaucht und dann das DG über den Wassertropfen abgesenkt. Den recht großen Wasserraum kann man dann schrittweise einengen, in dem man die Deckglasecken mit der Präpariernadel oder einem Zahnstocher vorsichtig andrückt, wobei man darauf achten muss, dass das Objekt selber nicht mit dem Wasser unter dem DG hervor gespült wird. Das hervorquellende Wasser muss deshalb mit gut saugendem Papier (Filterpapier, Stücke von Küchenrolle) aufgesaugt werden.

8.3 dünnes Frischpräparat

Bei sehr hohen Vergrößerungen ist es unerlässlich, möglichst geringe Schichtdicken der Probe zu erreichen. Die hoch auflösenden Objektive sind für eine bestimmte Deckglasdicke gerechnet, wobei in der Praxis die Dicke der Wasserschicht zwischen DG und Objekt mit zu berücksichtigen ist. Das Objekt muss möglichst direkt am DG anliegen, um ein gutes Bild zu bekommen. Deshalb haben manche Objektive auch eine Deckglaskorrektur. Damit kann man sie in gewissen Grenzen an die unterschiedlichen Schichtdicken anpassen. Trotzdem ist es wichtig bei sehr kleinen Objekten, die Schichtdicke von vornherein zu minimieren.

Die einfachste Methode ist, die Zeit für sich arbeiten zu lassen und so lange zu warten, bis durch die Verdunstung des Wassers das DG dicht genug anliegt. Das gelingt aber nicht, wenn zu dicke Objekte oder Fremdkörner wie Sandkörnchen mit unter dem DG sind.

Eine saubere Probe, die nur kleinste Lebewesen enthält, kann man herstellen, in dem ein größerer Tropfen der Ausgangsprobe noch ohne DG etwas stehen gelassen wird, so dass die groben Partikel nach unten sinken. Dann hält man den OT leicht schräg, so dass der Tropfen ins Fließen gerät, wobei man mit einem Glasstab die groben Teile daran hindert, mit gerissen zu werden. Das nicht zu große DG wird auf den sauberen Teil des Wassers aufgelegt. Den Rest daneben mit den groben Partikeln wischt man ab. Auf diese Weise lassen sich sogar Lebewesen aus Schlamm heraus spülen und untersuchen. (siehe dazu [Video von Martin Kreutz](#))

Um besonders dünnschichtige Präparate herzustellen, nimmt man anschließend ein gut saugendes Tuch (z.B. sauberes Zellstoff-Taschentuch), das nicht fusseln sollte, legt es in mehreren Lagen über das Präparat und drückt es kräftig auf das DG. Fast alles Wasser wird herausgepresst und am Rand vom Tuch aufgesaugt. Das so entstandene Präparat ist sehr dünnschichtig und kann auch mit hochauflösenden Objektiven untersucht werden.

8.4 abgedichtetes Frischpräparat

Der Umstand, dass das Wasser unter einem DG mehr oder weniger schnell verdunstet, behindert oft die längerfristige Beobachtung interessanter Lebensprozesse. Um die Verdunstung zu verhindern, kann man den Deckglasrand mit unterschiedlichen Substanzen abdichten.

Besonders bewährt hat sich dabei Weiße Vaseline aus der Apotheke. Man verteilt ein wenig davon auf dem Handballen der einen Hand und zieht das mit der anderen Hand gehaltene DG mit jeder seiner Kanten kurz darüber. So bleibt an jeder Kante ein kleiner Wulst aus Vaseline hängen. Dieses DG legt man vorsichtig über einen Probestropfen auf dem OT und drückt, z.B. mit dem Holzheft der Präpariernadel oder mit dem Sauger einer Pipette vorsichtig an, bis keine Luft mehr eingeschlossen ist.



Herstellung von Vaselinewülsten an den Deckglasrändern

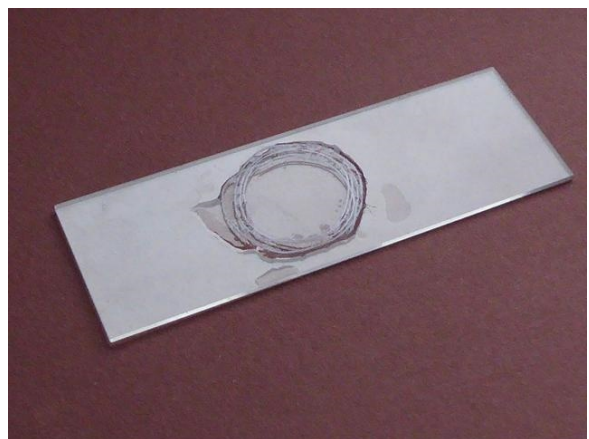
Derart abgedichtete Präparate kann man oft mehrere Tage lang betrachten. In geringem Maße lässt die Vaseline sogar einen Gasaustausch zu, aber natürlich verändern sich die Lebensbedingungen in so einem Präparat trotzdem nach und nach.

Wegen der relativ großen Schichtdicke eignen sich diese Präparate nur für kleine und mittlere Vergrößerungen, nicht aber für Immersionsobjektive. Will man dünnsschichtige Präparate abdichten, pinselt man die Vaseline nach dem Auflegen des DG und dem Abtrocknen dessen Randes mit einem feinen Pinsel um den Rand des DG. Vorsicht ist dann aber geboten, dass man Objektive mit geringem Arbeitsabstand nicht in die Vaseline-Umrandung fährt und dessen Frontlinse mit dem Fett beschmiert.

8.5 Objektträgeraquarium (OTA)

Eine andere Methode für Langzeituntersuchungen, die auch einen besseren Gasaustausch erlaubt, sind die OTA nach William von Bremen: Dünne Baumwollfäden von ca. 20cm Länge werden ausgekocht und feucht auf einen OT zu einen Kreis von ca. 1,5cm Durchmesser gelegt. In diesen Kreis werden die kleinen Wasserbewohner eingebracht.

Beobachtet wird bei niedrigen Vergrößerungen ohne DG. Durch Zufügen und Absaugen von Wasser mittels einer Pipette am äußeren Rand des Fadenringes kann Wasser gewechselt oder Nährstoffe zugeführt



Objektträgeraquarium nach William von Bremen

werden. Diese OTA können über sehr lange Zeit benutzt und ganze Lebenszyklen der Mikroorganismen beobachtet werden. Wenn nicht beobachtet wird, muss es in einer Feuchten Kammer aufbewahrt werden. Das ist ein gut schließendes Gefäß (z.B. eine Petrischale) auf dessen Grund immer eine Wasserschicht steht, die aber auch eine Ablagemöglichkeit für das OTA oberhalb des Wassers enthält. Im einfachsten Fall sind das ein paar Streichhölzer ohne Kopf. Ist das Gefäß verschlossen, bleibt die Luftfeuchtigkeit immer so hoch, dass kaum Wasser im OTA verdunstet.

8.6 hängender Tropfen

Eine weitere Methode, die eine freiere Bewegung der Mikroorganismen mit allen Vor- und Nachteilen für den Mikroskopiker erlaubt, ist die Methode des hängenden Tropfens. Dazu wird ein Probentropfen auf ein DG gebracht. Danach wird das DG schnell gewendet, so dass der Tropfen an dessen Unterseite hängt. Das DG muss nun über einem Hohlraum abgelegt werden. Dazu eignen sich Objektträger mit Hohlschliff. Oft stören aber die Schliffriefen das mikroskopische Bild. Auch reicht der Platz für etwas größere Tropfen oft nicht. In diesem Fall kann man sich mit einem runden Dichtungsring (O-Ring) behelfen, den man auf einen normalen OT legt und darauf das DG platziert. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass eine gute Ausleuchtung im hängenden Tropfen immer schwierig ist, zum einen, weil sich die Objekte weiter oben befinden und man mit der Kondensorlinse nicht nahe genug heran kommt, zum anderen, weil der Tropfen mit seiner gewölbten Unterseite selber wie eine Linse wirkt. Deshalb ist das Verfahren nur bis zu mittleren Vergrößerungen anwendbar.

8.7 Petrischale

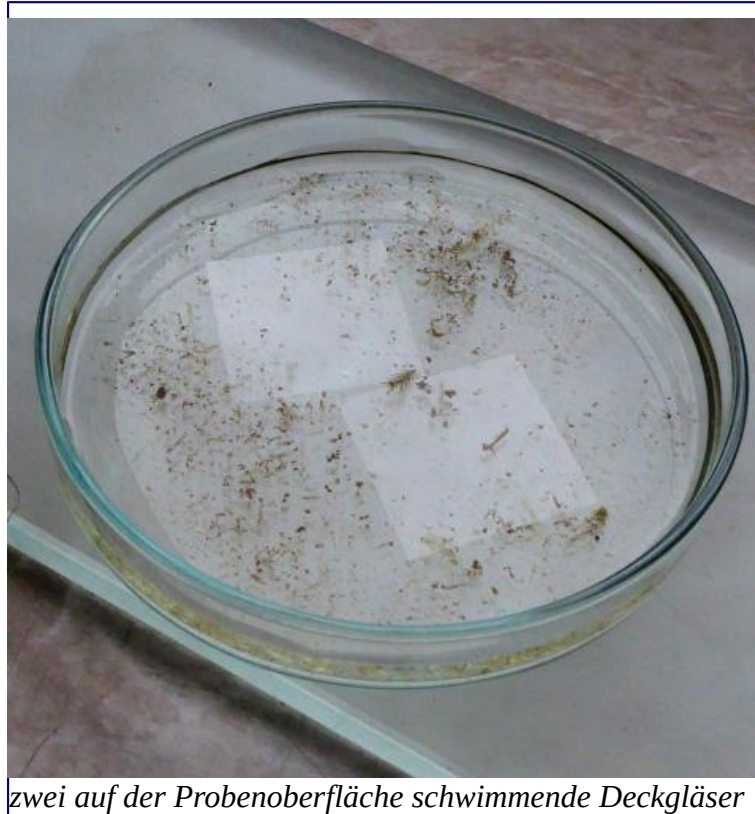
Die klassische Petrischale ist verglichen mit einem OT schon ein riesiges Gefäß, das eine Beobachtung seiner Bewohner in sehr viel natürlicheren Verhältnissen ermöglicht, als sie der dünne Wasserfilm unter einem DG erlaubt. Die direkte Beobachtung erfolgt entweder von oben ohne Deckel mit Hilfe eines Stereomikroskopes oder von unten durch ein inverses Mikroskop. Für letzteres benötigt man allerdings Petrischalen mit ganz ebenem Boden.

Es gibt sie in verschiedenen Ausführungen und aus verschiedenen Materialien. Die klassische Petrischale ist aus Glas und hat einen glatten Rand. Der Deckel liegt fast dichtend auf und ermöglicht kaum Gasaustausch und beschlägt schnell. Kunststoffpetrischalen aus Polystyrol haben oft Noppen am Rand, die eine bessere Belüftung ermöglichen. Sie sind i.d.R. auch sehr schön eben, dafür ist das Material aber doppelbrechend, was beim Einsatz von Kontrastverfahren, die mit polarisiertem Licht arbeiten, sehr störend wirkt bzw. diese sogar unmöglich machen.

8.8 schwimmendes Deckglas

Das schwimmende DG wird für zwei unterschiedliche Anwendungen gebraucht: Zum einen um auf der Wasseroberfläche schwimmende Objekte direkt von dieser abzuziehen, was einfach dadurch geschieht, dass man es kurzzeitig auf die Gewässeroberfläche legt und sofort wieder abzieht. Zum anderen kann man ein DG längere Zeit auf der Oberfläche einer Probe schwimmen lassen. Dann werden sich bestimmte Organismen auf dessen Unterseite bevorzugt ansiedeln. Besonders sehr

zarte Organismen, die den Umweg über die Pipette nicht gut überstehen oder sich danach erst einmal eine ganze Zeit „einigeln“, lassen sich damit vorteilhaft auf den Objektträger bringen. Es ist oft vor allem das Problem, diese Organismen in einer anderen Probe überhaupt zu finden, was den besonderen Reiz dieser Methode ausmacht. Unterschiedliche Entnahmemethoden aus der gleichen Probe fördert oft sehr verschiedene Organismen zu tage.



zwei auf der Probenoberfläche schwimmende Deckgläser

8.9 Aufwuchspräparat

Manche Mikroorganismen besiedeln Oberflächen. In der Natur sind das Steine, schwimmendes Holz, Blattunterseiten von Schwimmpflanzen und anderes. In Kulturen (auch ein Probengefäß mit einer Standortwasserprobe ist eine Kultur) kann man analog zu den oben beschriebenen beschriebenen Aufwuchsfallen OT einbringen und diese über einen längeren Zeitraum besiedeln lassen. In einen Korken mit einem Schlitz an der Unterseite kann man einen OT im Probengefäß treiben lassen. In einem Gefäß mit nicht zu weit von einander entfernten Wänden kann man einen OT einfach schräg einstellen. In größere Gefäße kann man sterilisierten Sand als Grund einbringen und die OT in diesen einstecken. Es gibt durchaus Unterschiede in der Besiedlung frei schwimmender Oberflächen und solcher, die Grundberührung haben. In jedem Fall muss eine Seite des OT vor dem Mikroskopieren gereinigt werden. Das geht besser, wenn man von vornherein jeweils 2OT aneinander legt und eventuell mit einem Gummiring oder einer Wäscheklammer zusammenhält, so dass nur jeweils eine Seite besiedelt wird. Auf die nicht gereinigte OT-Seite gibt man einen Tropfen von dem Standortwasser und legt ein möglichst großes DG auf. Wenn größer Aufwuchs zu erwarten ist, kann man mit etwas Vaseline an den Deckglasecken den für die Lebewesen verfügbaren Platz vergrößern.

9 Dokumentation

Wenn man neben der reinen Freude am Betrachten anfängt sich etwas tiefer mit dem mikroskopischen Leben im Wasser zu beschäftigen, kommt man nicht drum herum bestimmte Daten zu vergleichen. Die allerwichtigste Information ist natürlich das „Wo“. Wo habe ich diese Probe genommen (Gewässername, bei größeren Gewässern auch der Gewässerabschnitt und die Tiefe aus der die Probe stammt)? Besonders einflussreich ist auch die Art des Gewässers (Moor, Teich) und die Vegetation (z.B. „aus dem Schilfgürtel“). Als nächstes lässt das Datum weitere Schlüsse zu, die viel über die Beobachtungen aussagen können, z.B. die Jahreszeit und auch das Wetter. Will man frühere und aktuelle Beobachtungen miteinander vergleichen, kommt man um ein paar Notizen nicht herum. Je tiefer man eindringt, um so wichtiger werden weitreichendere Aufzeichnungen.

9.1 Fotografieren am Mikroskop:

Sehr bald entsteht sicher der Wunsch, das Gesehene festzuhalten. In der heutigen Zeit ist die Fotografie zur kinderleichten Sache geworden: Jedes Smartphone hat eine Kamera. In der Tat lassen sich damit schon recht einfach relativ gute Fotos durch das Okular des Mikroskopes machen. Ein einfacher Smartphone-Adapter, der am Tubus befestigt wird, erleichtert das nochmals: Man muss nicht jedes Mal die richtige Lage der Kamera über dem Mikroskop neu finden. Desweiteren erleichtern Brillenträgerokulare diese Arbeit, weil bei ihnen das Bild etwas weiter von der Augenlinse des Okulares „abgeholt“ werden kann. Diese Smartphonebilder haben oft eine wesentlich besserer Qualität als die einfacher Okularkameras, die vielen Spielzeugmikroskopen beiliegen. Von Kameras, die statt eines Okulars in den Tubus gesteckt werden, ist dringend abzuraten, denn das Okular erfüllt bei klassischen Mikroskopen nicht nur die Aufgabe einer Nachvergrößerung des Objektiv-Zwischenbildes, sondern sorgt auch für eine weitere Korrektur dieses Bildes.

Die Adaption einer „richtigen“ Kamera ist ein etwas komplexeres Thema, das ich in dieser Einsteigerschrift nicht behandeln möchte. Informationen findet man dazu im Mikroskopieforum oder in der Mikrofibel von Klaus Henkel.



Selbstbau-Smartphone-Auflage; Bau und Foto: Hubert Weber

Wichtig ist aber auch, sich Notizen über das verwendete Objektiv zu machen und die Bilder in aussagekräftigen Ordnern zu verwalten, um sie später sinnvoll verwenden zu können. So kann man einen Ordner anlegen, der den Fundort bezeichnet, in dem man alle Fotos einsortiert. Unterordner tragen die Bezeichnung der jeweils verwendeten Objektivvergrößerung oder man bringt diese bei der Umbenennung der einzelnen Bilddateien mit unter. Das Datum steht ohnehin in den Exif-dateien des Bildes. So hat man die wichtigsten Daten schon beisammen.

9.2 Zeichnen

Das Zeichnen dessen, was man im Mikroskop sieht, wird durch die bequemen Möglichkeiten der digitalen Fotografie leider kaum noch in Erwägung gezogen. Dabei erfüllt die Zeichnung eine Aufgabe, die kein Foto ersetzen kann: das genaue Hinsehen. Wenn ich etwas zeichnen will, muss

ich es mir genauer Betrachten, muss Details und ihre Verteilung beachten. Es geht also in erster Linie nicht um das Bild auf dem Papier, sondern um das Bild im Kopf des Zeichners. Wenn ich einige Minuten an einer Skizze gearbeitet habe, werde ich das Gesehene auch nicht so schnell wieder vergessen. Smartphone-raus-und-ans-Okular-gehalten, kann das nicht ersetzen. Die Qualität der Zeichnungen steigt mit der Übung.

Zeichenanfänger machen oft den Fehler, ihre mikroskopischen Beobachtungen auch in winzigen Zeichnungen festhalten zu wollen. Wenn man das Pantoffeltierchen nur fingernagelgroß zu Papier bringt, kann man natürlich keine Details mehr ins Bild bringen. Also bitte Mut zur Größe!

9.3 Größen ermitteln

Spätestens wenn man versucht die Wesen zu bestimmen, kommt man um eine Ermittlung ihrer Größe nicht umhin. Für exakte Vermessung benötigt man Hilfsmittel wie Messokular und Objektmikrometer, aber oft genügt eine grobe Abschätzung der Größe. Dazu reicht es zu wissen, wie breit das Objektfeld ist, das ich mit der jeweiligen Objektiv-Okular-Kombination überblicken kann. Auf guten Okularen ist die Feldzahl neben der Vergrößerung angegeben.

Die Objektfeldweite lässt sich wie folgt berechnen:

Objektfeldweite ist gleich Feldzahl des Okulares mal Vergrößerung des Okulares durch Gesamtvergrößerung des Mikroskopes

Wenn sich die Vergrößerung des Mikroskops nur aus Objektivvergrößerung $\times$ Okularvergrößerung ergibt und kein weiterer Faktor einfließt, dann kann man die Okularvergrößerung heraus kürzen und erhält:

Objektfeldweite = Feldzahl (in mm) durch Objektivvergrößerung.

Beispiel: Wir haben ein Mikroskop mit den Objektiven 4x, 10x und 40x und ein 10fach vergrößerndes Okular mit der Feldzahl 15. Dann ergeben sich nach der obigen Formel: Für das 10er-Objektiv (100fache Gesamtvergrößerung) entspricht der sichtbare Kreis im Okular 1,5mm des Objektes. Das 40er-Objektiv überblickt nur noch ein $\frac{1}{4}$ dieses Bereiches also 0,375mm und das 4er-Objektiv das 10fache des 40er-Objektives: 3,7 mm.



10fach vergrößerndes Okular mit der Feldzahl 15,5

Die in der Lichtmikroskopie übliche Maßangabe ist allerdings nicht Millimeter (mm), sondern Mikrometer (μm), der tausendste Teil eines Millimeters, so dass wir von diesen Ergebnissen das Komma um drei Stellen nach rechts rücken müssen, um die Angabe in μm zu bekommen. Bei 400facher Vergrößerung kann ich ein Objekt, das 375 μm lang ist, also gerade noch vollständig im 10fach vergrößernden Okular mit der Feldzahl 15 sehen.

Wenn die Feldzahl unbekannt ist, kann man sich helfen, in dem man mit einem wenig vergrößernden Objektiv (z.B. 4x) ein Stück Millimeterpapier mikroskopiert und auszählt, wie viele Millimeter man überblicken kann. Nehmen wir an, dass es ungefähr 4,5 mm sind. Dann wird das 40er-Objektiv nur noch den zehnten Teil davon überblicken, also etwa 0,45mm oder 450 μm . Das 10er-Objektiv überblickt dann 4x mehr, also ca. 1,8mm oder 1800 μm .

10 Literatur und andere Quellen

BREMEN, W. von: Das Objekträgeraquarium; in Mikrokosmos 60 / S.85ff Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart Jahrgang 1973

KREUTZ, M. : Video zur Probenahme und Aufbereitung: <https://www.youtube.com/watch?v=QB5CrUnZ6Kw>

HENKEL, K.: Mikrofibel ;online: <https://www.mikroskopie-forum.de/pdf/mikrofibel.pdf>

SCHLÜTER, W.: „Mikroskopie für Lehrer und Naturfreunde“; 7.Aufl. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin 1988

STREBLE, H./KRAUTER, D./BÄUERLE, A.: „Das Leben im Wassertropfen“; 13.Aufl.;Franckh-Kosmos-Verlags-GmbH; Stuttgart 2017