© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Das Feldlaboratorium des Abwassersachverständigen

Makroskopisch-biologische Gewässergüteuntersuchung

Dipl. Ing. Kurt Slanina,
Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung,
Wien-Kaisermühlen

Zur Kennzeichnung der Belastung eines Gewässers mit fäulnisfähigen Schmutzstoffen dient bekanntlich das Saprobiensystem.

Die Gewässer werden je nach ihrem Verschmutzungsgrad einer der vier Saprobienstufen (Wassergüteklassen) zugeordnet:

IV	polysaprob	sehr stark verunreinigt
III	α-mesosaprob	stark verunreinigt
II	β-mesosaprob	mäßig verunreinigt
I	oligosaprob	kaum verunreinigt

Ist ein Gewässer mit organischen, fäulnisfähigen Stoffen stark belastet, durchläuft es diese Saprobienstufen in der eben erwähnten Reihenfolge, vorausgesetzt, daß keine weiteren Schmutzstoffe zugeführt werden. Infolge des Abbaues der organischen Schmutzstoffe zu einfachen, anorganischen Pflanzennährstoffen wird das Gewässer wieder rein. Die sogenannte „Mineralisierung" der organischen Substanz beruht auf kompliziert ineinandergreifenden chemisch-physikalischen und biologischen Prozessen, die man als die biologische Selbstreinigung eines Gewässers bezeichnet.

Auf Grund der mit dem Saprobiensystem gewonnenen Erfahrungen können die *oligo-* und *β-mesosaproben* fließenden Gewässer in biologischer und zumeist auch in allgemeiner Hinsicht als tragbar und in ihrem Reinheitsgrad als *befriedigend* angesehen werden, die α-mesosaproben und die polysaproben Gewässer hingegen keineswegs.

Als zweite Art der Auswirkung einer Abwasserbelastung im Vorfluter ist neben der genannten *Verschmutzung* durch fäulnisfähige organische Stoffe die *Verödung* oder *Verarmung* eines Gewässers zu nennen, womit der mengen- und artenmäßige Rückgang der Wasserorganismen bezeichnet wird. Solche Verödungen können hervorgerufen werden durch ungiftige Ablagerungen (Kohlenschlamm, Schlacke, Gesteinsmehl, Papier-, Holz- und Zellulosefasern usw.) oder durch unmittelbar giftig wirkende Schadstoffe in fester und gelöster Form (z. B. Eisenhydroxydablagerungen, Phenol, Säure, Lauge, Cyan, Kupfer, Schwefelwasserstoff).

Es gibt nun verschiedene mit freiem Auge leicht erkennbare, sinnfällige Merkmale an einem Gewässer, die eine Feststellung von Verunreinigungen oder Verödungen und sogar die ungefähre Bestimmung des Saprobitätsgrades ermöglichen. Schon durch eine makroskopisch-biologische Unter-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

suchung lassen sich in vielen Fällen die sehr wichtigen und immer wieder verlangten Entscheidungen über die Tragbarkeit bestehender Wassergüteverhältnisse mit geringstem Aufwand an Zeit und Kosten an Ort und Stelle treffen. So ist eine laufende Überwachung der Gewässergüte und der Wirksamkeit von Kläranlagen oder Betrieben, in denen Abwässer anfallen, mit einfachen Mitteln möglich. Die dazu unbedingt nötigen hydrobiologischen Arbeitsgeräte sind im *Feldlaborkoffer der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung* enthalten. Die einfache Felduntersuchung stützt sich auf die Eigenschaften des Gewässers (Farbe, Geruch, Trübung) und der Sedimente (Farbe, Geruch, Zusammensetzung, Fäulniszustand), vor allem aber auf das arten- und mengenmäßige Vorkommen der makroskopisch feststellbaren Wasserorganismen.

A. Auf die *äußere Beschaffenheit des Gewässer*, auf Farbe, Geruch, Trübung und auffällige Schwimm- und Schwebestoffe, muß bei einer Untersuchung stets zuerst geachtet werden. Dadurch können schon auf den ersten Blick besonders auffällige Veränderungen erfaßt werden, die einen Hinweis auf bestimmte Verunreinigungen geben.

Durch manche Abwassereinleitungen wird der Fluß weithin verfärbt. Z. B. können die Ablaugen einer Zellstoffindustrie einem ursprünglich grünen Gewässer eine dunkelbraune *Färbung* verleihen, die auf viele Kilometer flußabwärts erhalten bleibt. Aber auch andere gewerbliche und industrielle Abwassereinleitungen verfärben die Gewässer, z. B. Färbereien durch Ableiten von Farbflotten oder Spülwässern, während Eisenwerke und Beizereien durch Ableitung der Beizabwässer eine rotbraune Trübung hervorrufen. Häusliche Abwässer verursachen eine Graufärbung und Trübung in Vorflutern. Langandauernde Verfärbungen, die ja meist mit Trübungen des Wassers einhergehen, können die Biozoenosen, das sind die Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren, beeinträchtigen und auch die Fischerei empfindlich stören. Zwar treten in solchen Fällen meist keine Fischsterben auf, aber empfindliche Fischarten, wie Forellen, Äschen und andere wandern ab.

Gelb-, Gelbbraun- und Graufärbungen eines Gewässers verbunden mit Trübungen können auch durch Niederschläge und Schmelzwässer verursacht sein, welche Erde, Lehm oder Mineralschlamm in die Gewässer abschwemmen oder in diesen in Bewegung bringen. Eine Schwarz- oder Dunkelgraufärbung des Wassers, der Steine und anderer Sedimente weist auf eine Verunreinigung mit organischen, fäulnisfähigen Stoffen und auf anaerobe Verhältnisse, das heißt auf völligen Sauerstoffschwund hin; in solchen Biotopen herrschen zumeist polysaprobe Verhältnisse. Die Schwarzfärbung ist auf die Bildung von Schwefeleisen (Eisensulfid) zurückzuführen. Eisen ist stets im Wasser und Schlamm vorhanden. Schwefel stammt vom Eiweiß der organischen Substanzen oder von sonstigen Schwefelverbindungen. Bei Vorhandensein von Sauerstoff hingegen, das heißt unter aeroben Verhältnissen, bilden sich braune sauerstoffhältige Eisenverbindungen. Aus einer Grau- und Schwarzfärbung von Sedimenten kann demnach auf das Vorherrschen der unerwünschten anaeroben Abbauvorgänge im Gewässer geschlossen werden. Sie sind ein sicheres Kennzeichen unzulässiger Verunreinigungen.

Auffällige Verfärbungen von Gewässern können aber auch durch mikroskopisch kleine Lebewesen hervorgerufen werden, wenn diese in ungeheuren Zahlen auftreten. Eine solche Erscheinung bezeichnet man als *Wasserblüte*. So werden z. B.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

stehende Gewässer durch eine Massenentwicklung der Blaualge Oscillatoria rubescens oder des Geißeltierchens Euglena sanguinea rötlich gefärbt. Eine auffällige grünliche Verfärbung des Wassers kann durch spezielle Grünalgen verursacht werden, eine gelblichgrüne Färbung durch die Blaualge Microcystis, eine bräunliche Verfärbung durch eisenspeichernde Organismen oder Kieselalgen und viele andere mehr. Das Auftreten einer Wasserblüte ist ein Zeichen der Überdüngung eines Gewässers. Sobald die die Wasserblüte bildenden Organismen absterben, lagern sie sich an strömungsstillen Stellen der Fließgewässer oder in der Tiefe der Seen und Teiche ab. Sie können hierbei den Sauerstoffgehalt bestimmter Lebensbezirke vermindern, faulen und dadurch eine sogenannte „sekundäre Verunreinigung" des Gewässers verursachen, deren Ausmaß von der Menge der absterbenden organischen Substanz und von der Temperatur abhängt.

In Seen und anderen stehenden oder träge fließenden Gewässern wirken sich die Abwässer nicht nur infolge ihres Gehaltes an fäulnisfähiger organischer Substanz ungünstig aus, sondern auch durch die Zufuhr von solchen Pflanzennährstoffen, die im Gewässer in Minimum vorhanden sind. Letztere bewirken eine Aktivierung der im Überschuß vorhandenen Nährstoffe. So kann z. B. das mit dem Abwasser zugeführte Phosphat das meist in Gewässern in größeren Mengen vorhandene Nitrat zur Bildung neuer organischer Substanz nutzbar machen. Ob eine auffällige Gewässerfarbe durch eine Wasserblüte verursacht wird, läßt sich durch eine mikroskopische Untersuchung leicht feststellen. Überdüngungen stellen eine Störung des Gewässerhaushaltes dar, ihre Ursachen sind aufzuklären und zu beseitigen.

Neben optischen Hinweisen vermag uns auch eine *Geruchsveränderung* des Wassers manchen Hinweis zu geben. Reines Wasser ist in der Regel geruchlos. Eigenartige Gerüche können jedoch auch in an sich reinen Gewässern auftreten: z. B. ein Fischgeruch des Schlammes oder ein modriger Geruch, der von Blaualgen seinen Ausgang nimmt oder ein besonders scharfer, fast stechender Geruch, der von den Chara-Algen stammt, die am Grunde stehender Gewässer oft größere Bestände bilden. Auch Abwässer der chemischen Industrie bringen häufig ganz charakteristische Gerüche ins Wasser. Weithin ist z. B. der aromatische spezifische Geruch unterhalb von Zellstoffabriken zu beobachten. Ein karbolartiger Geruch deutet auf Phenole im Wasser hin. In diesem Falle sind Wasserproben mit NaOH zu konservieren und zur Untersuchung an ein Laboratorium einzusenden. Ein fauliger Geruch des Wassers wird durch die Bildung von Schwefelwasserstoff hervorgerufen, der als Fäulnisprodukt ein starkes Gift für Tiere und Pflanzen darstellt. Dumpfe, muffige und faulige Gerüche sind immer Begleiterscheinungen von Fäulnisvorgängen im Gewässer, daher also stets ein Zeichen für unzulässige Verunreinigungen.

B. Die an der Wasseroberfläche treibenden *Schwimmstoffe* und die im Wasser mitgeführten *Schwebestoffe* sind ebenfalls Gegenstand der makroskopischen Gewässerbeurteilung.

In reinen Gewässern treten weder Schwimm- noch Schwebestoffe auffällig und den Beschauer abstoßend in Erscheinung. Auf verunreinigten Gewässern sind aber oft, z. B. unterhalb von Zucker- oder Stärkefabriken sowie von Zellulosefabriken, Schaumhaufen vorhanden, die mit der Strömung auf dem Wasser treiben. Schaumbildungen am Gewässer sind fast immer das Kennzeichen zu großer Belastungen.

Die im Wasser treibenden *Schwebestoffe* sind belebt oder unbelebt. Die mikroskopisch kleinen Schwebeorganismen des Wassers werden Plankton genannt. Es sind normalerweise Blau-, Grün- und Kieselalgen, Flagellaten, Krebstierchen und

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

andere verschiedenartige Organismen. In stark verunreinigten Gewässern aber werden durch massenhaft abtreibende Bakterien und Pilze die auffälligen und charakteristischen *„Abwasserpilztreiben"* verursacht; von diesen wird noch in anderem Zusammenhang ausführlich gesprochen werden. Im Wasser können aber neben Detritus und mineralischen Teilchen auch andere *unbelebte Stoffe* in größerer Menge treiben, die über schlecht funktionierende Kläranlagen in die Vorflut gelangen. Aus der Art dieser Stoffe kann in vielen Fällen auf ihre Herkunft und damit auf die Abwassereinleitungsstelle geschlossen werden. So wird man unterhalb von Papierfabriken *Zellulose- und Holzfasern,* unterhalb von Brauereien *Stärkekörner und Hefezellen,* unterhalb von Färbereien *Textilfasern und Farbstoffkörnchen,* unterhalb von Zuckerfabriken und Stärkefabriken *Pülpeteilchen* usw. finden. Sind unbelebte Schwebestoffe in großer Menge vorhanden, dann bilden sie an strömungsstillen Stellen mächtige Ablagerungen, gehen in Fäulnis über, wenn sie organischer Natur sind, oder verschütten zumindestens, wenn sie nicht fäulnisfähig sind, die Lebensstätten der Kleinlebewesen des Wassers, wodurch Verödungen hervorgerufen werden.

Die Schwebestoffe des Wassers werden für die Untersuchung mit Hilfe des *Pfahlkratzers* entnommen. Dieses Universalgerät für die Entnahme von biologischen Proben wurde dem Untersuchungskoffer beigegeben. Es besteht aus einem Messingbügel mit einer Schneide und einem Netzsack aus feinem Gewebe und darüber befindlichem Schutzstoff. Die Befestigung erfolgt an dem *zerlegbaren Stock.* Mit dem Pfahlkratzer werden die im Wasser treibenden Schwebestoffe abfiltriert, indem man einfach das Netz in das strömende Wasser hält.

Zur *Untersuchung der Schwebestoffe* und anderer Objekte ist dem biologischen Untersuchungskoffer eine kleine *Lupe* mit einer 50fachen Vergrößerung beigegeben. Zweckmäßigerweise ersetzt man sie aber durch ein Reichert-*Kleinmikroskop,* welches durch die Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung verbilligt bezogen werden kann. Die Lupe ermöglicht eine ca. 50fache, das Reichert-Y-Mikroskop eine 160fache Vergrößerung der Objekte. Zur mikroskopischen Untersuchung des gesammelten Materials wird mittels beigegebener Pipette ein kleiner Tropfen mit den Stoffen auf einem Objektträger aufgebracht und mit einem Deckglas zugedeckt.

Die im Pfahlkratzernetz gesammelten Stoffe können nun lebende Organismen oder unbelebtes (auch abgestorbenes) Material sein. Letzteres wird Detritus genannt, wenn es unbestimmbarer Herkunft ist (Detritus ist im mikroskopischen Bild zumeist flockig oder kleinkörnig, braun, grau oder schwarz gefärbt). Im Mikroskop noch bestimmbare unbelebte Stoffe können sein: Stärkekörner, Papier-, Holz- und Zellulosefasern, Baumwollfasern, Zellwollfasern oder andere Textilfasern, Ruß. Kalkteilchen, Fett, Öl, Eiweißstoffe, Hefezellen, Kohleteilchen, Fleischfasern usw. Zur leichteren Bestimmung dieser Stoffe dienen die im Laborkoffer vorhandenen verschiedenen *Reagentien,* die dem Präparat unter dem Mikroskop zugesetzt werden und charakteristische Färbungen zeigen. So werden z. B. Holzteilchen mit Phloroglucin-HCl rot, Zellulosefasern, die im mikroskopischen

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Bild wie Holzfasern aussehen, mit Chlorzinkjod violett angefärbt. Stärkekörner färben sich mit Lugol blau, ausgeflockte Eisenverbindungen ergeben mit HCl und Kaliumrhodanid eine rote Färbung.

C. Ganz besonders wichtig und aufschlußreich ist die Beobachtung der *Ablagerungen* an der Gewässersohle und die *Beschaffenheit des Gewässergrundes* selbst.

In nicht verunreinigten Fließgewässern sind nur ganz geringe Schlammablagerungen von brauner Farbe oder feine Mineralschlämme an den Uferrändern zu beobachten. Stärkere Schlammablagerungen lassen bereits den Verdacht unzulässiger Verunreinigung aufkommen, insbesondere dann, wenn der Schlamm an der Oberfläche zunächst noch braun, nach der Tiefe zu aber immer dunkler und schwärzer wird. Schon oberflächlich *schwarze Schlammablagerungen* in einem Gewässer sind jedenfalls ein Zeichen extremer Verschmutzung mit organischen Stoffen und starker anaerober Fäulnisvorgänge und ein Zeichen von Sauerstoffmangel. Die Schwarzfärbung des Schlammes wird, wie schon vorhin erwähnt, durch die Bildung von schwarzem Eisensulfid hervorgerufen. Diese schwarzen Schlammablagerungen stinken und faulen, weshalb sie auch häufig Gasblasen enthalten. Diese treten oft von selbst aus dem Schlamm aus und perlen an die Wasseroberfläche; in größerer Menge werden sie frei, wenn man in den Schlamm sticht. Geraten solche organische, faulende Schlämme bei Temperaturerhöhung, steigender Wasserführung oder Luftdruckschwankungen in Bewegung, dann gelangen sie in das freie Wasser, wo sie zufolge ihrer stark sauerstoffzehrenden Wirkung Fischsterben auslösen können.

An sich *ungiftige, aber schwer zersetzliche organische und anorganische Ablagerungen* können zu vollkommenen Verödungen von Gewässerläufen führen. Solche Ablagerungsstoffe sind Papier-, Holz-, Zellstoffasern, Tuch- und Wollfasern, Braun- und Steinkohleschlamm, Gesteinsmehl, Asche, Kaolin, Ton usw. Ihre verödende Wirkung beruht darin, daß sie bei der Sedimentation die Organismen überdecken oder durch Verminderung oder Vernichtung ihrer Nahrung vertreiben. Oft findet man mächtige Bänke solcher Ablagerungen; unmittelbar daneben aber, wo das sprudelnde Wasser die Steine freihält, können noch immer zahlreiche Insektenlarven, Egel usw. leben. Manchmal werden aber auch in den Ablagerungen Organismen gefunden, ein Zeichen dafür, daß die Sedimentation dort nur mäßig stark ist und organische Stoffe als Nahrungsquelle mitabgelagert wurden. Bei den Sedimenten ist daher noch mehr als bei der Untersuchung der Schwebestoffe eine möglichst genaue Bestimmung ihrer Zusammensetzung nötig. Bei Ablagerungen an den strömungsstillen Stellen des Flußbettes sieht man z. B. am besten, ob in das Gewässer absetzbare Stoffe in unzulässiger Art und Menge abgeleitet werden oder ob mechanische Kläranlagen funktionieren.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

An dieser Stelle sei ein kleines Beispiel aus der Praxis angeführt: Die mechanische Kläranlage einer chemischen Fabrik wurde kontrolliert. In den drei hintereinandergeschalteten Absetzbecken für Kalkschlamm war nicht sehr viel Sediment. Die beim Ablauf abfließende Menge an absetzbaren Stoffen im Liter war ganz gering. Die Kläranlage schien in Ordnung zu sein. Die Gewässersohle des Vorfluters jedoch war auf eine Strecke von 200 m mit Kalkschlamm ganz bedeckt, was natürlich eine Verödung auf dieser Strecke zur Folge hatte. Um nicht soviel Kalkschlamm ausheben und abtransportieren zu müssen, hatte man einfach einen Großteil desselben stoßweise in den Vorfluter abgeschwemmt. Eine Untersuchung des abfließenden Wassers allein hätte nicht die Gefährlichkeit dieser Abwassereinleitung für den Vorfluter aufgezeigt.

Von Abwassereinbringungen stammende Ablagerungen im Gewässer sind auf jeden Fall unzulässig. Mit ungelösten Stoffen belastete Abwässer sind daher vor ihrer Ableitung mechanisch zu klären.

Nachdem das Ausmaß und die Beschaffenheit der Schlammablagerungen erhoben sind, soll der *Gewässergrund* noch weiter untersucht werden. Zunächst sind die Steine, die auf der Gewässersohle liegen oder zum Teil in diese eingebettet sind, aufzuheben und anzusehen. In reinen Gewässern sind die Steine blank, sauber und nicht glitschig. Auf schwarze Flecken auf der Unterseite der Steine ist zu achten! Die Glitschigkeit von Steinen wird durch Bakterienbeläge hervorgerufen; sie ist mit ein Zeichen organischer Verunreinigung, kommt aber auch noch der β-mesosaproben Zone vor.

D Die sicherste und entscheidende Antwort auf die Frage nach der Gewässergütebeschaffenheit geben uns die in dem Vorflutgewässer befindlichen *Biozoenosen*, die Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren. Die makroskopisch erkennbaren Organismen und „die Ablagerungen springen ins Auge und prägen sich gut ein, ihre wahrhafte Verteilung über das Mosaik der zahlreichen Biotope im Längs- und Querschnitt ist an Ort und Stelle sofort nachzuprüfen und man erkennt unmittelbar die wichtigsten Schadwirkungen der Verschmutzung und Verödung, die Geruchsbelästigung, Verpilzung, Verschlammung usw. (Weimann).

Bevor ich nun auf die Organismengesellschaft vor allem bei den biologisch untragbaren Stufen der Verunreinigung und Verödung näher eingehe, möchte ich einige Voraussetzungen, die zum Verständnis der rein biologischen Ausführungen nötig sind, bringen:

1. Je nach dem Verschmutzungsgrad eines Gewässers stellen sich in diesem aus ganz bestimmten Pflanzen- und Tierarten zusammengesetzte Lebensgemeinschaften im Schlamm, im Aufwuchs, in Pflanzenbeständen, am unbewachsenen Boden und im freien Wasser ein. Da diese Biozoenosen bei den verschiedenen Verschmutzungsgraden in großen Zügen bekannt sind, *kann aus dem Organismenbestand eines Gewässers auf dessen Verschmutzungsgrad geschlossen werden.* Dies ist das Wesen der biologischen Gewässeranalyse. Es gibt also Pflanzen und Tiere, die nur bei einem bestimmten Verschmutzungsgrad eines Gewässers vorkommen und man nennt diese Pflanzen- und Tierarten „Leitorganismen" für eine bestimmte Saprobienstufe (Man kennt Leitformen nicht nur für die Verschmutzungsgrade, sondern auch für das

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Vorhandensein bestimmter Stoffe im Wasser, so treten z. B. bei reichlich vorhandenen Eisenverbindungen Eisenbakterien, bei erhöhtem Kochsalzgehalt bestimmte halophile Organismen auf).

2. Je mehr sich die Lebensbedingungen vom Normalen entfernen, um so artenärmer werden in der Regel die Biozoenosen; in um so größerer Menge treten dann aber einzelne Individuenarten auf. Trifft man bei Untersuchungen also nicht ein buntes Gemisch vieler Pflanzen- und Tierarten im Gewässer an, sondern nur einige *wenige Organismenarten,* diese aber in *großer Individuenzahl,* dann ist das ein Kennzeichen *extremer Lebensbedingungen,* welche durch eine Störung des Gewässerhaushaltes verursacht wurden.

Die auf Steinen, Holz und Pflanzen festsitzenden oder auf dem Sediment lebenden Tiere und die niederen und höheren Wasserpflanzen werden von den natürlichen und den durch Abwassereinleitungen hervorgerufenen Schwankungen der Beschaffenheit der fließenden Welle immer wieder erfaßt. Daher stellen sich die aus diesen Organismen gebildeten Biozoenosen auf einen mittleren Zustand im Chemismus des Wassers ein. Die biologische Gewässeranalyse, bzw. Probennahme ist also unabhängig davon, ob gerade Abwässer zur Ableitung gelangen oder nicht.

Der biologischen Beurteilung eines Gewässers muß eine Erfassung und Sichtung des makroskopisch in Erscheinung tretenden Pflanzen- und Tierbestandes vorangehen. Das wichtigste *Gerät zur biologischen Probennahme* ist der schon erwähnte *Pfahlkratzer.* Mit ihm werden die verschiedenen Aufwüchse auf der Flußsohle, auf Steinen und Pfählen sowie an Uferbefestigungen abgekratzt, die Steine mit den darauf sitzenden Organismen aus dem Wasser geholt, die höheren Pflanzenbestände nach den dort sitzenden Organismen durchgekämmt und Schlammablagerungen entnommen, um sie auf darin lebende Organismen zu untersuchen. Kurz, es werden an allen verschiedenen Lebensstätten (Biotopen) im Gewässer, die sich durch Strömung, Untergrund usw. unterscheiden, Proben genommen. Zur Durchmusterung derselben gibt man die Pfahlkratzerproben oder Steine auf den beigegebenen unzerbrechlichen *Teller* und setzt etwas Wasser dazu; sofort werden die Organismen sich bewegen und umherschwimmen und sind dann leicht erkennbar. Steine hebt man auch direkt mit der Hand aus dem Wasser, da auf deren Unterseite viele Organismen leben (Die beigegebenen Gummihandschuhe können auch dazu verwendet werden). Nur Schlammproben gibt man in das ebenfalls im Laborkoffer enthaltene *Metallsieb;* man wäscht den Schlamm aus, indem man das Sieb etwas in das Wasser eintaucht; zurück bleiben dann die Makroorganismen und gröberes Material. Zur Sortierung und Sichtung der Organismen sind im Laborkoffer ferner einige *Pinsel* und *Uhrfederpinzetten* vorhanden, mit denen die empfindlichen Wasserlebewesen gefaßt werden können.

Art und Menge der vorgefundenen Organismen werden bestimmt und nebst den anderen Untersuchungsergebnissen protokolliert. Sind irgend welche nicht bestimmbare, aber anscheinend wichtige oder sonstwie interessante Formen vorhanden, die einer späteren Untersuchung zugeführt werden sollen, oder sollen irgend welche Proben als Belegmaterial auf-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

gehoben werden, so können diese in die *Tubengläser* mit Korkstopfen oder *Schraubverschlußgläser* gegeben werden. Damit sich diese Proben nicht zersetzen und in Fäulnis übergehen, muß zur Konservierung dann 40%iges *Formol* in einer Menge von 10% der Gesamtprobenmenge zugesetzt werden. Formol ist in einer eigenen Schraubverschlußflasche ebenfalls im Untersuchungskoffer vorhanden und in Apotheken und Drogerien überall nachzukaufen.

Über die *Bedeutung der Makroorganismen für die Gewässerbeurteilung* nun folgendes:

Trifft man in einem Gewässer überhaupt keine Makroorganismen, also weder Tiere noch Pflanzen, an, und ergeben auch mikroskopische Untersuchungen höchstens das Vorhandensein von Bakterien und anderen wenigen Mikroorganismen, so liegt der ungünstigste Fall einer Gewässerverunreinigung, nämlich eine *völlige Verödung* vor. Diese Verödung kann verursacht werden:

1. durch die bereits erwähnte *Ablagerung ungiftiger*, schwer zersetzlicher organischer und anorganischer *Stoffe,* wobei eine totale Verödung im Gewässer nur an den Stellen der ständigen starken Sedimentation vorhanden ist;

2. durch *Giftstoffe,* wobei hier die Ursachen der Verödung oft nicht mehr so augenscheinlich sichtbar sind wie im ersten Fall.

   Ein Beispiel von der Untersuchung des Vorfluters einer Chlorfabrik: Oberhalb der Fabrik war derselbe ein klares, oligo- bis β-mesosaprobes Gewässer, mit einer reichlichen Steinfauna und normalem Aufwuchs. Unterhalb der Chlorfabrik konnte zunächst überhaupt keine ungünstige Veränderung am Aussehen des Flusses festgestellt werden. Das Wasser war wieder klar, nicht verfärbt, die Sohle ohne Schlammablagerungen und blank. (Eine chemische Untersuchung des Wassers, die nicht speziell auf Chlor gerichtet ist, würde in einem solchen Fall auch keine Abwasserbelastung aufzeigen.) Es konnten jedoch auf viele hundert Meter unterhalb der Chlorfabrik *keine Organismen* gefunden werden und noch viele Kilometer unterhalb der Abwassereinleitung nach der beginnenden Wiederbesiedlung waren die Biozoenosen einseitig zusammengesetzt und stark beeinträchtigt.

   An diesem Beispiel zeigt sich deutlich die Wichtigkeit und Zuverlässigkeit der biologischen Gewässeranalyse. Man erkennt aber auch, wie wichtig es ist, *alle* makroskopischen Merkmale eines Gewässers zu studieren, um ein Urteil über den Wassergütezustand abgeben zu können und wie notwendig es ist, vor allem auch den Organismenbestand zu untersuchen.

   Andere in Abwässern vorhandene Giftstoffe sind z. B. die *Xanthate* nach Flotationsbetrieben, *Chrom* und *Zyanide* (Galvanisierung) nach Metallindustrien und *Säuren* und *Laugen* nach chemischen Industrien, die durch ihren extremen pH-Wert giftig wirken. Beizereiabwässer sind stark sauer und enthalten viel gelöstes Eisen; letzteres fällt im

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Vorfluter bei höheren pH-Werten als *Eisenoxydhydrat* aus und wirkt verödend. Die Wirkung von giftigen Abwässern im allgemeinen ist meist nur an einer Vernichtung des Organismenbestandes nachweisbar. Bei allmählicher Verdünnung der Abwässer im Fluß treten wieder Organismen im Fluß auf, die als besonders widerstandsfähig bekannt sind;

3. durch die *Überbelastung mit organischen Stoffen*, wobei Sauerstoffmangel und Fäulnisgifte, wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak (beide kenntlich am Geruch) und Kohlensäure verödend wirken. Diese ganz extreme Verschmutzung mit in Fäulnis befindlichen Stoffen kann man als „hypersaprob" bezeichnen. Eine solche Verödungszone ist in der Regel nur kurz, alsbald setzt der allmähliche Abbau der organischen Substanz ein. Auch der niedrige pH-Wert des in Gärung befindlichen Abwassers von Molkereien, Zuckerfabriken, Stärkefabriken, Brennereien, Brauereien, Hefefabriken usw. wirkt zunächst verödend; die biologische Selbstreinigung setzt aber ungehemmt ein, sobald die Neutralisierung der Abwässer im Vorfluter eingetreten ist.

Die allmähliche *Verringerung einer starken organischen Verschmutzung* durch häusliche Abwässer und die dabei auftretenden *typischen Biozoenosen und Eigenschaften des Vorfluters* bis zur β-mesosaproben Zone sollen nun kurz an Hand des natürlichen Selbstreinigungsvorganges geschildert werden; der Abbau der anderen oben erwähnten, mit organischen Stoffen belasteten Abwässer verläuft ähnlich:

Nach einer kurzen, beinahe toten Zone tritt eine Massenentwicklung von Bakterien und damit die Zersetzung ein. Es entwickeln sich Kahmhäute und schleimige graue bis weiße Überzüge, also Sielhäute aus Bakterien, Spirillen, Kokken, Zoogloea, Spirochaeten. In den schwarzen Schlammablagerungen leben die Larven der Schlamm- und der Waffenfliege (Eristalis tenax und Stratiomys chameleon), die auch gegen hohe H_2S-Konzentration unempfindlich sind. Flußabwärts verstärken sich die Reduktionsprozesse, es setzt Sauerstoffschwund ein, das Wasser riecht nach H_2S. Der faulende Schlamm ist mit Gasblasen durchsetzt und auf ihm bilden sich weiße netzartige dünne Überzüge aus Schwefelbakterien. Hier entwickeln sich auch die chlorophyllführenden Geißeltiere Euglena viridis, die auf der Schlammoberfläche grüne Überzüge bilden. Das Wasser ist noch immer grau und getrübt. In diesem Stadium setzt eine Massenentwicklung von Ciliaten ein und ebenso das Wachstum der auffallenden „Abwasserpilze".

Die *Verpilzungen* sind Massenentwicklungen der Abwasserbakterie Sphaerotilus natans oder echter Pilze, wie Fusarium, Mucor oder Leptomitus. Sie bilden flockige oder ballige, mehr oder weniger lange, graue, braune, weiße oder auch rosa gefärbte im Wasser flottierende Zotten und können die ganze Gewässersohle und in das Wasser eintauchende Zweige bedecken. Die Abwasserpilze sind für den Selbstreinigungsprozeß der Gewässer von großer Bedeutung, aber dadurch, daß sich von Zeit zu Zeit die Pilzflocken von ihrer Unterlage lösen, von der Strömung fortgetrieben werden und sich zu zersetzen beginnen oder an ruhigen Stellen ablagern und dort faulen, verursachen sie eine „sekundäre Verunreinigung" des

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Gewässers. Die Verpilzung behindert außerdem die Fischerei, da die Netze durch die treibenden Pilzflocken rasch verlegt werden und so ihre Fängigkeit verlieren, ferner schlecht trocknen und daher rasch verderben.

Die schwarzen, in Fäulnis befindlichen Schlammablagerungen dieser arg verschmutzten Gewässerstrecken werden von dem fleischfarbenen Schlammröhrenwurm Tubifex und von blutroten Zuckmückenlarven besiedelt. Sie finden sich so wie die Verpilzungen auch in der folgenden *α-mesosaproben Zone*. Hier treten aber Oxydationsprozesse in den Vordergrund; im Wasser ist bereits Sauerstoff in geringen Mengen frei gelöst, die Geruchsbelästigungen fallen weg, der vorher tintenschwarze Faulschlamm wird bräunlich. In Verpilzungen und auf Steinen trifft man häufig kleine Orthocladiinenlarven an. Das Ende der saproben Hauptbelastungsstrecke und den wichtigen Übergang zur β-mesosaproben Stufe erkennt man am besten daran, daß die makroskopisch sichtbare Verpilzung verschwindet. Gegen das Ende der Verpilzungsstrecke treten noch in der α-mesosaproben Zone der Bachflohkrebs Gammarus, die Wasserassel Asellus und die Egel Herpobdella stagnalis und Glossosiphonia auf, die dann aber schon in die reinere Zone überleiten. Weniger häufig in der α-mesosaproben Zone sind die Köcherfliegenlarven Hydropsyche und Rhyacophila aufzufinden und die Larven der auch in ganz reinem Wasser auftretenden Eintagsfliegenart Baetis.

Für die *β-mesosaprobe Zone* ist die große Mannigfaltigkeit an Pflanzen und Tieren charakteristisch. Auch von den Fischen kommen in der β-mesosaproben Zone die meisten Arten vor. Auffallend ist aber vor allem das starke Hervortreten von niederen und höheren Wasserpflanzen.

Was zur Reinhaltung unserer Gewässer getan werden muß, kann man durch Kennzeichnung der anzustrebenden biologischen Beschaffenheit eines Gewässers definieren. Die *Bedingungen*, die *an den Reinheitsgrad eines Vorfluters* sowohl an der Auslaufstelle des Abwassers als auch nach völliger Vermischung des Abwassers mit dem Vorfluter gestellt werden müssen, sind:

1. Keine Verödungsstrecken.
2. Keine sichtbare Verschlammung des Gewässerbettes.
3. Kein Wachstum von „Abwasserpilzen" in sichtbarer Menge.
4. Keine Gewässerüberdüngung durch Abwässer.

Die Erfüllung dieser klaren und einfachen vier Forderungen kann durch direkte Beobachtungen am Flußbett leicht kontrolliert werden. Damit können nun auch die zahlreichen kleinen Gewässer in die Untersuchungen einbezogen und ihr Reinheitsgrad überwacht werden und das erscheint uns sehr wichtig, da gerade dort der Mensch mit der Natur am meisten in Kontakt ist.

Zuletzt soll noch die *mikroskopische Untersuchung von Abwässern* besprochen werden, da diese eine Ergänzung der chemischen Analysen darstellt. Für den Amtssachverständigen kommt dabei vor allem die Untersuchung des Bodensatzes einer Probe, also der absetzbaren Stoffe in Betracht, wenn diese in größerer Menge anfallen und deswegen sich die Frage ergibt, welcher Art und Herkunft diese Stoffe sind und welche Beeinträchtigung des Vorfluters durch diese zu erwarten ist. Aus der Art

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

des Stoffes ist es zumeist möglich, auf die Stellen zu schließen, wo diese Stoffe im Betrieb anfallen, so daß durch innerbetriebliche Maßnahmen eine Verringerung der Gewässerfremdstoffe angestrebt werden kann.

Es ist wichtig, daß die Sachverständigen solche in den Abwässern enthaltenen und in die Vorfluter abgeleiteten Stoffe erkennen, denn immer wieder wird von Seiten der Fabriken und sogar Fabrikslaboratorien behauptet, daß irgend welche für die Vorflut schädlichen Stoffe, die im Betrieb verarbeitet oder erzeugt wurden, überhaupt nicht zur Ableitung kommen, weil es sich vielfach um — vom betrieblichen Standpunkt — unbedeutende Mengen handelt. Im Hinblick auf die Vorflut können diese jedoch ganz erheblich sein und bedeutende Beeinträchtigungen hervorrufen. Der Begutachter, welcher bei der Untersuchung im Abwasser und in Ablagerungen des Vorfluters die gleichen Stoffe vorfindet, kann den Nachweis erbringen, daß die Ableitung dieser Stoffe zu einer — unter Umständen untragbaren — Verunreinigung des Gewässers führte.

Abschließend muß gesagt werden, daß absichtlich der rein biologische Teil des Referates kurz gehalten wurde, weil es eher möglich war, die verschiedenen Gewässereigenschaften, die Schwimm- und Schwebestoffe, die Ablagerungen usw. rein theoretisch zu besprechen und zu erklären, welche Folgerungen aus diesen verschiedenen Erscheinungsbildern der Gewässer zu ziehen sind. Es war aber nicht möglich, die in einem Gewässer auftretenden wichtigsten Organismen in der kurzen zur Verfügung ste-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

henden Zeit so zu beschreiben, daß diese Pflanzen und Tiere in der Natur tatsächlich erkannt und wenigstens der Ordnung entsprechend bestimmt werden können. Es sind doch ziemlich umfangreiche Kenntnisse der Formen unbelebter Stoffe, Pflanzen und Tiere und eine gewisse Übung in der Deutung der Erscheinungsbilder reiner und verunreinigter Gewässer zur makroskopisch-biologischen Beurteilung von Gewässern nötig, um in der Lage zu sein, sicher ein Urteil über den Reinheitsgrad eines Gewässers abzugeben. Wir wollen Ihnen aber ermöglichen, sich diese weiteren Kenntnisse in einem Kurs zu erwerben, der in der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung in Wien-Kaisermühlen abgehalten werden soll. Dabei wird einem jeweils kleinen Kreis von Interessenten die Möglichkeit geboten werden, die für die makroskopische Beurteilung wesentlichen Wasserorganismen kennenzulernen, die makroskopischen Anzeichen von Gewässerverschmutzungen an Beispielen selbst zu beobachten und ihre richtige Deutung zu erfahren.

INHALT

des biologischen Teiles des Laborkoffers für Amtssachverständige

1 *Schlammsieb;*

1 *Pfahlkratzer* mit zerlegbarem *Bambusstock;*

1 *Teller* (unzerbrechlich);

1 Flasche *Formalin;*

6 Fläschchen *Mikroreagentien* in Holzblock mit Plexiglasdeckel (Lugol'sche Jod-Jodkalilösung, Chlorzinkjod, Phloroglucin, 10%ige HCl, Kaliumrhodanid, H_2O); dazu separat

6 *Transport-Vorratsfläschchen* à 25 cm³;

9 *Tubengläser* à 20 cm³ mit Korkstopfen, numeriert;

5 *Tubengläser* à 50 cm³ mit Schraubverschluß, numeriert;

1 Paar *Gummihandschuhe;*

2 *Uhrfeder-Pinzetten;*

2 *Pinsel;*

1 *Handtuch;*

nach Wunsch:

Algensucher (Vergrößerung 50fach) oder

Reichert-Y-Mikroskop (Vergrößerung bis 160fach) mit Zubehör (1 Mikroskopiertuch, 20 Objektträger, 1 Schachtel Deckgläser).

Engelhardt: „Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher"

Literatur:

Wuhrmann und Woker: „Abwasser, eine Gefahr für die Fischerei", aus: Fisch und Fischerei.

Weimann, R.: „Abwassertypen in Nordrhein-Westfalen", Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie, Vol. XIV. 1952.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: 1956

Autor(en)/Author(s): Slanina Kurt

Artikel/Article: Das Feldlaboratorium des Abwassersachverständigen: Makroskopisch-biologische Gewässergüteuntersuchung 172-183