

Abwasserreinigung - Voraussetzung für naturge-
rechte Gewässer

Kurzfassung:

Auf dem Gebiet der Gewässer Reinhaltung wurden im letzten Jahrzehnt große Anstrengungen unternommen und Teilerfolge erzielt. Trotzdem ist der Gütezustand vieler Flüsse noch immer unbefriedigend. Schuld daran sind in erster Linie die Abwässer der Industrie.

Weitgehend ungelöst und in absehbarer Zeit auch nicht lösbar ist das Problem der Überdüngung (Eutrophierung) der Gewässer durch die Einbringung von Nitraten und Phosphaten. Staustrecken und Altarme reagieren auf die Überdüngung viel empfindlicher als Fließgewässer, da sie sich in ihrer Durchflußcharakteristik den stehenden Gewässern nähern.

Für die Ökologie sind nicht nur die großen Flüsse, sondern auch die vielen kleinen Bäche und Rinnsale von Bedeutung. Gerade in kleinen Bächen treten durch die Einleitung unreinigter häuslicher Abwässer oft gravierende örtliche Mißstände auf. Abwässer müssen daher auch außerhalb der durch Kanalisationen zu erfassenden Bereiche so weit gereinigt werden, wie es technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist.

Im Verlaufe des Tages haben Sie schon viel über "naturnahe" Gewässer gehört, über den richtigen Gewässerausbau, über die Schaffung und Erhaltung von Altarmen, über gestaute Gewässer und vieles mehr.

Dabei wurde ein Aspekt immer wieder zur Sprache gebracht - die Wasserqualität. Ein ideal gestaltetes und bepflanztes Ufer oder ein idyllisch wirkender Altarm nützen für die Ökologie nur wenig, wenn die Wasserqualität so schlecht ist, daß nur wenige robuste Tierarten darin einen geeigneten Lebensraum finden. Ich möchte daher - ganz trivial und ohne wissenschaftliche Finessen - zum Thema "naturgerechte Gewässer" aus der Sicht des Abwassertechnikers sprechen.

Daß Abwässer gereinigt werden müssen, ist eine Binsenweisheit und heute eine allgemein anerkannte Forderung. Das war keineswegs immer der Fall. Vor wenigen Tagen fiel mir ein etwa 50 Jahre altes Lehrbuch in die Hände, in dem folgende Ansicht vertreten wird: "Die Anforderungen an die Kläranlage sind also in Anpassung an die besonderen Verhältnisse des Vorfluters so zu stellen, daß mit dem geringsten Kostenaufwand ein einwandfreier Zustand des Wassers erzielt wird. Sind aus hygienischen oder fischereilichen Gründen besondere Forderungen an die Klärung zu stellen, so ist in jedem einzelnen Fall zu prüfen, ob der Mehraufwand für die Bau- und Betriebskosten der Anlage in Einklang zu bringen ist mit den Werten, die anderenfalls in Frage gestellt sind. Das Bestreben, den Fischbestand eines Flusses um jeden Preis zu erhalten, ist unter diesem Gesichtspunkt volkswirtschaftlich vielfach nicht zu rechtfertigen."

In dieser Hinsicht ist in unserer Zeit ein erfreulicher Gesinnungswandel festzustellen. Allerdings zeigt uns der Zustand vieler Gewässer, daß der Gesinnungswandel allein noch zu keiner Verbesserung der Wasserqualität führt. Wenn man nun im Sinne eines modernen

naturnahen Gewässerausbaues vermehrt an die Schaffung und Erhaltung von Altarmen und Staustrecken denkt, wird das Problem der Gewässerverschmutzung noch viel brennender, als es ohnehin schon ist. Altarme und Staustrecken reagieren auf eingebrachte Schmutzstoffe viel empfindlicher als ein normales Fließgewässer.

Abwassereinleitungen wirken sich in vielfältiger Weise auf ein Gewässer aus. Toxische Industrieabwässer können durch unmittelbare Giftwirkung ein Leben im Wasser unmöglich machen. Abwässer aus einer Kieswäsche können durch feinsten Mineralschlamm das pflanzliche und tierische Leben auslöschen, auch wenn der Schlamm an sich nicht giftig ist. Weitaus am häufigsten und deshalb am augenfälligsten ist jedoch eine Störung des Sauerstoffhaushaltes durch die Einleitung organisch verunreinigter Abwässer.

Wenn wir von den zahllosen künstlichen Produkten aus der Hexenküche der Chemie absehen, verstehen wir unter organischen Verunreinigungen alle jene Stoffe, die durch die Lebenstätigkeit von Tieren und Pflanzen aufgebaut werden - Eiweiß, Fett, Stärke, Zucker, Zellulose, usw. Alle diese natürlich aufgebauten Stoffe werden am Ende ihrer Laufbahn durch Bakterien und andere Mikroorganismen wieder in einfache Grundbestandteile zerlegt, sie werden "abgebaut". Und dafür wird Sauerstoff gebraucht.

Wesentlich ist nun, daß es für die Mikroorganismen zwei Möglichkeiten gibt, den benötigten Sauerstoff zu beschaffen. Wenn freier Sauerstoff zur Verfügung steht, z.B. in einem sauerstoffhaltigen Gewässer, kann er unmittelbar für die Atmung benützt werden. Die mikrobiellen Abbauprozesse erfolgen dann rasch und vor allem geruchlos und bei den entstehenden Endprodukten handelt es sich um Stoffe, die für das Leben im Wasser weitgehend unschädlich sind.

Ganz anders sieht es aus, wenn kein freier Sauerstoff vorhanden ist. Auch bei fehlendem Sauerstoff werden organische Verbindungen abgebaut, nur sind die Mikroorganismen dann gezwungen, den Sauerstoff aus den vorhandenen chemischen Verbindungen herauszulösen. Die Folge ist, daß der Abbau viel langsamer erfolgt und daß dabei wesentlich unsympatischere Endprodukte entstehen - Ammonium, Methan, Schwefelwasserstoff. Außerdem entstehen recht unangenehme Gerüche.

Der Wissenschaftler spricht dabei von anaeroben Verhältnissen, für den Laien gibt es ein viel deutlicheres Wort, unter dem sich jeder etwas vorstellen kann - Fäulnis!

An und für sich ist es ganz normal, daß in jedes Gewässer laufend organische Stoffe eingebracht werden; denken wir nur an den Laubfall im Herbst oder an das natürliche Absterben von Tieren und Pflanzen. Solange sich das in gewissen Grenzen hält und solange der für den Abbau benötigte Sauerstoff immer wieder nachgeliefert werden kann, wird jedes Gewässer damit fertig. Man spricht von der Selbstreinigungskraft unserer Bäche und Flüsse. Zu Sauerstoffmangel und in der Folge zu stinkender Fäulnis kommt es dann, wenn diese Selbstreinigungskraft überfordert wird.

Der begrenzende Faktor für die Belastbarkeit eines Gewässers mit abbaubaren organischen Substanzen ist der Sauerstoffeintrag durch die Wasseroberfläche. Je rascher und turbulenter ein Bach fließt, desto mehr Schmutz kann man ihm zumuten, ohne daß es im Hinblick auf den Sauerstoffhaushalt zu Problemen kommt. Ich muß allerdings darauf hinweisen, daß der Sauerstoffhaushalt zwar ein wesentliches, aber nicht das einzige Gütekriterium für ein Gewässer ist.

Die Selbstreinigungskraft und damit die Belastbarkeit eines Fließgewässers ist gar nicht so gering wie man glauben könnte. Man kann zwar keine allgemein gültige Zahl angeben, weil die Turbulenz und die sonstigen speziellen Fließbedingungen eine große Rolle spielen, aber zumindest die Größenordnung läßt sich rechnerisch durchaus abschätzen. Danach ergibt sich, daß ein normales durchschnittliches Fließgewässer pro 1 l/s Abfluß die ungereinigten Abwässer von etwa 20 bis etwa 25 Personen verkraften kann, ohne daß der Sauerstoffhaushalt ernsthaft gefährdet ist. Beim Abfluß ist natürlich die Wasserführung in Niederwasserperioden maßgebend.

Wenn man diese Belastung mit häuslichem Abwasser auf die Mur umrechnet, kommt man zu dem zunächst überraschenden Ergebnis, daß die Mur mit den häuslichen Abwässern in ihrem Einzugsgebiet eigentlich leicht fertig werden müßte. Und das würde sie auch! Ein unfreiwilliges Experiment hat das bewiesen. Als im Jahre 1945 die Industrie vorübergehend vollständig ruhte und die Mur

daher nur mit häuslichen Abwässern belastet war, soll aus ihr nach Augenzeugenberichten innerhalb kurzer Zeit wieder ein grüner Gebirgsfluß geworden sein. Das für die Mur Gesagte gilt für alle größeren Flüsse in Österreich. In keinem von ihnen wird der Sauerstoffhaushalt durch die häuslichen Abwässer allein ernsthaft gefährdet. Die schlechte Wasserqualität einzelner Flüsse ist überwiegend auf die Abwässer der Industrie zurückzuführen. Immerhin liefert die Industrie von der Menge und von der Verschmutzung her etwa vier- bis fünfmal soviel Abwasser wie die Haushalte.

Das darf uns nun nicht zu dem voreiligen Schluß führen, daß die Reinigung der häuslichen Abwässer ein unnötiger Luxus sei. Sie ist kein Luxus! Einmal deswegen, weil der Sauerstoffhaushalt zwar ein wichtiges, aber nicht das einzige Gütekriterium ist. Man darf die hygienischen Aspekte, dh. das Problem der eingebrachten Krankheitserreger, nicht übersehen. Auch wenn von seiten der Hygieniker festgestellt wird, daß die Abläufe von Kläranlagen noch immer in großen Mengen Krankheitserreger enthalten und damit der Sinn und Zweck kommunaler Kläranlagen unterschwellig ein wenig in Frage gestellt wird, so steht doch fest, daß man mit kommunalen Kläranlagen eine wesentliche Reduktion der Keimzahlen erreicht.

Für den Bau kommunaler Kläranlagen spricht außerdem die Forderung, daß man mit der Abwasserreinigung irgendwo beginnen muß. Es ist vollkommen richtig, daß man dort beginnt, wo man das Problem mit der heutigen Technologie in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht beherrscht. Das ist bei den häuslichen Abwässern der Fall, keineswegs aber bei allen Industrieabwässern.

Schließlich darf man nicht übersehen, daß die Abwasserreinigung Geld kostet und das Geld aufgetrieben werden muß. Bei einer städtischen Kläranlage sind die Kosten, die der einzelne Bewohner in Form von Anschlußgebühren und Betriebskosten aufbringen muß, zwar sicherlich schmerzhaft, aber nicht existenzgefährdend. Bei vielen Industriebetrieben kann aber sehr wohl die Existenz gefährdet sein, wenn eine voll wirksame Kläranlage errichtet werden müßte. Und "in Zeiten wie diesen ...".

Es muß anerkannt werden, daß auf dem Gebiet der Abwasserreinigung in den letzten Jahren sehr viel geschehen ist. Trotzdem befinden wir uns noch immer erst am Beginn eines langen Weges und der Nachholbedarf ist noch immer ganz gewaltig. Dieser Nachholbedarf kann uns zu schaffen machen, wenn wir naturgerechten Gewässer ausbau betreiben wollen. Persönlich begrüße ich die Schaffung und Erhaltung von Altarmen und ähnlichen Stillgewässern, muß aber darauf hinweisen, daß gleichzeitig mit dem Gewässer ausbau für eine entsprechende Wasserqualität zu sorgen ist, da nur saubere Gewässer naturgerechte Gewässer sein können.

Gerade bei den langsam durchflossenen Altarmen und Staustrecken haben wir im Vergleich zum offenen Fluß ungünstige hydraulische Verhältnisse. Auf Grund der geringen Fließgeschwindigkeit ist der Sauerstoffeintrag aus der Luft gering. Im Sommer können sich Altarme außerdem beträchtlich erwärmen, wodurch die Aufnahmefähigkeit für Sauerstoff zusätzlich verringert wird.

Ein besonderes Problem sind die organischen Feststoffe, die in jedem Rohabwasser enthalten sind oder als Biomasse im Gewässer entstanden sind. In einem normalen Fluß werden sie meist rasch weitertransportiert und können sich nicht absetzen. Anders in Altarmen! Absetzbare Stoffe lagern sich hier als Bodenschlamm ab und gehen bald in Fäulnis über. Untrügliches Anzeichen dafür sind die bekannten aufsteigenden Gasblasen - Sumpfgas, Faulgas oder chemisch gesehen Methan. Der Sauerstoffgehalt im Bodenbereich ist bei größeren Schlammablagerungen sehr niedrig oder überhaupt Null. Damit ist für viele seßhafte, auf-Sauerstoff angewiesene Organismen kein Lebensraum mehr vorhanden. Eine der Forderungen des naturgerechten Gewässer ausbaues - die Schaffung und Erhaltung möglichst artenreicher Lebensgemeinschaften - ist damit nicht erfüllt.

Ganz schlimm wird es, wenn der abgelagerte Faulschlamm durch die Gasentwicklung aufschwimmt. Er zehrt dann auch noch den Sauerstoff in den oberen Wasserbereichen auf und kann eine schwere Störung der gesamten aeroben Fauna zur Folge haben. Fische könnten zwar in andere Gewässerzonen ausweichen, aber die Gewässerfauna besteht ja nicht nur aus Fischen. Nicht ausweichen kann auch die Fischbrut,

die noch dazu hinsichtlich des Sauerstoffgehaltes viel empfindlicher ist als größere Fische.

Unter Umständen kann das Zusammenwirken scheinbar unwichtiger Ereignisse in einem Gewässer eine Katastrophe auslösen. Ich denke da zum Beispiel an die Lippe, einen stark belasteten, sehr langsam fließenden Fluß in Nordrhein-Westfalen. Dort sind wiederholt Fischsterben ausgerechnet vor Gewittern aufgetreten. Schuld daran war die hohe Temperatur, die völlige Windstille und der niedrige Luftdruck, wie sie kurz vor einem Gewitter häufig vorkommen. Bei einem Fluß, dessen zulässige Belastung überschritten ist, können solche scheinbar unbedeutende Kleinigkeiten bewirken, daß er "umkippt". Die Lippe ist zwar kein Altarm, aber Probleme, wie sie dort vorgekommen sind, können bei einem Altarm jederzeit auftreten.

Das Problem der primären Sauerstoffzehrung und der Schlammablagerungen werden wir irgendwann einmal gelöst haben, wenn es bei jeder Gemeinde und bei jedem Industriebetrieb wirksame Kläranlagen gibt.

Ein anderes Problem wird uns aber vermutlich noch viel länger beschäftigen. Jedes Abwasser, mag es noch so gut gereinigt sein, enthält Stickstoff- und Phosphorverbindungen, die mit den Kläranlagenabläufen in die Gewässer gelangen. Es soll allerdings nicht verschwiegen werden, daß auch die Landwirtschaft mit ihren modernen Düngemethoden einen wesentlichen Beitrag zur Gewässereutrophierung leistet. Nitrate und Phosphate sind die letzte Oxidationsstufe der organischen Stickstoff- und Phosphorverbindungen. Sie sind rein mineralischer Natur und in den üblichen Konzentrationen für die Wasserfauna nicht direkt schädlich. Sie sind aber - und darin liegt das Problem - Dünger für pflanzliche Lebewesen und führen zu einem übermäßigen Algenwachstum. Der Fachmann spricht von Überdüngung oder Eutrophierung der Gewässer. Die Zurückhaltung der Nitrate und Phosphate in den Kläranlagen ist zwar durch zusätzliche Verfahrensstufen technisch möglich, kostet aber Geld und wird daher nur in Ausnahmefällen vorgesehen.

Ein übermäßiges Algenwachstum wirkt sich vor allem in stehenden oder fast stehenden Gewässern unangenehm aus. Störend ist allein

schon der Anblick den ein veralgtes Gewässer bietet. Es wirkt häßlich und schmutzig und wird vom Menschen instinktiv als hygienisch bedenklich abgelehnt.

Das Hauptproblem liegt aber darin, daß Algen im Herbst absterben. Tote Algen sind faulfähige Biomasse und können zu einer gewaltigen Sekundärverunreinigung eines Gewässers führen. Eine Verschärfung der Situation tritt noch ein, wenn die Wasseroberfläche im Winter zufriert und damit die Sauerstoffzufuhr von oben unterbunden wird. Ein solches Gewässer ist alles andere eher als ein "naturgerechtes" Gewässer.

Gegen die Überdüngung der Gewässer sind wir derzeit noch ziemlich machtlos. Theoretisch ist das Problem leicht zu lösen. Man müßte "nur" die Landwirtschaft veranlassen, ihre Düngermengen zu verringern, man müßte "nur" bei den Kläranlagen zusätzliche Reinigungsstufen bauen und man müßte "nur" bei den Waschmitteln einen gleich wirksamen, ökologisch unschädlichen und preiswerten Ersatzstoff für die Phosphate finden. Zu dem zuletzt genannten Punkt wird eifrig geforscht, allerdings nicht nur aus Gründen des Gewässerschutzes, sondern auch deswegen, weil die Phosphatvorräte auf der Erde immer kleiner werden.

In der Praxis ist allerdings eine brauchbare Lösung des Eutrophierungsproblems in absehbarer Zeit nicht zu erhoffen. Man kann daher leider in der nächsten Zeit nur dafür sorgen, daß Altarme wenigstens zeitweise so stark durchströmt werden, daß es zu keiner allzu großen Anreicherung von Düngestoffen und Algen kommt. Das sicherzustellen, ist aber nicht Aufgabe des Abwassertechnikers, sondern des Flußbauers.

Vielleicht meint nun der eine oder andere von Ihnen, daß ich mit den Auswirkungen der Abwässer auf Altarme und Staugewässer unrealistische Horrorvisionen beschrieben hätte. Aufschwimmender Faulschlamm, Fäulnis, Gestank, Fischsterben - das gibt es gar nicht. Glücklicherweise gehören solche Erscheinungen tatsächlich nicht zum Alltag. Beim Zusammentreffen ungünstiger Bedingungen - Niederwasser, Wärme, niedriger Luftdruck, usw. - können sie aber jederzeit auftreten.

Auch dann, wenn die Verunreinigungen im Gewässer gar nicht bis zur wirklichen Katastrophe führen, können sie die Existenz eines Altarmes gefährden. Man muß zur Kenntnis nehmen, daß man auf die Dauer einen Altarm nur erhalten kann, wenn er einen halbwegs freundlichen Anblick bietet. Ein veralgtes Gewässer, von dessen Grund die Faulgasblasen aufsteigen, kann zur Not noch ein brauchbares Biotop darstellen oder zumindest besser als nichts sein, bietet aber keinen erfreulichen Anblick. Sehr schnell sind dann "fortschrittliche" Leute zur Stelle, die so eine "Drecklacke" als gefährliche Gelsenbrutstätte und als gesundheitliche Gefahr ansehen, die so schnell wie möglich beseitigt werden muß. Dazu kommt, daß der Mensch bei einem unsauberen Gewässer weniger Hemmungen hat, diverse Abfälle hineinzuworfen. Wenn ein Altarm einmal anfängt, zu einer Müllkippe zu werden, bedeutet das seinen sicheren Tod.

Die früher getroffene Feststellung, daß unsere Fließgewässer mit den häuslichen Abwässern ohne Probleme fertig werden müßten, gilt allerdings - das möchte ich ausdrücklich betonen - nur für größere Flüsse. Für den Naturfreund sollten aber die unzähligen kleinen Bäche und Rinnsale genau so viel bedeuten. Für die Tier- und Pflanzenwelt haben sie insgesamt sogar eine größere Bedeutung als die vielzitierte Mur.

Je kleiner ein Gewässer ist, desto stärker sind seine jahreszeitlichen Durchflußschwankungen und desto ausgeprägter wird sich ein sommerliches Niederwasser auswirken. Wenn dann während einer Schönwetterperiode nur mehr ein paar Liter pro Sekunde abfließen, kann schon ein einziges größeres Ausflugsgasthaus, das sein Abwasser mangelhaft reinigt, einen kleinen Bach wochenlang zu einer Kloake machen. Beispiele dafür gibt es!

Sicherlich sind das nur örtliche Mißstände, die sich auf die Wasserqualität der Hauptvorfluter überhaupt nicht auswirken, aber auch solche örtlich begrenzte Mißstände gehören beseitigt. Am besten natürlich durch den Anschluß an ein öffentliches Kanalnetz!

wo das in absehbarer Zeit nicht möglich ist, bleibt nur die bestmögliche Reinigung an Ort und Stelle. Von "dichten" Sammelgruben, die regelmäßig ausgepumpt werden müssen, halte ich nicht viel. Sie sind ein Rückschritt in das vorige Jahrhundert.

Die Abwassertechnik kann genügend Reinigungsmöglichkeiten anbieten - vom Einfamilienhaus aufwärts bis zu jeder beliebigen Größe.

Über eine der Möglichkeiten wird Herr Dr. Korber berichten. Es handelt sich um eine Pflanzenkläranlage, ein großräumiges natürliches Reinigungsverfahren, bei dem man bewußt versucht, mit einem Minimum an Technik auszukommen.

Wenn allerdings der erforderliche Platz nicht vorhanden ist oder wenn zu jeder Jahreszeit eine sehr gute Reinigungswirkung erforderlich ist, muß man sich technischer Hilfen bedienen. Dagegen ist ja auch nichts einzuwenden! Wenn die von den Technikern geschaffenen Waschmittel, Waschmaschinen, Geschirrspüler und WC-Spülkästen dazu beitragen, daß unsere Gewässer verschmutzt werden, kann man sich auch der Technik bedienen, um die Schäden nach Möglichkeit wieder gutzumachen.

Ich selbst habe mich mit diesen Problemen beschäftigt und nach meinen Vorstellungen bisher 6 kleine Kläranlagen bauen lassen, die durchwegs sehr gut funktionieren. Die verbleibende Restverschmutzung des Ablaufes - gemessen als BSB_5 - ist nur etwa ein Zehntel dessen, was die einschlägige ÖNORM zuläßt. Auch in hygienischer Hinsicht kann sich der Reinigungseffekt sehen lassen. Die Colizahl ist ebenfalls nur ein Zehntel bis ein Zwanzigstel dessen, was wir in unseren Grazer Bächen finden.

Wie auch immer man das Problem der Abwasserreinigung bei Häusern ohne Kanalanschluß lösen will - "natürlich" oder "technisch" oder als Kombination von beiden - sicher ist, daß Lösungsmöglichkeiten bestehen. Es ist daher eigentlich nicht einzusehen, daß es noch immer Menschen gibt, die es zwar genießen, draußen in der Natur zu wohnen, sich aber über ihre Abwässer kaum Gedanken machen.

Ich komme nicht darum herum, im Zusammenhang mit der Verunreinigung kleiner Gewässer noch einmal die Landwirtschaft zu erwähnen. Es ist eine bedauerliche Tatsache, daß etwa 90 % aller Fischsterben in kleinen Gewässern durch die Landwirtschaft verursacht werden.

An erster Stelle ist hier die Einleitung von Jauche zu nennen, sei es durch Überlaufen von Jauchegruben oder sei es mangelnde Vorsicht beim Ausführen der Jauche auf die Felder und Wiesen. An zweiter Stelle stehen abfließende Silosäfte und schließlich "Unglücksfälle" beim Hantieren mit diversen Spritzmitteln. Es handelt sich dabei nie um böse Absicht, sondern immer nur um Nachlässigkeit, Unwissenheit und Gedankenlosigkeit. Das bedeutet, daß neben der Arbeit der Techniker viel Aufklärungsarbeit notwendig ist, denn die eben erwähnten Verschmutzungsursachen lassen sich mit den Mitteln der Abwassertechnik nicht aus der Welt schaffen. Was diese Aufklärungsarbeit betrifft, bedanke ich mich beim Österreichischen Naturschutzbund für das bisher Geleistete und bitte gleichzeitig, daß diese Bemühungen fortgesetzt und intensiviert werden.

Anschrift des Verfassers:

Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr.techn. Helmut Renner

Institut für Siedlungs- und Industrierewasserwirtschaft,

Flußbau und Landwirtschaftlichen Wasserbau,

Technische Universität Graz

Vorstand: O.Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Ernst P. Nemecek

Stremayrgasse 10, A-8010 Graz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Monografien Landschaften und Ökologie](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [MLO1](#)

Autor(en)/Author(s): Renner Helmut

Artikel/Article: [Abwasserreinigung - Voraussetzung für naturgerechte Gewässer. 91-101](#)