

FB 3

Hallach
Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege

Laufen/Salzach

ANL

**DORFÖKOLOGIE:
Wasser und Gewässer**



Laufener Seminarbeiträge 8/86



Mallach

DORFÖKOLOGIE: Wasser und Gewässer

Seminar „Beiträge zur Dorfökologie:
Gewässer im Dorf“
16. Januar 1986 Freising

Seminarleitung:
Dr. Josef Heringer, ANL

Seminare „Wasser in Dorf und Garten“
24./25. Februar 1986 Laufen a. d. Salz-
ach und 17./18. März 1986 Münster-
schwarzach a. M. in Zusammenarbeit
mit dem Bayer. Landesverband für
Gartenbau und Landespflege e. V. Mün-
chen

Seminarleitung:
Horst Schindler, Dipl.-Ing. FH,
Bayer. Landesverband für Gartenbau
und Landespflege e. V. und
Dr. Josef Heringer, ANL oder
Heinrich Krauss, ANL

Herausgeber:
Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege
D-8229 Laufen/Salzach, Postf. 1261, Tel. 0 86 82/70 97

LAUFENER SEMINARBEITRÄGE 8/86 – März 1988

Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege

ISSN 0175-0852

ISBN 3-924374-38-4

Schriftleitung: Dr. Notker Mallach

Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Referenten verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen - auch auszugsweise - aus den Veröffentlichungen der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie deren Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

Inhalt

Seite

Zum Seminar „Beiträge zur Dorfökologie: Gewässer im Dorf“ am 16. Januar 1986 in Freising:

Für die Wiedereinbürgerung des Dorfweihers (Seminarergebnis)	J. Heringer	4
Belange der dörflichen Stillgewässer	B. Stöcklein	5-14
Tierökologische Empfehlungen für den Wasserbau im dörflichen Bereich	M. Vogel	15-24
Möglichkeiten und Grenzen der Gewässer- reinigung durch Pflanzenkläranlagen	B. Lambert	25-35
Dorfbäche: Gestaltungs- und Renaturierungsaspekte	W. Binder und W. Gröbmaier	36-44

Zu den Seminaren „Wasser in Dorf und Garten“ am 24./25. Februar 1986 in Laufen und am 17./18. März 1986 in Münsterschwarzach a. M., gemeinsame Veranstaltungen mit dem Bayer. Landesverband für Gartenbau und Landespflege e. V.:

Pflege, Gestaltung und Renaturierung von Bachläufen	W. Range	45-48
Arten- und Gewässerschutzprobleme in Bayern	R. Hoffmann	49-56
Richtiger Wassergebrauch im Garten	H. Schindler	57-61
Städtische Fließgewässer – Geschichte, Ökologie, Renaturierung (Vortrag gehalten auf dem Seminar „Stadtökologie“, gemein- same Veranstaltung mit dem Bayerischen Städtetag und der Stadt München in München am 29. April 1987)	W. Konold	62-72
Tierökologische Empfehlungen für den Straßen- und Wasserbau	H. Plachter	73-98
Bibliographie: Gewässer im Dorf	H. Vogel	99-100

Für die Wiedereinbürgerung des Dorfweihers (Seminarergebnis)

Dörfer, öffnet eure zugeschütteten Weiher, eure verrohrten Bachläufe wieder! Laßt das Wasser wieder „Wasser“ sein. Das war der Tenor einer Tagung der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, die Wasserwirtschaftler, Flurbereiniger, Landschaftspfleger, Naturschutzverbände usw. auf dem Domberg in Freising versammelte. Auch das 4. Seminar in der Reihe der „Dorfökologie“ hatte nicht an Zugkraft verloren: Immer mehr Dörfer werden sich der Aufgaben bewußt, ihren Wandel umweltbewußt zu steuern.

Dipl.-Ing. Erhard BOHLENDER, seit Jahren mit der Vegetationskartierung und Zustandserfassung der bayerischen Weiher und Teiche beschäftigt, beklagte den etwa 90 %igen Schwund dieser dörflichen Kleingewässer. Der Rest sei vielfach durch Abwassereinleitung, Verfüllung der Verlandungszonen und falsche Pflege gefährdet. Bohlender forderte, alte Verfüllungen wieder rückgängig zu machen, die Gewässer durch „Pufferzonen“ aus Röhricht und Seggen besser zu schützen und die bayerischen Teichbaurichtlinien zu ändern, da sie auf eine drastische Vereinheitlichung der Gewässer hinausliefen. Schwabenblume und Seekanne sollten nicht nur auf Wohlfahrtsmarken, sondern auch wieder in dörflichen Gewässern vorkommen.

Dr. Michael VOGEL von der Universität Marburg sprach über tierökologische Empfehlungen für den Wasserbau im dörflichen Bereich. Er plädierte für eine möglichst naturnahe Gestaltung von Bächen und Weihern, denn je mehr Nischen, Unterschlupfe, Wirbelzonen usw. es gäbe, desto leichter könne sich tierisches Leben ansiedeln. Dabei seien nicht nur die Fische interessant, sondern auch die vielen kleinen Lebewesen, von denen sie lebten wie Flohkrebse, Strudelwürmer, Steinfliegen, Köcherfliegen usw. Sie alle tragen dazu bei, das Gewässer gesund zu erhalten. Wasserpflanzen seien nicht nur „lästiges Unkraut“, sondern wichtige Stabilisatoren. Es ist ein Irrtum zu glauben, Gewässergüte lasse sich allein durch technische Kläranlagen besorgen.

Ins gleiche Horn stieß Dipl.-Ing. Walter BINDER vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft. Er führte überdieß eine Reihe von Beispielen vor, die zeigten, daß sich der Wasserbau hierzulande redlich müht, den Gewässern im Dorf wieder mehr Spielraum zu geben. Dies sei allerdings nur möglich, wenn die Gemeinden darauf verzichten, Bach- und Flußbauen zu verfüllen und in Baugebiete zu verwandeln.

Prof. Dr. Bernhard STÖCKLEIN von der Fachhochschule Weihenstephan zeigte auf, daß selbst kleine Gräben und Tümpel in der Lage sind, amphibisch lebenden Tieren wie Molchen, Unken, Kröten und Fröschen Lebensraum zu sein. Die Gelbbauchunke begnügte sich oft schon mit einer Pfütze als Laichgewässer. Solle das Dorf auch für den Menschen liebens- und lebenswerte Heimat sein, so müsse das Wasser wieder stärker in Erscheinung treten.

Dipl.-Ing. Benedikt LAMBERT, ein Verfahreningenieur aus Sinsheim, stellte den Seminarteil-

nehmern die Möglichkeiten und Grenzen der Wasserreinigung durch Wurzelraum-Klärverfahren vor. Mit Hilfe von Schilf und Binsen, die lehmig-tonige Klärbeckenfüllungen sehr intensiv durchwurzeln vermögen, würde die nährstoffbindende Kraft des Tones aufgeschlossen und auf kostengünstige Weise eine erstaunliche Klärleistung erzielt und überdieß ein Röhricht von biologischer Wertigkeit geschaffen. Während in Baden-Württemberg und anderen Bundesländern diese Klärssysteme für kleinere Abwassereinzugsgebiete bereits seit Jahren erfolgreich arbeiteten, sei in Bayern leider erst eine Anlage in Betrieb. Der Leiter des Seminars, Dr. Josef HERINGER, meinte abschließend, daß es nicht darum gehe, im Zorn zurückzublicken, sondern aus Fehlern zu lernen und das Wasser im Dorf von mentalitätsmäßiger und anderer Verkrustung und unnötiger Gängelei zu befreien. Die Wiederrichtung des Dorfbrunnens sei eines, die „Wiedereinbürgerung“ des Dorfbaches und Dorfweihers ein anderes. Die Dorferneuerung, die in vielen Landesteilen Bayerns anlaufe, könnte eine gute Möglichkeit hierfür sein.

Dr. Josef HERINGER, ANL

Belange der dörflichen Stillgewässer

Bernhard Stöcklein

1. Einleitung

Kaum ein anderer Biotoptyp prägt ein Dorf so wie die stehenden Gewässer oder Stillgewässer. Jeder stellt sich dabei einen idyllisch verlandeten Dorfweiher vor, in dem sich die Pfarrkirche oder andere markante Gebäude eines Dorfes spiegeln. In vielen Dörfern ist dies leider bereits Geschichte und nur alte Photographien in Heimatbüchern oder Straßenbezeichnungen erinnern noch daran. Erfahrungen im Regierungsbezirk Mittelfranken haben gezeigt, daß vor allem stehende Gewässer im unmittelbaren dörflichen Siedlungsbereich in ihrem Bestand hochbedroht sind: z. B. Verlust von ehemaligen Viehtränken bei Kraftshof, Stadt Nürnberg, sowie eines Fischteiches in Eckenthal durch Verfüllung. Nicht zuletzt die Sorge um die dörfliche Identität, die mit der Vernichtung der dörflichen Stillgewässer einhergeht, hat dazu geführt, daß es gerade in den Dörfern verstärkt als notwendig angesehen wurde, dörfökologische Kriterien bei der Weiterentwicklung insbesondere im Rahmen der Dorferneuerungsplanung anzuwenden (MAGEL 1983, RITTER 1984). Wichtige Vorgaben sind bei der Beschäftigung mit den Belangen der dörflichen Stillgewässer zu berücksichtigen:

1. Der derzeitige Umfang der Arten- und Biotopgefährdung; durch menschliche Aktivitäten werden Pflanzen- und Tierarten in einem Ausmaß vernichtet, das die derzeitigen naturbedingten Vernichtungsraten um ein Vielfaches übersteigt. 30,8 % der Farn- und Blütenpflanzen sowie ca. 50 % der Tierarten sind ausgestorben oder vom Aussterben bedroht. Dabei geht die Gefährdung der Arten in erster Linie auf die Vernichtung oder Veränderung ihrer Lebensräume zurück. Feuchtgebiete – und damit auch Stillgewässer zählen neben den Trockenbiotopen zu den am stärksten bedrohten Lebensräumen in der Bundesrepublik Deutschland (BMI 1983). Ausdrücklich wird in dieser Studie darauf hingewiesen, daß für den Arten- und Biotopschutz nur unzureichende Restflächen übrig bleiben. Es war nicht nur Erfüllung menschlicher Grundbedürfnisse, wenn der Mensch aus 97 % der Fläche der Bundesrepublik die Mehrheit der dort ursprünglich lebenden Arten ausgetrieben hat. Es war Fahrlässigkeit, Gleichgültigkeit gegenüber dem Leben und seit Jahren oft bereits zerstörendes Handeln wider besseren Wissens (HEYDEMANN 1982).

2. Stillgewässer

gehören zum hochbedrohten Lebensraumtyp der Feuchtgebiete, dies sind Lebensräume, deren Erscheinungsbild und deren Pflanzen- und Tierwelt wesentlich vom Wasser geprägt sind (BStMLU 1984). Unter den dörflichen Stillgewässern spie-

len vor allem Seen, Teiche, Weiher, Altwässer, Flutmulden und Gräben, auch Pfützen, eine wichtige Rolle als unentbehrliche Bestandteile des Naturhaushalts. Sie sind ebenso wie alle anderen Feuchtgebietstypen durch viele Gefährdungsursachen in ihrem Bestand bedroht. Feuchtgebiete gehören zusammen mit den in ihnen lebenden Pflanzen- und Tierarten zu den am meisten gefährdeten Naturbereichen, obwohl sie eine Reihe wesentlicher Wohlfahrtswirkungen besitzen, die sich auch auf die Lebensbedingungen des Menschen auswirken (Grundwasserneubildung, Gewässerreinigung, Hochwasserschutz, Klimaausgleich usw.)

Genauere Zahlen über die Zerstörung dörflicher Stillgewässer liegen nicht vor, jedoch zeigen vorliegende Bilanzen folgende Tendenzen auf:

- im Zeitraum von ca. 1972-1982 wurden von den Biotopen in Bayern u. a. alle 281 ha Teiche, 116 ha Seen und Weiher sowie 231 ha Altwasser zerstört (BStMLU 1982), wobei hier nur ein sehr geringer Teil der anderen o. g. Biotoptypen erfaßt wurde.

- in Westfalen ergab sich nach Auswertung einzelner Meßtischblätter ein Verlust der Kleingewässer von 50 % in nur 10 Jahren (FELDMANN 1976 in BLAB 1984).

- nach den Untersuchungen von RINGLER (1976 in BLAB 1984) gingen mindestens 54 % der Toteis- und Flurtümpel im Nahbereich von Wasserburg am Inn verloren.

- nach RAABE (1979 in BLAB 1984) verlief die Entwicklung der Kleingewässer in der Gemeinde Heikendorf bei Kiel wie folgt: Von ehemals (Vergleichsjahr 1880) 291 Kleingewässern sind 119 völlig verschwunden, 94 teilweise aufgefüllt und von den verbleibenden 78 können infolge fortgeschrittener Wasserverschmutzung lediglich 13 als biologisch einigermaßen gesund gelten.

Die Feuchtgebiete sind von existenzieller Bedeutung für das Überleben vieler Pflanzen- und Tierarten, insbesondere derjenigen der Roten Listen: In den Feuchtgebieten Bayerns leben 107 bedrohte Blütenpflanzenarten – fast 1/4 der 487 Arten, die in Bayern auf der Roten Liste stehen (BStMLU 1984).

In den dörflichen Stillgewässern können u. a. Pflanzenarten der besonders bedrohten Laichkraut-, Schwimmblatt-, Röhrich- und Teichrandgesellschaften vorkommen und sind bei den Hilfsmaßnahmen in erster Linie zu berücksichtigen.

Von den in der Roten Liste gefährdeter Wirbeltiere und Weichtiere aufgeführten 312 Arten sind 173 auf Feuchtgebiete angewiesen, darunter Säugetiere, über 50 Vogelarten, alle Amphibien, alle Fische, alle Muscheln, alle Wasserschnecken und ein Viertel aller Landschnecken. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die enge Abhängigkeit der hochbedrohten insgesamt 18 heimischen

Amphibienarten mit Ausnahme des Alpensalamanders. Lediglich der Feuersalamander laicht in Fließgewässern ab, alle anderen Arten benötigen zur Laichablage und Larvenentwicklung sowie teilweise auch als Überwinterungsort Stillgewässer, in wasserarmen Gebieten sind z. B. gerade Dorfweiher die einzige Laichmöglichkeit, insbesondere für die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) sowie für andere Arten (SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).

Weil die Feuchtgebiete von existenzieller Bedeutung eines bedeutenden Teiles der bedrohten Pflanzen- und Tierarten sind und jede Maßnahme an und in einem Feuchtgebiet und zahlreiche Maßnahmen in ihrer Umgebung zu oft unabsehbaren und weitreichenden Folgen für Wasser und Boden, für Pflanzen und Tiere führen kann, muß jede Maßnahme vorher sorgfältig auf ihre Verträglichkeit mit den ökologischen Erfordernissen geprüft werden (BStMLU 1984), dies gilt v. a. für Maßnahmen an dörflichen Stillgewässern und in ihrer Umgebung.

Der Schutz der Feuchtflächen wurde im Art. 6d des Bayer. Naturschutzgesetzes ausdrücklich hervorgehoben. Jedoch sollte geprüft werden, ob nicht die Belange der dörflichen Stillgewässer durch eine Ergänzung der Anlage zu Art. 6d Abs. 1 Satz 1 verbessert werden könnte, weil inzwischen fast alle noch vorhandenen dörflichen Stillgewässer schützenswert sind. Im Art. 6d, Abs. 1 sind nämlich nur die Verlandungsbereiche von Gewässern mit Röhricht und Großseggenrieden genannt. Wie im folgenden aufgezeigt wird, werden dadurch vom Schutz des Art. 6d nur sehr wenige der dörflichen Stillgewässer erfaßt.

2. Ökologie der Stillgewässer

Stillgewässer sind mehr oder weniger stillstehende Oberflächengewässer der durch kontinuierliche Übergänge verbundenen Reihe *See-Weiher-Tümpel*. Ihre tatsächliche Ausprägung variiert erheblich, insbesondere in Abhängigkeit von Größe, Tiefe, Gewässermorphologie, Alter, Entstehungsgeschichte, Gewässerchemismus, Produktionsintensität (Trophiegrad), menschlicher Beeinflussung und anderem mehr (BLAB 1984). Dies betrifft dörfliche Stillgewässer umso mehr, als die Beeinflussung aus dem Umland sehr vielfältig ist und der Druck auf eine „unge nutzte“ Fläche, z. B. im Dorfkern, sehr groß ist. Die Gefahr der Umwandlung in Lagerplätze, Wohnflächen, Parkanlagen v. a. bei nicht mehr ausreichendem Wasserzufluß ist sehr groß (vgl. STÖCKLEIN 1984).

Die sehr grobe klassische limnologische Dreiteilung der Stillgewässer in *Seen*, *Weiher* (wobei Teichkomplexe in ihrer Funktion flachen Großgewässern mit reicher Innenstrukturierung, den z. B. schilfbestandenen Dämmen entsprechen) sowie *Tümpeln* ist für die Faunabesiedlung nicht selten wenig aussagekräftig. Für die Tierwelt viel entscheidender sind folgende Faktoren (vgl. BLAB 1984 und Abb. 1):

2.1 Milieufaktoren

2.1.1 Charakter der Wasserführung

Die Dauer der Wasserführung, ob ständig oder nur periodisch für bestimmte Zeitabschnitte, ist ein vielfach entscheidendes Merkmal für die Tierbesiedlung. Zwar treten auch in temporären Gewässern viele Tierarten der perennierenden Wasserstellen auf, die schnell zuwandern, v. a. aber sind temporäre Gewässer durch eine spezielle Fauna charakterisiert, durch Tiere, die über Dauerstadien verfügen oder nicht selten sogar periodisches Austrocknen für ihre Existenz zu benötigen scheinen (BLAB 1984). Zur Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit von Dorfweihern oder Altwasserarmen ist es daher notwendig, die Aufstauhöhe konstant zu halten, weil z. B. Wasservogelarten mit Nestern in den Verlandungszonen nur wenige Zentimeter (ca. 30 cm) Wasserstandsschwankungen ohne Aufgabe der Brut ertragen können. Andererseits ist es notwendig, auch in einem Dorf periodische Gewässer, z. B. in einer nicht mehr betriebenen, also renaturierten Abbaufäche oder auf Plätzen (Schwalben) zu erhalten.

2.1.2 Produktionsintensität (Trophiegrad)

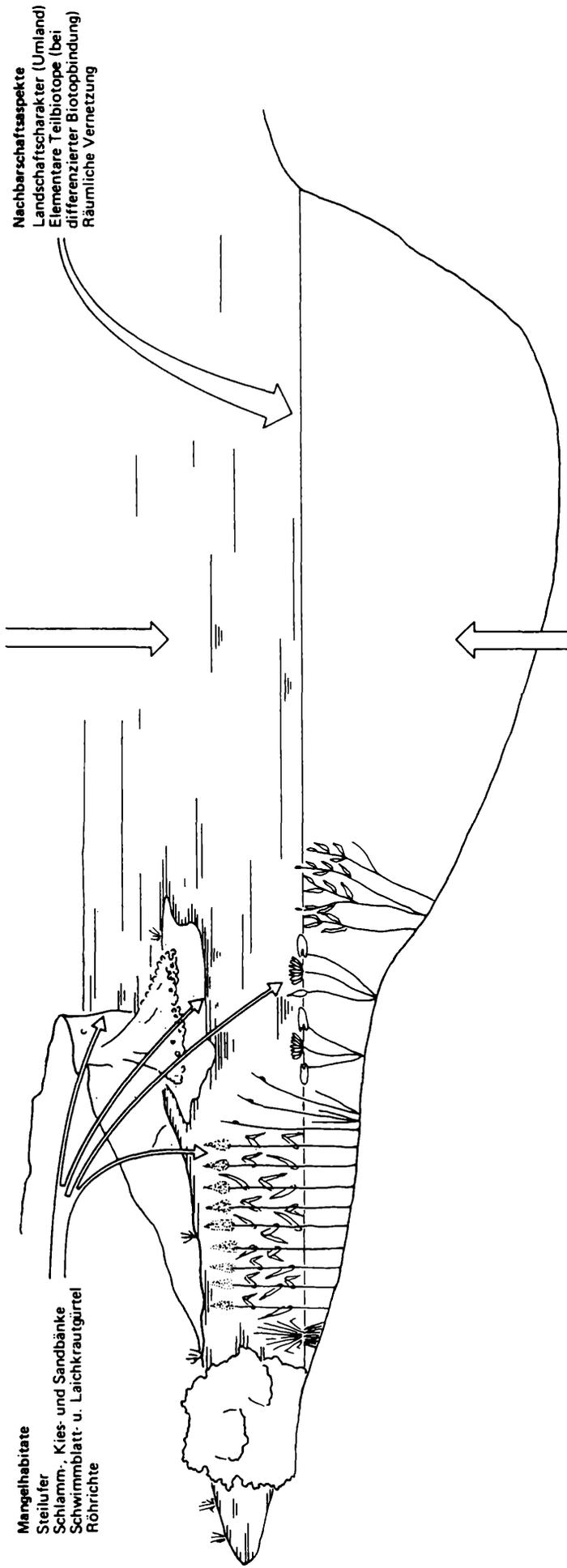
Die Produktionsintensität stellt einen sehr wichtigen besiedlungsbestimmenden Faktor dar. Nach sehr grober Einteilung lassen sich dabei die folgenden, durch fließende Übergänge miteinander verbundenen Kategorien unterscheiden:

oligotroph: nahrungsarm, d. h. im wesentlichen arm an gelösten Nitraten und Phosphaten (BLAB 1984). Insbesondere die vorhandenen oligotrophen dörflichen Stillgewässer sind in hohem Maße schützenswert. Es ist daher darauf zu achten, daß diese Gewässer nicht durch Siedlungsabwässer, Einschwemmungen von Düngemitteln aus landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie aus Verkehrsflächen belastet werden.

dystroph: nahrungsarm (vgl. oligotroph), aber reich an gelösten Huminsäuren (BLAB 1984). eutroph: nahrungsreich, d. h. mittleres bis hohes Angebot an Nitraten und Phosphaten (BLAB 1984).

Die Begrenzung der Nährstoffzufuhr aus der Umgebung ist auch für eutrophe Dorfweiher, Fischteiche oder Altwasserarme wichtig, weil durch eine Eutrophierung (z. B. durch Drainageeinleitung) die Selbstreinigungskraft dieser Stillgewässer und vor allem noch kleinerer stehender Gewässer wie Gräben, Kleingewässer in Abbaufächen überfordert wird. Dies führt dann zum Umkippen des Gewässers und somit zum Verlust z. B. aller Insekten- oder Amphibienlarven. In erster Linie übt also die Wasserqualität, d. h. der Belastungsgrad des Wassers mit abbaufähigen organischen Substanzen (Saprobität) vor allem über den durch Abbau der Verunreinigungen verbundenen Sauerstoffmangel eine wesentliche besiedlungsbestimmende Funktion aus (BLAB 1984). Daher wird immer wieder vorgeschlagen, kleinere Stillgewässer nicht zusätzlich durch fischereiliche Nutzung zu belasten. Zwischen den landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Umgebung und den Kleingewässern sollte daher ein

Milieufaktoren des Wasserkörpers
 Charakter der Wasserführung (ständig, periodisch)
 Produktionsintensität (oligo-, dys-, eutroph)
 Wasserqualität (Saprobitätsgrad)
 Chemismus



Mangelhabitate
 Steilufer
 Schlamm-, Kies- und Sandbänke
 Schwimmblatt- u. Laichkrautgürtel
 Röhrichte

Sonstige Faktoren
 Höhenlage, Kontinentalität, Thermik,
 Windexposition, Wellenbewegung, Sichttiefe

Gewässermorphologie
 Größe und Tiefe des Wasserbeckens
 Flächenanteile und Beschaffenheit des Litorals

Nachbarschaftsaspekte
 Landschaftscharakter (Umland)
 Elementare Teilbiotope (bei
 differenzierter Biotopbindung)
 Räumliche Vernetzung

Abbildung 1

Besiedlungsbestimmende Faktoren und Habitate für die Tierwelt der Stillgewässer (BLAB 1984).

ca. 1 m breiter Grünlandstreifen erhalten bleiben.

2.1.3. Gewässerchemismus

Insbesondere der Gehalt an gelöstem Kalzium (kalkreich/kalkarm) wirkt sich z. T. entscheidend auf die Faunenzusammensetzung aus. Gewässer mit extremen (natürlichen) chemischen Bedingungen, wie z. B. Salzwässer des Binnenlandes haben eine hochspezialisierte Fauna (BLAB 1984). Ähnlich wie bei den Roten Listen sollten alle dörflichen Stillgewässer mit derartigen extremen chemischen Bedingungen aufgelistet werden und eine sehr hohe Schutzpriorität erhalten.

2.2 Gewässermorphologie

2.2.1 Größe und Tiefe des Wasserbeckens

Das Gros der einheimischen Tierarten zeigt nur ausnahmsweise einen direkten, dagegen sehr deutlich einen indirekten Bezug zu diesen Parametern. Allerdings gibt es durchaus auch echte Seeformen der Tiefe und des freien Wassers, wie z. B. Vertreter der Fische (z. B. Saibling, alle heimischen Renkenarten) und der Wirbellosen (z. B. Pisidium- oder Erbsenmuschelarten). Auch einige größere Säugetiere (z. B. Biber, Otter) und Vogelarten, z. B. größere Ansammlungen wandernder Wasservögel stellen sich für längere Zeit i. d. R. nur in größeren Gewässern ein (BLAB 1984). Wie die Auswertung der Biotopkartierung und weitere Erhebungen im Rahmen der Erarbeitung des Fachbeitrags der höheren Naturschutzbehörde zum Landschaftsrahmenplan der Region 8 in Mittelfranken ergaben, besetzen alle größeren Gewässer in Westmittelfranken (z. B. Walk- und Gaisweiher bei Dinkelsbühl, Lindleinsee bei Rothenburg o. T.) eine sehr hohe Bedeutung für den Artenschutz. An erster Stelle aller Schutzbemühungen für die geplanten Naturschutzgebiete nach Art. 7 BayNatSchG steht die Erhaltung der bisherigen Großflächigkeit, die Weiterbewirtschaftung als Fischweiher in der bisherigen Form und Bemühungen zur Verhinderung von Erschließungen für Freizeit- und Erholung (Baden, Bootfahren, Wegebau direkt am Ufer). Bei der Frage nach möglichen Mehrfachnutzungen (Baden, Bootfahren, Angeln, Artenschutz) sind die Untersuchungen von REICHHOLF (1975 in BLAB 1984) zu berücksichtigen. Praktisch alle Wasservogelarten (außer Stockente, Bläßhuhn, Höckerschwan) weisen gegenüber Menschen, aber auch gegenüber uferbegleitenden Baumkulissen, große Fluchtdistanzen auf. Entsprechend wird der von Vögeln nutzbare Flächenanteil (Nettofläche) stets geringer als die tatsächliche Gewässerfläche sein und – bei einer empirisch belegten Ausnahme von rund 100 m Fluchtdistanz – etwa folgende Größenordnungen aufweisen (aus BÖHR 1981 in BLAB 1984):

Gewässergröße	Nettofläche für die Vögel
20 ha	6 ha (30 %)
100 ha	64 ha (62 %) usw.

Dies bedeutet für die Anlage bzw. Verbesserung vorhandener Stillgewässer, daß eine Erschlie-

ßung möglichst nicht in unmittelbarer Ufernähe erfolgen sollte und v. a. die Wege parallel zum Ufer erst in größerer Entfernung vom Gewässerrand geführt werden sollten (z. B. Walk- und Gaisweiher bei Dinkelsbühl), um diese Gewässer nicht von vornherein durch Erholungsaktivitäten ökologisch zu belasten.

2.2.2 Uferbeschaffenheit

Als vorwiegender Lebensraum für die Mehrzahl der limnischen Arten hat die Uferzone und ihre Beschaffenheit (einschließlich Qualität und Struktur des Pflanzenaufwuchses) besondere Bedeutung für die Faunenbesiedlung. Überhaupt bildet eine üppige Wasserpflanzen- und Verlandungsvegetation in sauberen, d. h. vor allem müllfreien Stillgewässern die Existenzgrundlage für eine große Zahl von Tierarten (BLAB 1984). Für alle im Dorf möglichen Stillgewässer bedeutet dies, daß flache und auch steile Uferbereiche abwechseln sollten und daß die Uferzone so gestaltet sein sollte, daß genügend Platz zur Entwicklung der Mangelhabitats (Steilufer, Röhrichte, Schwimmblatt- und Laichkrautgürtel) durch geordnete Erschließung bleiben sollte (BLAB 1984). Auch diese Habitats werden wohl in Dörfern nur in Abbauflächen in der Mehrzahl erhalten oder geschaffen werden können.

2.2.3 Nachbarschaftsaspekte

Das Umland ist für die Tierbesiedlung im Gewässer nicht selten sehr bedeutsam, da

- es zum Teil besiedlungsbestimmende Faktoren entscheidend prägt (z. B. beeinflusst Beschattung durch Bäume das Wärmeklima im Gewässer und damit auch die Faunenzusammensetzung, z. B. erhöhen menschliche Bauten oder Baumreihen am Ufer die Fluchtdistanzen, etwa bei bestimmten wandernden Wasservogelarten (BLAB 1984).
- verschiedene Tierarten Landschaften eines bestimmten Charakters weitgehend meiden. Beispielsweise meiden Zwergdommel, Rohrsänger, die meisten Limikolen (außer Flußufer- und Waldwasserläufer) einen allseits von Wald umschlossenen Weiher völlig. Auch bevorzugt der Graureiher zum Nahrungserwerb Teiche in überschaubarem Gelände mit freien Abflugmöglichkeiten (BLAB 1984).
- insbesondere bei Teilsiedlern (bei denen die Gewässer also nur einen Teil der Gesamtlebensstätte darstellen) auch der Beschaffenheit terrestrischer Habitats (in erreichbarer Entfernung zur Wasserstelle) eine entscheidende Bedeutung für das Vorkommen dieser Arten zukommt d. h., daß der freie Zugang zwischen angrenzender freier Landschaft und dem stehenden Gewässer im Siedlungsbereich freigehalten werden muß, um die Wanderbeziehungen nicht flugfähiger Tierarten (z. B. Amphibien) zwischen den einzelnen Teilhabitats funktionsfähig zu erhalten. Insbesondere ist darauf zu achten, daß auch durch Straßentrasen diese Wanderwege nicht unterbrochen werden.

3. Die Bedeutung der Kleingewässer dargestellt am Beispiel der Amphibienfauna

Zunächst einmal sind alle vorhandenen Stillgewässer in Dörfern, d. h. im gesamten Gemeindegebiet zu erhalten. Dieser Biotoptyp ist in speziellen Feuchtgebietskartierungen auf seine ökologische Funktionsfähigkeit insbesondere unter dem Nachbarschaftsaspekt (Einflüsse aus der Umgebung) zu überprüfen. Diese Prüfung kann z. B. durch Kartierung der Amphibienvorkommen vorgenommen werden, weil alle einheimischen Arten mit Ausnahme des lebendgebärenden Alpensalamanders auf die Existenz von Gewässern angewiesen sind. Dabei zieht die Mehrzahl der Arten Kleingewässer sehr großen Wasserstellen vor, auch spielen wegen ihrer meist höheren Raumansprüche Vögel an Kleingewässern als ständige Besiedler mit Ausnahme von z. B. Zwergtaucher, Teichhuhn, Rohrammer, Teichrohrsänger meist keine Rolle (BLAB 1984). Wie aus der folgenden Abb 2. hervorgeht bieten weniger intensiv genutzte Fischteiche wegen der günstigen Strukturverhältnisse einer Reihe auch sehr bedrohter Vogelarten, teilweise in unmittelbarer Siedlungsnähe (durchgehende Teichketten), sehr gute Lebensbedingungen (z. B. Blaukehlchen, Wasserralle an fränkischen Teichen).

3.1 Typen natürlicher Kleingewässer

3.1.1 Flutmulden in den Talauen (z. B. an Rändern von Dörfern im Altmühltal)

Durch wasserbauliche Maßnahmen an den Fließgewässern im Rahmen der Hochwasserfreilegung ging die Zahl der Flutmulden in den Talauen stark zurück. Im allgemeinen trocknen sie obligatorisch aus und werden entweder nur im Frühjahr oder nach jeder längeren Niederschlagsperiode erneut aufgefüllt. Ihre Besiedlung hängt von der jahreszeitlichen Verteilung von Überflutung und Austrocknung ebenso ab wie von Untergrund, Exposition und Landschaftsstruktur (offene oder bewaldete Landschaft). Gelegentlich laichen dort

Grasfrosch (*Rana temporaria*) und seltener Kreuzkröte (*Bufo calamita*) (SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).

Diese Flutmulden sind zur Erhaltung einer höheren Bodenfeuchtigkeit des Landlebensraumes insbesondere für die hochbedrohte Art Moorfrosch von größter Bedeutung.

3.1.2 Altwasserarme

Nur noch vereinzelt sind kurze Strecken der früheren natürlichen Flußläufe als Altwasserarme

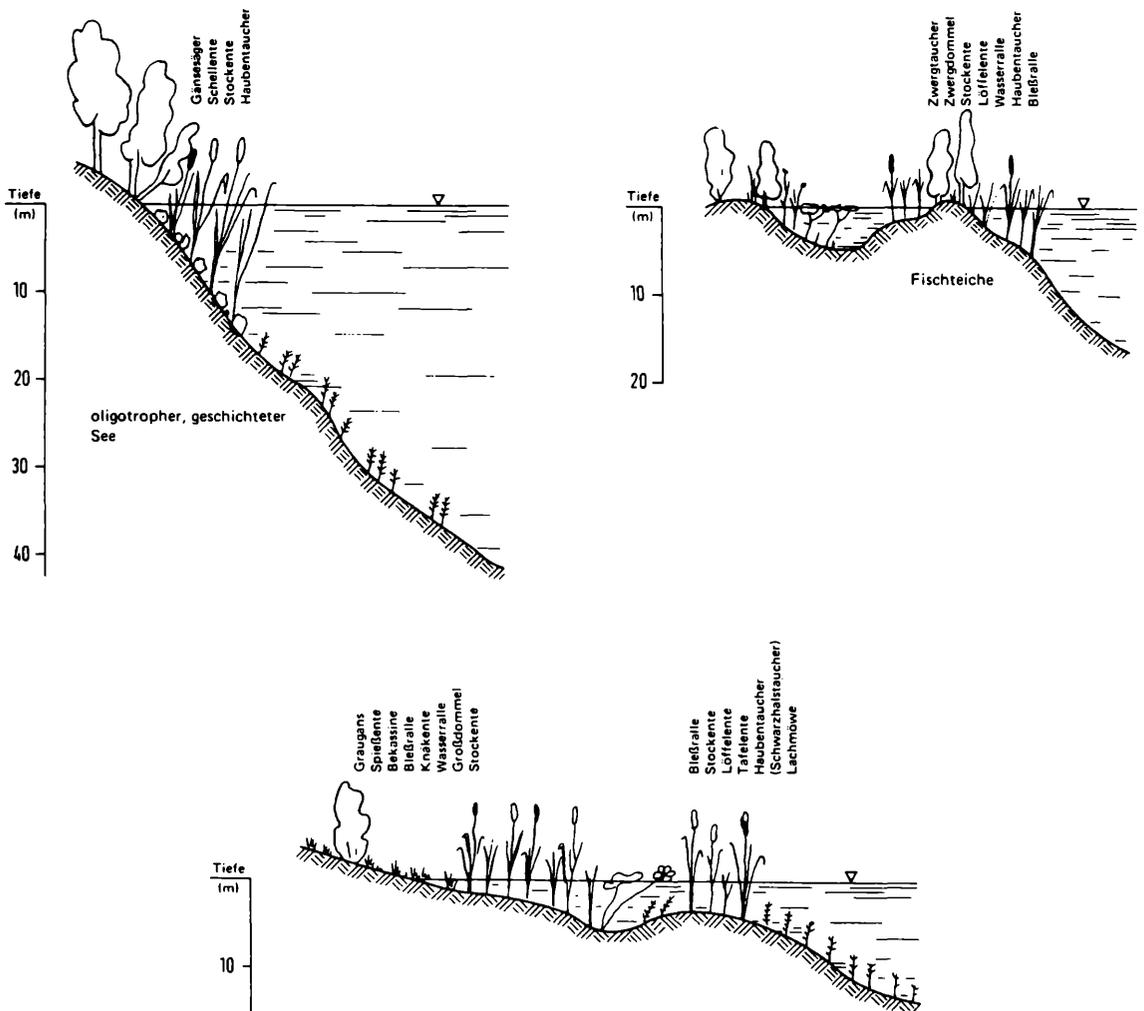


Abbildung 2

Auftreten und „Einnischen“ verschiedener Wasservogelarten in unterschiedlichen Gewässertypen (nach KALBE 1978 aus BLAB 1984).

vorhanden. Um den Flußlauf zu begradigen, wurden insbesondere Mäander und Schleifen durch wasserbauliche Maßnahmen in den letzten Jahrzehnten beseitigt und meist aufgefüllt. Da in den intensiv genutzten Talauen das Verbreitungsmuster der Kleingewässer in den meisten Fällen sehr weitmaschig ist und für eine Sicherung der Amphibienvorkommen nicht ausreicht, ist die Erhaltung dieser ökologisch wichtigen Regenerationsflächen von größter Bedeutung. Allein 11 Amphibienarten sind auf die Erhaltung der Altwasserarme als Laichbiotop, wesentlicher Teil des Jahreslebensraumes, Überwinterungsort und Nahrungsraum angewiesen:

Kammolch (*Triturus cristatus*)
Bergmolch (*Triturus alpestris*)
Teichmolch (*Triturus vulgaris*)
Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*)
Erdkröte (*Bufo bufo*)
Grünfrösche (*Rana esculenta* und *Rana lessonae*)
Seefrosch (*Rana ridibunda*)
Laubfrosch (*Hyla arborea*)
Grasfrosch (*Rana temporaria*)
Moorfrosch (*Rana arvalis*)
(SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).

3.1.3 Tümpel in der offenen Feldflur

In der offenen Landschaft werden diese meist teichwirtschaftlich nicht genutzten Tümpel von Grasfrosch (*Rana temporaria*)
Moorfrosch (*Rana arvalis*)
Kreuzkröte (*Bufo calamita*)
Wechselkröte (*Bufo viridis*)
Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*) bevorzugt zur Laichablage aufgesucht und besiedelt. Die Erhaltung dieser teichwirtschaftlich nicht genutzten Kleingewässer fördert die Amphibienvorkommen in hohem Maße, da die Zahl der Larven, die ihre Entwicklung im Wasser abschließen und als Jungtiere an Land gehen, wesentlich höher liegt als in bewirtschafteten Gewässern (SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).

3.2. Typen künstlicher Kleingewässer

3.2.1 Himmelsweiher

Als Himmelsweiher werden Kleingewässer bezeichnet, die ausschließlich durch Niederschläge gespeist und häufig als Fischteiche genutzt werden. Wegen ihrer ungleichmäßigen Wasserversorgung können sie in niederschlagsreichen Jahren randvoll sein, in Trockenjahren aber trockenfallen. Für die Pflanzen- und Tierwelt stellen sie wegen der wechselnden Bedingungen, die eine intensive Bewirtschaftung nicht erlauben, sehr artenreiche und wertvolle Refugien dar. Bei der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen innerhalb größerer Teichgruppen sollen daher die meist am Rande gelegenen Himmelsweiher als ökologische Zellen erhalten werden.

Diese werden in trockeneren Jahren von Grasfrosch (*Rana temporaria*)
Moorfrosch (*Rana arvalis*) und
Kreuzkröte (*Bufo calamita*) besiedelt. Isoliert gelegene Himmelsweiher besitzen

existenzielle Bedeutung für andere Amphibienarten, wie z. B.

Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*)
(SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).

3.2.2 Wagenspuren und Gräben

Wassergefüllte Wagenspuren und längere Zeit bestehende Wasseransammlungen in Gräben stellen für einige Amphibienarten die einzigen verfügbaren Laichgewässer und Daueraufenthaltsräume dar. Dazu gehören:

Bergmolch (*Triturus alpestris*)
Teichmolch (*Triturus vulgaris*)
Fadenmolch (*Triturus helveticus*)
Gelbbauchunke (*Bombina variegata*)
Grünfrösche (*Rana esculenta* und *Rana lessonae*)
(SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).

3.2.3 Kleingewässer in Abbauflächen von Kies, Sand oder Ton

In vielen Gebieten stellen diese durch den Menschen entstandenen Kleingewässer zusammen mit ihrem Umland sogar die besten Amphibiensbiotope überhaupt dar und können das vollständige Amphibienartenspektrum einer Landschaft aufweisen. Größere Erdanschnitte mit Steilabbrüchen, vegetationsarmen Freiflächen, Tümpeln und Weihern unterschiedlicher Ausdehnung und Tiefe scheinen die besten Kopien der ursprünglichen Verhältnisse in den natürlichen Flußlandschaften darzustellen und sind ein wertvoller Ersatz für die verloren gegangene Vielfalt der Lebensräume dieser Bereiche. Die ständigen Veränderungen dieses künstlichen Lebensraumes besitzen offenbar für die Amphibienarten entscheidende Bedeutung.

Einige **Amphibienarten** wie Kreuzkröte (*Bufo calamita*)
Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*)
Laubfrosch (*Hyla arborea*), die dort Verbreitungsschwerpunkte aufweisen, könnten daher als „Sand- oder Kiesgrubentypen“, die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) als „Tongrubentyp“ bezeichnet werden. Die Besiedlung dieser Gruben durch Amphibien hängt vom Alter sowie von der Zahl und Größe der dort vorhandenen Wasserstellen ab. In stabilen Kleingewässern können sogar die vorwiegend geburtsorttreuen Arten

Grasfrosch (*Rana temporaria*) und
Erdkröte (*Bufo bufo*) im Laufe der Jahre große Laichgemeinschaften aufbauen.

Dort laichen auch Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*)
Grünfrösche (*Rana esculenta* und *Rana lessonae*)

sowie der Teichmolch (*Triturus vulgaris*). Nicht weniger wertvoll sind derartige Gruben auch als Lebensräume für bedrohte **Vogelarten** wie

Heidelerche (*Lullula arborea*)
Brachpieper (*Anthus campestris*)
Schwarzkehlchen (*Saxicola torquata*)
Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*)

und – falls eine Steilwand vorhanden ist – für Uferschwalbe (*Riparia riparia*) Eisvogel (*Alcedo atthis*) sowie in den trockensten Bereichen für eine Vielzahl wärmeliebender Insekten (SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).

3.2.4 Kleingewässer in Steinbrüchen

Steinbrüche bieten durch ihren Versteckreichtum für viele Amphibienarten optimale Tages- und Überwinterungseinstände. Sofern auf ihrer Sohle durch Sickerwasserzufluß stabile Kleingewässer entstehen, können diese außerordentlich wertvolle Amphibienlaichplätze abgeben.

Dies gilt besonders für Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) Bergmolch (*Triturus alpestris*) Teichmolch (*Triturus vulgaris*) und Kammolch (*Triturus cristatus*), seltener für Grasfrosch (*Rana temporaria*) und Erdkröte (*Bufo bufo*).

Steinbruchweiher sind in vielen Mittelgebirgsgebieten die einzigen stehenden Gewässer und sollten bei Rekultivierungsmaßnahmen erhalten werden, da sie die Artenvielfalt wesentlich bereichern. Die Nutzung dieser Kleingewässer als Fischweiher sollte unterbleiben, um Verluste von Laich und Larven durch die eingesetzten Fische zu vermeiden (SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).

3.2.5 Dorfweiher

Früher hatten Dorfweiher als Löschteiche oder für die Enten- und Gänsehaltung eine große Bedeutung und wurden entsprechend erhalten. Heute sind sie vielfach ohne Funktion und werden häufig aufgefüllt oder sich selbst überlassen. In wasserarmen Gebieten stellen sie jedoch oft die einzigen Laichmöglichkeiten für Amphibien dar, insbesondere für die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) regional auch für die Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) Wechselkröte (*Bufo viridis*) und alle Molcharten und bei größeren Dorfweihern mit guter Vegetationszonierung für die Grünfrösche (*Rana esculenta* und *Rana lessonae*).

Grasfrosch (*Rana temporaria*) und Erdkröte (*Bufo bufo*) gehören zu den regelmäßig in Dorfweihern abblühenden Amphibien. Um die Abwanderung der Amphibien zu ermöglichen, sollte mindestens eine Seite als Flachufer gestaltet werden (SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).

3.3 Gestaltung künstlicher Kleingewässer

In SCHOLL und STÖCKLEIN (1980) sind die verschiedenen Regelprofile Flachwasserzone, zentrale Inselzone mit Flachwasser und Tiefwasserbereichen, Tiefwasserzone, Pfützen und Lachenflächen sowie Tümpel- und Grabensystem in Bezug auf die ökologischen Ansprüche der Amphibien und Wasserinsektenarten dargestellt. Einen Überblick vermittelt die Abbildung 3.

4. Notwendigkeit eines Verbundsystems

Die ökologische Situation unserer Landschaft faßt MADER (1985) in zwei Kernaussagen zusammen:

1. Unsere Landschaft besteht ökologisch und insbesondere unter Naturschutzaspekten aus mehr oder weniger klar abgrenzbaren und isolierten Insellebensräumen.
2. Die ökologische Situation von Insellebensgemeinschaften wirft viele Probleme auf, die einer langfristigen Stabilisierung des Naturhaushaltes zuwiderlaufen.

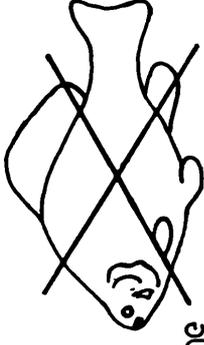
Die Konsequenz aus beiden Aussagen bedeutet, daß ein Verfolgen der Ziele der Naturschutzgesetzgebung bei anhaltender Verinselungstendenz nicht möglich sein wird (MADER 1985). Gerade bei solch isolierten Lebensstätten wie Stillgewässern ist es wichtig, daß die Netzdichte nach ökologisch-funktionalen Gesichtspunkten (hier Ausbreitungsökologie der Arten) bestimmt wird. Zu diesem Komplex liegen gegenwärtig erst sehr wenige Angaben vor. Empirische Befunde zeigen, daß verschiedene Wasserinsektenarten, z. B. bestimmte Libellenarten, neue Wasserstellen auch über größere Distanzen spontan aufsuchen, während andererseits z. B. die meisten Amphibienarten diesbezüglich eher eine der empfindlicheren Gruppen sind. Zur Förderung von Amphibien ist die gestreute Anlage einer Mehrzahl von Klein- und Kleinstgewässern einer einzelnen großen Wasserfläche vorzuziehen. Vorteilhaft sind Häufungen von 4-6 (oder mehr) eng benachbarten, jedoch nicht wabenartig ineinandergefügten Gewässern, welche ihrerseits vom nächsten Komplex nicht mehr (möglichst weniger) als 3 km entfernt sein sollten (BLAB 1978).

Untersuchungen in großen Teichkomplexen haben nämlich gezeigt, daß lediglich die randlich gelegenen Weiher von Amphibien bevorzugt besiedelt werden (BLAB, KAUFMANN, STÖCKLEIN 1977).

Alle von Feuchtgebieten, wie z. B. den Stillgewässern, abhängigen Pflanzen- und Tierarten sind in hohem Maße vom Aussterben bedroht. Die verstreuten Restbiotope sind in Zukunft (und dies gilt für alle Biotoptypen) miteinander zu verbinden. Die Zielvorstellung für ein Verbundsystem der ersten Phase ist eine Durchdringung und Öffnung des Raumes für Tier- und Pflanzenarten, deren Lebensräume zu verschwinden drohen oder unter eine kritische Minimalgröße gesunken sind. Dabei sind die isolierten und verstreuten Restbiotope einzubinden und vorhandene nutzungsarme Raumstrukturen aufzunehmen. Konkret wird die räumliche Ausgestaltung örtlich zu unterschiedlichen Ergebnissen führen (MADER 1985). Es werden dabei 5 Orientierungspunkte von MADER (1985) genannt, die insbesondere im ländlichen Raum als Richtschnur dienen sollten:

1. Anlehnung des Biotopverbundsystems an die raumstrukturellen Vorgaben des entsprechenden Gebiets und Versuch über Integration (Voraussetzungen durch umfassende Kartierung). In Bayern liegen durch die Biotopkartierung, Kleinstrukturenkartierung und weitere Spezialkartierungen wichtige Voraussetzungen vor.

Gestaltung von künstlichen Kleingewässern



Reliefgestaltung vorteilhaft für:

Kammolch
Grasfrosch
(Laich zugänglich)

Springfrosch

Bergmolch
Teichmolch
Grasfrosch
(Laich unzugänglich)
Knoblauchkröte

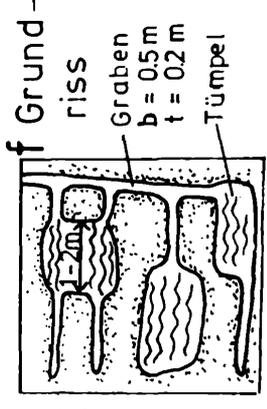
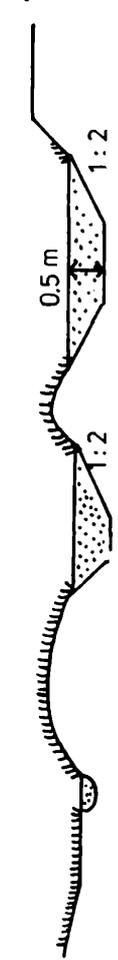
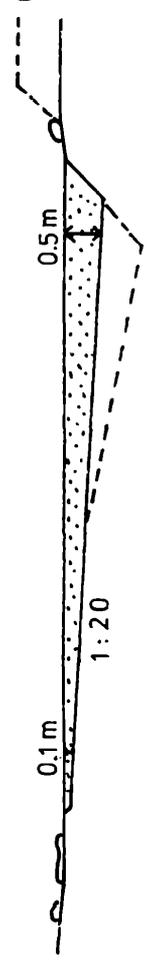
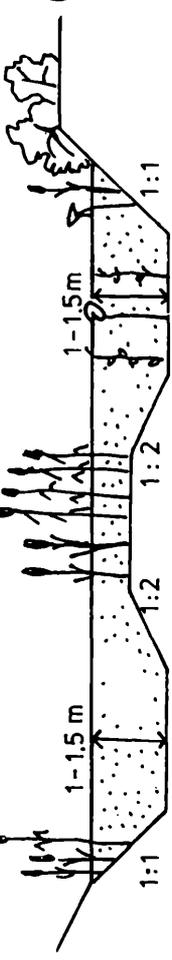
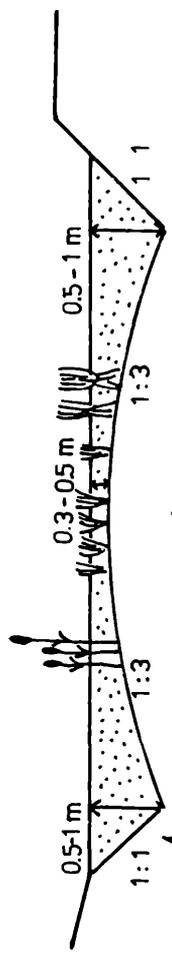
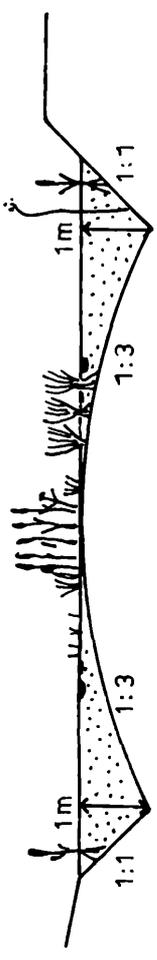
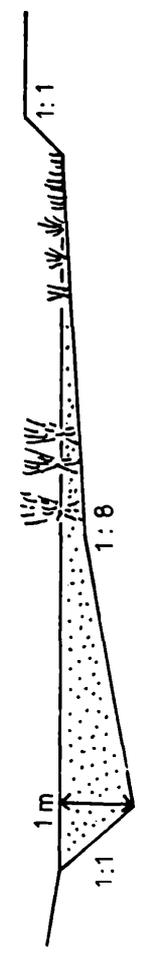
Bergmolch
Teichmolch
Moorfrosch

Bergmolch
Teichmolch
Kammolch
Grümfrosch
Laubfrosch
Erdkröte

Kreuzkröte
Wechselkröte

Bergmolch
Teichmolch
Fadenmolch
Gelbbauchunke

— = 1 m



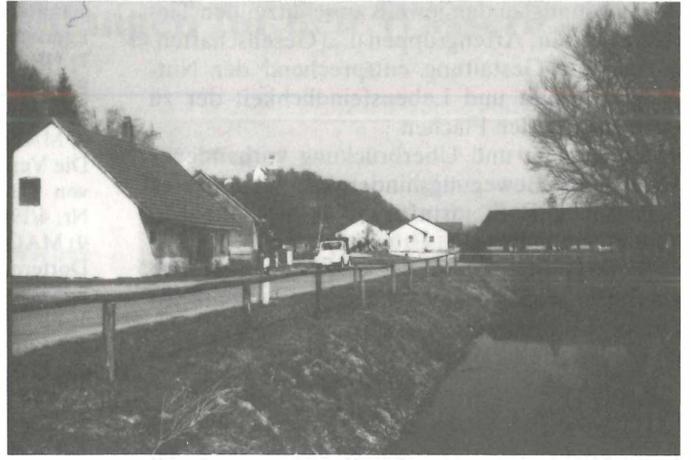
Exposition der Kleingewässer-Neuanlagen möglichst S → NW-NO zur Erhöhung der Wassertemperaturen durch Sonneneinstrahlung

Abbildung 3

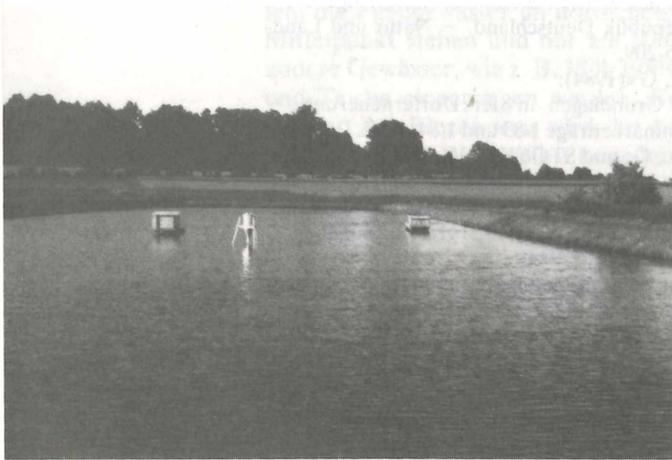
Gestaltung von künstlichen Kleingewässern (SCHOLL und STÖCKLEIN 1980).



1



2



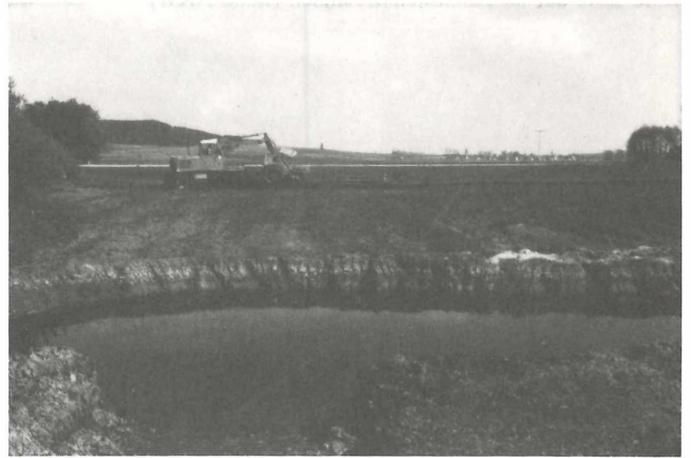
3



4



5



6

1 „Klassischer“ Dorfweiher mit Schloß in Neuhaus (Lkr. Höchstädt/ Aisch).

2 Stehendes Gewässer am Ortsrand von Eugenbach bei Landshut. Durch die Straßennähe und die fehlende Zonierung nur suboptimal als Laichplatz und Lebensraum geeignet.

3 Intensiv genutzter Fischweiher ohne Verlandungszone bei Möhrendorf.

4 Kleingewässer am Rand der ehemaligen Tongrube von Siegelsdorf. Ein sehr bedeutendes Laichgewässer für Amphibien – insbesondere der Gelbbauchunke.

5 Mit Müll und Bauschutt verfallener Himmelsweiher am Ortsrand von Reutles (Stadt Nürnberg).

6 Neuschaffung eines Kleingewässers am Ortsrand von Freystadt/ Oberpfalz.

7 Die bedrohte Amphibienart Kreuzkröte (*Bufo calamita*) ist strikt auf zeitweise beständige (ephemere) Kleingewässer angewiesen (leicht grabfähige Böden vorausgesetzt).



7

2. Zuordnung zu den jeweils zu schützenden Tieren, Pflanzen, Artengruppen und Gesellschaften
3. Flexible Gestaltung entsprechend der Nutzungsintensität und Lebensfeindlichkeit der zu durchdringenden Flächen
4. Entfernung und Überbrückung vorhandener technischer Bewegungshindernisse für einzelne Tierarten (z. B. Steinstufen, Sohlschwellen, Straßenuntertunnelungen, Brücken).
5. Verknüpfung denkbarer und geeigneter Flächen für großflächige Schutzgebiete (zunächst durch Verhinderungsstrukturen als Ziel der planerischen Maßnahmen).

5. Literatur

- 1) BayStMLU [= Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen] (1984): Feuchtgebiete. 3. Aufl., München.
- 2) BLAB, J. (1984): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 24, Bonn – Bad Godesberg.
- 3) BLAB, J. (1978): Untersuchungen zu Ökologie, Raum – Zeit. Einbindung und Funktion von Amphibienpopulationen. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 18, Bonn. – Bad Godesberg.
- 4) BLAB, J., KAUFMANN, R. und STÖCKLEIN, B. (1977): Vergleichende Untersuchungen der Amphibienfauna des Regnitzbeckens und des Mohrweihergebietes. – Naturforsch. Ges. Bamberg 51,1-13.
- 5) BMI [= Bundesminister des Innern] (1983): Abschlußbericht der Projektgruppe Ökologie. – Umweltbrief 29. Bonn.
- 6) FELDMANN, R. (1976): Rote Liste der im Landesteil Westfalen (Land NRW)

gefährdeten Amphibien- und Reptilarten. – Natur und Landschaft 51, 39-41.

7) HEYDEMANN, B. (1982):

Ein Naturschutzprogramm für Deutschland. – WWF-Zeitschrift 4/82, 3-6, Frankfurt/M.

8) MADER, H. J. (1985):

Die Verinselung der Landschaft und die Notwendigkeit von Biotopverbundsystemen. – LÖFL-Mitteilungen Nr. 4/1985.

9) MAGEL, H. (1984):

Dorferneuerung – Gefahr und Chance. – Laufener Seminarbeiträge 1/83 und 1/84. ANL Laufen.

10) REICHHOLF, J. (1975):

Der Einfluß von Erholungsbetrieb, Angelsport und Jagd auf das Wasservogelschutzgebiet am unteren Inn und die Möglichkeiten und Chancen zur Steuerung der Entwicklung. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 12, 109-116.

11) RINGLER, A. (1976):

Verlustbilanz nasser Kleinbiotope in Moränengebieten der Bundesrepublik Deutschland. – Natur und Landschaft 51, 205-209.

12) RITTER, G. (1984):

Ökologische Grundlagen in der Dorferneuerung. – Laufener Seminarbeiträge 1/83 und 1/84; ANL Laufen.

13) SCHOLL, G. und STÖCKLEIN, B. (1981):

Die Bedeutung der Kleingewässer für die Amphibien- und Wasserinsektenfauna. – Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege 12, 141-152, München.

14) STÖCKLEIN, B. (1984):

Das Dorf und seine freilebende Tierwelt. – Laufener Seminarbeiträge 1/83 und 1/84; ANL Laufen.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Bernd Stöcklein
 Fachhochschule Weihenstephan
 Fachbereich Landwirtschaft I
 8300 Landshut-Schönbrunn

Tierökologische Empfehlungen für den Wasserbau im dörflichen Bereich

Michael Vogel

1. Einleitung

Der Wasserkreislauf ist ein in sich geschlossenes System. Unsere Fließgewässer übernehmen innerhalb dieses Systemes die ganz wichtigen Funktionen des Sammelns, des Ableitens und des Reinigens. Aber sie sind auch bedeutsame Ausgleichsräume und natürliche Hilfsquellen des Menschen. So hat die vielfältige Nutzung der Gewässer durch den Menschen eine lange Tradition. Bei den folgenden Ausführungen sollen vor allem die Fließgewässer im dörflichen Bereich im Mittelpunkt stehen und nur am Rande soll auf andere Gewässer, wie z. B. Mühlgräben, Tümpel und Teiche eingegangen werden. Bei der Darstellung der Biozöosen wird der Schwerpunkt auf die das Gewässer selbst besiedelnden Arten gelegt. Auf Gewässer begleitende Rand- und Saumgesellschaften soll nicht speziell eingegangen werden.

2. Grundsätzliche Überlegungen

Einige grundsätzliche Überlegungen zur Fließgewässerökologie:

1. Jedes einzelne Fließgewässer stellt ein individuelles System dar.

Es ist beispielsweise geprägt vom geologischen Untergrund und von den klimatischen Bedingungen, die in seinem Verlauf vorherrschen. Das heißt aber auch für uns, daß ein Eingriff am Fließgewässer A, der sich als positiv erwiesen hat, nicht unüberlegt für unser Fließgewässer B übernommen werden darf.

2. Jedes einzelne Fließgewässer ist ein sich ständig veränderndes Kontinuum von der Quelle bis zur Mündung.

Für uns ergibt sich daraus, daß ein unüberlegter Eingriff an irgendeiner Stelle Auswirkungen auch an anderen Stellen haben kann.

Ein Fließgewässer kann in verschiedene Teilbereiche aufgliedert werden. (vergl. Abb. 1)

Es sind dies:

- die Quellregion,
- die Region des Mittellaufes und
- die Region des Unterlaufes.

In jeder dieser genannten Regionen finden wir nun wiederum verschiedene Wechselbeziehungen der belebten und unbelebten Komponenten des Systems. Daraus folgt für uns ein weiterer Punkt.

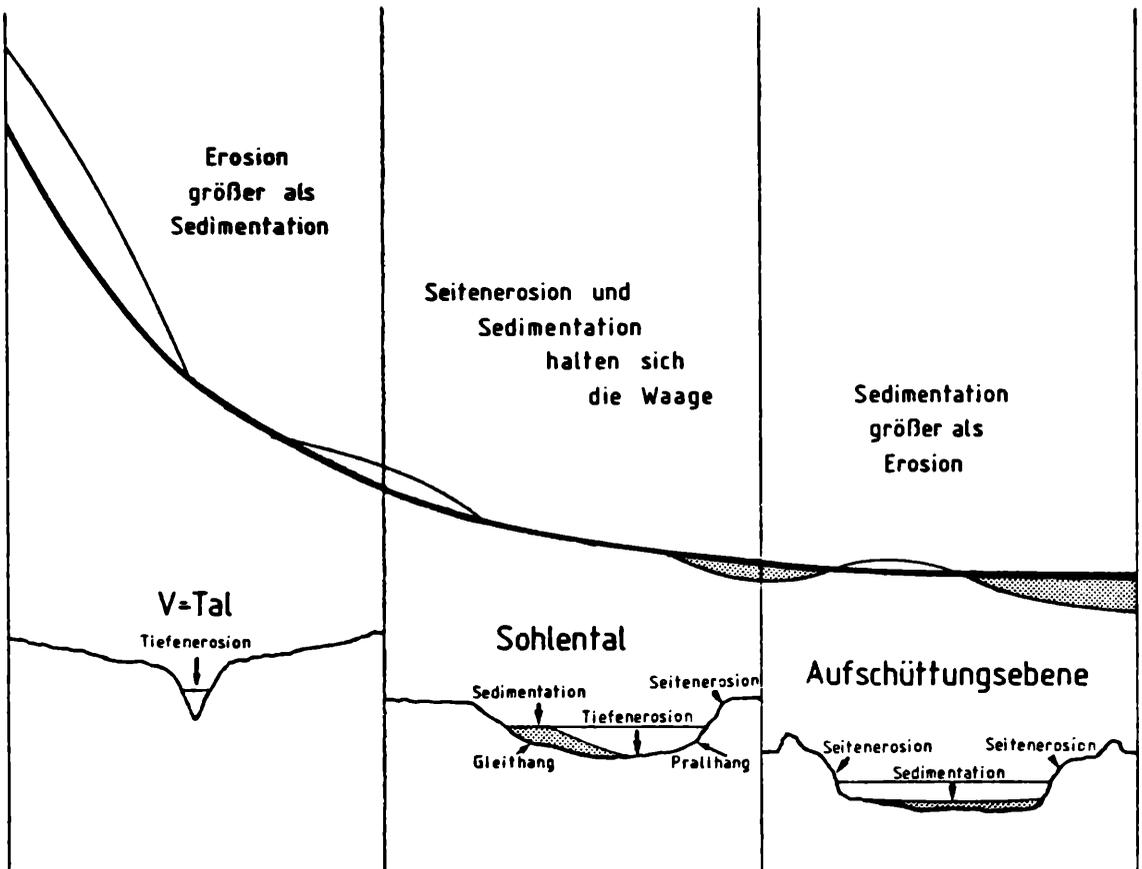


Abbildung 1

Morphologie eines Fließgewässers mit Ober-, Mittel- und Unterlauf einschließlich der Erosions- und Sedimentationszonen (aus KLEE 1985)

3. Es ist wichtig für uns zu wissen, in welchem Abschnitt des Fließgewässers wir eingreifen wollen.

Was sind nun die Kennzeichen oben genannter Abschnitte. Welche Tiergesellschaften leben in ihnen, ja welche Tiere müssen in diesen Teilbereichen leben, um die Funktion des Gewässers zu gewährleisten.

3. Regionen der Fließgewässer

Quellregion (Krenal)

Die Quellregion eines Fließgewässers ist sein empfindlichster Bereich.

Maßgebende Faktoren sind:

- Ganzjährig niedrige Wassertemperatur und geringe Temperaturschwankungen.
- geringe Nährstoffkonzentration im Wasser und daher eine nur geringe Produktivität,
- eine gering ausgeprägte Mikrobiotwelt, Flora und Fauna. (Fische fehlen z. B. völlig)

- spezialangepaßte Tiere.

z. B. Brunnenkrebse, Höhlenasseln, Bachflohkrebse, Köcherfliegenlarven, Zuckmückenlarven, Ruderfußkrebse, Molche, Salamander.

Dieser Bereich kann irreparabel zerstört werden durch z. B. Drainage, Verrohrung, das Einleiten von Siedlungsabwässern, intensive Landwirtschaft und Verkehrsimmissionen.

Empfehlungen für Wasserbaumaßnahmen in diesem Bereich kann man nicht geben, sondern der Grundsatz muß lauten:

Keine Siedlungstätigkeit und keine Intensivlandwirtschaft im Quellbereich!

Mittellauf (Rhithral, Salmonidenregion)

Bestimmende Faktoren des Abschnittes des Mittellaufes eines Fließgewässers sind:

- Niedrige Wassertemperatur und geringe Wassertemperaturschwankungen im Jahresverlauf,

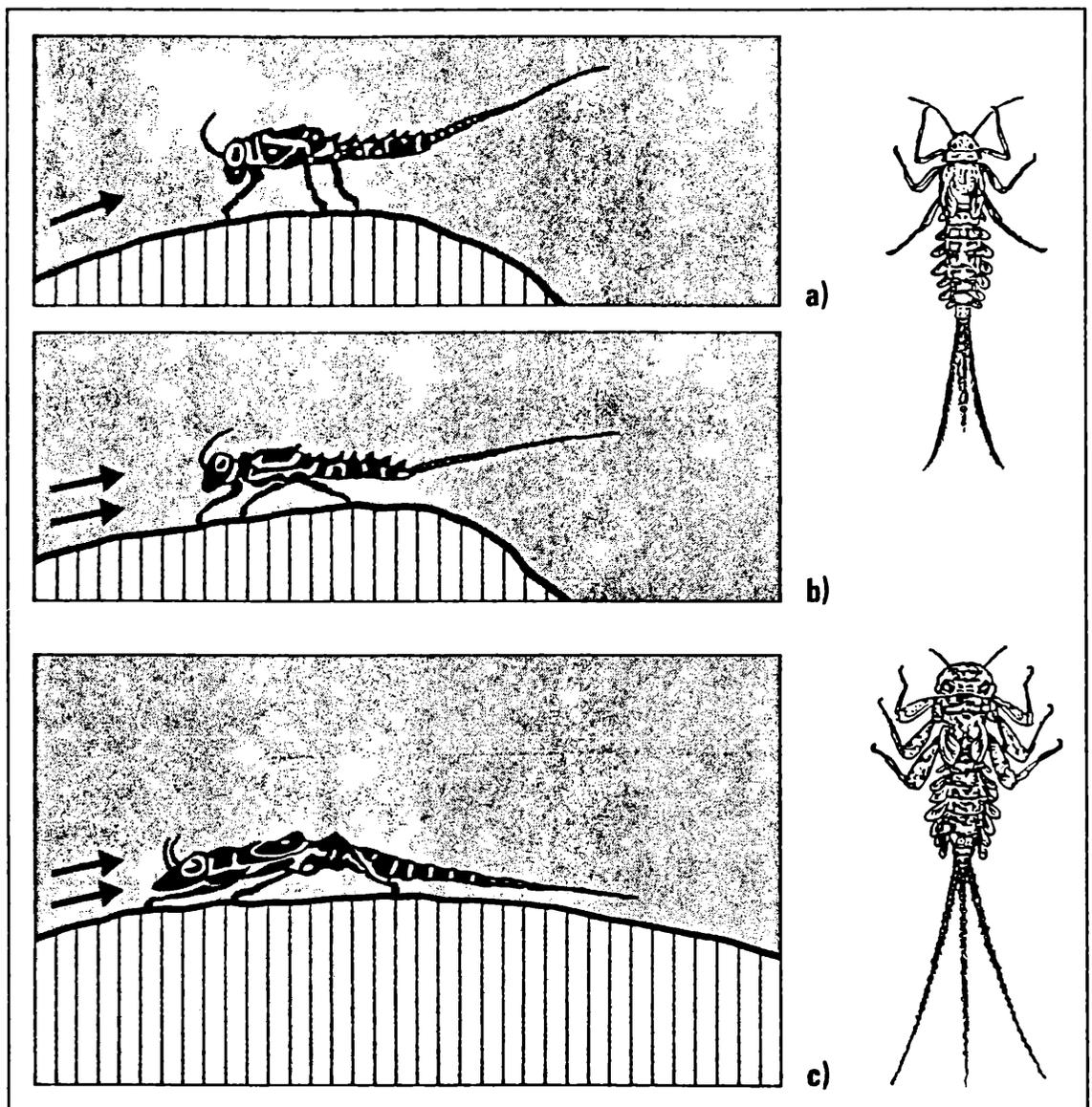


Abbildung 2

Verhalten von Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera) in verschieden starker Strömung.

a: *Baetis* – Larve bei schwacher Strömung; b: *Baetis* – Larve bei starker Strömung; c: *Ecdyonurus* – Larve bei starker Strömung (nach SCHUA 1970, aus NIEMEYER-LÜLLWITZ 1985)

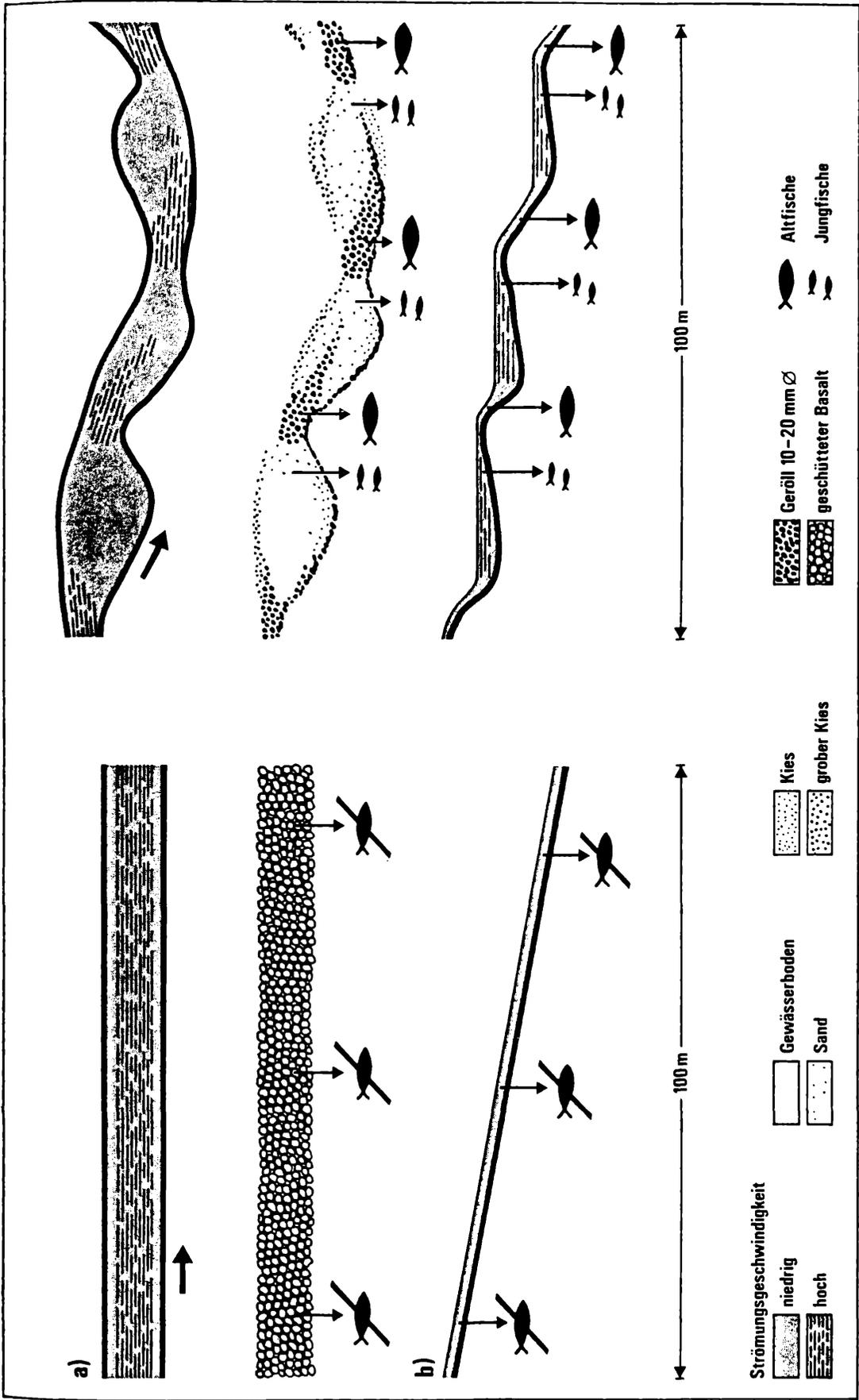


Abbildung 3

Schematisierte Aufsicht (a) und Längsschnitt (b) eines begrädigten und natürlichen Bachabschnittes mit jeweiliger Besiedlung durch Groppen-Jung- und Altfische (nach BLESS 1981, aus NIEMEYER-LÜLLWITZ 1985)

- Hohe Sauerstoffsättigung des Wassers aufgrund der schnellen und turbulenten Strömung,
- Insgesamt schnelle, aber doch örtlich extrem schwankende Fließgeschwindigkeit,
- Wechselnde Bachbettbreite und Wassertiefe; seichte Stellen und tiefe Kolke liegen oft beieinander
- Die Sohlenbeschaffenheit wechselt von Fels, Stein, Geröll und Kies, aber es treten auch Stellen mit Sand- und Schlammablagerungen auf.
- Mit abnehmendem Gefälle nimmt auch die Primärproduktion im Gewässer zu, d. h. Gefäßpflanzen besiedeln das Gewässer selbst.

Bei der Kleintierfauna treten besonders Arten auf, die speziell an stärkere Strömungsverhältnisse und hartes Substrat angepaßt sind.

Einige typische Gruppen sind:

- Bewegliche Tiere mit Haken und/oder Saugnapfen z. B. Larven von Simuliiden (Kriebelmücken), Zuckmücken sowie Käfern
- Arten mit Wimpern und Klebflächen, z. B. Flußnapfschnecke
- Tiere mit abgeflachtem Körper und stark seitlicher Einlenkung der Beine, z. B. Larven von Eintagsfliegen, Köcherfliegen und Steinfliegen (vergl. Abb. 2)

Alle genannten Arten ernähren sich hauptsächlich von Organismen, die auf dem Substrat wachsen (Algen, Bakterien) und/oder von der organischen Drift im Gewässer. Sie entziehen dem Ge-

wässer also organische Stoffe und bauen sie in körpereigene Substanz um.

Die Region des Mittellaufes eines Fließgewässers ist der Abschnitt in dem die meisten Fischarten nebeneinander und miteinander leben können. So z. B. aus der Familie der Salmoniden die Bachforelle, der Huchen, der Bachsaibling.

Aus der Familie der Karpfenfische z. B. Elritze, der Schmerlen die Schmerle, der Gropfen die Groppe und der Dorschfische die Quappe. Oder z. B. aus der Familie der Rundmäuler das Bachneunauge und/oder das Flußneunauge.

Der wichtigste Faktor für alle genannten Arten ist der im Wasser vorhandene Sauerstoff, da bei gleichbleibender Temperatur und Verfügbarkeit der Nahrung die Stoffwechselfvorgänge ansonsten nicht unterhalten werden können.

Ein weiterer wichtiger Faktor für Fische ist das Vorhandensein geeigneter Laichsubstrate.

z. B. Forellen sind Kieslaicher, Nase und Elritze heften Eier an Steine, Hasel ist Krautlaicher.

Der Mittellauf des Fließgewässers ist der Bachabschnitt, in dem die meisten Tierwanderungen stattfinden.

Das beste Beispiel wären hierfür die anadromen Lachse, die es leider bei uns nicht mehr gibt.

Aber es wandern z. B. auch Flußkrebse. Diese Tiere benötigen Unterstände unter überhängenden Wurzeln.

Wir finden Drift bei vielen Insektenlarven, die im Laufe ihrer Larvalentwicklung bachabwärts

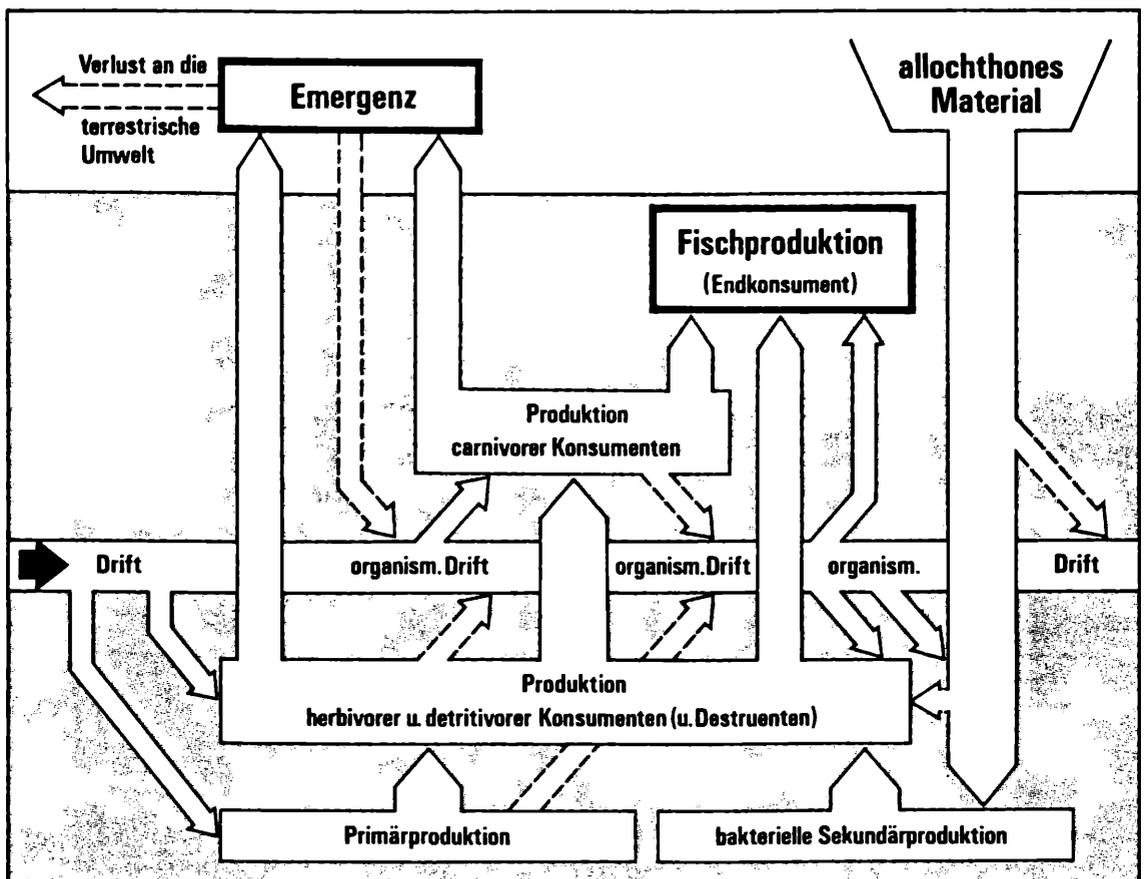


Abbildung 4

Nahrungsbeziehungen in Fließgewässern (nach SANDROCK 1981, aus NIEMEYER-LÜLLWITZ 1985)

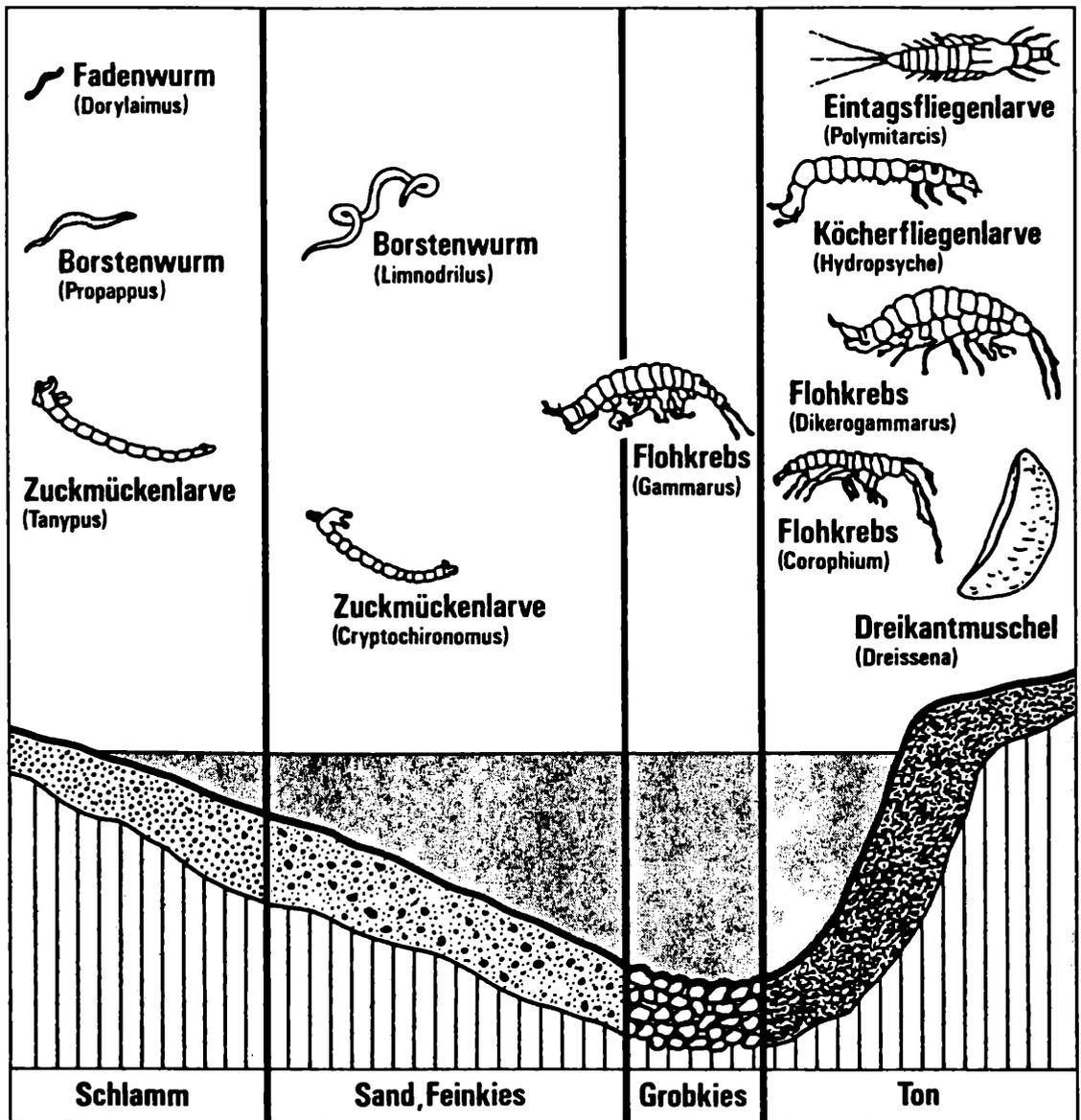


Abbildung 5

Querprofil der tierlichen Besiedlung im Unterlauf eines Flusses
(nach SANDROCK 1981, aus NIEMEYER-LÜLLWITZ 1985)

„wandern“ Als erwachsene Tiere erfolgt dann ein Rückflug (Kompensationsflug) in höher gelegene Bachabschnitte.

Auch Fische wandern im Laufe ihrer Entwicklung. Viele Fischarten benötigen in ihren verschiedenen Lebensabschnitten verschieden strukturierte Lebensräume. (Abb. 3)

Der Mittellauf eines Fließgewässers ist von Natur aus der Abschnitt mit der größten strukturellen Vielfalt, wo in einem sehr kleinräumigen Nebeneinander den verschiedensten Tieren Lebensräume geboten werden. Alle Organismen sind durch ein dichtes Nahrungsnetz miteinander verbunden. Ausgangspunkt sind die Produzenten (autotrophe Organismen wie Algen, Moose, höhere Pflanzen und einige Bakterienarten), die aus anorganischen Stoffen organische Substanzen aufbauen. Von diesen abhängig sind die Konsumenten 1. Stufe (pflanzenfressende Tiere) und von diesen wiederum die Konsumenten 2. Stufe (fleischfressende Tiere). Von der organischen

Substanz der Produzenten und der Konsumenten leben schließlich die Destruenten (Bakterien und Pilze). Dieses Nahrungsnetz ist der Dreh- und Angelpunkt für die Funktion eines Fließgewässers. Gerade bei Ausbaumaßnahmen im dörflichen Bereich müssen wir bemüht sein, Möglichkeiten zu schaffen, daß sich dieses Netz wieder selbst knüpfen kann. (vergl. Abb. 4)

Konkrete Vorschläge aus tierökologischer Sicht sollen nach der Besprechung des nächsten Abschnittes erfolgen.

Unterlauf (Potamal, Cyprinidenregion)

Bestimmende Faktoren des Unterlaufes eines Fließgewässers sind:

- Zum Teil schon hohe und im Jahresverlauf schwankende Wassertemperaturen.
- Mäßige Fließgeschwindigkeiten.
- Überwiegend Schlamm- und Sandsedimente.
- Besiedlung mit untergetauchten und am Fließgewässerboden verwurzelten Pflanzen.

Das Potamal ließe sich noch weitergehend untergliedern, aber wichtig ist:

In diesem Bereich haben wir einen Wechsel in den Tiergesellschaften. Es findet ein Übergang zu Weichböden bewohnenden Tieren statt (Abb. 5) und zu Tieren, die auf Verlandungszonen mit dichter Wasser- und Sumpflvegetation angewiesen sind.

Einige Beispiele:

- Insektenlarven, die im Substrat graben oder auf dem Substrat kriechen (Eintagsfliegenlarven).
- Zander, Schleie und Aal jagen bevorzugt über sandigem und schlammigem Untergrund in tieferen Zonen.
- Insekten, die die Vegetation als Eiablagesubstrat benutzen.
- Unter den Fischen dominieren sich langsam bewegende Arten mit hohen Körpern (Brachsen, Schleien, Karpfen, Zander, Hecht, Aal, Wels).
- Bei den Fischen treten weiterhin Arten in den Vordergrund, die Pflanzenbewuchs im Gewässer brauchen.
Die Larven des Hechtes können sich mit Hilfe von Klebdrüsen an den Pflanzen festhalten und so in Ruhe ihre Dottervorräte aufzehren. Flußbarsch, Karpfen, Hecht vermeiden die of-

fene Wasseroberfläche und suchen die Pflanzengürtel der Uferbereiche als Aufenthaltsraum und zur Nahrungssuche auf.

In diesem Bereich eines Fließgewässers wird die Wasseroberfläche zunehmend zu einem neuen Lebensraum. (siehe Abb. 6)

Auf dem Wasserfilm in strömungsgeschützter Ufernähe leben zahlreiche auf dem Wasser schwimmende Insekten, wie z. B. Schwimmkäfer, Wasserkäfer, Taumelkäfer oder Wasserläufer.

Nach dieser doch sehr allgemein gehaltenen Betrachtung eines Fließgewässers mit seinen abiotischen und biotischen Faktoren nun zu der Frage, was als Empfehlung aus tierökologischer Sicht für den Wasserbau im dörflichen Bereich gegeben werden kann.

4. Empfehlungen für den Wasserbau im dörflichen Bereich

Die Fließgewässer durch unsere Dörfer waren früher einmal das Rückgrat der Ansiedlungen. Das Dorf war in die Geschichte des Baches integriert.

Als Empfehlungen können aus tierökologischer Sicht folgende Punkte genannt werden:

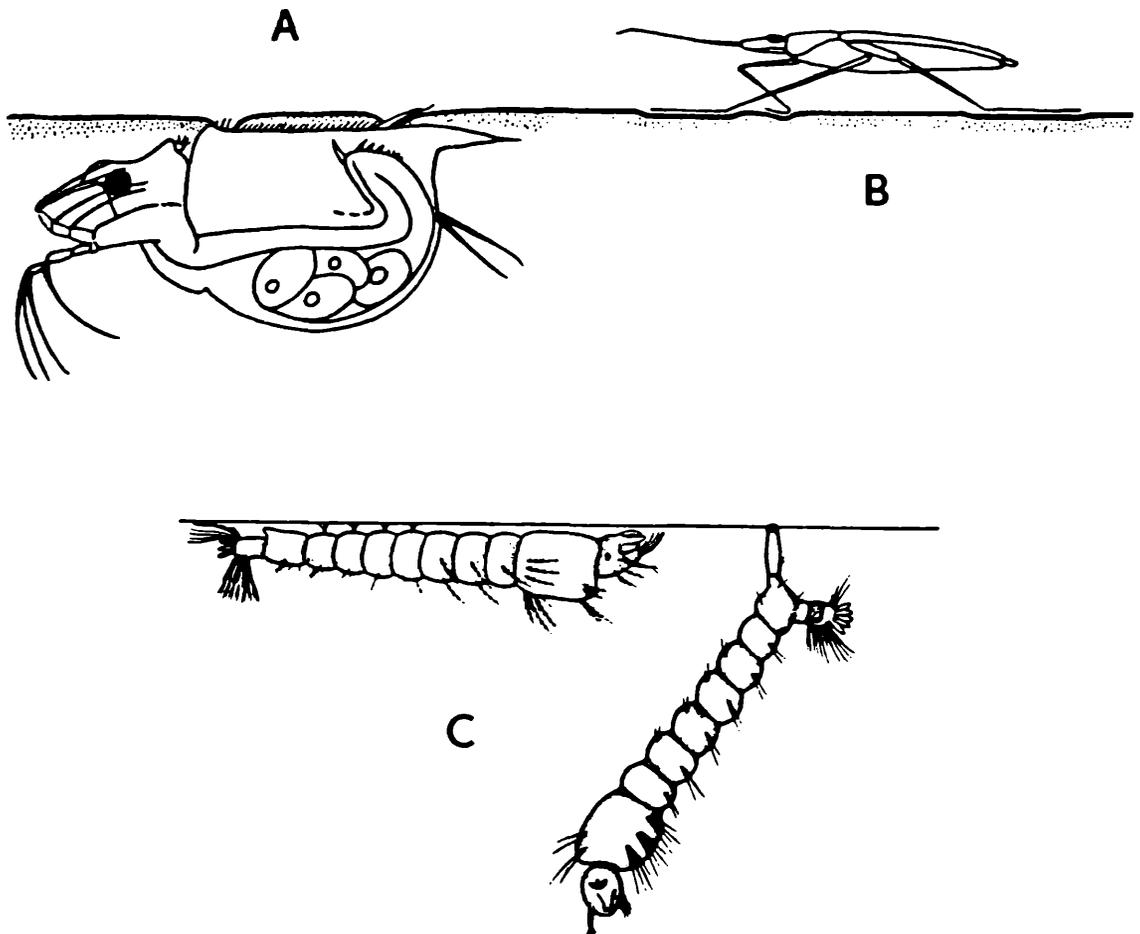


Abbildung 6

Ausnutzung der Grenzflächenspannung des Wassers durch Arthropoden.

A: Cladocere *Scapholebris mucronata*; B: Wasserläufer *Gerris spec*; C: Larven der Stechmücken *Anopheles* (links) und *Culex* (rechts)
(aus KLEE 1985)

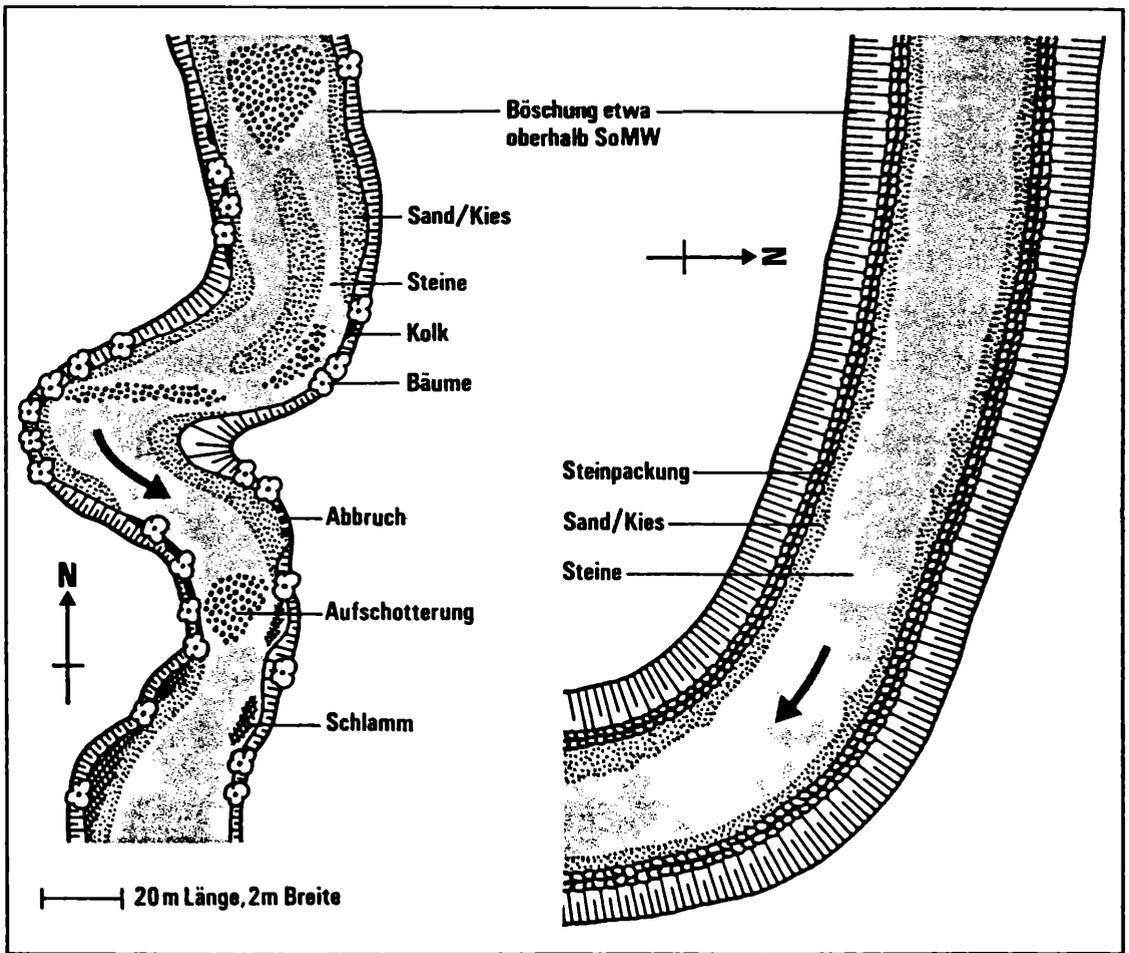


Abbildung 7

Biotopstrukturen der Düssel (NRW). Links naturnaher Abschnitt, rechts ausgebauter Abschnitt. (nach SCHLÜTER 1977, aus NIEMEYER-LÜLLWITZ 1985)

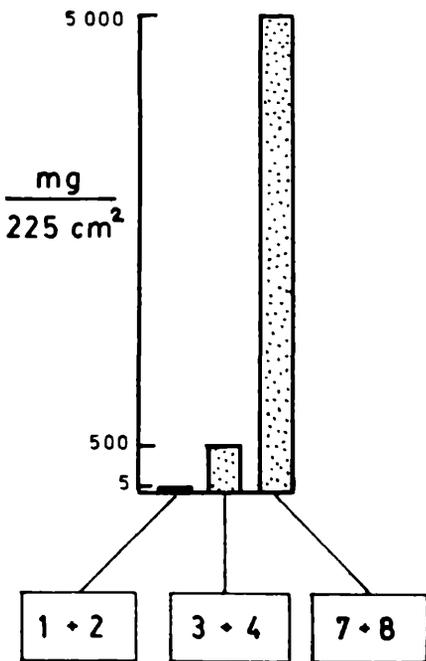
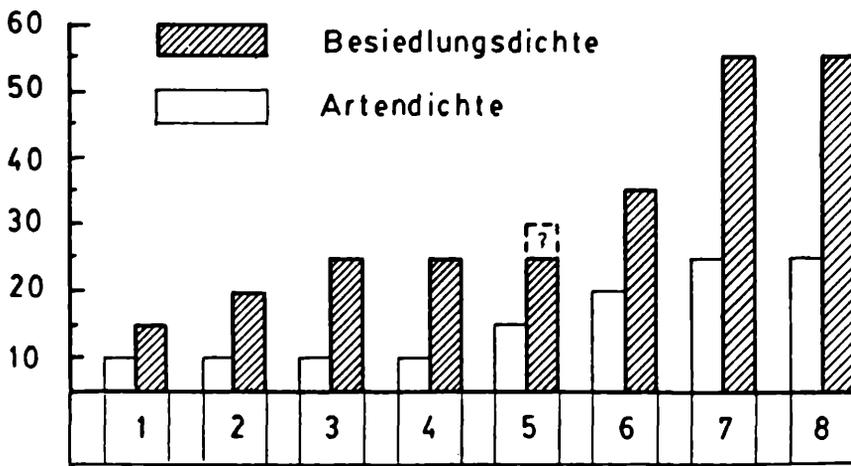
1. Die Quellregion muß von Siedlungstätigkeit und Intensivlandwirtschaft frei bleiben.

2. Im Mittellaufbereich muß es das Ziel sein, Nahrungsnetze zu erhalten und somit die Funktionsfähigkeit des Fließgewässers zu schützen.

- Man sollte versuchen ein Strömungsmosaik zu schaffen. (Abb. 7) Dies kann nicht geschehen, wenn man das Gewässer zu einem befestigten Abflußgraben ausbaut. Querschnittsveränderungen, Verlagerungen des Stromschnittes und naturnahe Gewässerbettführung sind anzustreben. Auch die Sohle sollte so gestaltet werden, daß selbst bei Niedrigwasserständen Turbulenz- und Stillwasserzonen noch vorhanden sind. Denn ein zu breites Profil, mit zu geringer Wassertiefe erhitzt das darin fließende Wasser zu stark. Dadurch wird dieser Bereich einmal zu einem Wanderungshindernis, zum ändern werden die Lebensbedingungen für die für die Selbstreinigung wichtigen tierischen Lebewesen vernichtet. Auch ist die Selbstreinigungsleistung in einem turbulenten Gewässer höher, da ein günstigeres Verhältnis der Wasseroberfläche zur Wassermasse vorliegt.
- Gefällstrecken sollten nicht durch Wehre überwunden werden, sondern durch Abtreppen. Dadurch verhindert man Trennelemen-

te, und ein Austausch der Tierpopulationen untereinander wird nicht unterbunden.

- Man sollte versuchen im Sohlenbereich verschiedenartige Substratstrukturen anzubieten, wenigstens im geringen Umfange als Anfangsmaßnahme.
- Der biologische Tod eines jeden Gewässers ist die Sohlenversiegelung. Es muß ein Austausch zwischen dem Oberflächenwasser und dem meist unterhalb des Bachbettes ziehenden Grundwassers gegeben sein. Dieser Zwischenbereich (hyporheisches Interstitial) ist sowohl als Entwicklungsort, wie auch als Rückzugsort vieler Lebewesen unersetzlich. Schneiden wir diesen Teil aus unserem System heraus, so verkürzen wir indirekt unseren Wasserlauf. Viele Untersuchungen belegen, daß die Selbstreinigungskraft eines Gewässers umso geringer ist, je kürzer und je weniger gegliedert ein Gewässerlauf ist. Der Ausbau zum innerörtlichen Hochwasser-schlauch nimmt dem Fließgewässer die Möglichkeit, Teile seiner Schmutzfracht loszuwerfen.
- Läßt sich eine tiefeingreifende Baumaßnahme nicht verhindern, so sollte man doch wenigstens „tierfreundliche“ Wasserbauelemente verwenden. (siehe Abb. 8)



Kleintiergewichte

1		Asphaltdeckwerk
2		Betonplatte
3		Betonbohlen
4		Stahlspundwand
5		Natursteinpflaster
6		Steinschüttung mit Bitumenverguß
7		Steinschüttung
8		Steinschüttung mit Schilfpflanzung

Abbildung 8

Kleintierbesiedlung von Wasserbauelementen (nach KOTHÉ 1965, aus WOLF 1977)

In der Praxis hat sich dabei eine Kombination aus Tot- und Lebendbaustoffen bewährt.

- Im Mittellaufbereich unserer Fließgewässer erfolgen die meisten Kläranlageneinleitungen. Man sollte darauf achten, daß bei Niedrigwasserführung des Fließgewässers auch der Kläranlageneinlauf gedrosselt wird, da man ansonsten ein ungünstiges Verhältnis von Kläranlageneinlaufwasser und Bachwasser erhält. Das bedeutet, daß beim Kläranlagenbau Pufferkapazitäten mit eingerichtet werden müssen, um eine Regulation des Abflusses vornehmen zu können.

3. Im Unterlaufbereich der Fließgewässer sollte auch im dörflichen Bereich darauf geachtet werden, daß gewisse Überschwemmungsräume erhalten bleiben.

4. Eine Bepflanzung der Ufer mit Weiden und Erlen sollte auch im Ortsbereich vorgenommen werden.

Dadurch werden Sitz- und Brutplätze für Vögel geschaffen, was zu einer Erhöhung der Artenvielfalt führt. Auch trägt diese Bepflanzung zur natürlichen Ufersicherung bei.

5. Man sollte versuchen auch die Unterwasserflora zu erhalten. Unbestritten ist die Bedeutung dieser Vegetation als biologische Absorptionsfläche, als Ansatzfläche für Bakterien, Algen und Tiere. Diese Flächen sind wichtig im Hinblick auf die Selbstreinigungsfunktion und sie sind wichtig für die Wiederbesiedlung eines Gewässers z. B. nach einem Gift- oder Säurestoß.

6. Altwässer, wie z. B. Mühlgräben, die mittlerweile vom Ursprungsgewässer abgeschnitten sind, sollten wieder Anschluß an diese Gewässer bekommen.

- Denn Stillwasserbereiche sind für die Selbstreinigungskraft ebenso von Bedeutung wie die wirbelige Strömung. Im Unterschied zum Stau ist in solchen Gewässern die Sauerstoffversorgung stabiler. Es kommt dann zu einem schnellen aeroben Abbau organischer Substanzen durch die Massenvermehrung von schlammbewohnenden Tieren, wie Schlammröhrenwürmer und bestimmte Zuckmückenlarven.
- Funktionieren können aber solche Bereiche nur, wenn sie noch mit dem Fließgewässer in Verbindung stehen und ein regelmäßiger Wasseraustausch stattfindet. So kann durch das Fließgewässer zum einen organische Substanz abgelagert werden, zum anderen der Sauerstoffhaushalt stabil gehalten werden.
- Eine Uferbepflanzung verstärkt die Reinigungswirkung, da biologische Austauschflächen vergrößert werden, das Wasser länger zurückgehalten wird und auch Pflanzen beträchtliche Stoffmengen aufnehmen.
- Auch Hochwasserspitzen können abgepuffert werden.

7. Weiher und Tümpel im Ortsbereich, auch wenn sie z. B. als Feuerlöschteiche genutzt werden, sollten naturnah gestaltet werden.

- Diese Stillgewässer können für viele Tier- und Pflanzenarten sowohl als Rückzugsgebiet

als auch als Wiederausbreitungszentrum dienen.

- Nicht zuletzt können Stillgewässer im Siedlungsbereich das Mikroklima positiv beeinflussen.

8. Naturgemäße und saubere Gewässer im Ortsbereich sind die besten Maßnahmen, um einer Ansiedlung von Ratten vorzubeugen.

Dabei ist auch darauf zu achten, daß keinerlei ungeklärte Abwässer jeglicher Art eingeleitet werden.

5. Zusammenfassung

Wasserbaumaßnahmen bedeuten, daß das Gewässer unmittelbar nach dem Ausbau zunächst einmal biologisch gesehen eine Trümmerstätte ist. Dies betrifft besonders die an bestimmte Sohlen- und Ufersubstrate angepaßten wirbellosen Tiere. Wasservögel können davonfliegen und Fische haben eventuell die Möglichkeit in andere Gewässerabschnitte auszuweichen.

Eine Regeneration bearbeiteter Bereiche muß sich also wesentlich auf die Wiederbesiedlung stützen. Aufgrund der organismischen Drift in Fließgewässern ist diese Möglichkeit gegeben. Aber eine „unbiologisch“ angelegte Staustufe oder ein Wasserabsturz oberhalb des Dorfes oder unterhalb des Dorfes können unüberwindliche Barrieren darstellen. (vergl. Abb. 9)

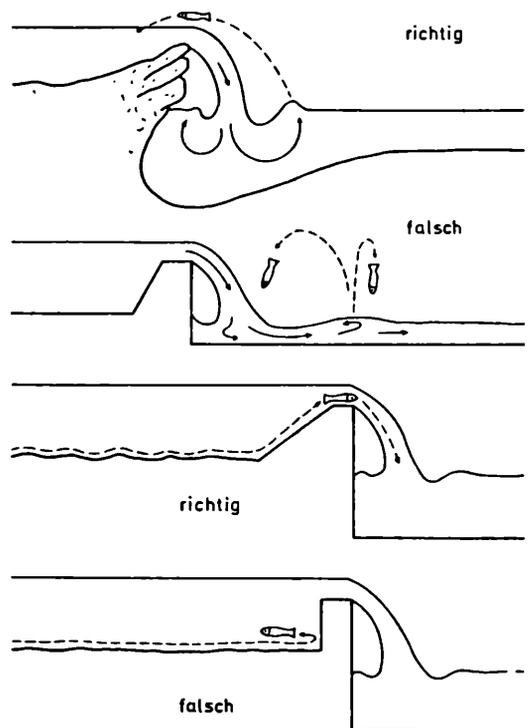


Abbildung 9

Anlage künstlich geschaffener Fischwechsel

(nach WHITE und BRYNILDSON 1967, aus KLEE 1985)

Aber noch einschneidender wirkt der Fall, wenn wir einen natürlichen Gewässerverlauf im dörflichen Bereich durch unüberlegte Baumaßnahmen unterbrechen. Neben der Trennwirkung ist auch noch zu bedenken, daß wir über einen gewissen Abschnitt hinweg ein System aus dem Gleichge-

wicht bringen. Und solche Abschnitte müssen dann zu Stellen werden, wo wir unkontrollierbare Massenentwicklungen von Tieren bekommen. Denn lästige Massenvermehrungen von z. B. Schnaken und Kriebelmücken treten in den Bereichen von Fließgewässern auf, wo das System gestört ist, wie z. B. starke Eutrophierung und eben bei unnatürlichem Verbau. Die Tiere, die keine eigenen Mechanismen zur Populationsbegrenzung entwickelt haben, sehen sich plötzlich einer fast unerschöpflichen und immer vorhandenen Nahrungsquelle gegenüber. Ihre Häufigkeit wird auch nicht mehr durch biotische Faktoren begrenzt, da ein Gleichgewichtszustand zwischen ihnen und Räuber (und/oder Parasiten) nicht mehr erreicht werden kann.

Was bei allen Eingriffen in Fließgewässer und dabei besonders auch im dörflichen Bereich beachtet werden muß ist, daß wir Lebensraumstrukturen und Requisiten anbieten, damit eine Besiedlung durch eine Vielzahl von Tieren möglich ist. Denn je vielfältiger Uferbereiche und Bachbette gegliedert sind, desto mehr Tieren bieten wir Lebensmöglichkeiten und desto besser unterstützen wir die Funktionen unserer Fließgewässer. Denn damit unsere Gewässer funktionieren, sind Tiere absolut notwendig.

Einmal ganz abgesehen von Natur- und Artenschutzgedanken: Tiere sind auch Fühler in natürlichen Systemen. Ihr Vorhandensein oder Fehlen sagt uns etwas über den Zustand des Systems, es zeigt uns auch Veränderungen im System.

So sollte man bei Wasserbaumaßnahmen im dörflichen Bereich auch an die „unscheinbaren“ Tiere denken, sie können uns manchmal mehr helfen und Auskünfte geben, als wir uns vorstellen können.

6. Literatur

- BINDER, W. (1979):
Grundzüge der Gewässerpflege.
Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft,
Heft 10, 56 pp.
- BINDER, W., JÜRGING, P., KARL, J., SCHAUER, Th. (1984):

Fließgewässer – Erhalten, Pflegen, Gestalten;
Deutscher Naturschutzring, Bonn, 24 pp.

DVWK (1984):
Ökologische Aspekte beim Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern.
Merkblätter zur Wasserwirtschaft 204/1984;
Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 188 pp.

KLAUSNITZER, B., JAKOB, U. und RICHTER, K. (1978):
Insekten als Bioindikatoren. – Entomologische Berichte 1978, (2), 89-96

KLEE, O. (1985):
Angewandte Hydrobiologie;
Georg Thieme Verlag Stuttgart – New York, 271 pp.

NIEMEYER-LÜLLWITZ, A. und ZUCCHI, H. (1985):
Fließgewässerkunde;
Diesterweg, Sauerländer, 224 pp.

OSCHE, G. (1979):
Ökologie;
Herder Freiburg – Basel – Wien, 142 pp.

REMMERT, H. (1984):
Ökologie;
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 344 pp.

STREIT, B. (1980):
Ökologie;
Georg Thieme Verlag Stuttgart – New York, 235 pp.

TISCHLER, W. (1984):
Einführung in die Ökologie;
Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 437 pp.

WOLF, H. (1977):
Naturgemäßer Gewässerausbau.
Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 46,
259 – 320

ZWÖLFER, H. (1980):
Artenschutz für unscheinbare Tierarten?
Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege, Heft 12, 81 – 88

Anschrift des Verfassers:

Dr. Michael Vogel
Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege,
Postfach 1261
D – 8229 Laufen/Salzach

Möglichkeiten und Grenzen der Gewässerreinigung durch Pflanzenkläranlagen

Benedikt Lambert

Unsere Gesellschaft befaßt sich seit 1979 mit der ingenieurtechnischen Realisierung des Wurzelraumverfahrens nach KICKUTH. Im folgenden Beitrag wird daher schwerpunktmäßig auf dieses Verfahren eingegangen. Zu dem anderen „Pflanzenkläranlagentypus“ nach SEIDEL seien grundsätzliche Unterschiede dargelegt. Aktuelle Aspekte des Wurzelraumverfahrens werden besprochen; hinsichtlich einer Verfahrensbeschreibung sei auf die Literatur (1, 2) und Abb. 1 verwiesen.

1. Geschichtliches

Die Botanikerin SEIDEL beschäftigt sich seit den 50iger Jahren mit den physiologischen Leistungen von Sumpfpflanzen, insbesondere der Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris*). Ihr Grundgedanke bestand darin, die physiologischen Leistungen von Sumpfpflanzen für die Reinigung von Abwasser und Gewässer zu nutzen. Hierbei dachte sie insbesondere an die Eliminierung von Schmutzstoffen aus dem Wasser über die Aufnahme (Inkorporierung) in die Pflanze. Diese Aufnahme sollte sowohl für organische Stoffe (Kohlenstoffverbindungen) wie für anorganische Stoffe (z. B. Nährstoffe, Stickstoff und Phosphat) genutzt werden. Die Aufnahme bei-

der Stoffgruppen hatte für die Abwassertechnik aus quantitativen Gründen, die so erreichte Elimination lag im Bereich von maximal 1-2 % bezogen auf die Zufuhr, keine Bedeutung. Für die Grundlagenforschung wurden, insbesondere was die organische Stoffgruppe betrifft, aber durchaus neue Erkenntnisse gewonnen.

Der Chemiker und Bodenkundler KICKUTH, der in den 60iger Jahren mit SEIDEL gemeinsame Versuche durchführte, lenkte das Augenmerk auf das Beeinflussungsvermögen (Transformationsvermögen) der höheren Pflanze auf ihren Wurzelraum. Er kombinierte die Leistungen von Pflanze und Boden. Nach über 10jähriger Forschung im labor- und halbtechnischen Maßstab entstand 1974 das erste großtechnische, kommunale Projekt „Othfresen“, 1975 das industrielle bei der Firma Windel.

SEIDEL modifizierte ihre Vorstellungen derart, daß sie das „Hydroponikkonzept“ (Pflanzen ohne Bodensubstrat) durch das „Hydrokulturkonzept“ (Pflanzen mit grobem Bodensubstrat) ersetzte. Dieses Konzept, was 1979 auch patentiert wurde, wurde und wird insbesondere für die Einfamilienhausentsorgung eingesetzt.

Das von KICKUTH entwickelte und patentierte „Wurzelraumverfahren“ wurde, von den vorgenannten abgesehen, ab 1980 hauptsächlich für kleine Anschlußgrößen (< 100 EGW) eingesetzt.

Tabelle 1

Verfahrensgegenüberstellung

<u>Boden</u>	HBV (Seidel) inertes, grobes Bodensubstrat (Kies)	WRV (Kickuth) pufferfähiges, sorptionsaktives, feinkörniges Bodensubstrat z. B. Lehmboden
Erschließung neuer Bodenbezirke (Dynamik)	nein	ja
Mosaikhafte Struktur	nein	ja
rhizogene wasserleitende Sekundärporen	nein	ja
Mikroorganismendichte	klein	groß
pedogene P- und N-Fixierung	fehlt	vorhanden
pedogene Pufferung (z. B. pH)	fehlt	vorhanden
Bodentiefe	~ 20 cm	~ 60 cm
Pflanze		
mehrere Arten in einer Anlage	ja	nein
Ernte *)	ja	nein
wärmeisolierende Streu *)	nein	ja
Konstruktion		
offene Wasserflächen	ja	nein
Kurzschlußströmung	ja	nein
einheitliche Strömungsrichtung	nein	ja
Reaktion sommerl. Verdunstung	groß	klein
System stützt sich auf primärporenbedingte, statische Hydraulik	ja	nein

Anmerkung: *) Bei neueren Anlagen wird oft auf die Ernte verzichtet

Seit 1984 sind auch größere Anlagen in Betrieb. Neben diesen beiden vorgenannten Verfahren gibt es bisher keine wissenschaftlich und verfahrenstechnisch begründbare „Pflanzenanlagen“. Die seit einiger Zeit stattfindende Begriffs- und Verfahrensinflation hat keinerlei sachliche Grundlage. Anlagen, die nach den Etiketten „bewachsene Bodenfilter“, „Schilfbodenanlagen“ oder „Sumpfbeetklärstufen“ erstellt wurden, stellen im besten Fall gute, in der Regel schlechte Imitationen der vorgenannten Verfahren dar.

2. Unterschiede zwischen dem Seidel- und dem Kickuth-Verfahren

Aus Tabelle 1 und 2 sind einige Unterschiede der beiden Verfahren angeführt. Es sei ausdrücklich angemerkt, daß die in Tabelle 1 angegebenen Reinigungsleistungen nur bei sachgerechter Erstellung möglich sind.

Tabelle 2

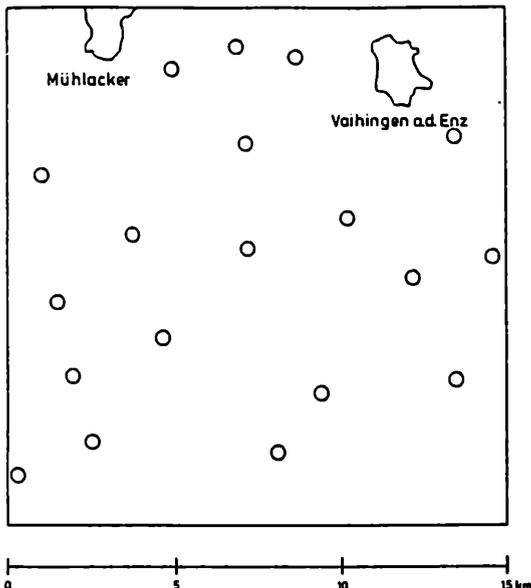
Ablaufergebnisse	HBV	WRV
BSB ₅	25 mg/l	20 mg/l
CSB	90 mg/l	30-40 mg/l
N	45 %	90 %
P	20 %	95 %
Ablauf-Milieu	reduziert	O ₂ vorhanden

HBV = Hydrobotanisches Verfahren nach Seidel
WRV = Wurzelraumverfahren nach Kickuth

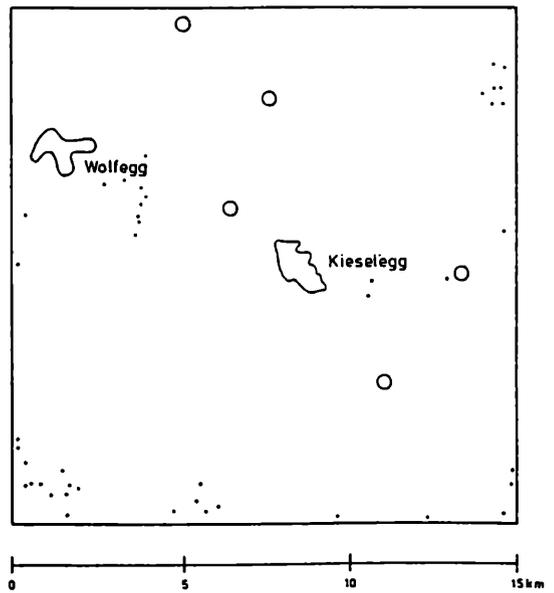
Tabelle 3

Siedlungstypen		
städtische Siedlung	ländlich, geschlossene Siedlung	ländlich, offene Siedlung
Zentralanschluß	Varianteuntersuchung	örtliche Lösung
offenkundig	notwendig	offenkundig
z. B. Verdichtungsraum Stuttgart	z. B. Gäulandschaften	z. B. Oberschwaben
	mit Dominanz von Haufen- und Straßendörfern	mit Dominanz von Weiher und Einzelhöfen

Geschlossene Siedlungen



Offene Siedlungen



 Orte >5000 Einwohner
 Orte 500 · 2000 Einwohner
 Siedlungssplitter, z.B. Aussiedlerhöfe

 Orte >1000 Einwohner
 Orte ca. 500 Einwohner
 Weiher, Einzelhöfe

Abbildung 2

Beispiel ländlicher Siedlungstypen

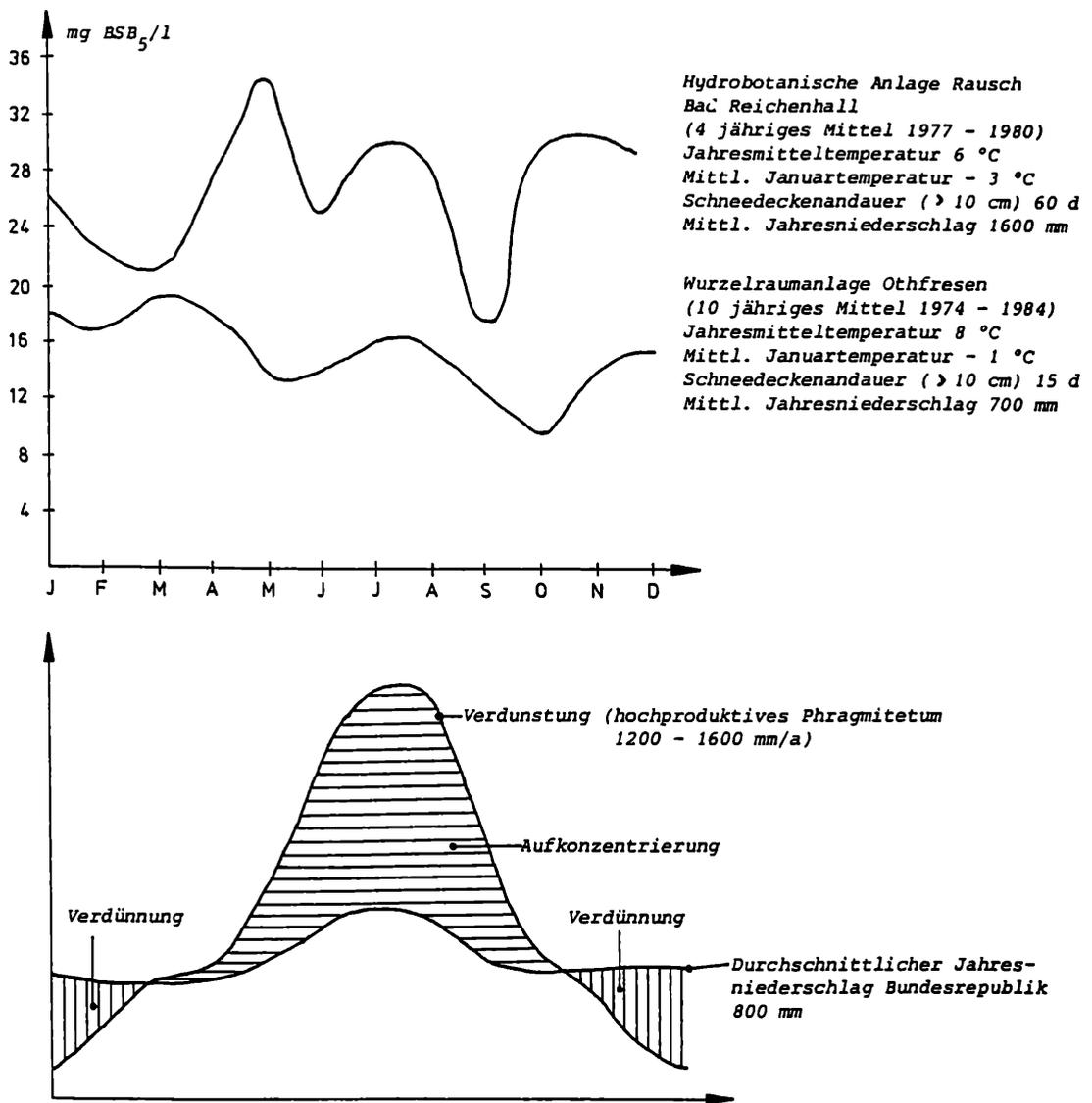


Abbildung 3

BSB₅ - Ablaufkonzentration im Jahresverlauf

3. Abwassertechnische Aktualität des Wurzelraumverfahrens

Nachdem die städtischen Siedlungszentren weitgehend mit leistungsfähigen Kläreinheiten ausgerüstet sind, steht aktuell die Abwasserreinigung im ländlichen Siedlungsbereich auf der Tagesordnung. In Tab. 3 seien nochmals die grundsätzlichen Siedlungstypen zusammengestellt. Für den ländlichen Siedlungsbereich sei in der Abb. 2 nochmals beispielhaft das Mosaik der Siedlungen angeführt. Es ist ersichtlich, welche große Zahl an kleinen Siedlungseinheiten im offenen Siedlungstyp vorhanden ist, andererseits ist auch erkennbar, daß der geschlossene Siedlungstyp ebenfalls Siedlungssplitter vorzuweisen hat.

In dem Umstand, daß die kleinen Siedlungseinheiten abwassertechnisch große Probleme bereiten, liegt einer der Gründe für die Aktualität und Attraktivität dieses Verfahrens.

Ein weiterer Grund dürfte in den gestiegenen Gewässergütevorschriften zu suchen sein. So werden für Hessen und Teile von Baden-Würt-

temberg auch für ländliche Kläranlagen mit kleinen Anschlußwerten Ammoniumstickstoffbegrenzungen behördlicherseits gefordert.

4. Sommer-, Winterbetrieb

Flächenhafte Verfahren wie Klärteiche und Wurzelraumanlagen sind selbstredend weit mehr von den Witterungs- und Klimaverhältnissen abhängig als die technischen Kompaktverfahren.

Einen nicht zu vernachlässigenden Einfluß auf die Ablaufkonzentrationen haben der Niederschlag (N) und die Verdunstung (V). Im Sommer dominiert, insbesondere bei Schilfbeständen, die Verdunstung, dies führt zu einer Aufkonzentrierung der Abläufe, im Winter dominiert der Niederschlag, dies führt zur Verdünnung der Abläufe. Dieser Umstand könnte eine Ursache für die relative Unabhängigkeit der BSB₅-Ablaufkonzentration vom Jahresverlauf sein (Abb. 3). Entsprechend des Jahrganges der Bodentemperatur würde man erwarten, daß die Winterwerte deutlich höher als die Sommerwerte ausfallen. Übers

gesamte Jahr betrachtet, findet bei WRA mit Schilf eine Aufkonzentrierung der Abläufe statt, die Jahresverdunstung ist größer als der Jahresniederschlag. Der rechnerische Verdunstungsüberhang bzw. das Ausmaß der Aufkonzentrierung kann z. B. 400 mm/Jahr betragen (Annahmen: $V = 1200 \text{ mm/a}$, $N = 800 \text{ mm/a}$). Es sei aber auch erwähnt, daß es auch in der Bundesrepublik Standorte gibt wo $N > V$ ist (z. B. Hochschwarzwald, Teile des Alpenvorlandes).

Je nach dem standörtlichen Ausmaß der Bodenwassersättigung in der oberen Schicht, der Niederschlagsart (Regen/Schnee) und -intensität wird, wie Beobachtungen an bestehenden Anlagen bestätigen, ein Großteil des Niederschlagswassers unvermischt und kurzfristig dem Vorfluter zugeführt. Der rechnerisch veranschlagte Jahresniederschlagswert schlägt sich deshalb in vielen Fällen nicht im Analysenwert nieder. Die gemachten Ausführungen sollen zeigen, daß die Beurteilung eines solchen Systems standortsabhängig ist. Nach den bisherigen Erfahrungen besitzt das Wurzelraumverfahren eine relative Unabhängigkeit gegenüber dem witterungsbedingten Jahresverlauf. Offenkundig ist dies daran zu erkennen, daß trotz blassem Schilfsproß in der Vegetationsruhe die Klärleistung nicht wesentlich tangiert wird. Wesentliche Leistungen der Pflanze, wie passiver parenchymatischer Sauerstofftransport in den Wurzelraum und die Erschließung des Bodenkörpers sind weitgehend unabhängig von der Vegetationsperiode. Allerdings zeigen die Ausscheidungen von organischen Stoffen (Exudate) durch die Pflanzenwurzel deutliche Abhängigkeiten zur Vegetationsperiode. Sie sind jedoch nur für die Phosphatfixierung bei Abwasser mit geringer organischer Belastung von Bedeutung.

Eine zentrale Größe für den Winterbetrieb spielt die Bodentemperatur, sie nimmt unmittelbaren Einfluß auf die reinigenden Bodenmikroorganismen. Hierbei ist zu erwähnen, daß ein abwasser-

belasteter Standort sich von einem solchen ohne Abwasserbelastung durch die ständige, abwasserbürtige Wärme- und Energiezufuhr unterscheidet.

Dieser Umstand konnte besonders gut im Februar 1986 studiert werden (Tab. 4). Die beiden untersuchten Anlagen liegen in einer Region mit hoher Häufigkeit an Barfrösten. Dieser Zustand war im Februar 1986 in besonders ausgeprägter Form vorhanden. Die Schneedecke betrug im Mittel auf den Anlagen ca. 0 – 5 cm, die mittlere monatliche Lufttemperatur betrug $-4,8^\circ\text{C}$, der monatliche Niederschlag (Schnee) 11,3 mm.

Auffallend an den Werten der Tab. 5 ist die im Vergleich zur niederen Temperatur ebenfalls geringe CSB-Ablaufkonzentration.

Ähnliche Beobachtungen konnten in den vergangenen Jahren auch 17000h bei anderen Anlagen gemacht werden.

Möglicherweise wird die Minderung der mikrobiellen Reinigungsleistung durch eine verstärkte Adsorption bei niedrigen Temperaturen kompensiert.

Es ist aus der klassischen Abwasserbehandlung bekannt, daß nicht unmittelbar alle organischen Schmutzstoffe mikrobiell abgebaut werden, sondern daß eine teilweise zwischenzeitliche Adsorption dieser Stoffe stattfindet.

5. Nachhaltigkeit

Die Lebensdauer einer Wurzelraumanlage und einer Klärteichanlage sind verschieden zu beurteilen. Bei der letzteren findet ein wesentlicher Teil der Reinigungsleistung in dem sich ständig erneuernden freien Wasserkörper statt (Selbstreinigung). Zeitliche Limits sind durch das Anwachsen des Bodenschlammes oder durch das Zuwachsen z. B. mit Makrophyten bei Nachklärteichen gegeben. Durch entsprechende Räumung kann der Ausgangszustand wiederhergestellt werden.

Tabelle 4

Vergleich abwasserbelasteter und unbelasteter Standort im Februar 1986

Anlage	Ittlingen			Buchenauerhof		
	Zu-	Ablauf	unbelastet	Zu-	Ablauf	unbelastet
Frosttiefe	10 cm	10 cm	40 cm	0 cm	20 cm	40 cm
Bodentemperaturen* in 50 cm Tiefe	–	–	–	3,5° C	1,2° C	– 0,5° C

* Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus 7 Einzelmessungen

Tabelle 5

Temperatur und Reinigungsleistung im Februar 1986

Anlage	Ittlingen		Buchenauerhof	
	Temperatur (° C)	Konzentration (mg CSB/l)	Temperatur (° C)	Konzentration (mg CSB/l)
Zulauf*	5	350	8	1400
Ablauf	1	25	1	160

* Diese Proben wurden in der Mehrkammerabsetzgrube gezogen. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus 4 Einzelmessungen. Die effektive Einlauftemperatur zur Anlage ist geringer (siehe Bodentemperatur Einlauf Tab. 4).

Beim Wurzelraumverfahren wird der Reaktionsraum nicht wie bei den Abwasserteichen durch die Abwasserzufuhr selbst erneuert. Die Erneuerung der Reaktionsräume/fläche findet durch die phytogene Dynamik zwischen abgestorbener und sich neu bildender unterirdischer Pflanzenbiomasse statt.

Durch diese Dynamik wird auch die hydraulische Leitfähigkeit des Bodens aufrecht erhalten; abwasserbürtiger, organogener Verschluß feiner Primärporen wie der Zerfall der größeren Sekundärporen wird dadurch rückgängig gemacht bzw. durch Schaffung neuer Poren kompensiert.

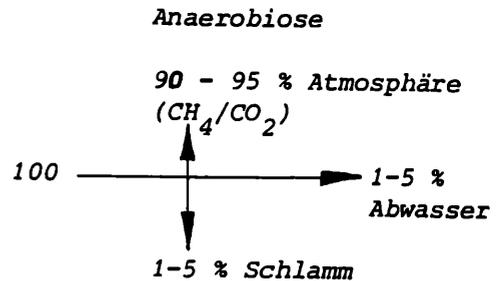
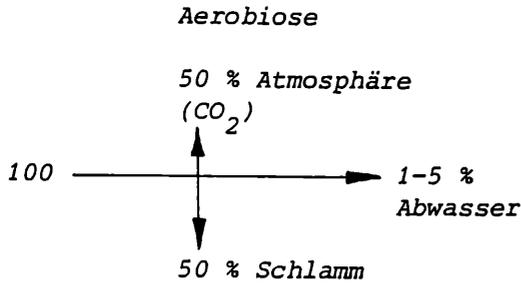


Abbildung 4

Vergleich der Kohlenstoffbilanz bei aerobem und anaerobem Abbau

Die letztlich akkumulierte organische Substanz hat eine ambivalente Funktion. Einerseits kann sie insbesondere die feinen Primärporen verschließen, andererseits wirkt sie dem Zerfall der Sekundärporen entgegen (Lebendverbaueffekt). Die phytogene organische Substanz, die etwa in der gleichen Größenordnung wie die abwasserbürtige liegen dürfte, bewirkt, neben neuen Bindungskapazitäten für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor, im Rahmen der Mineralisierung/Humifizierung eine Zunahme des Porenvolumens.

Neben der organischen Substanz ist auch die anorganische von Interesse. verfahrensgemäß bestimmt das Phosphatbindungsvermögen die Standzeit einer Anlage. Sie wird auf größer 50 Jahre ausgelegt. Aber nicht nur die Anreicherung an wertschöpfenden Nährstoffen, sondern auch die von Schadstoffen z. B. Schwermetallen ist denkbar. In Tab. 6 wurde eine pessimistische Abschätzung für die Anreicherung einiger Schwermetalle vorgenommen. Aus dem Ergebnis ist ersichtlich, daß eine Schädigung für Mikroorganismen und Pflanze für übliche Kommunal- und Hausabwässer nicht zu erwarten ist.

6. Kritik

Das Wurzelraumverfahren wurde von Anbeginn an von Seiten der Ämter und der Abwassertechnischen Vereinigung mit Skepsis und Kritik versehen. Anfänglich waren die „unhygienischen“ Rohabwässereinleitungen der Pilotanlage Othfresen der Stein des Anstoßes, inzwischen sind es andere Punkte.

Nach BUCKSTEEG (3) kann ein bindiger Boden keine größeren hydraulischen Durchlässigkeiten erreichen als $K_f = 10^{-5}$ m/s, denn die „Na-

Die biotischen Reinigungsvorgänge sind, soweit keine gravierenden Milieuänderungen eintreten, wie bei den Abwasserteichen nicht zeitlich limitiert.

An- und/oder Abreicherung organischer und anorganischer Stoffe im Boden stellt ein Limit für dieses System dar.

Zur quantitativen Seite der Anreicherung abwasserbürtiger Substanz, z. B. von Mikroorganismen ist folgendes zu bemerken. Da der Kohlenstoffabbau hauptsächlich anaerob stattfindet, fällt nur ein Bruchteil der mikrobiellen Biomasse im Vergleich zum aeroben Stoffwechsel an (Abb. 4).

tur macht keine Sprünge“. Tatsache ist, daß je nach dem Umfang der Sekundärporung solche „Sprünge“ offensichtlich doch ausgeführt werden (Tab. 7).

Die in Tab. 7 zitierten Angaben werden durch eine große Zahl von Beobachtungen, Erfahrungen und Untersuchungen aus der Bodenkunde und der Landwirtschaft untermauert (z. B. 5,6). Die Tatsache der sekundärporenbewingten hohen hydraulischen Leitfähigkeit ist unter terrestrischen (Landböden) Verhältnissen bei allen Bodenarten und bei verschiedener Bodengese anzutreffen. Gleiches gilt nicht, bzw. zumindest nicht bei kurzer Bepflanzungsdauer, für hydromorphe Verhältnisse. Dies zeigen unmißverständlich die bisherigen Erfahrungen auf diesem Gebiet. BUCKSTEEG hingegen führt z. B. als Beleg seiner Theorie einen schilfbewachsenen Spülfeldboden an (7), der in den oberen, durchwurzelten 20 cm Durchlässigkeiten von $K_f > 3 \times 10^{-5}$ m/s hatte. Generelle Aussagen, wie sie BUCKSTEEG vornimmt, sind schon aus meßtechnischen und bodengenesischen Gründen unzulässig.

Um seine Theorie zu untermauern muß er allgemeine bodenkundliche Tatbestände (sekundärporenbewingte Leitfähigkeit) wie den Einfluß spezifischer pedogener Größen (Pedogese) ignorieren.

Auf der gleichen Veranstaltung hat HABERL Ergebnisse der Anlage Mannersdorf vorgestellt. Jenseits aller Theorie konnte unter praktischen Bedingungen gezeigt werden, daß im durchwurzelten Bodenkörper eine hydraulische Leitfähigkeit vorhanden ist, die ca. 2 Zehnerpotenzen größer ist als der von BUCKSTEEG behauptete Wert. Gleiche Beobachtungen und Messungen konnten wir ebenfalls an mehreren Anlagen machen.

Tabelle 6

Hypothetische Obergrenze der Schwermetallakkumulation von WRA bei Kommunalabwasser

Konz. im Rohabw. g/m ³	Unterstellte Retention %	Hydraul. Belastg. M ³ /m ² xa	Betriebsdauer a	Bodenmasse t/m ²	Bodenkonzentration mg/kg	Grenzwerte Boden mg/kg	Grenzwerte Schlamm mg/kg
Pb 0,2	100	12	50	0,9	133	100	1200
Cd 0,01	100	12	50	0,9	6	3	30
Cu 0,1	100	12	50	0,9	66	100	1200
Zn 1,0	100	12	50	0,9	666	300	3000

- 1) Die verwendeten Rohabwasserkonzentrationen entsprechen denen von Müllsickerwässern
- 2) Eine Beeinträchtigung (bei den Bodenkonz. nach 50 Jahren) von Mikroorganismen und Pflanze ist nicht zu erwarten, da physiologische Konz. weit geringer als die Gesamtkonzentration ist und weil ein „Sicherheitszuschlag“ bei den Bodengrenzwerten vorhanden ist
- 3) Schwermetalle müssen bei Müllsickerwässer besonders berücksichtigt werden
- 4) Schwermetalle sind nicht abbaubare Stoffe und gehören deshalb nicht in die Kanalisation. Dieser Grundsatz gilt für alle biologischen Reinigungsverfahren

Tabelle 7

Sekundär- und primärporendeterminierte Leitfähigkeit bei verschiedenen Bodenarten

– nach Scheffer-Schachtschabel, 1982 (4) –

hydraulische Leitfähigkeit (K_f -Wert) in m/s

Bodenart	sekundärporen-	primärporendeterminiert
Sandboden	4×10^{-3}	bis 4×10^{-5}
Schluffboden	4×10^{-3}	bis 5×10^{-7}
Lehmboden	4×10^{-3}	bis 1×10^{-7}
Tonboden	4×10^{-3}	bis 1×10^{-9}

Ein weiterer Kritikpunkt ist die 3-jährige Einfahrzeit. Während dieser Zeit entstünden gewässergütewirtschaftlich nicht zu verantwortende Situationen, da in der Einfahrzeit nur teilgereinigtes oder in der Trockenzeit ungereinigtes Abwasser dem Vorfluter zugeführt wird (8). Diese Kritik, die in anderen Fällen berechtigt ist, kann durch folgende Umstände bzw. Maßnahmen entschärft werden:

1) In der Regel kann durch entsprechende Bodenwahl und kulturtechnische Maßnahmen der Boden von Anbeginn der Betriebsnahme ausreichend hydraulisch leitfähig gemacht werden.

2) Viele Anlagen sind in den ersten Betriebsjahren nicht voll ausgelastet. Punkt 1) und 2) führen dazu, daß trotz unvollständiger Erschließung des Bodenkörpers eine vollständige Reinigung der Abwässer in der Anfahrphase erzielt werden kann.

3) Bei größeren Anlagen braucht durch Zweiteilung der Anlage in der Trockenzeit jeweils nur ein Beet trockengelegt werden, während das zweite Beet eine Mindestreinigungsleistung sicherstellt.

Das Absterben des Pflanzenbestandes bei Zufuhr großer Mengen phytotoxischer Substanzen wird oft in der Diskussion um das Wurzelraumverfahren postuliert. Unterstellt man ein solches Ereignis, so wäre nicht mit einem Betriebsausfall von drei Jahren zu rechnen. Aus den Erfahrungen im Rahmen der Einfahrphase von Wurzelraumanlagen kann geschlossen werden, daß auch

ohne vitalen und voll ausgebildeten Pflanzenbestand eine hohe Reinigungsleistung, die in vielen Fällen den behördlichen Auflagen entspricht, erzielt werden kann.

Oft wird argumentiert, Abwasserteiche seien generell dem Wurzelraumverfahren vorzuziehen. Unter bestimmten Umständen wie z. B. fehlender Fläche ist der belüftete Teich durchaus dem Wurzelraumverfahren vorzuziehen. In solchen Fällen haben wir uns, auf Grundlage einer Variantenuntersuchung, für belüftete Teiche entschieden. Eine generelle Empfehlung für die Abwasserteiche und gegen die WurzelraumentSORgung halten wir für falsch, dies trifft ebenso für die umgekehrte Auffassung zu.

Einige Stichpunkte sollen dies untermauern:

Bei sehr hohem Fremdwasserzufluß wird häufig auf Abwasserteiche ausgewichen. Hier kann die hohe Wassermenge „verkräftet“ werden. Hohe Fremdwasserzuflüsse sind ein untrügerisches Zeichen einer überholungsbedürftigen, aus vergangenen Jahrzehnten stammenden Kanalnetz- und Gewässerschutzkonzeption, die primär auf Verdünnung statt auf Reinigung des Abwassers ausgerichtet war. Durch die Anwendung von Klärteichen kann das defekte Kanalsystem beibehalten werden, zwangsläufig wird das Verdünnungs- anstelle des Reinigungsprinzips auch im Klärbereich angewendet. Die geforderte Ablaufkonzentration wird zwar eingehalten, der Reinigungsgrad sinkt aber drastisch ab, vom großen fremdwasserbedingten Flächenbedarf für die

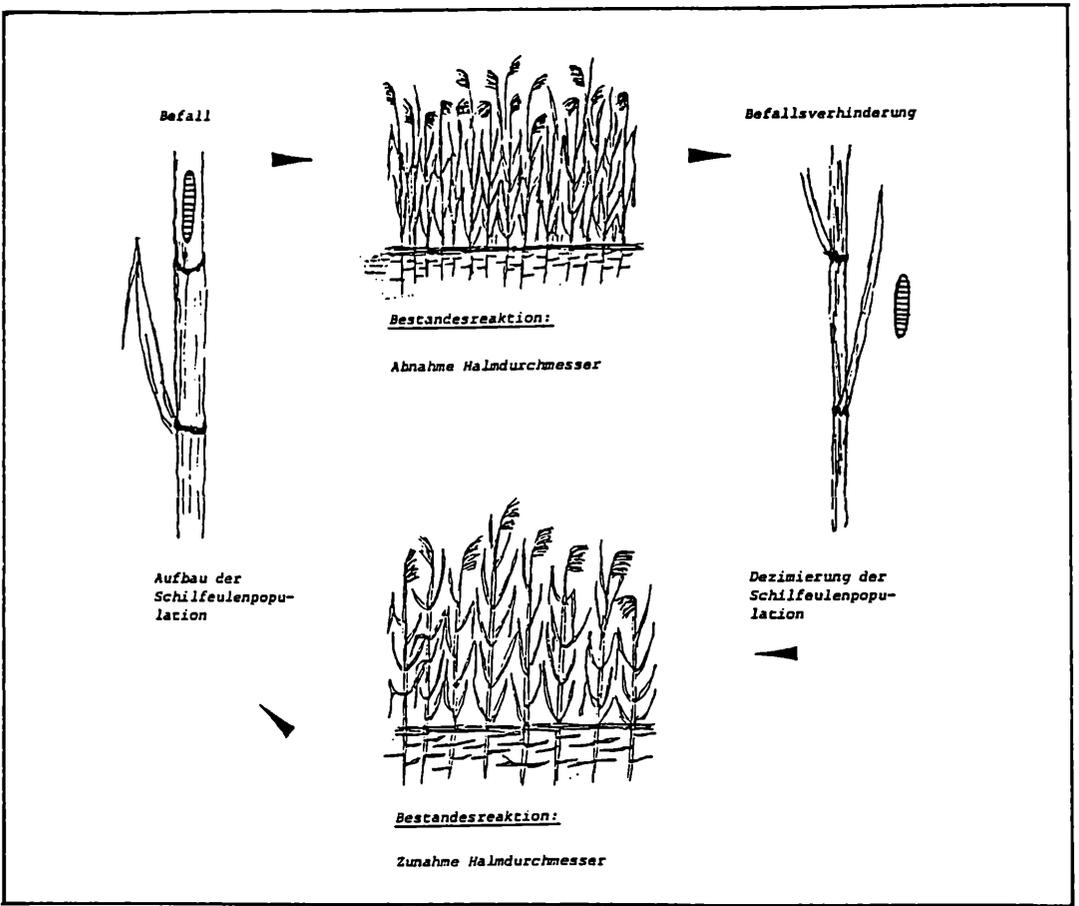


Abbildung 5

Ökologischer Regelkreis der oberirdischen Schilfbiomasse bei Schilfeulenbefall – nach VOGEL –

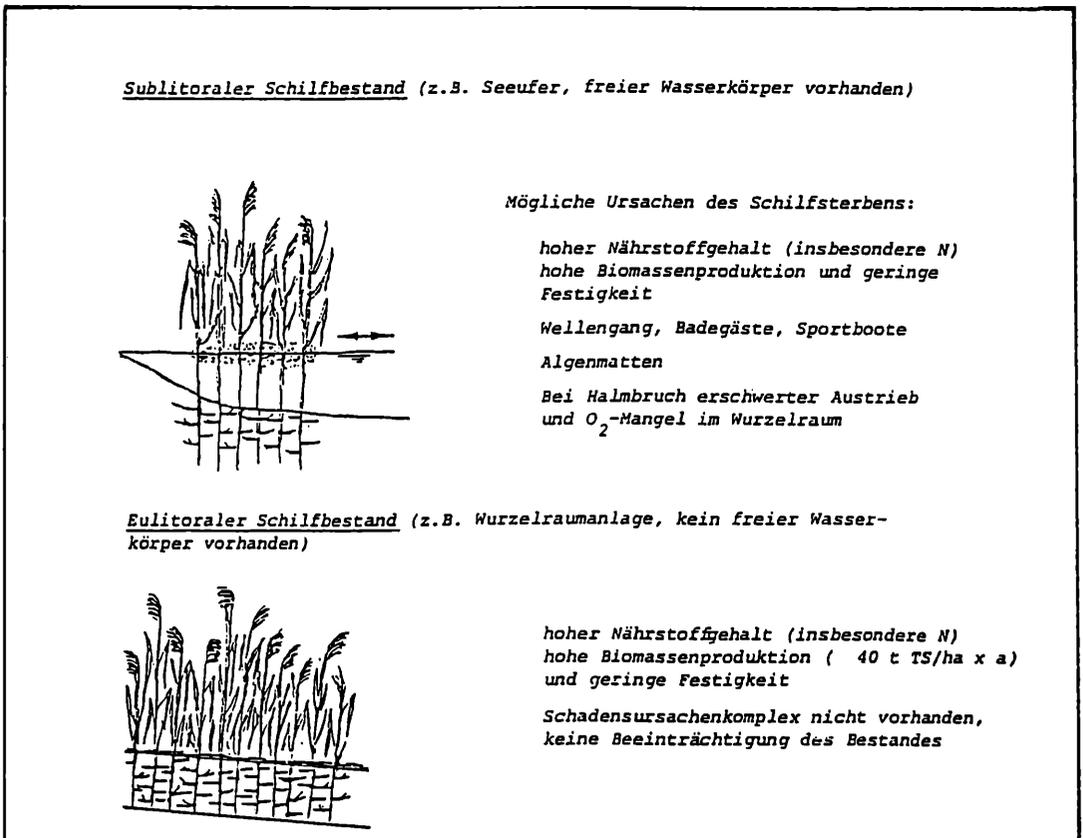


Abbildung 6

Typen von Schilfbeständen und ihre Anfälligkeit für „Schilfsterven“

Tabelle 8

Reinigungsleistung von Hauskläranlagen nach KICKUTH

		Wallenbrück (5 EGW) nach Einfahrphase				Friedenshort (25 EGW) in Einfahrphase			
		behördl. Auflage	Zulauf	Ablauf	Wirk. Grad	behördl. Auflage	Zulauf	Ablauf	Wirk. Grad
BSB ₅	mg/l	40	300	10	96 %	40	200	25	87 %
CSB	mg/l	120	400	40	90 %	120	300	50	83 %
NH ₄	mg/l	keine	50	2,0	96 %	keine	100	20	80 %
PO ₄	mg/l	keine	30	0,5	98 %	keine	60	5	91 %
absetz- bare Stoffe	mg/l	0,5	0,2	0,0	100 %	0,5	0,2	0,0	100 %

Tabelle 9

Kurzbeschreibung von Kläranlagen nach KICKUTH

	Wallenbrück	Winterberg	Friedenshort	Buchenauerhof
Anschlußgröße	5 EGW	6 EGW	25 EGW	100 EGW
Baujahr	7/82	10/85	3/85	11/84
spez. Flächenbedarf	2 m ² /EGW	3 m ² /EGW	3 m ² /EGW	1,5 m ² /EGW
spez. Baukosten	1000 DM/EGW	1800 DM/EGW	780 DM/EGW	340 DM/EGW
Abwasseranfall	Haus	Haus	Haus/Tagungs- stätte	Haus/Gastwirt- schaft/Kelterei
stark schwankender Abwasseranfall	täglich	täglich	täglich/wöchentlich	täglich/wöchentlich jährlich
Erstellt im	Hausgarten	Hausgarten	Obstgarten	Hausgarten
Verbleib des gereinig- ten Abwassers	Graben	Gartenteich danach Bach	Bach	Gartenteich danach Bach
Verbleib des Primärschlammes	Absetzgrube danach Landwirtschaft	Absetzgrube danach Landwirtschaft	Absetzgrube danach Landwirtschaft	Absetzgrube danach Landwirtschaft

Teiche und der Verunreinigung von Grund- und Bachwasser ganz abgesehen. In einem Fall wurde aus dem dörflichen Siedlungsgebiet doppelt so viel „Abwasser“ abgeführt wie Jahresniederschläge gefallen waren.

Durch die in Zukunft verschärften Anforderungen, auch an die Kläranlagenabläufe im ländlichen Raum, z. B. NH₄-Begrenzungen sind belüftete Klärteiche derzeit nicht einsetzbar (9). Bei den unbelüfteten Teichen findet erst bei spezifischen Flächen von >10 m²/E eine signifikante Ammoniumoxidation statt (10,11). Eine sichere Einhaltung z. B. des Grenzwertes von 5 mg NH₄/l ist auch bei großen Flächen nicht sichergestellt. Das große Puffervermögen bei unbelüfteten Klärteichen hinsichtlich starker Zulaufschwankungen sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß durch die systembedingten, internen qualitativen- und quantitativen Biomassenwechsel starke Schwankungen der Ablaufqualität verursacht werden können (12, 13, 14). Neben diesen biogenen Fluktuationen ist auch der relativ direkte Einfluß witterungsbedingter Größen auf Belüftung und Temperierung festzustellen, die zu einer Minderung bzw. Schwankung der Abbauleistung führt (13).

7. Monokultur und Stabilität

Oft wird eingewandt ein artenarmer Bestand sei instabil und umgekehrt ein artenreicher stabil. Als Beispiele werden Rüben- und Weizenbestände angeführt. Da der Pflanzenbestand einer Wurzelraumanlage in der Regel ebenfalls aus einer Art besteht, dem Schilfrohr, befürchtet man hier die gleichen Labilitäten wie bei den oben genannten landwirtschaftlichen Kulturen.

Schilfbestände sind, im Gegensatz zu der oben genannten Regel, sehr stabil und langlebig. Dies zeigen z. B. die Bestände am Donaudelta, wo seit 8000 Jahren an derselben Stelle Schilf wächst (15).

Als Ursache für diese Stabilität führt VOGEL (16) u. a. folgende Gründe an:

- Rhizomregeneration (Einzelindividuum ist aufgehoben)
- Hydromorpher Boden, keine bzw. kaum bodenbürtige Schädlinge
- Große genetische Variabilität

Welche Abwehr- und Regulationsmechanismen in einem solchen Bestand wirken, soll in Abb. 5 am Beispiel eines Schädlingsbefalles veranschaulicht werden.

Man wird sich nun fragen, weshalb das sogenannte Schilfsterben möglich ist. Die Standortunterschiede zwischen einem „sterbenden“ Schilfbestand und einer Wurzelraumanlage soll die Abb. 6 verdeutlichen.

8. Anwendung

Grundsätzlich sind die Anwendungsmöglichkeiten des Wurzelraumverfahrens sehr vielseitig. Die Bau- und Betriebserfahrungen unserer Gesellschaft erstrecken sich bisher auf Anschlußgrößen bis 100 EGW.

Dem Wurzelraumverfahren haftet die Auffassung an, daß es ohne größere naturwissenschaftliche und ingenieurtechnische Voraussetzungen realisiert werden kann. Gefördert wurde diese Auffassung durch Plagiatoren, die durch Etikettenschwindel („Sumpfbeetklärstufe“ oder „bewachsene Bodenfilter“), Werbeskizzen und Selbstbauanleitungen, durch bewußten Einbau von fehlerhaften Abänderungen bzw. „Vereinfachungen“ funktionsuntüchtige Anlagen erstellen bzw. entstehen ließen.

Unabdingbare Voraussetzung für die Erstellung funktionstüchtiger Anlagen ist eine eingehende Standortanalyse (Klima, Boden, Topographie), eine abwassertechnische Bemessung der Anlage und eine fachgerechte Bauausführung und Überwachung in der Einfahrphase.

Nach unseren Erfahrungen gibt es bei Nachweis einer autorisierten und fachgerechten Erstellung für Kleinanlagen in der oben genannten Größenordnung keine Genehmigungsschwierigkeiten. Einige solcher Anlagen wurden sogar auf Initiative der Wasserwirtschaftsverwaltung erstellt.

9. Literatur

KICKUTH, R. (1982):
Das Wurzelraumverfahren, ein kostengünstiges Klärverfahren für den dezentralen Einsatz in Kommunen und Gewerbe. – Der Tropenlandwirt 83, 141-154

KICKUTH, R. (1984):
Das Wurzelraumverfahren in der Praxis. – Landschaft und Stadt 16, (3), 145-153

BUCKSTEEG, K. (1985):
Vortrag auf dem 9. Wassertechnischen Seminar am 7.11.85 in Darmstadt

HARTGE, K. H. (1982):
In: SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL, Lehrbuch der Bodenkunde, 11. Auflage, S. 162-163

WETZEL, M. (1960):
Die Durchporung und Durchwurzelung von Dauerweidestandorten der Altmärkischen Wische. – Zeitschrift für Landeskultur 1, 147-164

KOPP, E. (1965):
Die Permeabilität durchlässiger Böden, die Gliederung des Makroporenraumes und die Beziehungen zwischen Permeabilität und Bodentyp. – Z. f. Kulturt. u. Flurb., 5, 65-90

SCHÄFER, W. (1985):
Bodenphysikalische Untersuchungen zur Reifung von Spülgut. – Göttinger Bodenkundliche Berichte Nr. 82

BUCKSTEEG, K. u. a. (1985):
Erste Erfahrungen mit zwölf Sumpfpflanzenkläranlagen. – KA 3/85, 376-385

SPIES, P. und MUSKAT, J. (1986):
Erfahrungen mit belüfteten Abwasserteichen. – KA 2/86, 142-146

SCHLEYPEN, P. und WOLF, P. (1983):
Reinigungsleistung von unbelüfteten Abwasserteichen in Bayern. – GWF, 124, H3, 108-114

WOLF, P. (1984):
Nitrifikation und Denitrifikation in Abwasserteichen, Erfahrungen aus Bayern. – Wasser und Boden 11/84, 543-544

UHLMANN, D. (1966):
Beitrag zur Limnologie extrem nährstoffreicher Flachgewässer, Teil 2 Plankton-Massenwechsel. – Wiss. z. Univ. Leipzig, 15, 373-423

SCHWARZ, S. (1983):
Zur Steigerung der Abbauraten in Abwasserteichanlagen mit anaeroben Vorbecken. – WWT, 6, 212-213

LAMBERT, B. (1985):
Nachklärteiche- eine naturnahe und letzte Stufe der Abwasserreinigung. – KA 5/85, 396-402

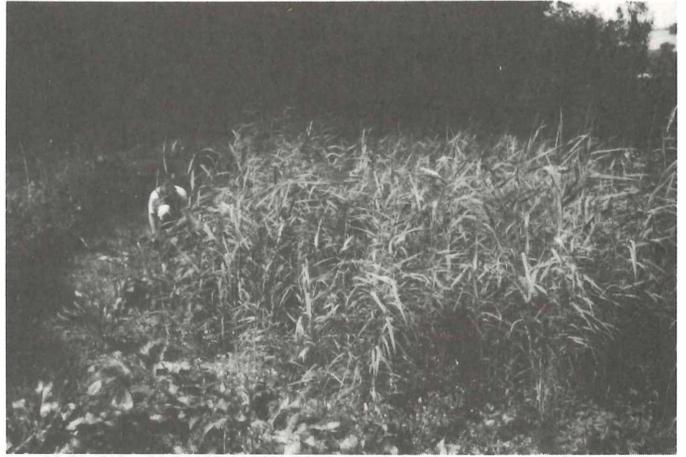
RODEWALD-RUDESCU, L. (1974):
Das Schilfrohr; Die Binnengewässer Bd. 27. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

VOGEL, M. (1981):
Ökologische Untersuchungen in einem Phragmites-Bestand. Diss. Univ. Marburg

VOGEL, M. (1985):
Das Schilf reguliert seine Schädlinge selbst. – Mitteilungen der DFG, 2/85, 26-28

10. Anhang Fotoseite – S. 35

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Ing. (FH) Benedikt Lambert
BIOPLAN-Ingenieurgesellschaft
Karlsplatz 1
6920 Sinsheim/Elsenz



Wurzelraumanlage im Haus (Obst-)garten
rechts unten: Einlaufbereich einer Hauskläranlage

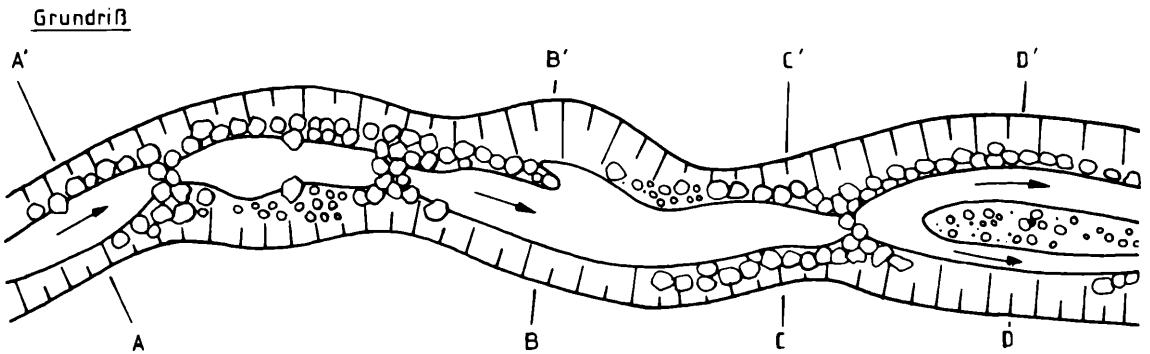
Dorfbäche: Gestaltungs- und Renaturierungsaspekte

Walter Binder und W. Gröbmaier

1. Einführung

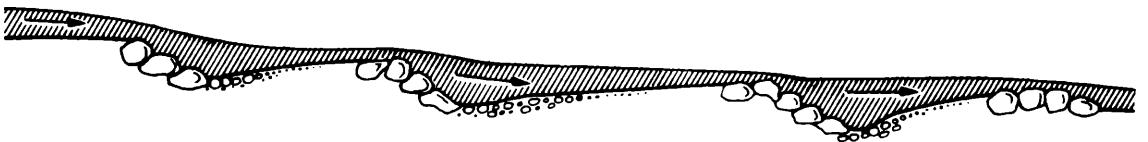
In der Vergangenheit sind viele Dorfbäche aus Gründen des Hochwasserschutzes oder zur Gewinnung zusätzlicher Verkehrs- und Siedlungsflächen begradigt, verlegt oder sogar verrohrt worden. Als wichtigstes Ausbauziel galt die schadlose Abführung von Hochwassern. Für gestalterische und ökologische Belange verblieb oft nur wenig Spielraum. Aufgrund beengter Platzverhältnisse und dem für den Hochwasserschutz

von Ortslagen vorgegebenen Ausbauziel wurden großteils massive Ausbaulösungen mit z. T. durchgehender Sohlsicherung und beidseitigen Ufermauern gewählt, die dann zu Zeiten geringer Abflüsse überdimensioniert erscheinen. Das ungünstige Erscheinungsbild vieler Dorfbäche, verursacht durch Auffüllungen, unsachgemäße Uferverbauungen, Müllablagerungen, aber auch gewässerhygienische Mißstände, erleichterte die Durchsetzung solch technischer Ausbaulösungen.

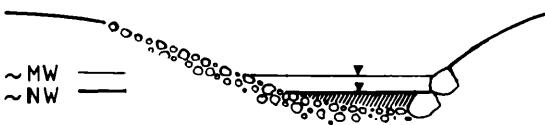


Uferschutz : grober Steinwurf
 Sohlstützung : mittels Kies oder Blocksteinen, gleichzeitig Einengung des Wasserlaufs

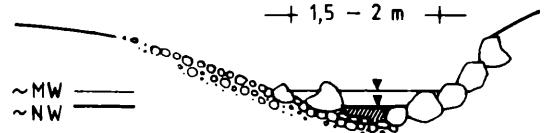
Längsschnitt



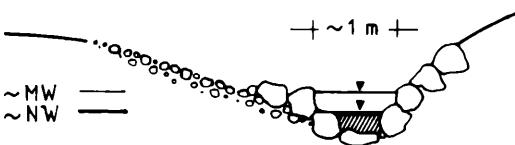
Profil, asymmetrisch A - A'



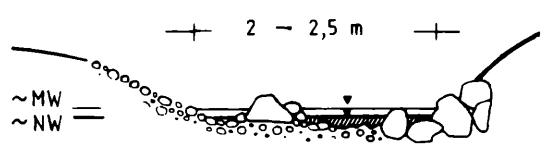
Profilvariante B - B'



Profilvariante, Einengung C - C'



Profilaufweitung D - D'



MW = Mittelwasser NW = Niederwasser

Abbildung 1

Gekrümmte Linienführung; abgestuftes Längsgefälle und unterschiedliche Querprofile kennzeichnen die Geometrie naturnaher Bachläufe.

Abb. 2 Übersicht Bestand

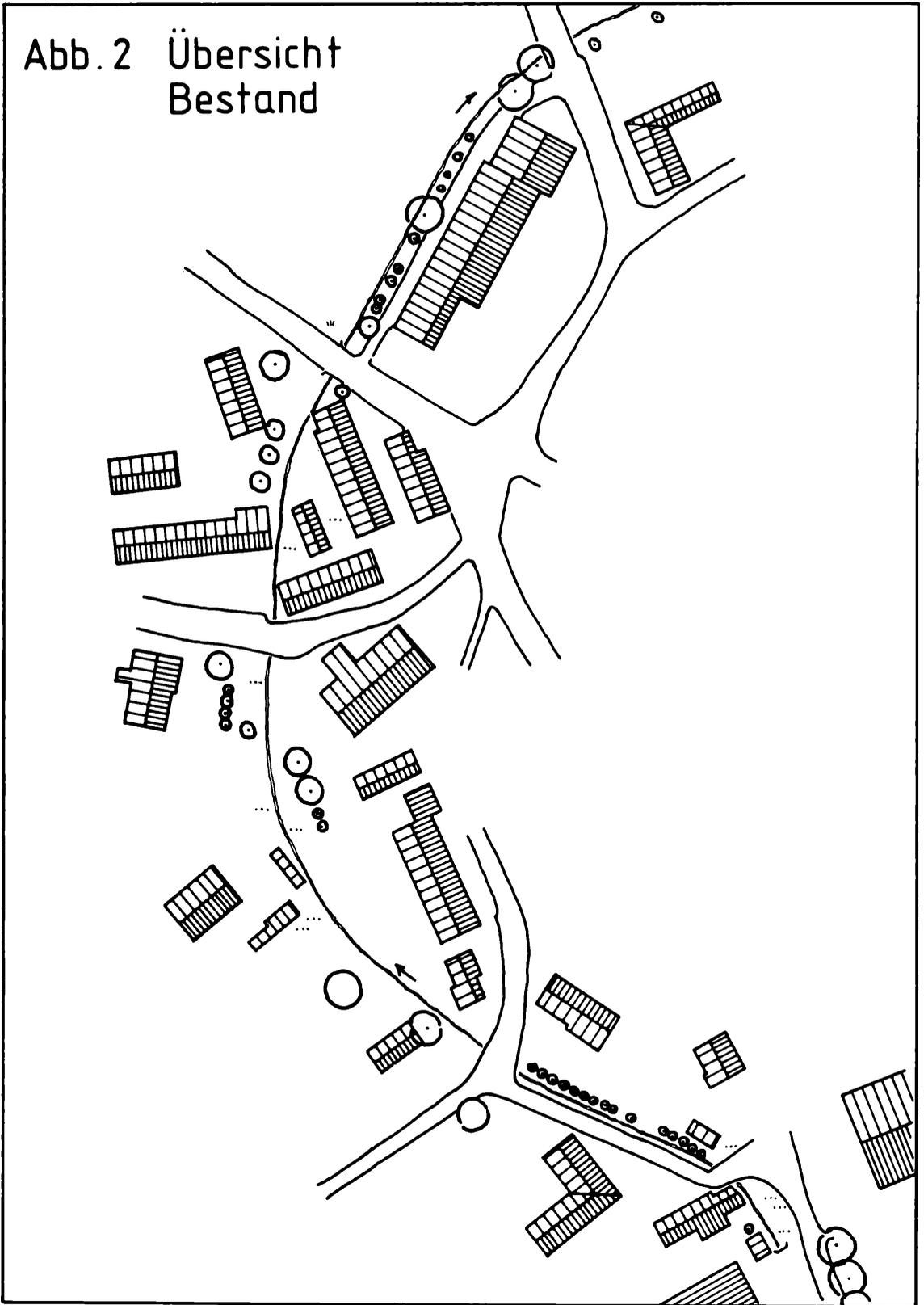


Abbildung 2

Ein bereits vor Jahrzehnten ausgebauter, in seinem Lauf begradigter und verkürzter Dorfbach in einem gleichförmigen Gerinne muß zur Hochwasserfreilegung der Gemeinde nochmals ausgebaut werden.

In den letzten Jahren hat sich das Verständnis auch für die Gewässer in Ortsbereichen gewandelt und es wird versucht, bei Ausbau und Unterhaltung sowie durch Umbau (Renaturierung) technisch geprägter Gerinne, gestalterisch wie

ökologisch ansprechende Lösungen zu entwickeln. Voraussetzung dazu sind gewässermorphologische und landschaftsökologische Kenntnisse und das Wissen um die gewässerbezogenen Nutzungsansprüche im Ortsbereich.

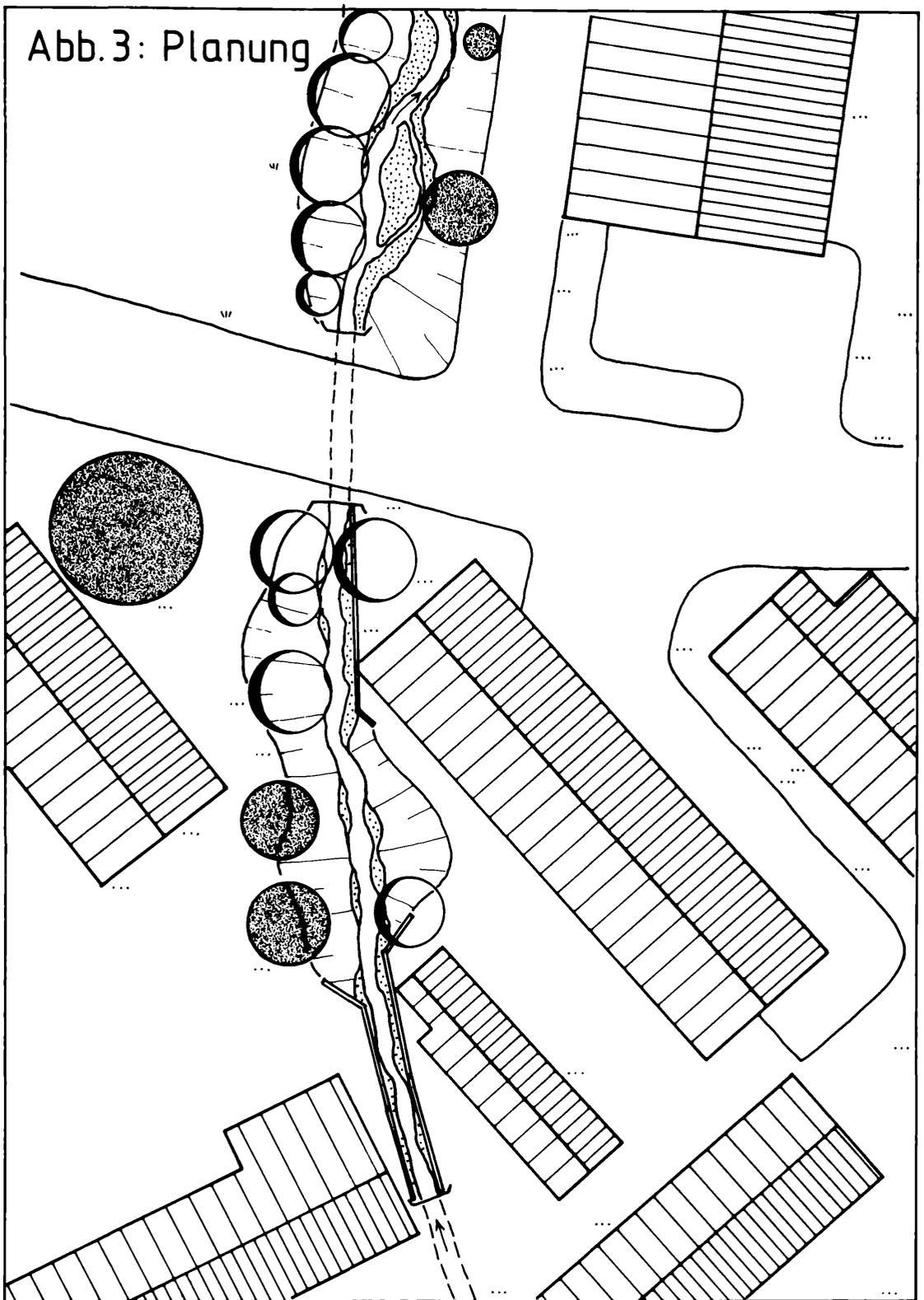


Abbildung 3

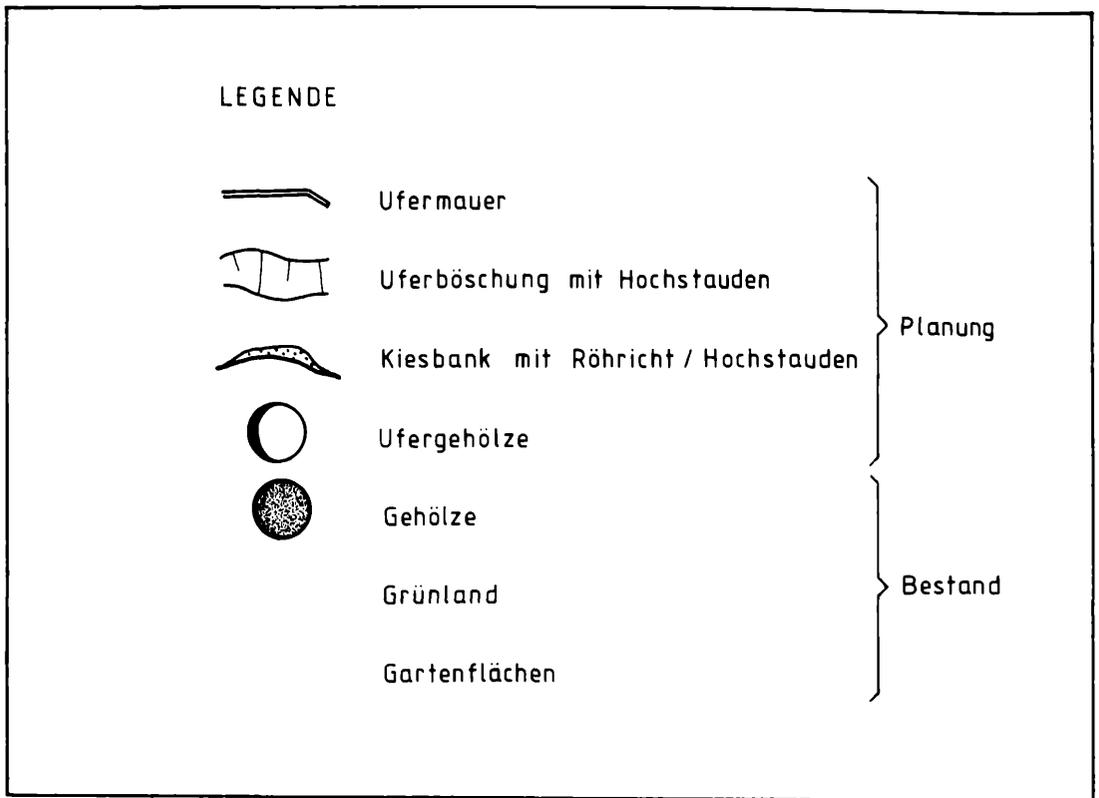
Ausbauvorschlag zur Situation in Abbildung 2, Detail.

2. Der Bach als Lebensraum

Die Biozönose kleinerer Fließgewässer wird ganz wesentlich durch das Abflußgeschehen und die Feststoffführung bestimmt. Für die Planung sind Bäche mit natürlichem Abflußverhalten und stark schwankender Wasserführung von Bächen mit einer im Jahresgang relativ gleichmäßigen

Wasserführung, z. B. Mühlbäche, zu unterscheiden.

Ein wesentliches Merkmal naturnaher Fließgewässer ist die Strömung des Wassers, die fließende Welle. Sie wird durch Linienführung, Längsgefälle, Aufweitungen und Einschnürungen, also wechselnde Gewässerbettbreiten und unterschiedlich ausgeformte Uferböschungen vorge-



geben (siehe Abb. 1). Anstehende Steine, Wurzelstöcke von Ufergehölzen, aber auch Einbauten im Gewässerbett wie z. B. Sohlgurte und Störsteine können die Strukturvielfalt des Gewässerbettes ganz wesentlich bereichern. Die Lebensbedingungen im Gewässerbett werden aber nicht nur durch die Strömung, sondern auch durch die Beschaffenheit der Gewässersohle bestimmt. In Bächen mit einer kiesigen Gewässersohle bieten die Hohlräume des Substrats, das Interstitial, vielen Fließgewässerbewohnern Lebensraum.

Neben den abiotischen Strukturen ist der Uferbewuchs mit Gehölzen, Röhricht, Hochstauden und Gräsern ein wesentlicher Bestandteil des Bachökosystems. Hier ist die Beschattung des Gewässers und die Sicherung der Ufer durch Bäume und Sträucher hervorzuheben.

In der Kulturlandschaft ersetzen im Überschwemmungsgebiet Wiesen die einst weitverbreiteten Auwälder. Dort, wo Bäche ausgebaut worden sind und die Wiesen umgebrochen wurden, sind auch die bachautypischen Feuchtbiotope zurückgedrängt worden. An solchen Gewässern übernimmt der Ufergehölzsaum die Funktion einer Pufferzone zu den angrenzenden, intensiv genutzten Flächen.

In ausgeräumten Tallandschaften ist er für die biologische Wirksamkeit des Gewässers, die landschaftliche Gestaltung und für die Vernetzung von Lebensräumen (Biotopverbund) von großer Bedeutung. Dies gilt auch für die Dorfbäche. Bei Ausbau und Unterhaltung von Bächen in Ortsbereichen ist deshalb neben der Erhaltung und Wiederherstellung eines naturnahen Gewässerbettes mit begleitendem Bewuchs, besonders auf die biologische Durchgängigkeit des Gewässers zu achten.

3. Lösungsansätze zur Gestaltung von Dorfbächen

3.1 Grundsätzliche Forderungen

Sowohl aus wasserwirtschaftlichen wie auch aus Gründen des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist die Erhaltung naturnaher Fließgewässer vorrangig. Um keine Ausbauzwänge zu schaffen, sind die von einem Gewässer beanspruchten Flächen (Überschwemmungsgebiet) von einer Bebauung oder einer anderen höherwertigen Nutzung möglichst freizuhalten. Möglichkeit dazu bietet eine umsichtig erarbeitete Flächennutzungs- bzw. Bauleitplanung, einschließlich des Landschafts- oder Grünordnungsplanes.

Im Rahmen dieser Planungen wäre auch zu prüfen, ob ein Ausbau durch andere Maßnahmen wie z. B. eine Flutmuldenlösung oder Hochwasserrückhaltung im Einzugsgebiet entfallen oder geringer bemessen werden kann.

Ist der Ausbau eines Dorfbaches unvermeidbar, so sind wasserbauliche, wasserwirtschaftliche, gestalterische und landschaftspflegerische Ziele durch die Zusammenarbeit verschiedenster Fachdisziplinen wie Wasserbau, Ortsplanung, Landschafts- und Freiraumplanung zu verknüpfen.

3.2 Wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Gesichtspunkte

Das Ausbauziel von Gewässern in Ortsbereichen ist in der Regel ein Schutz vor Hochwasserereignissen mit einer statistischen Wiederkehr von 100 Jahren (HQ_{100}). Die zu wählende Ausbaulösung muß den hydraulischen Ansprüchen genügen, d. h. auch größere Hochwasser schadlos abführen. Nachteile für Ober-, Unter- wie auch von Anlie-

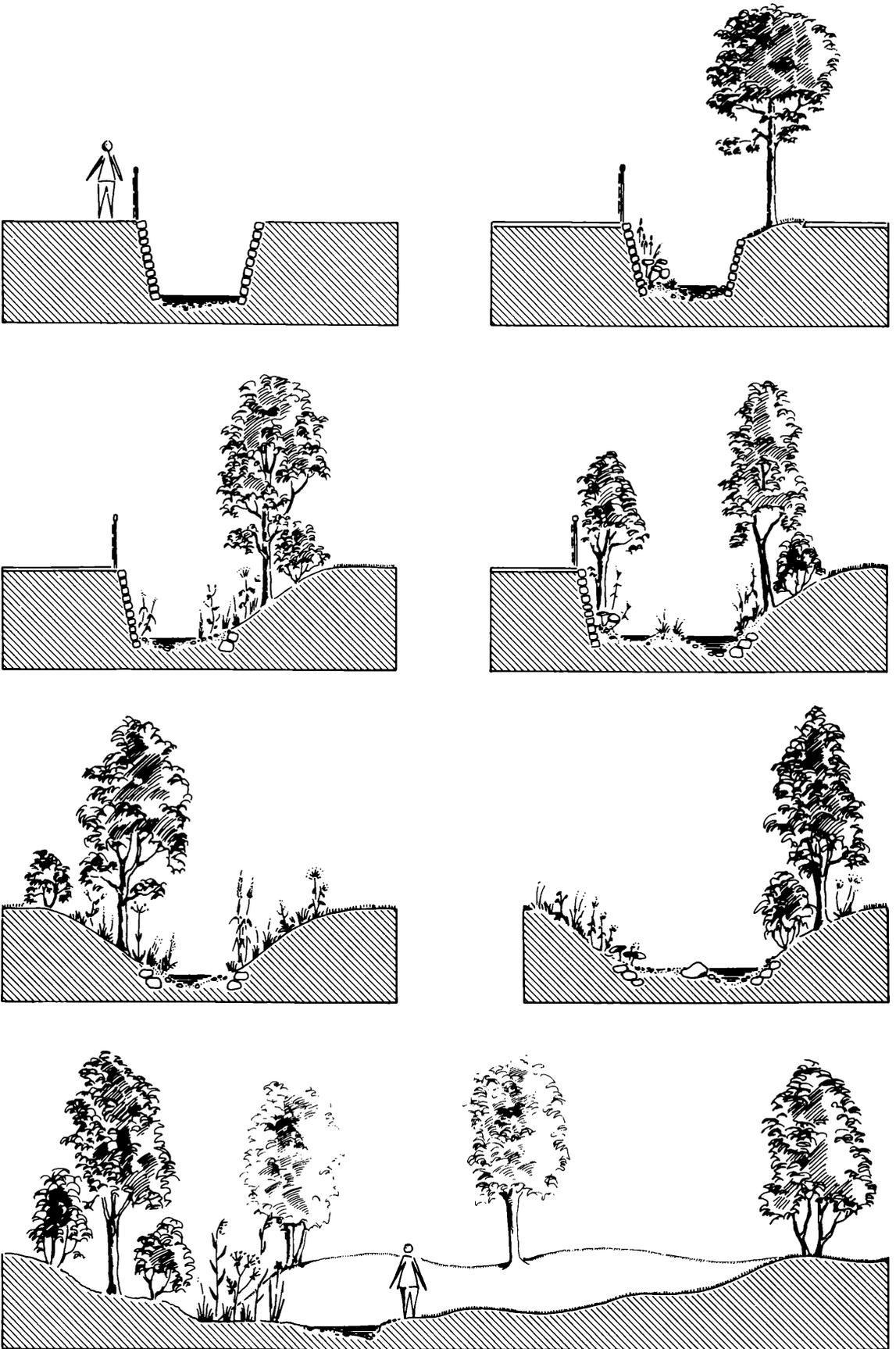


Abb.4 Technisches Regelprofil mit naturnahen Varianten

Abbildung 4

Querschnittvarianten zum Ausbauvorschlag in Abbildung 3. Neben dem technisch erforderlichen Mindestprofil lassen sich selbst bei geringer zusätzlicher Flächenbeanspruchung gestalterisch ansprechende und ökologisch günstigere Querschnittvarianten entwickeln.

Durch großzügigen Abtrag kann der Gewässerlauf an öffentliche oder private Grünflächen angebunden werden.



1



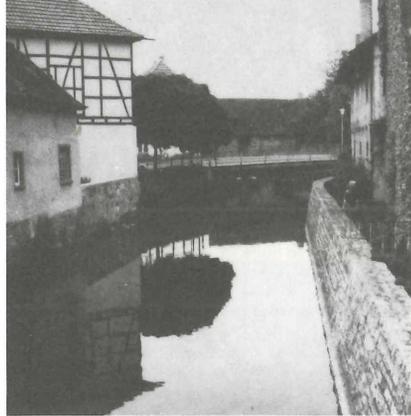
2



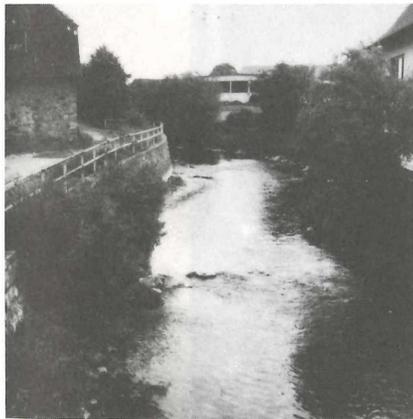
3



4



5



6



7

1 Hochwasserschäden nach einem Starkniederschlagsereignis verdeutlichen die wasserbaulichen Zwangspunkte bei der Gestaltung und Renaturierung von Dorfbächen.

2 Dorfbachidylle oder durch angrenzende Nutzungen beeinträchtigtes Ökosystem?

3 Kennzeichen naturnaher Bäche sind wechselnde Bettbreiten, eine Gewässersohle mit Hohlraumsystem (in kiesigem Substrat), Uferbereiche mit standortgerechter Vegetation und die Aue, hier noch als Grünland genutzt.

4 Ausleitungserinne, wie z. B. Mühlbäche, unterscheiden sich in Wasserführung, Feststofffrachten und damit in ihrer Gerinnegeometrie, in Grundriß, Längsschnitt und Querschnitten von natürlichen Bachläufen.

5 Streu in Stockheim (Lkr. Rhön-Grabfeld)
Aufgestauter Gewässerabschnitt

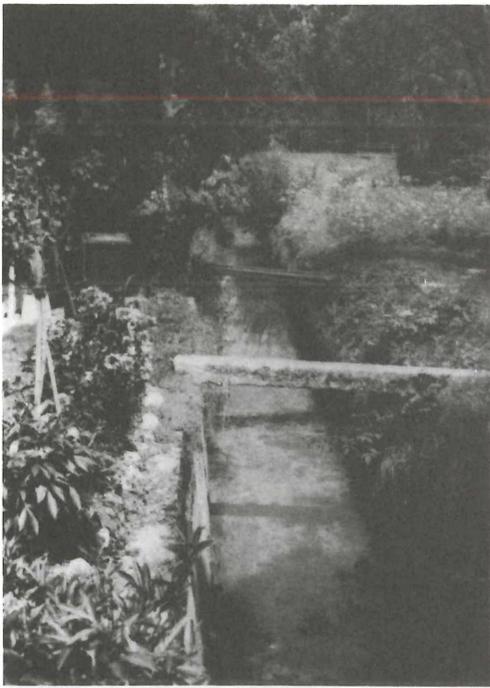
6 Streu in Stockheim (Lkr. Rhön-Grabfeld)
Der Stauden- und Gehölzaufwuchs auf den vorgelagerten Bermen erleichtert die Einbindung der ausgebauten Streu mit den Ufermauern.

7 Rottach in Rottach-Egern (Lkr. Rosenheim)
In Ufermauern festgelegter Wildbach.

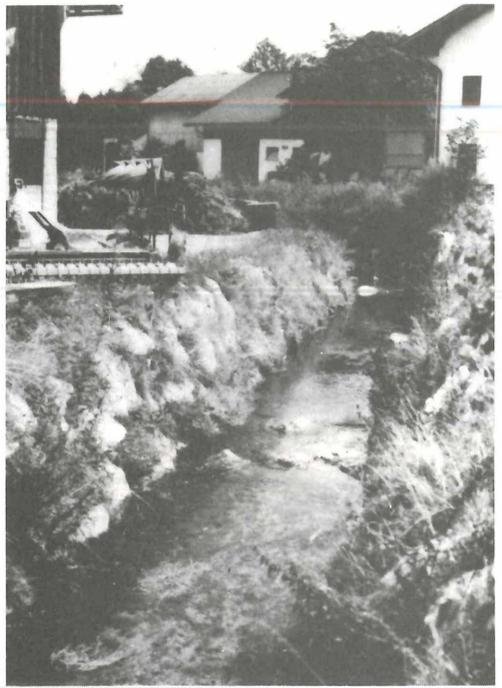
8 Rottach in Rottach-Egern (Lkr. Rosenheim)
Unterspülte Ufermauer an der Außenkurve wurde durch offene Verbauung ersetzt. Der Bach ist für die Bevölkerung wieder erlebbar geworden.



8



9



10



11



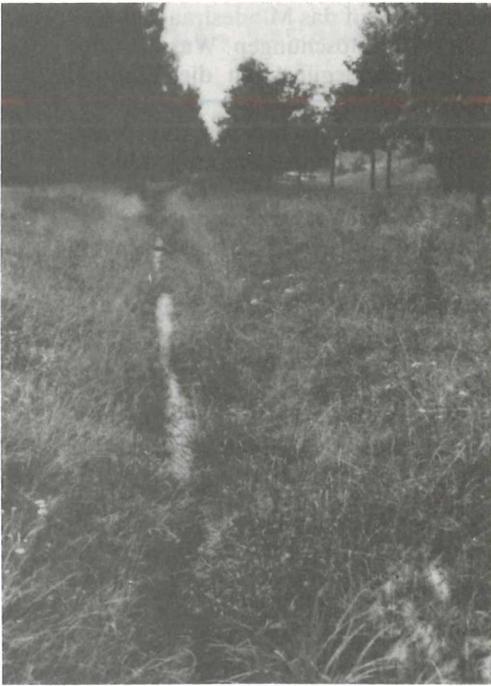
12

9 Feldbach bei Willing (Lkr. Rosenheim).
In Betonmauer gefaßter Dorfbach

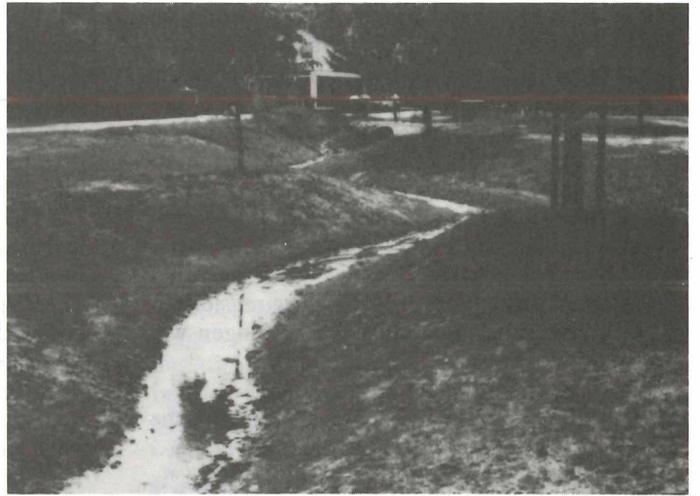
10 Feldbach bei Willing (Lkr. Rosenheim).
Beschädigte Ufermauer wurde durch trocken gesetzte „Feldsteinmauer“ aus Nagelfluh ersetzt. Störsteine erhöhen die Turbulenz der fließenden Welle.

11 Miesbach in Miesbach (Lkr. Rosenheim).
In Betonhalbschalen gefaßter Bachlauf während der Umgestaltungsmaßnahmen.

12 Miesbach in Miesbach (Lkr. Rosenheim).
Umgestalteter Miesbach, 4 Jahre nach Abschluß der Maßnahme.



13



14

14 Steinforsgraben in der Stadt Erlangen
Teilabschnitt nach Umgestaltung 1986.

13 Steinforsgraben in der Stadt Erlangen
Vor Jahrzehnten ausgebaut.



15

15 Dorfbach in Unterebersbach (Unterfranken). Im Laufe der Jahre
haben sich in dem ausgebauten Gerinne wieder naturnahe Elemente
eingestellt.

Bildnachweis: Bilder 7 und 11: Archiv Wasserwirtschaftsamt Rosenheim;
Bild 15: Ortsplanungsstelle der Reg. v. Ufr.; sonst alle Bilder von den Verfassern.

gern sind zu vermeiden. Der Ausbau sollte im Hinblick auf die naturnahe Entwicklung des Gewässers großzügig gestaltet werden. Dabei ist die biologische Wirksamkeit des Gewässers zu erhalten und zu fördern. Dies bedeutet, daß Standorte für die Ansiedlung gewässertypischer Vegetationskomplexe und Entwicklung von Lebensräumen für die im und am Wasser vorkommenden Tierarten bewahrt oder neu angelegt werden sollten. Allerdings können Zwänge wie Bebauung, Verkehrsanlagen, Ver- und Entsorgungsleitungen den Spielraum für naturnahe Lösungen wesentlich einengen.

3.3 Gestalterische und landschaftspflegerische Vorgaben

Grundlage für jede Planung im Ortsbereich wie in der freien Landschaft sind Bestandsaufnahmen von Gewässern, Uferbewuchs, schützenswerten Biotopen und die Erfassung des gewässerbiologischen Zustandes. Außerdem sind die Funktionen des Gewässers im Ortsbereich, insbesondere im Hinblick auf Dorfdurchgrünung und Freiraumgestaltung herauszuarbeiten. Bestehende Planungen wie Grünordnungsplan, Flächennutzungsplan oder auch Vorhaben zur Dorfsanierung sind dabei zu berücksichtigen.

Vorbild für die Anlage des neuen Dorfbaches können naturnah verbliebene Gewässerstrecken am selben Bachsystem mit ihrer Gerinnegeometrie und Ufervegetation sein. Bei der Planung und Ausführung sind u. a. zu beachten:

- 1) Die Gewässersohle ist möglichst offen zu halten, ohne durchgehende Sohlsicherung wie z. B. Pflaster.
- 2) Durch Einbau von Sohlgurten, -gleiten oder -rampen ist die Bachsohle vor Tiefenerosion zu sichern. Keine Abstürze!
- 3) Es sollte ein Niedrigwasserprofil mit gekrümmter Linienführung und Uferbermen angelegt werden.
- 4) Zur Erhöhung der Strömungsvielfalt sind Bachbettstrukturen einzubringen, z. B. Kolksteine oder Wurzelstöcke.
- 5) Soweit erforderlich, sind Steine bevorzugt des betroffenen Naturraumes zu verwenden. Soweit möglich, sollten Sicherungsbauweisen des Lebendbaus vorgezogen werden.
- 6) Differenziertere Standorte für den Aufbau gewässerbegleitender Vegetationskomplexe sind überwiegend durch Abtrag herzustellen.
- 7) Rohboden ist überall dort zu belassen, wo die Vegetationsentwicklung der natürlichen Sukzession vorbehalten bleibt.
- 8) Artenreiche Vegetationskomplexe wie z. B. Röhrichte, Hochstauden, Bäume und Sträucher, welche durch die Baumaßnahmen ansonsten verlorengehen würden, sind nach Möglichkeit zu verpflanzen. Dadurch können unmittelbar nach Bauabschluß ökologisch wie landschaftlich wertvolle Strukturen angeboten werden.
- 9) Böschungen und andere Freiflächen, die nicht einer natürlichen Begrünung überlassen werden können, sind anzusäen. Röhrichte, Uferstauden, Bäume und Sträucher werden aus Gründen des Uferschutzes und zur Ortsdurchgrünung angepflanzt.

10) Ufermauern sind auf das Mindestmaß zu begrenzen, besser wären Böschungen. Wasserseitig vorgelagerte Bermen begünstigen die Einbindung von Ufermauern.

11) Eine Alternative zu Sichtbeton und Verblendmauerwerk bietet die trocken aufgeschichtete „Feldsteinmauer“

12) Deiche können durch Überdimensionierung in Höhe und Breite landschaftlich besser eingebunden werden.

13) Zugangsmöglichkeiten an das Gewässer erhöhen den Erholungswert.

14) Bautechnische Details wie Mauergestaltung, Wegeanschlüsse, Anbindung von Brücken, Sitzplatzgestaltung und Anbindung an den Ortsbereich sind möglichst interdisziplinär zu lösen.

15) Die naturnahe Gestaltung bzw. Umgestaltung von Fließgewässern erfordert zusätzliche Flächen.

4. Pflege und Entwicklung von Dorfbächen, Gewässerpflegeplan

Eine ökologisch ausgerichtete Gewässerunterhaltung versucht die Entwicklung ausgebauter, umgestalteter wie auch naturnah verbliebener Bachabschnitte zu mehr Naturnähe zu fördern. So sollten z. B. bevorzugt kombinierte Bauweisen (Lebendverbau) Anwendung finden.

Bei regelmäßig anfallenden Unterhaltungsarbeiten, wie z. B. Mäharbeiten am Gewässer, sind Zeitpunkt und Häufigkeit an den wasserbaulichen Vorgaben, aber auch an ökologischen Erkenntnissen zu orientieren, um eine z. T. noch zu beobachtende Überpflege abzubauen.

Träger für Ausbau und Unterhaltung von Gewässern III. Ordnung, zu ihnen zählen in der Regel die Dorfbäche, sind die Gemeinden. Sie erhalten für die Arbeit Zuschüsse vom Freistaat Bayern. Die Wasserwirtschaftsämter beraten die Gemeinden bei diesen Aufgaben. Dazu können die aus wasserwirtschaftlicher und landschaftspflegerischer Sicht notwendigen und wünschenswerten Maßnahmen in einem Gewässerpflegeplan zusammengefaßt, Orientierungshilfe für die naturnahe Entwicklung von Gewässern auch in Ortsbereichen bieten.

5. Literaturverzeichnis

BINDER, W. (1979):

Grundzüge der Gewässerpflege; Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, München, Heft 10.

BINDER, W., KARL, J., JÜRGING, P. und SCHAUER, T. (1986):

Fließgewässer erhalten, pflegen, gestalten; Herausgeber: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und Deutscher Naturschutzring (DNR), 2. Auflage, Bonn; Bezug: Deutscher Naturschutzring, Bonn.

ENGELBERT, R., KONOLD, W. (1985):

Der Weg zum natürlichen Dorfbach. – Landschaft und Stadt, 7 (3), S. 110-119.

Anschriften der Verfasser:

Oberregierungsrat Dipl.-Ing. W. Binder
Technischer Amtmann W. Gröbmaier
Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft,
Lazarettstraße 67
8000 München 19

Pflege, Gestaltung und Renaturierung von Bachläufen

Wolfgang Range

A) Ausgangslage

Wir leben in einer Kulturlandschaft. Sie ist das Ergebnis jahrhundertelanger Bemühungen des Menschen, seine Lebensbedingungen zu verbessern. So wurden

- aus den ursprünglichen Naturlandschaften bäuerliche Kulturlandschaften,
- aus den bäuerlichen Kulturlandschaften die heutigen Zivilisationslandschaften.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde das Wasser seit Jahrhunderten, ja in einigen Gegenden unserer Erde seit Jahrtausenden, nicht nur für die Versorgung von Mensch, Tier und Pflanze genutzt, sondern es mußte auch gebändigt werden. Alle unsere bedeutenden Siedlungen lagen von Anfang an nahe dem Wasser.

So wie es – von wenigen Ausnahmen abgesehen – in Mitteleuropa kaum noch Naturlandschaften gibt, so gibt es kaum noch natürliche Wasserläufe. Die in den Tälern im Laufe der Jahre hin und her pendelnden großen Flüsse (wie z. B. der Rhein, aber auch der Main) wurden durch gewaltige Anstrengungen des Menschen in ihrem Lauf festgelegt, sie wurden schiffbar gemacht und zur Energiegewinnung genutzt. Gleichzeitig dienten sie der Ableitung der Abwasser. Damit wurden die Voraussetzungen dafür geschaffen, daß sich in den Talräumen unsere Städte und Industriezentren ausbreiten konnten und Raum für Straße und Schiene vorhanden war.

Auch vor den kleinen Fließgewässern machte die Umgestaltung nicht halt. Seit vielen Generationen wurden an den Bächen Triebwerke angelegt. Darum wurden die Bäche und kleinen Flüsse an die Hänge der Täler verlegt, um so Gefällestufen zu gewinnen. Die Auewälder in den Tälern mußten schon sehr früh der Grünlandnutzung weichen. Heute sind wir froh, wenn wenigstens noch ein schmaler Gehölzstreifen den Bach begleitet. Zur Steigerung der Produktivität der Landwirtschaft wurden insbesondere nach dem zweiten Weltkrieg die Talauen mit Dränanlagen und Gräben entwässert. Viele kleine Feuchtflächen, Tümpel und Quellaustritte wurden wegdräniert, um landwirtschaftliche Produktionsflächen zu schaffen. Um für diese Entwässerungsmaßnahmen die notwendige Vorflut zu erreichen, mußte die Sohle vieler kleiner Bäche tiefer gelegt werden.

Die mit dieser Entwässerung verbundene Grundwasserabsenkung machte es möglich, daß in den Tälern immer mehr Grundstücke umgebrochen werden und für Mais- und Getreideanbau und für Erdbeerfelder genutzt werden. Mit dieser Entwicklung sind große Gefahren für die Güte unserer Gewässer verbunden, da bei Hochwasserüberschwemmungen und bei Starkregen der mit

Dünger und Spritzmitteln angereicherte Boden aufgewirbelt wird, in die Bäche getragen wird und diese biologisch stark belastet.

In den Siedlungsbereichen wurden die Bäche noch stärker umgestaltet und belastet. Die Hochwasserabfluszbereiche, in denen früher die Gewässer pendelten, wurden zunehmend bebaut. Die Bäche wurden z. T. in betonierte Gerinne gezwängt, z. T. völlig überbaut. Sie wurden zur Nutzung der Wasserkraft aufgestaut. Das Wasser wurde bei Nieder- und Mittelwasserführung oft völlig aus den Bächen geleitet, um es für Gewerbe- und Industriebetriebe zu nutzen; und die Bäche wurden als Vorfluter für alle Abwasser verwendet. Die Dorfteiche wurden vielfach zugeschoben, man brauchte den Platz anderweitig. Quakende Frösche, lästige Mücken gehörten der Vergangenheit an. „Unser Dorf wurde schöner“ und natürlich auch autogerecht. (Hinterhof)bereiche gab es weitgehend nur noch an den unzugänglich gewordenen Bachbereichen, sofern diese Gewässerstrecken nicht verrohrt wurden.

Auch in den Gartenbereichen wurde die „Nutzung“ bis an die Wasserlinie herangetrieben. Artfremde Bäume, Fichten usw. wurden und werden auch heute noch von Gartenbesitzern an die Wasserlinie gepflanzt, der Bereich für das Gewässer durch „wilde“ Verbauungen und Umzäunungen immer mehr eingeengt, in den Überschwemmungsgebieten Misthaufen angelegt, der Gartenabfall über den Zaun ins Gewässer oder auf die Gewässerböschungen geworfen.

Die Unterhaltungslast an allen kleinen Gewässern liegt heute bei den Gemeinden. Viele der kleinen Genossenschaften und Verbände, die früher die Bäche unterhielten, stellten im Laufe der letzten Jahrzehnte ihre Arbeit ein. Viele Triebwerke wurden aufgegeben, die Wehranlagen verfielen, die Mühlbäche wurden nicht mehr unterhalten. Viele Gemeinden hatten wichtigere Arbeit, als die Gewässer zu pflegen. So überalterte der restliche, an den Bächen vorhandene Uferbewuchs, viele Baumbestände brachen zusammen, stürzten in die Bäche und bildeten dort Abflußhindernisse, die zu Uferabbrüchen und unregelmäßigen Ufersicherungen durch die Anlieger führten. Hinzu kommen wilde Ablagerungen an den Gewässern.

B) Reaktion der Gewässer

1. Die Überdüngung der Gewässer durch Einleitung von Abwasser und auch die Belastungen der Gewässer aus der Fläche (z. B. von landwirtschaftlichen Produktionsflächen) führen zu einem starken biologischen Leben im Gewässer; d. h. aber auch zu mehr Sauerstoffbedarf. Diese gesteigerten Lebensvorgänge können nur solange

ohne Schaden durchgehalten werden, wie der Sauerstoffgehalt im Gewässer nicht unter gewisse Mindestgrenzen sinkt. Wird diese Grenze unterschritten, „kippt das Gewässer um“ Im annähernd sauerstofffreien Wasser ist z. B. ein Fischleben nicht möglich.

2. Betonierte, erst recht überdeckte oder verrohrte Gewässerabschnitte sind biologisch weitgehend inaktiv. Die Selbstreinigungskraft des Gewässers ist hier entscheidend gemindert. Sohl-schalen in den Gewässern verhindern den Kontakt Wasser-Boden, der für die biologische Wirksamkeit von entscheidender Bedeutung ist.

3. Die zunehmende Bebauung, die in den Tälern und auf den Hängen fortschreitet, verringert die Versickerungsrate und beschleunigt den Abfluß. Dies und die Wegnahme von Rückhalteräumen der Gewässer durch Bebauung, Verkehrsanlagen usw. führt bei den kleinen Gewässern oft zu einer Erhöhung der Hochwasserscheitel (Spitze des Hochwassers).

4. Mit zunehmender Verdichtung und Vergrößerung der Siedlungen wurde der verfügbare Raum für den Hochwasserabfluß immer enger; die Hochwassergefahr immer größer. Die engen Abflußbereiche werden bei Hochwasser leicht verlegt, Verrohrungen völlig verschlossen. Bei Starkregen sind dann häufig Überschwemmungen die Folge, die manchmal zu erheblichen Verwüstungen führen.

5. Voll besonnte, flache Gewässer begünstigen den Aufwuchs von Wasserpflanzen stark. Es kommt zur Verkrautung des Gewässers, damit zur Minderung der Leistungsfähigkeit hinsichtlich des Abflusses und beim Absterben der Pflanzen zu starken biologischen Belastungen. Dies gilt auch für Neubaustrecken solange, bis der Bewuchs eine ausreichende Höhe hat.

6. Die natürlichen Pendelbewegungen der Gewässer (Mäanderschleifen) wurden stark eingeschränkt, da der Talraum für andere Nutzungen benötigt wird. Damit wurde häufig die Lauflänge der Gewässer reduziert. Dies und das Verfallen vieler Wehre führt dazu, daß Erosionskraft der Gewässer frei wurde, worauf der Bach mit Tiefen- und Seitenerosion antwortete.

Verstärkt wurde die Erosionskraft der Bäche auch noch dadurch, daß der natürliche Nachschub an Feststoffen (wie Sand und Geröll) durch künstliche Maßnahmen – z. B. Hangsicherungen – verhindert wird. Die Schleppkraft des Wassers wird dann also nicht mehr – wenigstens teilweise – für den Transport von Sand, Geröll verbraucht, sie steht voll der Erosion zur Verfügung.

7. Die vielfach ungebremsten Schleppkräfte und die Erhöhung der Abflussscheitel führten in vielen Strecken der kleinen und mittleren Gewässern zur Eintiefung. Als Folgen traten auf:

- Die Leistungsfähigkeit des Gewässerbettes wird größer; d. h. der Teil des bei Hochwasser im Bachprofil ablaufenden Abflusses wird immer größer; die Schleppkraft wird immer mehr auf das Flußbett konzentriert.
- Die Tiefenerosion schreitet immer schneller voran.
- Die Böschungen mit ihrem Bewuchs stürzen in das sich fortschreitend eintiefende Flußbett

(ganze Baumreihen kippen bei Hochwasser).

- Die Überschwemmungsgebiete werden immer seltener beansprucht und immer kleiner; der Grundwasserspiegel wird abgesenkt.
- Als Folge nimmt die Ackerbaunutzung im Talraum zu, die Grünlandnutzung geht zurück. Düng- und Spritzmittel gelangen zunehmend in die Gewässer.

8. Mit der Eintiefung der Gewässer werden vielfach Sandfrachten gewässerabwärts transportiert, die sich meist dort absetzen, wo sie Schäden auslösen können, z. B. im Bereich von Brücken; in Altwässern (die z. B. aus gewässerbiologischen Gründen freigehalten werden sollen); in Vorländern, die der Hochwasserabführung in geschlossenen Siedlungen dienen.

Diese Sandfrachten bleiben aber auch im Gras und Buschwerk der Uferstreifen hängen, bilden Uferrennen und erhöhen einerseits damit wiederum die Leistungsfähigkeit des Bachlaufes, andererseits schneiden sie die oberirdische Vorflut des Überschwemmungsgebietes vom Gewässer ab.

9. Probleme bereiten oft auch die starke Beweidung der Wiesentäler, z. B. im Spessart und im Odenwald. Durch den Viehtritt durch das aus den Bächen trinkende Vieh werden die Ufer stark zerstört, ein neuer Bewuchs kommt oft gar nicht mehr hoch. Auch das die Bäche querende Vieh zertritt die Ufer.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die meisten in Jahrhunderten von menschlicher Tätigkeit bzw. unter menschlichem Einfluß geformten Gewässer keinen stabilen Gleichgewichtszustand haben. Jeder Eingriff in die Gewässerregime hat die Dynamik der Gewässer verändert; der sich daraufhin ausgebildete Gewässerzustand bedarf einer laufenden Sicherung und Unterhaltung.

C) Pflege, Gestaltung und Renaturierung der Gewässer

Was ist zu tun?

Die Gewässer müssen

- vor Gewässerverschmutzungen möglichst weitgehend geschützt werden;
- in ihrer biologischen Selbstreinigungskraft gestärkt werden;
- in ein gewässermorphologisch in etwa vorhandenes Gleichgewicht gebracht werden und
- ausreichend große Überschwemmungsgebiete behalten.

Im einzelnen bedeutet dies neben den hier nicht zu behandelnden technischen und rechtlichen Maßnahmen zur Verringerung schädlicher Einleitungen in die Gewässer:

1. Der Lebensraum Wasser mit den zugehörigen Talräumen muß gesichert werden. Hierbei spielen die Uferbereiche für die mechanische und biologische Stabilität des Gewässers eine besondere Rolle. Als Kontaktzone Wasser – Land sind sie für den gesamten Talraum ökologisch bedeutsam.

2. Das Großvieh ist von den Gewässeruferräumen fernzuhalten. Viehtränken sind nicht im Gewässer, sondern außerhalb des Gewässers anzulegen. Wenn das Vieh die Bäche unbedingt queren muß, sind befestigte Furten zu errichten. Zumin-

dest an den Bachufern, an denen eine junge Bepflanzung wieder hoch kommen soll, ist das Vieh durch entsprechende (zeitweilige) Abzäunung von den Bächen fernzuhalten.

3. Einer weiteren Eintiefung der Bäche ist entgegen zu wirken; die Wasserspiegel sind – soweit erforderlich und zulässig – durch Steinrampen, Baumschwellen usw. zu heben, damit werden auch die Überschwemmungsgebiete außerhalb der besiedelten Gebiete aktiviert und wird die Erosionskraft der Bäche verringert.

Mit diesen Sohl-schwellen wird auch die Vielfalt am Gewässer gefördert, da sich oberhalb der Rampen breitere langsam fließende Gewässerabschnitte, auf den Rampen und unterhalb schnell fließende Gewässerstrecken einstellen.

4. Altwasser, Altarme, neben den Gewässern vorhandene Tümpel und zeitweise mit Wasser bedeckte Mulden sind zu erhalten und zu reaktivieren. Sie sind Standorte für viele Pflanzenarten und bieten den verschiedensten Tierarten einen Lebensraum, der vom Hauptgewässer meist stark abweicht. Besonders an Altwässern können Flach- und Steilufer mit allen Übergängen vielgestaltig ausgebildet werden, wobei die Steilufer für Erdhöhlenbrüter (Eisvogel) wichtig sind. Biologisch sind solche z. T. flachen Altwasser sehr aktiv und damit auch wichtig für die Selbstreinigungskraft des Hauptgewässers (Impfen!).

Soll einer schnellen Verlandung von Altwässern entgegengewirkt werden, ist ein starker Uferbewuchs wichtig. Dieser verzögert mit seinem Schattenwurf den biogenen Verlandungsprozeß und kann auch einen zu starken Schwebstoffeintrag verhindern. Außerdem sollte bei solchen Altwässern einem möglichst guten Durchfluß Rechnung getragen werden, um eine ausreichende Wasserqualität zu erhalten.

5. Der Bewuchs an den Gewässern ist zu pflegen. Geschlossene, möglichst tiefe Gehölzsäume verstärken den Uferschutz und stellen einen Puffer zu angrenzenden Nutzflächen dar. Artenreiche Baum- und Strauchgruppen sind Nahrungs-, Brut- und Schutzraum für viele Tierarten, außerdem sind sie wichtige Gestaltungselemente in unserer Landschaft. Der gewässerbegleitende Bewuchs bildet bandartige Biotope, vernetzt verschiedene Biotopbereiche, ist Wanderweg für viele Tiere und Leitlinie für durchziehende Kleinvögel.

Freistehende Einzelbäume sind vor der Erosionswirkung des Wassers zu schützen, z. B. durch Kalksicherung mit großen Steinen oder durch Buschwerk. Die Bewirtschaftung der Gehölzsäume muß nach naturnahen Gesichtspunkten erfolgen (kein Kahlschlag, sondern Plentern).

6. An anderen Uferbereichen sind Uferstauden (z. B. gelbe Wasserschwertlilie), Uferröhrichte und Großseggen einzubauen. Sie übernehmen bis zu einem gewissen Umfang den Uferschutz, erhöhen die Selbstreinigungskraft der Gewässer und bieten Lebensraum für andere Lebewesen.

7. Prallufer sind durch packlageartig gesetzte Steine gegen die Angriffe des Wassers zu schützen, wo der Schutz eines vorhandenen Gehölzsaumes nicht ausreicht bzw. der Gehölzsaum erst im Schutz dieser technischen Ufersicherung

hochgebracht werden soll. Dem Schutz von Prallufern dienen aber auch *Leitwerke* aus Steinsatz, wo das Gewässer genügend breit ist. Kleine Anbrüche können auch durch einzelne *Störsteine* geschützt werden, die gleichzeitig als Ansitz für Wasservögel dienen und in ihrem Fließschatten Ruhezonen für die Fische bilden.

Die packlageartig gesetzten Steine ermöglichen eine lebhaftere Linienführung, bilden Hohlräume, die als Fischunterstände angenommen werden und ermöglichen eine vielseitige Besiedlung mit Kleinlebewesen, da an ihrer Oberfläche die unterschiedlichsten Fließverhältnisse herrschen. Außerdem vergrößern diese Steine die Oberfläche des Ufers erheblich, da jeder Stein fast mit seiner ganzen Oberfläche die Kontaktzone Wasser-Land vergrößert.

8. Die Gleitufer sind abzuflachen, um einmal die Angriffskraft des Wassers am Prallufer wegzunehmen und um zum anderen große Kontaktbereiche Wasser-Land bei wechselnden Wasserständen zu erreichen.

9. Zwischen dem Bachlauf und den angrenzenden Nutzflächen sind möglichst breite Pufferzonen auszuweisen, die den Bereich von Altwässern, Röhrichtzonen und nahe am Gewässer gelegenen Tümpeln einschließen. Diese Flächen sind standortgemäß zu bepflanzen, so daß in der freien Landschaft eine Art Auewaldstreifen, in den geschlossenen Siedlungen Grünzonen entstehen. Diese Flächen sind in das öffentliche Eigentum überzuführen. An den größeren Gewässern (Gew I und Gew II) erwirbt der Freistaat Bayern diese Flächen, soweit dies möglich ist. An den kleineren Gewässern sollten die Gemeinden die Uferstreifen erwerben.

Diese Pufferzonen haben die Aufgabe, den Eintrag von abgeschwemmten Feinboden, Schädlingsbekämpfungs- und Düngemittelrückständen aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen in die Gewässer zu mindern, ebenso den Eintrag von den Rückständen aus den Verkehrsflächen (Reifenabrieb, Ölreste usw.) in den Siedlungsbereichen. Außerdem dienen diese Pufferzonen der räumlichen Gliederung, als Lebensraum vieler Tiere und oft auch der Erholung der Menschen.

10. In den geschlossenen Ortschaften kommt zu den angesprochenen Aufgaben das gestalterische Element dazu. In den Siedlungsbereichen ist der Schutz der Menschen vor dem Wasser nach wie vor eine wichtige Aufgabe. Ist im Siedlungsbereich für diese Aufgabe genügend Raum vorhanden, sind naturnahe Lösungen von Hochwasserfreilegungen möglich.

Hierzu verweise ich auf die Vorträge im Fachseminar vom 19.11.1981 in Augsburg, das von der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege gehalten wurde. Die seinerzeit vorgetragenen Referate wurden in der Schriftenreihe der Akademie veröffentlicht. Wichtig ist der Hinweis, daß besonders bei innerörtlichen Gewässerausbauten der Umfang des Gehölzbewuchses bereits bei der Planbearbeitung festzulegen und das Abflußprofil entsprechend großzügig zu bemessen ist.

Dort, wo es an Raum für naturnahe Lösungen zur Hochwasserfreilegung fehlt, ist die Aufgabe

eines naturnahen, gleichzeitig aber effektiven Hochwasserschutzes kaum lösbar. Zwar können auch gut gegliederte Ufermauern zur äußerlichen Gestaltung – um nicht zu sagen zur Kosmetik – einer städtischen Flußlandschaft beitragen. Es muß jedoch offen ausgesprochen werden, daß Bewuchs, Nischeneffekte in den Mauern usw., also jede Störung des Hochwasserabflusses mit einem Verlust an Leistungsfähigkeit des Bachprofils, d. h. mit Verlust an Sicherheit für die Anlieger und die Umlieger verbunden ist.

11. Im Zuge der Landgewinnungsmaßnahmen zwischen den beiden Weltkriegen und nach dem letzten Krieg wurden gerade viele kleinere Gewässer „begradigt“, ja zum Teil in mit Sohlshallen und Böschungsplatten befestigte „Gerinne“ umgewandelt. Auch in vielen geschlossenen Orten wurden zur Gewinnung von Siedlungs- und besonders von Verkehrsraum die Gewässer in dieser Art „ausgebaut“. Heute sind wir bestrebt, solche Gewässer – wo irgend möglich – wieder in einen naturnahen Zustand zurückzuführen:

- In der freien Landschaft ist es hier vorwiegend das Raumproblem, das meist einer großzügigen Renaturierung im Wege steht. Aber ohne einen genügend breiten Flächenerwerb kann aus einem geraden Abflußgerinne kein naturnaher, sich durch die Landschaft schlängelnder Bach gestaltet werden.
- In geschlossenen Siedlungen kommt zum Landbedarf noch hinzu, daß mit der Renaturierung des Gewässers in aller Regel keine Minderung der Leistungsfähigkeit für den Abfluß, d. h. keine Verringerung der Sicherheit für die Bewohner der benachbarten Häuser verbunden sein darf. Hier stoßen sich also die Ansprüche an ein naturnahes, ökologisch befriedigendes Gewässer mit den Ansprüchen an die Sicherheit für die in der Nachbarschaft wohnenden Menschen.

D) Schluß:

Die überragende Bedeutung des Wassers für alles Leben auf der Erde wird uns immer mehr bewußt. „Ohne Wasser gibt es kein Leben; Wasser ist ein kostbares, für den Menschen unentbehrliches Gut (Satz 1 aus der 1968 vom Europarat verkündeten „Wasser-Charta“).“ Das Wasser ist das Blut der Erde. Im ständigen Kreislauf regeneriert es sich immer wieder. Das Wasser ist für die Wärmeverteilung auf unserer Erde und für den Wärmehaushalt der einzelnen Lebewesen ein entscheidender Faktor. Das Wasser ist auch das wichtigste Transport- und das wichtigste Lösungsmittel. Mit Hilfe des Wassers nehmen die Pflanzen die Nährstoffe auf. Das Wasser ermöglicht den Transport der Nährstoffe und das Ausscheiden der Abfallstoffe bei Pflanze, Tier und Mensch. Im fließenden Wasser werden Geröll, Sand, Schlamm und gelöste Stoffe bewegt. Die Kraft des Wassers ist für die Ausformung der Erdoberfläche entscheidend. Und das Wasser ist unser Lebensmittel Nummer eins.

In diesem Vortrag war es nicht meine Aufgabe, alle Aspekte des Wasserhaushaltes zu beleuchten. Lassen Sie mich trotzdem sagen, daß wir alle aufgerufen sind, mit unserem Lebenselement Wasser sorgfältig umzugehen und auch einmal persönliche Bedürfnisse im Interesse unseres Wassers zurückzustellen.

Der Schutz des Wassers und die Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Natur- und Wasserhaushaltes sind durch Volksentscheid zu öffentlichen Aufgaben mit Verfassungsrang geworden. Bei der Umsetzung in konkretes Handeln gilt es, auch ein Gespür für die naturräumliche Schönheit und Vielfalt unseres Landes zu beweisen.

Anschrift des Verfassers:

Baudirektor
Wolfgang Range
Wasserwirtschaftsamt
Cornelienstr. 1
D-8750 Aschaffenburg

Arten- und Gewässerschutzprobleme in Bayern

Rudolf Hoffmann

Betrachtet man die sog. „Roten Listen“ der gefährdeten Tiere so fällt auf, daß diejenigen Arten, die an den aquatischen Lebensraum gebunden sind, am meisten bedroht sind (BLAB et al., 1984). So ist unter den Wirbeltieren mehr als die Hälfte der Fischarten in Bayern einer der Gefährdungstufen zugeordnet. Ähnliche Beobachtungen liegen auch von Säugetier- oder Vogelarten vor, die am Wasser leben. Dazu zählen etwa Biber und Fischotter oder Eisvogel und Rohrdommel. Auch Amphibien, die ja nur in vergleichsweise wenigen Spezies bei uns vorkommen, sind überproportional gefährdet. Völlig gleichartige Tendenzen lassen sich bei Nichtvertebraten nachweisen, wenngleich hier die verfügbaren limnologischen Daten vielleicht weniger zahlreich verfügbar sind. So lassen sich etwa bei Odonaten, den Libellen, die ihr Larvenstadium im Wasser verbringen, 54 % als gefährdet oder ausgestorben erkennen. Offensichtlich treten also im Bereich der Oberflächengewässer besonders schwerwiegende Veränderungen auf, die für Qualität und Quantität der hier lebenden Tiere und Pflanzen Konsequenzen haben.

Betrachtet man in der Rückschau die Beeinflussung der Gewässer durch menschliche Manipulation, so kann sie bis in prähistorische Zeiten zurückverfolgt werden. Die Seßhaftwerdung mit der Möglichkeit, die Böden ackerbaulich zu nutzen, brachte bereits erste Eingriffe durch Veränderungen von Abflußmöglichkeit und Speicherung des Wassers und Belastung durch menschliche und tierische Abwässer.

Die frühen Hochkulturen Vorder- und Ostasiens zeigten bereits erste aktive Regulierungen durch Kanalsysteme mit der Möglichkeit der Bodenbewässerung. Aber erst die Massierung von Menschen in Städten brachte erste Einbrüche in das Ökosystem von Bächen und Flüssen, wie die Verödung der Fischfauna durch Einleitung ungeklärter häuslicher und handwerklich-industrieller Abwässer in Zusammenhang mit einem unregelmäßigen fischereilichen Raubbau im Mittelalter zeigte. Als Reaktion darauf entstanden überall in Mitteleuropa die Fischerzünfte mit strengen Regularien, die eine Erholung der Fischfauna, wenn auch nicht wieder auf die ursprüngliche Dichte, brachte (LIEB, 1985). Trotz allem waren dies zunächst noch mehr oder weniger ausgedehnte lokale Probleme. Erst die Industrialisierung verbunden mit dem explosionsartigen Anstieg der Weltbevölkerung als Folge von Aufklärung und Wissenschaftsfortschritt brachte seit der Mitte des 19. Jahrhunderts zunächst für Europa und Teile Nordamerikas, heute für die gesamte nördliche Hemisphäre und zunehmend auch für die südliche Welt überregionale und Länder überschreitende Veränderungen, die heute noch im Zunehmen und deren Konsequenzen noch nicht voll abschätzbar sind.

Die anthropogene Beeinflussung der Oberflächengewässer erfolgt durch drei wesentliche Hauptfaktoren, nämlich der Veränderung der Morphologie und physikalischen Eigenschaften, der chemisch-qualitativen Beeinflussung des Wassers im weitesten Sinne und schließlich der Nutzung durch die Fischerei. Alle drei Faktoren greifen in einem vernetzten System ineinander, so daß etwa die Veränderung der Fließgeschwindigkeit auch die Wasserchemie beeinflusst.

I. Veränderung der Morphologie

Die Motivationen zur Veränderung des Wasserbettes von Flüssen und Seen, die in großem Maßstab im 19. Jahrhundert einsetzte, waren die Gewinnung nutzbarer Bodens für die Landwirtschaft, der Hochwasserschutz, die Schifffahrt, die Energiegewinnung und als jüngstes Glied die Freizeitnutzung.

Die Gewinnung von Nutzland aus sog. „Öd- oder „Unland“ setzte im ersten Drittel des letzten Jahrhunderts ein und erreichte seinen makabren Höhepunkt in den 50er und 60er Jahren des 20. Jahrhunderts im Kampf um immer neue Produktionsflächen im Wandel von der bäuerlichen zur industriellen Landwirtschaft. Zunächst wurden Feuchtflächen und Moore trockengelegt und Seespiegel gefällt, wie etwa der Federsee in Oberschwaben zeigt. Dazu wurde das Wasser über Gräben gesammelt und in Bäche und Flüsse abgeleitet. Damit diese nun die Wasserfracht auch schnell genug abführen konnten, mußten sie begradigt werden und benötigten selbst weniger wertvolle Produktionsfläche. Zwangsläufig ergab sich durch das stärkere Gefälle auf der verkürzten Strecke eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit. Da die Energie des abfließenden Wasser jedoch erhalten bleibt, wirkte nunmehr pro Flächeneinheit eine größere Kraft ein, wodurch die begradigten Gewässer sich schneller und tiefer in den Untergrund eingruben. Hinzu kam, daß die ehemaligen Feuchtflächen und Moore das Niederschlagswasser nicht mehr wie ein Schwamm speichern konnten. Plötzliche Regenfälle und die Schneeschmelze führen daher zu sich schnell aufbauenden Hochwässern, die ihrerseits zu Überschwemmungen, aber auch zur beschleunigten Eintiefung beitrugen. Die tiefer liegenden Gewässer senkten aber auch den Grundwasserspiegel, so daß früher ganzjährig gut befeuchtete Böden austrockneten, aber andererseits auch häufiger durch Hochwässer überschwemmt wurden. Wasserbaulich wurde dieser Entwicklung durch Versteinung der Ufer und Sohle sowie der Errichtung von Hochwasserdämmen begegnet. Betrachtet man sich derartig ausgebaute und gesicherte Wasserstrecken, so findet man einen weitgehend homogenen Gewässerquerschnitt, mit annähernd der gleichen Fließgeschwindigkeit in

allen Bereichen. Die Konsequenz für Flora und Fauna ist katastrophal. Die veränderte Oberflächenstruktur mit harten glatten Flächen entzieht Pflanzen und Kleinlebewesen wie Insektenlarven den Lebensraum, so daß es zu einer Verminderung von Biomasse zugleich mit einer Reduktion auf wenige Arten kommt. Für Fische geht der Lebensraum, insbesondere für Kleinfischarten, verloren, da ihnen weder die Fließverhältnisse mit wechselnd stark strömenden und beruhigten Zonen zuzagen noch das adaptierte Nahrungsangebot vorhanden ist (RUDEK, 1974; JUNGWIRTH, WINKLER, 1983). Für robustere Arten aber fehlen ebenfalls die beruhigten Wasserzonen, die die Brut braucht, sowie Refugialzonen wie Kolke oder Unterstände. Auch die spezifischen Ansprüche an die Laichgebiete wie Pflanzen bei Krautlaichern oder Kiesbänke bei Kieslaichern sind nicht mehr vorhanden (BAUCH, 1958; MANN, 1968; KNÖPP, KOTHE, 1965). Fehlt dann noch ein Uferbewuchs mit Bäumen und Sträuchern, führen ständiger Streß, stärkere Temperaturschwankungen und höhere Gefährdung durch fischessende Tiere wie Graureiher rasch zu einem Arten- und Individuenschwund (BREHM, MEIJERING, 1982; HOFFMANN, 1985a). Diese empirisch gut bekannten Zusammenhänge zwischen Artenvielfalt und Gewässerstruktur konnten erst in jüngerer Zeit auch wissenschaftlich exakt dokumentiert werden (JUNGWIRTH, WINKLER, 1983; JUNGWIRTH, 1984, 1985).

Danach besteht eine direkte Relation zwischen Fischartenvielfalt, Zahl der Individuen sowie optimalem Altersaufbau der Population und einer möglichst großen Variabilität der Querprofile innerhalb der Fließstrecke. Auf der Ebene der Nichtvertebraten konnten nahezu identische Tendenzen aufgezeigt werden (PECHLANER, 1985). Hierzu trägt auch die Abdrift bei. So wurden auf einer Strecke von ca. 440 m an einem kleinen Fließgewässer (12 l/sec) allein fast 10.000 Individuen der Eintagsfliegengattung *Baetis* innerhalb 24 Stunden abgedriftet. Diese Kleinlebewesen versuchen zwar durch aktive Aufwärtswanderung dem gegenzusteuern. Bereits kleinste Hindernisse, wie sie die Schwellen in den begräbten Bächen darstellen, lassen eine Rückwanderung nicht mehr zu, so daß es zu einer stetigen Verarmung der Nahrungsgrundlage von Fischen kommt.

Den Hochwassergefahren aus dem Alpengebiet wurde mit Rückhaltebecken zu begegnen versucht. Hinzu kommt seit den 20er Jahren die Energiegewinnung aus Wasserlaufkraftwerken. Die Folge für die Flüsse sind eine radikale Veränderung des Charakters. Hinsichtlich der Fauna waren sie früher der Äschenregion zugehörig mit den Beifischarten Bachforelle, Äsche, Huchen, Koppe und Elritze. Die im Stau herabgesetzte Fließgeschwindigkeit bedingt eine Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit, höhere Wassertemperatur und niederen O₂-Gehalt. Damit ändern sich die Lebensmöglichkeiten zuungunsten der rheophilen Tierarten hin zu Fischen der Cyprinidenregion. Zusätzlich verhindert die Stauhaltung die Wanderung von Fischen vor allem während der

sog. Laichzüge. Fischarten wie Barbe, Nase oder Lachs sind daher allein dadurch gefährdet. So starb beispielsweise der ansonst robuste Sterlett, ein störrischer Fisch, im bayerisch-württembergischen Donaugebiet wegen fehlender Wandlungsmöglichkeit aus (BAUCH, 1958; NOLTE, 1968).

Eine zunächst nicht bedachte Komplikation bringt der fehlende Weitertransport von groben Geschiebe mit sich. Zum einen füllt es die Stauhaltungen auf, wie am Beispiel des Sylvensteinsees zu sehen ist, zum anderen fehlt die Geschiebezugabe im Unterlauf. Dadurch wird die Eintiefungstendenz gefördert – am Rhein versucht man hier durch künstliche Geschiebezufuhr gegenzusteuern –, für kieslaichende Fische v. a. Salmoniden, aber auch für Vogelarten wie den Flußregenpfeifer, fehlt das Fortpflanzungsbiotop. Die herabgesetzte Fließgeschwindigkeit in Stauhaltungen bedingt aber auch eine Sedimentation feinstpartikulärer Stoffe, so daß Schlamm- und Sandbänke vor den Staumauern entstehen. In diesen laufen Fäulnisprozesse ab, die durch O₂-Entzug lebensfeindlich wirken. Das Produktionsgebiet von Kleinlebewesen als Nahrungsgrundlage für höhere Tierarten entfällt, die Selbstreinigungskraft des Gewässers erlischt (BACALBASA-DOBROVICI, 1982). Hinzu kommt, daß nach dem gegenwärtigen Energiekonzept Wasserkraftwerke den Spitzenbedarf abdecken sollen. Dies geschieht im sog. Schwellbetrieb, wobei der Wasserspiegel innerhalb kurzer Zeit gesenkt wird. Dadurch fallen die sensiblen Uferzonen, die sowohl Hauptnahrungsproduktionsort als auch Brutstätte für zahlreiche Tiere, v. a. auch Fische sind, trocken. Eine natürliche Nachzucht fällt damit aus (WIESNER, 1982).

Kurz erwähnt werden sollen hier noch Wasserkraftwerke, in deren Abwasserfahnen stark erhöhte Wassertemperaturen auftreten, die beispielsweise Guppies das Überleben in hiesigen Gewässern ermöglichen (NEWDICK, 1979; BRAUN, 1982). Auch wurde in derartigen Wärmefahnen bereits die Turmdeckelschnecke *Melanoides tuberculata* beobachtet, die normalerweise erst ab dem Mittelmeergebiet auftritt (BAUER, 1982).

Die Schifffahrt schließlich zerstört durch Druckwellen Kleinlebewesen bis hin zu Fischbrut und belastet mit Treibstoff und Ölrückständen das Wasser.

II. Chemische Belastungen

Chemische Stoffe kommen über Abflüsse von der Landoberfläche, durch Lösung aus dem Untergrund sowie über die Atmosphäre durch Niederschläge ins Gewässer (Abb. 1). Drei Hauptfolgen lassen sich daraus ableiten, nämlich Eutrophierung, Intoxikation und pH-Verschiebungen. Die Eutrophierung als Folge der modernen Landwirtschaft und der Benützung der Gewässer zur Ableitung geklärter und ungeklärter Abwässer betrifft heute nahezu alle Landesteile. Während aber hinsichtlich der Abwasserreinigung zweifellos Fortschritte zu verzeichnen sind, ist das Problem des Eintrags düngender Substanzen

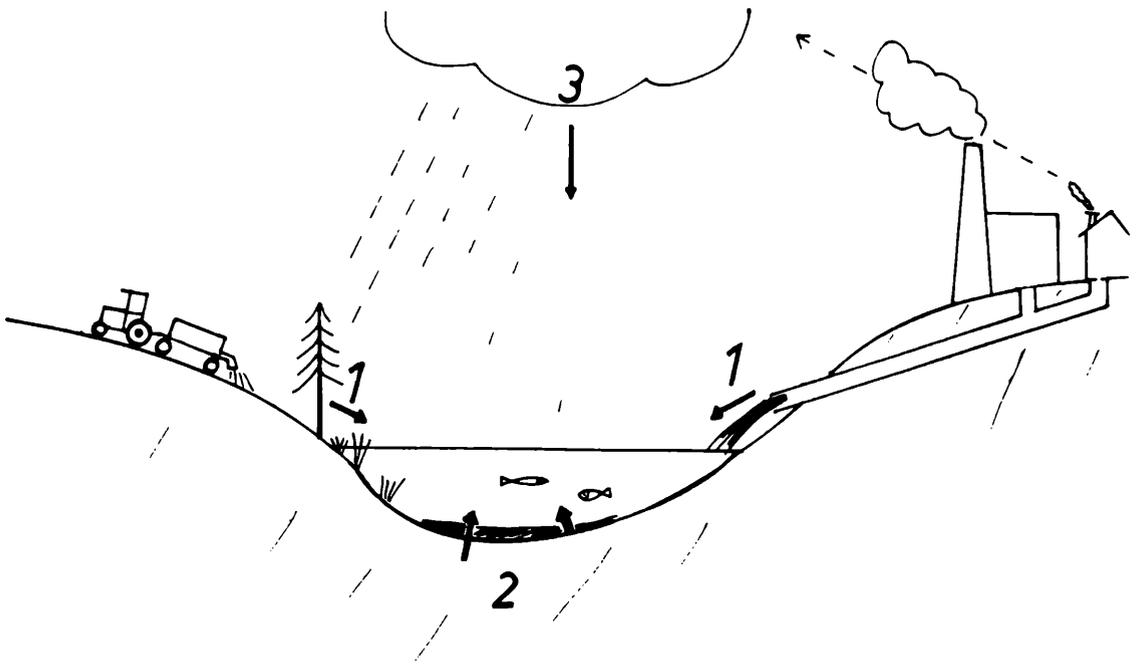


Abbildung 1

Wege der Belastung durch chemische Stoffe

aus dem Landbau eher noch im Wachsen. Ursache hierfür sind die Umstellung der Bewirtschaftung auf große Flächen, der Maisanbau und die Massentierhaltung mit bequemen Schwemmmistungen, die Probleme mit den großen Volumina an Gülle aufwerfen. Besonders im Bereich von Spezialkulturen wie Wein und Hopfen brachte die arbeitserleichternde Neugestaltung im Rahmen der Flurbereinigung Probleme mit vermehrtem Abschwemmen von Dünger aber auch Pestiziden, wie sich etwa im Maintal drastisch belegen läßt, mit sich.

Die einmal in das Wasser eingebrachten Nährstoffe, insbesondere Phosphat und Stickstoffverbindungen führen zu einem vermehrten Pflanzenwuchs, angefangen von Algen bis zu Makrophyten (BREHM, MEIJERING, 1982), also zu einer erhöhten Urproduktion sowie einer veränderten Zusammensetzung der im Wasser lebenden Tierwelt. Man unterscheidet daher je nach Nährstoffgehalt oligotrophe, mesotrophe, eutrophe und polytrophe Gewässer (STREBLE, KANTER, 1985). Anhand der dabei auftretenden bakteriellen, pflanzlichen und tierischen Leitorganismen entwickelte schließlich LIEBMAN (1962) das sog. Saprobiensystem, das heute allgemein zur Bestimmung der Gewässergüte Verwendung findet. Die Kehrseite der Medaille ist, daß in der kalten Jahreszeit, die Pflanzen absterben und durch deren Zerfall sich die Schlammänke mit hoher Sauerstoffzehrung bilden.

Für die Fische kann sich das vermehrte Nährstoffangebot im Wasser zunächst positiv durch ein erhöhtes Nahrungsangebot auswirken. Dies trifft vor allem für die weniger sauerstoffbedürfti-

gen Cypriniden-Arten wie Brachse und Rotaugen aber auch Barsche zu (HEUMANN, 1975; KEIZ, 1979; KIEKHÄFER, 1967). Innerhalb dieser Arten bildet sich jedoch häufig eine Überpopulation mit Verbettung, wodurch die Fische krankheitsanfälliger werden. Zudem finden auch zahlreiche Kleinkrebse oder auch Weichtiere ein vermehrtes Nahrungsangebot. Diese stellen häufig Zwischenwirte für Fischparasiten dar, die somit ebenfalls optimale Bedingungen finden.

In stark eutrophierten Gewässern kommt es daher nicht selten zu einer hohen Verbreitung von Parasitosen, die auch zu Fischsterben führen können. Berichte hierüber liegen auch aus den letzten Jahren vor, wo im Main Fischsterben durch Parasiten wie Myxosporidien (SCHÄFER, HOFFMANN, 1984) oder Saugwürmer (SCHÄFER, HOFFMANN, 1985) beobachtet wurden. Auch in Salmonidengewässern kann der Grad der Eutrophierung fast direkt am Kratzerbefall bei Forellen abgelesen werden, wobei Gammariiden als Zwischenwirte dienen (AMLACHER, 1986).

Direkt negative Folgen zeigt die Eutrophierung für alle Fischarten, die bodennahe Bezirke zur Eientwicklung benötigen. Die Ablagerung von Faulschlamm als Folge des vermehrten Pflanzenwuchses behindert die Fortpflanzung etwa von Salmoniden, Barben, Nase, Schneider, Aitel, Strömer, Zingel, Streber oder Zander (BLESS, 1978). Aber auch bei Coregonen, die durch das vermehrte Nahrungsangebot im Freiwasser zunächst scheinbar profitieren, was sich u. a. im verstärkten Wachstum äußert, ist das Brutaufkommen stark gefährdet (KRIEGSMANN, 1958). Dies führte etwa im Bodensee fast zum

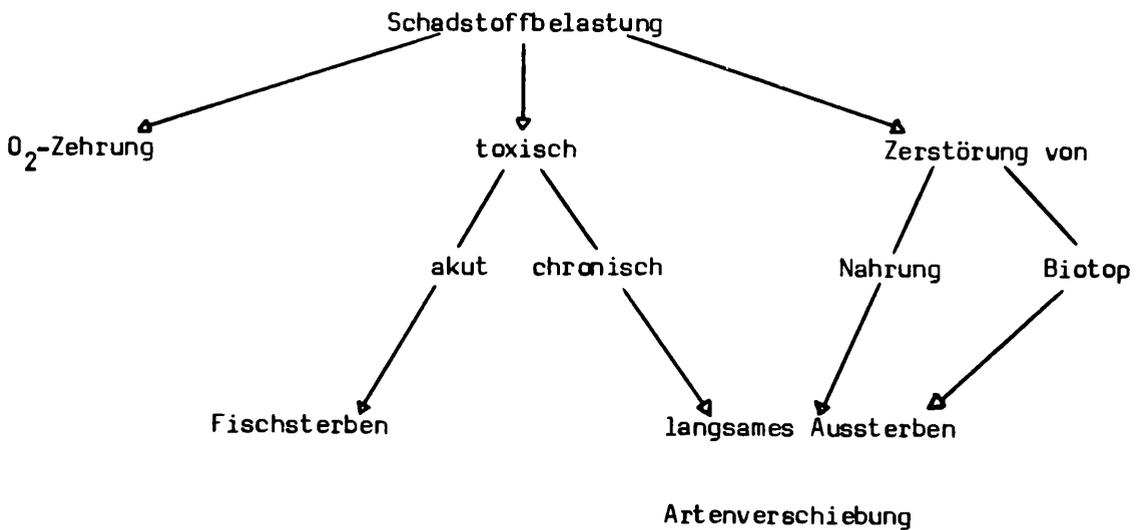


Abbildung 2

Wirkungsabläufe bei Fisch-Vergiftungen

Zusammenbruch der Felchenproduktion und erfordert heute ständig Stützungsmaßnahmen durch den Menschen. Die Schlammablagerungen stellen auch bei Abstellung bzw. Verringerung der anthropogenen Nährstoffbelastung die wohl größte Hypothek für die Zukunft dar, da kaum Methoden zu ihrer Beseitigung vorhanden sind. Für die Ausübung der Fischerei selbst bringen die Schlammablagerungen, die das Betreten der Uferregion, insbesondere von Flußstautufen, lebensgefährlich machen können, sowie ein dichter Pflanzenbewuchs oft unüberwindliche Hindernisse.

Im Bereich von industriell belasteten Abwässern kommt dazu die Kontamination mit giftigen Substanzen, wie etwa Schwermetallen, so daß eine Verbringung des Schlammes etwa aus Flußstauen auf landwirtschaftliche Böden nicht möglich ist. Vergiftungen (Intoxikationen) von Fischen sind in der Öffentlichkeit das am meisten registrierte Ereignis. Man unterscheidet dabei zwischen akuten und chronischen Vergiftungen, wobei in der Regel nur erstere beachtet werden. Akute Vergiftungen sind leicht daran zu erkennen, daß innerhalb kürzester Zeit bei zahlreichen Fischen unterschiedlicher Arten und Altersstufen der Tod eintritt. Bei derartigen Ereignissen können dann, wie allgemein bekannt, tote Fische zentnerweise angeschwemmt werden. Als Ursache ist die Einleitung von Schadstoffen in das Gewässer zu nennen. Diese können auf zweierlei Weise wirken. Zum einen führen sie durch eine spezifische toxische Wirkung zu schnell eintretenden Schäden an lebenswichtigen Organen, wie am Gehirn (z. B. Cyanverbindungen) an Leber oder Herz-Kreislaufsystem oder an der Körperoberfläche, insbesondere den Kiemen (z. B. Säuren. Laugen).

Diese Schadstoffe, deren Zahl immens ist, können aus der Industrie z. B. in Form von organischen Lösungsmitteln, Cyanverbindungen, Laugen oder Säuren aber auch aus der Landwirtschaft in Form von Pestiziden kommen. Da es kaum typische Symptome bei der Vergiftung

durch bestimmte Substanzen gibt, ist es wichtig bei Schadensfällen Proben des Wassers und verwendete Fische sicherzustellen und darüber hinaus alle Begleitumstände mitzuteilen, z. B. welche industriellen Anlagen in der Nähe sind oder welche Fruchtarten im Einzugsgebiet angebaut werden. Nur mit Hilfe dieser Angaben wird es dem Pathologen zusammen mit dem Chemiker möglich sein, die Ursache genau zu klären, was ja im unmittelbaren Interesse des Fischereiberechtigten ist. Trotzdem besteht gerade in diesem Bereich eine hohe Dunkelziffer bei der Aufklärung (SANZIN, 1981). Neben mangelnden Angaben zu den Begleitumständen trägt bei Fließgewässern aber auch bei, daß zu dem Zeitpunkt, in dem das Fischsterben entdeckt wird, der auslösende Schadstoff schon lange im wörtlichen Sinne bachab gegangen ist. Fortschritte mag in dieser Richtung die Anzeigepflicht für Fischsterben bringen, die im Gesetzentwurf zur Neuregelung des bayerischen Fischereigesetzes vorgesehen ist.

Die zweite Weise, auf der akute Fischsterben ablaufen, ist der Entzug von Sauerstoff aus dem Wasser. Werden fäulnisfähige Stoffe, wie Klärwasser oder Jauche in die Gewässer eingeleitet, so führt deren sauerstoffzehrende Wirkung zum Erstickungstod der Fische (AMLACHER, 1986). Dieser ist relativ leicht erkennbar an den weit abgespreizten Kiemendeckel verbunden mit einer Maulsperrre. Aber auch in stark eutrophierten Gewässern mit hohem Pflanzenanteil kann es ohne zusätzliche Einleitung sauerstoffzehrender Substanzen zum Erstickungstod kommen. Zur Nachtzeit, wenn die Assimilierung sistiert und die Pflanzen ihrerseits aus dem Wasser Sauerstoff entnehmen (SCHWÖRBEL, 1971), kann es – meist in den frühen Morgenstunden vor Sonnenaufgang – zu Fischsterben kommen. Andererseits kann aber der Pflanzenreichtum tagsüber auch zu einer Übersättigung des Wassers mit O₂ führen. Im Fischkörper steigt dabei ebenfalls der O₂-Partialdruck. Kommt es nach Ende der Sonneneinstrahlung zu einem schnellen Sinken des O₂-Gehalts im Wasser, kann dies zur sog. Gas-

blasenkrankheit bei Fischen führen, die im Extremfall unter dem Bild eines Massensterbens verlaufen kann (SCHÄPERCLAUS, 1979).

Auch beim Abbau von organischen Stoffen kann es insbesondere bei weichem Wasser mit hohem pH durch Bildung von Ammoniak (NH_3) zu Fischsterben kommen (BUHSE, 1966).

Alle drei zuletzt genannten Ereignisse, nämlich Sauerstoffzehrung bzw. Gasblasenkrankheit und Ammoniakvergiftung, werden zwar nicht durch akute Schadstoffeinträge verursacht, stellen aber als Folgewirkung der Eutrophierung wichtige Ursachen von Fischsterben dar.

Wesentlich schwieriger als akute Vergiftungen sind chronische Intoxikationen zu erkennen. Dabei wirkt ein Schadstoff über lange Zeit oder wird zum Teil gespeichert, bevor die Wirkung erkennbar ist. Die Folgen können dann entweder relativ plötzliche Todesfälle sein, wenn ein bestimmter „Schadstoffpegel“ überschritten wird, so bei Schwermetallbelastungen insbesondere bei Kupfer (HAPKE, 1975). Andererseits können sie zu langandauernden schleichenden Prozessen mit Abmagerung führen, wie es etwa bei Kadmium oder Quecksilber zu beobachten ist. Zum Teil beeinflussen chronisch-toxische Verbindungen aber auch bestimmte Organsysteme wie etwa die Fortpflanzungsorgane, so daß es zum langsamen, oft kaum bemerkbaren Aussterben bestimmter Arten kommt. Dabei zeigt sich, daß nicht jede Fischart gleich empfindlich ist, was wiederum zur Selektion auf resistenteren Arten wie etwa den Aal führt. Wichtig ist hierbei auch das Kriterium der Eßbarkeit von Fischen.

Chronische Belastungen verdienen also besondere Aufmerksamkeit gerade durch die Fischerei. Im Gegensatz zu akuten Vergiftungen ist dabei die Aufdeckung der Schadensquelle wesentlich schwieriger. Zum Teil sind Substanzen noch nach Jahren und Jahrzehnten im Biokreislauf zu finden, wie das Beispiel DDT zeigt. Zum anderen ist die Verfrachtung über weitere Strecken möglich. Bei nur kurzfristigen Einleitungen sind die Verursacher oft gar nicht faßbar. Auf der anderen Seite ist aber der Fisch und insbesondere der Raubfisch als letztes Endglied der aquatischen Nahrungskette ein besonders geeigneter Bioindikator, da in ihm eine oft hunderttausendfache Anreicherung erfolgt. Diese Indikatorfunktion sollte daher für die Fischerei Anlaß geben, zu fordern, daß zur Aufrechterhaltung der aquatischen Ökosysteme und zum Schutze der menschlichen Gesundheit alle Anstrengungen unternommen werden, die Fische als voll geeignetes Lebensmittel zu erhalten. Wirtschaftliche Gesichtspunkte oder Nutzen des einzelnen Fischers spielen unter diesem Aspekt nur eine unwesentliche Rolle.

Es soll noch ein heute weltweites Problem angeschnitten werden, dessen Auswirkungen noch nicht in ihrer vollen Tragweite erkennbar sind. Die Oberflächengewässer der gesamten nördlichen Hemisphäre sind heute zunehmend von der Versäuerung durch den sog. „Saurer Regen“ betroffen (HOWARD, PERLEY, 1982). In Gebieten mit kalkarmen Urgesteinen, also außerhalb des unmittelbaren Alpenraumes in Bayern beispielsweise im Bayer- und Böhmerwald sowie im

Fichtelgebirge sinkt in den wenig gepufferten Gewässern der pH kontinuierlich in den letzten Jahrzehnten (HAMM, 1985). Ursache hierfür ist der Eintrag von Schwefeldioxid (SO_2) und Stickoxiden (NO_x) aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe, die den natürlichen Ausstoß etwa aus Vulkanen bei weitem übersteigen. Sie werden mit dem Regen, dem sog. „Saurer Regen“ in das Gewässer eingebracht.

Die Auswirkung auf die Fischfauna ist vielfältig und wie die Beispiele Schwedens und Nordamerikas zeigen für die Fischerei katastrophal. Akute pH-Absenkungen vor allem während der Schneeschmelze führen zum Absterben der Eier bzw. der Fischlarven. Da dieses Ereignis in der Brutperiode der Salmoniden fällt, sind diese damit von der natürlichen Fortpflanzung nahezu ausgeschlossen. Dabei kann eine nur wenige Stunden andauernde pH-Absenkung um 1 bis 2 Einheiten, was ja eine Verzehnfachung bzw. Verhundertfachung des Säuregehaltes bedeutet, bereits genügen, wie derzeit laufende Untersuchungen am Institut für Zoologie und Hydrobiologie drastisch belegen. Die Eier bzw. Larven sterben dabei innerhalb weniger Stunden ab.

Langfristig zeigt die kontinuierliche Abnahme des pH-Werts eine Wirkung auf allen Ebenen. Es kommt zu einer Artenverarmung und -verschiebung hin zu wenigen resistenten Tier- und Pflanzenspezies. Bei den Pflanzen überwiegen dann Fadenalgen und Moose. Unter den Kleintieren verschwinden als erste Wasserflöhe (*Daphnia spp.*), Bachflohkrebse (*Gammariden*), Eintagsfliegen, Köcherfliegen und Steinfliegen sowie als Folge des Kalkmangels Schnecken und Muscheln (HOWARD, PERLEY, 1982). Ihre Stelle nehmen Wasserwanzen, Schlammfliegen und Käfer ein. Für die Fische bedeutet dies, daß das natürliche Nahrungsangebot weitgehend fehlt. Die im Gewässer verbliebenen Fische sind mangelhaft ernährt.

Es zeigt sich aber auch, daß verschiedene Fischarten unterschiedlich empfindlich sind. So bleiben in versäuerten Bächen lediglich Bachforelle und Bachsaibling übrig.

Für den Rückgang der Fische sind aber nicht nur pH-Stöße und Nahrungsmangel verantwortlich, der veränderte Wasserchemismus hat auch die Folge, daß zu wenig Mineralstoffe angeboten werden. Dadurch wird der Knochenaufbau und die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane insbesondere der Ovarien gehemmt. Schwerwiegender ist jedoch die Lösung von Metallionen aus dem gewachsenen Untergrund bzw. Sediment. Dadurch kommt es zur Anreicherung bis über toxische Schwellenwerte insbesondere von Aluminium, Quecksilber und Kadmium, so daß die Fische (und andere Lebewesen) vergiftet werden (HOFFMANN, VAN DE GRAAFF, 1984).

Das Ausmaß der Gewässerversäuerung wird heute bei uns weitgehend dadurch verdeckt, daß durch den Eintrag von Oberflächenwasser aus landwirtschaftlich genutzten Flächen, soviel basische Stoffe, insbesondere Kalkverbindungen eingetragen werden, daß sie das Gewässer wieder aufpuffern. Somit wirken paradoxerweise die als negativ eingestuften Faktoren, die zur Eutro-

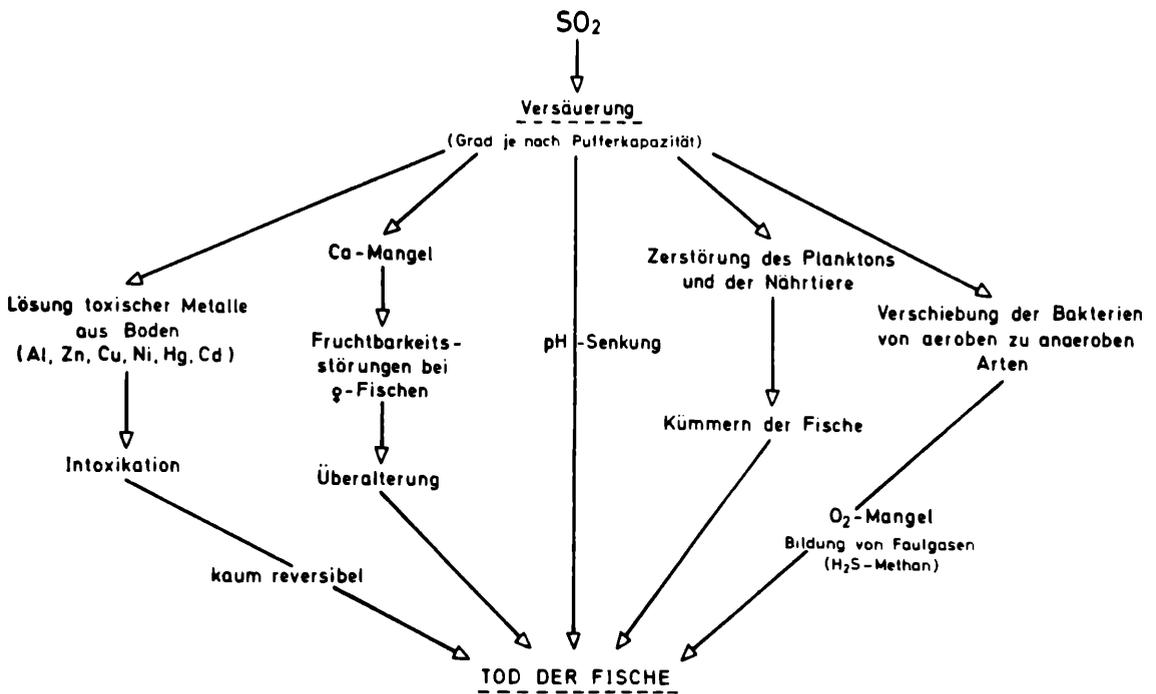


Abbildung 3

Wirkung der SO₂-Immissionen auf die Fischwelt

phierung beitragen, im Falle der Versauerungsgebiete für das Gewässer lebensrettend. Schaut man daher heute in Bayern die Verteilung der versauerten Fließgewässer an, so findet man sie weitgehend auf die Quellregionen beschränkt (FISCHER-SCHERL et al., 1986).

Mögen im Alpenraum die direkten Wirkungen von SO₂ und NO_x durch pH-Absenkungen wegen des hohen Kalkgehalts der Böden in den Hintergrund treten so findet sich gerade hier ein sich derzeit noch in Umrissen, jedoch nicht weniger gefährliches Gefahrenmoment. Die Bedrohung der Wälder im alpinen Raum wird ja bei allen unterschiedlichen Theorien übereinstimmend dem Faktor SO₂ und NO_x zugeschrieben.

Sollten jedoch die für den Wasserhaushalt und die menschlichen Siedlungen unabdingbaren Bergwälder eines Tages wegfallen, wird dies mit Sicherheit auch für das gesamte aquatische System von enormer Wirkung sein.

III. Fischereiliche Maßnahmen

Zuletzt zu fischereilichen Maßnahmen und ihre Auswirkungen auf die Fischfauna. Die ursprüngliche Nutzung durch Entnahme der natürlichen Überproduktion ist heute kaum mehr möglich. Die Gefahr des Überfischens bestimmter Arten ist sicher gegeben (BLESS, 1978), jedoch insgesamt nicht so relevant, da ihr leicht begegnet werden kann. Weitaus gravierender sind Besatzmaßnahmen, die i. d. R. nur mit vom Nutzer des Gewässers begehrten Arten erfolgt.

Wie gezeigt, kann heute in vielen Fällen der Nachwuchs auf natürliche Weise nicht mehr gewährleistet werden. Dies führt aber auch dazu, daß bevorzugt Edelfische, z. T. mit ausgesuchten Merkmalen wie etwa Frohwüchsigkeit, gewählt werden mit der Folge, daß ursprüngliche, lokale

Varietäten und Kleinfische verdrängt werden (PLEYER, 1981 a + b). Besonders eklatant ist dies bei den Coregonen der voralpinen Seen, bei denen bereits seit dem 19. Jahrhundert Fische aus weit entfernten Gebieten Osteuropas zum Besatz verwendet werden. Hier sind ebenso wie teilweise beim Seesaibling heute keine autochthonen Fischpopulationen mehr vorhanden, ja teilweise ist es wegen der Hybridisierung nicht mehr rekonstruierbar, welche Art ursprünglich heimisch war (KÖLBING, 1977). Leider steht beim Besatz der Wunsch des Fischereiberechtigten im Vordergrund, einen bestimmten Fisch zu fangen, egal ob er in den jeweiligen Biotop paßt oder nicht. Die Frage nach Nahrungsangebot sowohl von seiner Zusammensetzung als auch der Quantität muß vermehrt vor den Wunsch nach dem „interessanten Ertrag“ gestellt werden. Hierzu gehört auch die Definition des Begriffs „standortgerechter Fisch“, der über den „einheimischen Fisch“ hinaus Lokalvarietäten mit ihrem genetischen Material berücksichtigen sollte. Daher wäre ein Fischbesatz nach Möglichkeit aus lokalen Vermehrungsbetrieben mit ähnlichen Wasserkriterien zu bevorzugen. Ein Besatz mit lokal nicht vorkommenden Arten, wie etwa dem Aal im Einzugsgebiet der Donau oder in Oberläufen (Forellenregion) ist dagegen abzulehnen, da hierdurch andere Tierarten wie etwa Krebse, aber auch Fische beeinträchtigt werden.

Grundsätzlich zu verhindern ist der Besatz mit nichtheimischen Fischarten, was ja auch das Naturschutzgesetz untersagt. Diese Fremdfische bringen eine Reihe von Risiken mit sich, wie Einschleppung von Krankheiten, Biotopzerstörung, Konkurrenz zu heimischen Arten, die einen vordergründigen Nutzen z. B. „Mähnen“ durch Grasfische bei weitem übersteigen (HOFFMANN, 1982). Dies gilt auch für die amerikanische Re-

genbogenforelle, die im freien Gewässer eine Konkurrenz für die Bachforelle darstellt (MUUS, DAHLSTRÖM, 1968).
 Wie weit hierbei manche Gedanken gehen, zeigen falsche und unbiologische Begriffsbestimmungen von „Art“ und „einheimisch“, wie sie u. a. von POHLHAUSEN (1978 und 1986) vorgenommen werden. Erfreulicherweise trifft dies jedoch nur auf eine Minderheit zu, während etwa noch im ersten Drittel dieses Jahrhunderts von Seiten des Naturschutzes ernsthaft die Einbürgerung von Fischen aus anderen Kontinenten zur „Bereicherung“ der Fauna gefordert wurde (GUENTHER, 1919).
 Die heutige Fischereipolitik ist dagegen mit den Empfehlungen der WHO einig (WELLCOME, 1985), daß fremde Arten nicht oder nur in extremen Ausnahmen eingebürgert werden dürfen. Daß trotz dieser Absichtserklärung es nicht zu verhindern ist, daß sich auch im aquarischen Bereich Arten etablieren, zeigt das Auftreten eines Kleinfisches, *Pseudorasbora parva*, der aus Ostasien kommend über Südosteuropa sich bis in die Bundesrepublik ausbreiten konnte und wegen seiner Robustheit andere Kleinfischarten durch interspezifische Konkurrenz zu bedrohen beginnt (ARNOLD, 1985; STEIN und HERL, 1986).

Literaturverzeichnis

- AMANN, E. (1975):
 Nahrungsumstellung und Zunahme der Barsche im Bodensee-Obersee infolge der Eutrophierung. – Österreichs Fischerei (Salzburg), 28, 72-76.
- AMLACHER, E. (1986):
 Taschenbuch der Fischkrankheiten. 5. Auflage, G. Fischer, Jena.
- ARNOLD, A. (1985):
Pseudorasbora parva (Schlegel 1848). Nun auch in der DDR. – Zeitschr. Binnenfischerei DDR 32, 182-183.
- BACALABASA-DUBROVICI, N. (1982):
 Anthropogene Einwirkungen auf Fischbestände. – Schweiz. Z. Hydrol. 44, 243-251.
- BAUCH, G. (1958):
 Untersuchungen über die Gründe für den Ertragsrückgang der Elbfischerei zwischen Elbsandsteingebirge und Boizenburg. – Z. Fischerei 7, NF: 161-438.
- BAUER, J. (1982):
 In: Wärmehaushalt und Wassergüte in Fließgewässern; Hrsg. Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 5/82.
- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W SUKOPP, H. (1984):
 Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. – Naturschutz aktuell Nr. 1.
- BLESS, R. (1978):
 Bestandsänderungen der Fischfauna in der Bundesrepublik Deutschland. – Naturschutz aktuell Nr. 2, Kilda Verlag.
- BRAUN, F. (1982):
 In: Wärmehaushalt und Wassergüte in Fließgewässern; Hrsg. Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 5/82.
- BREHM, J., MEIJERING M.P.D. (1982):
 Fließgewässerkunde; Quelle und Meier Verlag, Heidelberg.
- BUHSE, G. (1966):
 Die Lebensgemeinschaft im Wasser und ihr Schutz. – Allgem. Forstzeitschr. 21, 570-573.
- FISCHER-SCHERL, TH., HOFFMANN, R., SCHMITT, P., LEHMANN, R. (1986):
 Einfluß der Gewässerversauerung auf die Fischfauna in bayerischen Fließgewässern. – Fischer und Teichwirt, 37, 101-105.
- GUENTHER, K. (1919):
 Der Naturschutz, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- HAMM, A. (1985):
 Aspekte der Gewässerversauerung. – Münchn. Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, 39, 381-392.
- HAPKE, H. J. (1975):
 Toxikologie für Veterinärmediziner; F. Enke Verlag, Stuttgart.
- HOFFMANN, R. (1982):
 Einbürgerung fremder Fischarten – Risiken für die heimische Fauna. – AFZ-Fischwaid 107, 606-607.
- (1985a):
 Die Veränderungen der Umwelt und ihre Auswirkung auf die Fischpopulation. – Münchener Beiträge Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, 39, 393-404.
- (1985b):
 Beeinflussung der Fischerei durch Schadstoffeintrag ins Wasser. – Alpen-Fisch '85, Innsbruck, 120-135, 1985.
- HOWARD, R., PERLEY, M. (1982):
 Acid rain; Mc Graw-Hill Book Co, New York.
- JUNGWIRTH, M., WINKLER, H. (1983):
 Die Bedeutung der Flußbettstruktur für Fischgemeinschaften. – Österr. Wasserwirtsch. 35, 229-234.
- JUNGWIRTH, M. (1984):
 Auswirkungen von Fließgewässerregulierungen auf Fischbestände, Teil II; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- (1985):
 Fließgewässerregulierungen und ihre Auswirkungen auf die Fischerei. – Alpen-Fisch '85, 33-55.
- KEIZ, G. (1979):
 Fische und Fischerei in eutrophen Seen; Seenforschung in Bayern. – Tagungsberichte Akad. Naturschutz und Landschaftspflege 3/79.
- KIEKHÄFER, H. (1969):
 Die zunehmende Verseuchung der Bodenseetrübsen des Obersees mit *Diplostomum volvens* (Wurmstar) als Folge der künstlichen Eutrophierung des Sees. – Fischwirt 8, 173, 176.
- KNÖPP, H., KOTHÉ, P. (1965):
 Die Bedeutung des biologischen Wasserbaus für Gewässerbiologie und Fischerei; In: Der biologische Wasserbau an den Bundesstraßen; Stuttgart, E. Ulmer.
- KRIEGSMANN, F. (1958):
 Der Fischbestand des Bodensees als Indikator für Veränderungen des allgemeinen See-Reagierens. – Münchn. Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, 4, 153-166.
- LIEB, D. (1985):
 Literaturstudie zum Auftreten von Fischkrankheiten vom 16. bis zum 19. Jahrhundert; Diss. med. vet. München.
- LIEBMANN, H. (1962):
 Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie I; Oldenbourg München.
- MANN, H. (1968):
 Die Beeinflussung der Fischerei in der Unterelbe durch zivilisatorische Maßnahmen. – Helgoländer wiss. Meeresunters. 17, 168-181.
- MUUS, B. J., DAHLSTRÖM, P. (1978):
 Süßwasserfische; BLV-Verlag München-Bern-Wien.
- NEWDICK, J. (1979):
 The complete freshwater fishes of the British Isles. A. & C. Balck, London.
- NOLTE, W. (1968):
 Die Küstenfischerei in der Unter- und Außenweser und die Abwasserbedrohung. – Helgoländer wiss. Meeresunters. 17, 156-167.

- PECHLANER, (1985):
Kriterien für umweltschonende Wasserkraftnutzung aus der Sicht des Gewässerökologen. – Alpen-Fisch '85, Innsbruck, 77-101.
- POHLHAUSEN, H. (1978):
Lachse in Teichen, Seen, Flüssen und Bächen. – Parey Verlag, Hamburg.
- POHLHAUSEN, H. (1986):
Einheimisch-standortgerecht-nützlich. – Fischer und Teichwirt 37, 12-16.
- RUDEK, J. H. (1974):
Gefährdete Wirbeltierarten – Fische – Ursachen und Auswege. – Landschaftspf. u. Naturschutz in Thüringen 11 (1), 3-11.
- SANZIN, W. (1981):
Fischsterben in Bayern im Jahre 1979. – AFZ-Fischweid 106, 57-60.
- SCHÄFER, W., HOFFMANN, R. (1985):
Fischsterben im Main – mehrere Krankheiten, eine Ursache. – Fischer und Teichwirt 36, 199-202.
- SCHÄPERCLAUS, W. (1979):
Fischkrankheiten; Akademie Verlag, Berlin.
- SCHWÖRBEL, J. (1971):
Einführung in die Limnologie. – Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart.
- STEIN, H., HERL, O. (1986):
Pseudorasbora parves – eine neue Art der mitteleuropäischen Fischfauna. – Der Fischwirt 36, 1-2.
- STREBLE, H., KAUTER, D. (1985):
Das Leben im Wassertropfen: – Kosmos Naturführer. Frauckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- WELLCOME, R. L. (1985):
River fisheries; FAO Fisheries Technical Paper 262, Rom 1985.
- WIESNER, E. R. (1971):
Wegweiser für den Fischerei- und Gewässerschutz; L. Müller Verlag, München.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Rudolf Hoffmann
Institut für Zoologie und Hydrobiologie
der Universität München
Kaulbachstraße 37
8000 München 22

Richtiger Wassergebrauch im Garten

Horst Schindler

Die überragende Bedeutung des Wassers für das Leben von Mensch, Tier und Pflanze ist uns allen bekannt. Obwohl wir wußten, daß – wie jeder natürliche Rohstoff – auch Wasser nicht vermehrbar und, wenn viele ihn verwenden wollen, nicht unbegrenzt vorhanden ist, haben auch wir mit zugesehen wie er mißbraucht, verschwendet und verunreinigt wurde. Die Mißachtung des Wassers, welche vorwiegend auf Unwissenheit, Trägheit und Gedankenlosigkeit beruht, ist ja nicht nur im öffentlichen, sondern leider auch im privaten Bereich zu beklagen.

Mit der Wasserqualität verhält es sich ebenso wie mit der menschlichen Gesundheit. Sie wird erst dann geschätzt und geachtet, wenn sie verloren geht. Es fehlt heute meines Erachtens nicht an der Einsicht, daß jegliches Leben auf unserer Erde auf saubere Luft, gesunden Boden und reines Wasser angewiesen ist. Menschliche Schwächen und die fragwürdige Hoffnung „es wird schon noch einmal gut gehen“ verleiten uns immer noch zu übersehen, anstatt mit offenen Augen verantwortungsbewußt zu handeln. Die Tatsache, daß ökologisches Verständnis nicht von „oben“ verordnet werden kann, sondern die notwendige Erkenntnis, die „Gesetzmäßigkeit“ der Naturabläufe zu respektieren, sich von „unten“ aufbauen muß, verpflichtet uns gemeinsam eine bestmögliche Bildungsarbeit zu leisten.

Bei der schwierigen Aufgabe des Überzeugens und des Weckens von Mitverantwortung können für uns die Ergebnisse sowohl der Entscheidungsträger als auch der Bürger in der natürlichen Welt des Gartens von größtem Nutzen sein. Bildet dieses Stück Erde eine biologische Einheit in der noch eine Kommunikation zwischen Tier und Pflanze, zwischen Wasser, Stein und Boden stattfindet, kann es für den Menschen zum Lehrmeister im besten Sinne werden. Die Praxis beweist, daß erlebte Naturerkenntnisse nachhaltiger wirken als trockene Worte, farbige Bilder oder buntbedrucktes Papier.

Alle Bemühungen unseres Verbandes konzentrieren sich deshalb gegenwärtig darauf, in den 2.800 Gartenbauvereinen eine Kultur des Schutzes von Umwelt und Natur zu entwickeln und zu pflegen. Diese Aufgabe ist keine vereinspolitische Frage, sondern die Bildung einer lebensbejahenden Geisteshaltung von hohem moralischen Rang. So sehe ich meine Aufgabe bei dem Thema „Richtiger Wassergebrauch im Garten“ vorwiegend darin, die Vorstellungen unseres Verbandes auf diesem Gebiet im Rahmen des Richtigen und Erkennbaren darzulegen.

Einen richtigen und sinnvollen Wasserverbrauch kann man von den Menschen nur dann erwarten, wenn es gelingt, sie von dieser Notwendigkeit glaubhaft zu überzeugen. Bisher kenne ich keine Wasserversorgungsstelle – mit Ausnahme bei extrem lang anhaltenden Trockenperioden – die

ihre Abnehmer zu einem sparsamen Verbrauch auffordert. Auch in diesem Bereich lebt man vom Zuwachs! Schließlich richtet sich der Wasserzins und auch die Höhe der Abwassergebühren nach dem registrierten Wasserverbrauch. Kurioserweise haben wir in Gebieten mit besonders hohem Wasserverbrauch die niedrigsten Gebührensätze. Bei der Kalkulation der Preise für den kostendeckenden Betrieb der Anlagen ist deren Auslastungsgrad gegenwärtig immer noch der maßgebende Rechenfaktor. In dieser Situation müssen wir wegen der immer ernster werdenden Gefahr eines Zusammenbruches des Wasserhaushaltes in der Natur, die Gartenfreunde moralisch verpflichten, Trinkwasser sparsamst zu gebrauchen, Grundwasser nicht zu belasten und Regenwasser lieber zu sammeln, als es zum beschleunigten Abfluß zu zwingen. Niemand darf sich in Zukunft vor der Verantwortung mit dem Argument drücken: „Ich kann als Einzelner ja doch nicht zur Lösung der großen Probleme unserer Gegenwart beitragen“! Wir alle sind uns hoffentlich einig, daß die gesunde Umwelt im Garten beginnen muß. Ich möchte sogar behaupten, daß Gärten und gärtnerische Arbeit die geeignetsten Keimzellen für die Erneuerung unserer Kultur sind. Dazu zähle ich auch die Wasserkultur, die in der Menschheitsgeschichte größte Bedeutung erlangte und in der Gegenwart wieder reaktiviert werden muß.

Weil allein den Gartenbesitzern in Bayern 90.000 ha Fläche anvertraut wurde, die größer als die aller Naturschutzgebiete ist, muß die im Grundgesetz verankerte „Sozialpflichtigkeit des Eigentums“ wieder stärker in das Bewußtsein der Menschen dringen.

Bei den immer knapper werdenden Haushaltsmitteln des Staates wird nicht nur die Bedeutung der Gärten als kostenlose Durchgrünung des Wohnumfeldes mit allen damit verbundenen Wohlfahrtswirkungen, wozu auch die Klimaverbesserung durch die Wasserverdunstung der Pflanzen zählt, weiter wachsen. Gärten erhalten auch als „Einübungsfeld“ für den richtigen Wasserverbrauch und im Hinblick auf eine natürliche Regeneration der Sickerwässer eine neue Dimension. In unserem Klimabereich kommen wir in den Gärten nicht ohne zusätzliche Wassergaben aus. Die Rückhaltung und Verwendung von Regenwasser wird man in Zukunft ebenso verstärkt berücksichtigen müssen, wie wassersparende Methoden beim Gießen. Auch für die Qualität des Grundwassers muß sich Jedermann verantwortlich fühlen. Man kann es, wie es leider heute aus Unwissenheit immer noch der Fall ist, mit überhöhten mineralischen oder organischen Düngergaben belasten und mit chemischen Pflanzenschutz- oder Unkrautbekämpfungsmitteln verderben. Ein verantwortungsbewußt betretener Garten kann dagegen das Grundwasser

sauberhalten, wenn anstatt versiegelter Flächen ein gesunder Boden das Niederschlagswasser auf natürliche Weise reinigt, aus der Luft stammende Säure puffert und andere Schadstoffe bindet. Die Filtereigenschaft der Pflanzen, die im Boden die in Lösung gehenden Nährstoffe aufnehmen, kann bei der bedrohlichen Nitratbelastung des Grundwassers nicht hoch genug gewertet werden.

Ich möchte es Ihrer Phantasie und Ihren Möglichkeiten überlassen, wie Sie den Bürgern in Ihrem Verantwortungsbereich den **Wert des Wassers** darlegen und den Beweis antreten, daß dort, wo es fehlt oder verseucht wurde, Wüstenverhältnisse herrschen. Ich möchte kein Prophet sein. Alle Anzeichen sprechen dafür, daß naturreines Trinkwasser knapper wird. Spätestens dann, wenn über den Rundfunk und die Tagespresse die Warnung ausgesprochen wird, daß im Einzugsbereich der Gemeinde XY die Verwendung von Leitungswasser für Kleinkinder verboten ist und Erwachsene es nur nach vorherigem Abkochen genießen dürfen, wird man sich der bedenklichen Situation bewußt. Anscheinend müssen Schäden in unserer Umwelt erst für alle sichtbar und spürbar werden, bevor der längst fällige Bewußtseinswandel eintritt. So behauptet die Wochenzeitung „Die Zeit“ in einem Leitartikel, daß Heimat erst als schön empfunden werde, seit es sie nicht mehr gebe.

Ich darf Ihnen versichern, daß überall dort, wo sich Mütter einmal in eine Schlange stellen mußten, um vom umfunktionierten Milchauto einwandfreies Trinkwasser abzapfen zu können, Sie bei Ihren Vorträgen nicht mehr als Panikmacher und Märchenerzähler abqualifiziert oder als sentimentaler Spinner hingestellt werden. Ihre Worte werden aber auch dann schon die nötige Aufmerksamkeit finden, wenn Sie den Seltenheitsgrad von naturreinem Trinkwasser nachweisen, die Umstände, die zur Chlorierung führten, bewußt machen und aufzeigen, daß die Menschen in vielen Städten mit über fünfmal aufbereitetem Trinkwasser leben müssen.

Bei dem Thema „Richtiger Wasserverbrauch“ kommen wir nicht an der Bedeutung eines biologisch-, physikalisch- und chemisch intakten Bodens vorbei. Konsequenterweise wird deshalb unser Verband nach der Aufklärungsarbeit zum Thema „Wasser“ 1987 und 1988 schwerpunktmäßig die Beratungsbemühungen dem Motto „Lebensraum Boden“ widmen. Wir sind bereits dabei, eine vortragsreife Diaserie für eine effektvolle Öffentlichkeitsarbeit zu erstellen und detaillierte Beratungsblätter zur Mehrung der Bodenfruchtbarkeit, aber auch zur Erhaltung der Bodengesundheit zu erarbeiten. Im Vorgriff haben wir bei der Neufassung des Pflanzenschutzgesetzes massiv unsere politische Einflußnahme geltend gemacht. Wie bekannt, haben wir uns dabei eindeutig und nachdrücklich für ein Verbot von Herbiziden im Hausgartenbereich ausgesprochen. Ab diesem Zeitpunkt wurde in unserem Verbandsorgan keine gewinnbringende Werbeanzeige oder absatzfördernde Presseberichte mehr veröffentlicht.

Wasserbedarf und natürliche Niederschläge

Die Höhe des zusätzlichen Wasserbedarfes im Garten hängt ab von der Menge der natürlichen Niederschläge, vom Wasseranspruch der Kulturpflanzen und von der Speicherfähigkeit des Bodens. In Bayern reicht die Niederschlagsrate von 500 mm in Trockenbereichen Frankens bis etwa 2000 mm im regenreichen Voralpengebiet. Insgesamt kommt ein Garten mit 800 bis 1.000 Liter Wasser je Quadratmeter aus. Dieser Bedarf wird durch Regen selten gedeckt, weil nur ein Teil der Niederschlagsmengen vom Boden festgehalten werden kann. Wir müssen deshalb stets um eine Verbesserung der kolloidalen Bodenmasse, die man auch als Ton-Humuskomplex bezeichnet, bemüht sein. Neben einer optimalen Speicherfähigkeit kann damit gleichzeitig die Filterfunktion und eine gute Luftführung des Bodens sichergestellt werden. Bei idealen Verhältnissen spricht man von einem guten Boden, der gefördert wird durch:

- **Gründüngung**
schwerer Boden: Erbsen-, Wicken-, Bohnen-, Roggen/Hafer-Gemisch
Sandboden: gelbe Lupinen, Senf, Phazelia
- regelmäßige Kompostgaben
- direkte Einarbeitung von Ernterückständen
- ausgewogene Fruchtwechsel (Lauch, Kartoffel, Gelbe-Rüben)
- Mulchen (Bodenverbesserung und Verdunstungsschutz des Bodens)
- bedarfsgemäße Kalkversorgung
- Anreicherung von Sandböden mit Tonmergel, Lehm oder Gesteinsmehle
- richtige Bodenbearbeitung
schwere Böden: Umgraben im Herbst um Frostgare zu nutzen, Tiefgründiges Lockern fördert Tiefenwachstum der Wurzeln, Winterfeuchte erhalten durch Abrechen im Frühjahr.
- leichte Böden: Von oben nach unten verbessern mit Sauzahn, Kreil usw.

Garer Boden verschlämmt nicht und erspart nach Regenfällen mühsame Hackarbeit. Mit dem Argument „Arbeitsersparnis durch naturgemäße Bodenpflege“ ließe sich demnach auch Wasser sparen!

Die Entwicklung im Bereich der Gartenkultur beweist, daß man sich mit dem „Nur“-Ökogarten nicht zufrieden gibt, sondern im Garten neben der natürlichen Zierde auch Nutzen haben möchte. Nach dem bewährten Rezept „sowohl als auch“ sollten wir beispielsweise mutig die Frage einbringen, ob der Rasen im Sommer nicht auch einmal gelb werden darf, wenn ihn die ersten Herbstregen doch wieder ergrünen lassen? Freunde für diesen Gedanken ließen sich sicher dadurch gewinnen, wenn man bewußt macht, daß durch ein Umdenken bei unseren ästhetischen Vorbildern, Gärten an inneren Werten gewinnen und damit dem Menschen verstärkt geistigen und seelischen Reichtum schenken können.

Wir alle wissen die Vielfalt und Schönheit der Halbtrockenrasengesellschaften und den daraus resultierenden Erlebniswert zu schätzen. Es ist

eigentlich schade, daß nicht nur wegen der möglichen Wassereinsparung anstelle der anspruchsvollen Prachtstauden die interessanten Pflanzengemeinschaften der Steppenheide so wenig empfohlen werden.

Ich denke dabei insbesondere an die Begrünung der Füße unserer Häuserwände, die doch deshalb nahtlos versiegelt wurden, weil das Mauerwerk damit trocken gehalten werden sollte. Man muß kein Bauphysiker sein um zu erkennen, daß durch eine unterbundene Atmung Häusersockel vernässen und damit größten Schaden nehmen. Die dekorativen Hungerkünstler im Pflanzenreich könnten, an diesen Stellen verwendet, ein gesundes Wohnklima fördern und zusätzlich als wichtige Wirtspflanzen verschiedenen Insekten Unterschlupf und Nahrung bieten.

Obstgärten haben einen Wasserbedarf von 600 mm. Gemüse- und feuchtigkeitsbedürftige Staudenbeete von etwa 1.000 mm. Bei intensiver Gemüsekultur können 30-50 cbm Gießwasser für eine 100 qm große Fläche notwendig werden. Ein Regenschirm ist sehr nützlich, weil er zuverlässig anzeigt, ob die letzten Niederschläge ausreichend waren. Eine Faustregel besagt, daß zur Durchfeuchtung einer 1 cm starken Bodenschicht eine Wassergabe von 1 mm, d. h. 1 Liter Wasser je qm, erforderlich ist. Bei ausreichend eingewurzelten Pflanzen ist es darum günstig, im Abstand von mehreren Tagen 15 oder sogar 20 Ltr. Wasser je qm auszubringen. Es gilt daher die Regel: selten, dafür aber durchdringend gießen! Eine ständig feuchte Bodenoberfläche benötigen nur Saatbeete. In anderen Bereichen, insbesondere unter Folienzelten, im Frühbeet oder Kleingewächshaus, fördert häufiges und oberflächliches Gießen Pilz- und Bakterienkrankheiten.

Wird ein Garten intensiv bewirtschaftet, ist es unsere Aufgabe aufzuzeigen, wie das vorhandene Wasserdefizit am günstigsten ausgeglichen werden kann. Wer beispielsweise Wasser sammelt, ist nicht darauf angewiesen, seinen Rasen oder die Zierpflanzen mit bestem, aufwendig aufbereitetem Trinkwasser zu versorgen. Unsere Väter holten oft ihr Wasser aus dem nahegelegenen Bach oder haben es mit einer Handpumpe dem Grundwasser entnommen. Heute wird dies untersagt. Ich möchte es der anschließenden Diskussion überlassen, ob diese Möglichkeit nicht wieder dem Gartenfreund eröffnet werden sollte, weil er der Natur damit kaum schadet und dadurch für seine Bemühungen, das Kleinklima im Wohnumfeld zu verbessern, ein wenig belohnt werden könnte. Auch die davon ausgehenden psychologischen Wirkungen sind nicht zu unterschätzen: Mit der Handpumpe gewonnenes Wasser stärkt die Muskelkraft und läßt eine positive Beziehung zu diesem Lebenselement entstehen. Erfahrungsgemäß genießen Dinge, um die man sich bemühen muß, eine erhöhte Wertschätzung. Mühe und Plage können ein natürliches Hemmnis sein, um es nicht zu verschwenden. Es ist kein Geheimnis, daß mit einer Gießkanne eine behutsamere und bedarfsgerechtere Wasserausbringung erfolgen kann, als mit dem Schlauch. Der Vorteil von temperiertem Wasser in Sammelbehältern ist unbestritten. Starke Temperatur-

schwankungen schwächen immer die Pflanzen und fördern den Befall durch Parasiten. Schließlich könnte ich mir vorstellen, daß Menschen, die aus dem Untergrund Wasser entnehmen, sich bemühen, Verunreinigungen des Bodenschon im eigenen Interesse zu vermeiden. Wasserversorgungsstellen, die an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt sind, wären sicher froh, auf diesem Wege eine bescheidene Entlastung zu erfahren.

Nach dem Bayer. Wassergesetz ist es nach Art. 33 erlaubt, zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit im Bereich des Gartenbaues sowie der Land- und Forstwirtschaft, dem Grundwasser geringe Mengen (2 Ltr./sek) zu entnehmen. Eingeschränkt wird die Freiheit durch die Satzungsheft der Gemeinden, die für Wasser einen Anschluß- und Benutzungszwang erlassen können. Die vom Innenministerium für diesen Zweck erarbeitete Mustersatzung läßt keine generelle Befreiung für die Entnahme von Grundwasser zum Gießen zu. Generell befreit ist nur die Verwendung von gesammeltem Regenwasser. (Ziel: Die Einrichtungen der Gemeinden sollen aus betriebswirtschaftlichen Gründen genutzt werden. Lange Standzeiten von Wasser in den Leitungen erhöht die Gefahr der „Verkeimung“).

Als zukunftsweisend betrachte ich die Maßnahmen der Verwaltung von Ingolstadt, die allen Grundstücksbesitzern einen Nachlaß von 20 % bei der Abwassergebühr gewährt, wenn das Oberflächenwasser gesammelt oder auf dem eigenen Grundstück zur Versickerung gebracht wird. Die Erfahrung zeigt, daß mit Hilfe einer Doline (auch im Kiesfilter entwickelt sich eine Biozönose) Reinigungseffekte erzielt werden können. Weil es nicht nur „edle Menschen“ gibt, die unsere Empfehlungen selbstlos befolgen, halte ich finanzielle Anreize für besonders wirkungsvoll, um unsere Bemühungen für einen sorgsamen Umgang mit dem notwendigen Erfolg zu krönen.

Die wichtigste Forderung beim richtigen Wasserverbrauch im Garten muß lauten: „Regenwasser sammeln!“ Die altbewährte Regentonne gewinnt an Aktualität. Viele schätzen bereits die durch sie möglichen Kosteneinsparungen. Solide angefertigte Holzfässer, Steintröge oder feuerverzinkte Gärtnerbottiche mit entsprechender Einbindung an der Dachrinne, können zu einem zusätzlichen Gartenschmuck werden. Wer kleine Brettstückchen auf der Oberfläche schwimmen läßt, ermöglicht auch Vögeln, Bienen und anderen Insekten davon zu profitieren. Viele die es eilig haben, wissen es zu schätzen, daß man eine Gießkanne durch das Eintauchen in einen Wasserbehälter schneller als unter einem Wasserhahn füllen kann. Unbestritten ist sauberes Regenwasser für gärtnerische Zwecke besser geeignet als chloriertes und zumeist sehr kalkhaltiges Wasser aus der Leitung.

Weil beim Sammeln des Regenwassers von den Dachflächen die abgelagerten Schadstoffe gemieden werden müssen, sollte man beim ersten Niederschlag die am Fallrohr der Dachrinne installierte Klappe geschlossen halten. Im Handel gibt es bereits automatisch umschaltbare Regenwas-

sersammler. Solche Vorrichtungen, die auch über einen Schlauchanschluß verfügen sind zwar nicht ganz billig, doch kann man damit Regenwasser auch unterirdisch bis zu weit im Garten stehenden Sammelbecken leiten. Dem Ideenreichtum und dem Erfindungsgeist der Gartenfreunde sind keine Grenzen gesetzt. So kann man anstelle großer Zisternen auch kleine Wasserbehältnisse mit Schläuchen oder Rohre in Batteriebauweise verbinden und mit einem Schwimmerventil versehen. Dieses unterbindet den weiteren Zufluß, wenn die Behältnisse gefüllt sind. Weil an der Funktionalität der Wassereinrichtungen nicht gespart werden sollte, muß alles gut durchdacht und geplant werden. Selbst scheinbare Nebensächlichkeiten wie beispielsweise um das Schöpfbecken einen Lattenrost oder einen Pflasterbelag vorzusehen, um Kanne und Schuhwerk sauber zu halten, sollte man nicht vergessen.

Bei der Verlegung von Wasserleitungen als „eiserne Reserve“ sollte man eine Anschlußstelle gleich an den Regentonnen berücksichtigen. Bleiben für längere Zeit die Niederschläge aus, kann diese bequem gefüllt und der Vorteil einer pflanzenfreundlichen Temperierung des Wassers genutzt werden. Müssen in größeren Gärten zusätzliche Wasserzapfstellen eingerichtet werden, genügt das Verlegen einer Sommerleitung. Zur Entleerung vor dem Wintereinbruch müssen die Rohre ein Gefälle von mindestens 1 % aufweisen. Kunststoffleitungen sind unempfindlich und platzen nicht, auch wenn sich durch Unebenheiten Blasen bilden.

Zur rationellen Ausbringung von Wasser in größeren Gärten kann eine Schlauchbrause die Gießkanne ersetzen. Obwohl die Kunststoffindustrie den Gerätemarkt auf dem Sektor der Wasserausbringung beherrscht, empfehlen wir solide, auch im Erwerbsgartenbau bewährte Produkte zu bevorzugen. Dies gilt auch für den Gummischlauch (Goldschlange) ebenso wie für die dazu notwendigen Schlauchkupplungen und Viereckregner. Kreisregner sind zwar einfacher gebaut und deshalb billiger, doch liefern sie in den Randbereichen eine nur mäßige Gießqualität und vergeuden Wasser, weil man mit ihnen zwangsläufig Stellen beregnen muß, die es gar nicht bräuchten. Kräftige Regner können in der Stunde bis zu 2 cbm Wasser ausbringen. Es lohnt sich, den Verbrauch über den Wasserzähler oder einen Regenmesser zu kontrollieren.

Für alle die Perfektion im Garten mögen, gibt es computergesteuerte Bewässerungsanlagen, elektronische Feuchtigkeitsmesser mit automatischer Endabschaltung und Wasseruhren mit dem die Bewässerungszeiten vorgegeben werden können. Ich möchte es Ihnen überlassen, sich mit diesen Errungenschaften und den manchmal sehr fragwürdigen Vorteilen kritisch auseinander zu setzen. So hat beispielsweise im Freiland der viel gepriesene Rieselschlauch einen schlechten Wirkungsgrad, weil die entweichenden Tröpfchen in humusarmen Böden senkrecht nach unten wandern und sich nicht, wie für eine optimale Durchfeuchtung des Bodens notwendig, horizontal im Boden ausbreiten.

Wassersparende Möglichkeiten im Garten

Wirksame Einsparungen bei der Bewässerung erzielt man, wenn entsprechend der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens durchdringend gegossen wird und man weite Abstände zwischen den einzelnen Gießphasen einhält. Wird häufig und unzureichend gewässert, verdunstet das Wasser, bevor es die Wurzelzonen der Pflanzen erreicht hat. Wenn Gewächsen an der Bodenoberfläche gleichmäßige Feuchte geboten wird, wird nur ein flaches Wurzelnetz ausgebildet. Unsere Empfehlung, seltener, dafür aber durchdringend zu gießen, hat einen stabilisierenden Effekt. Durch gelegentlich auftretenden Wassermangel wird das Tiefenwachstum der Wurzeln angeregt. Damit können die Pflanzen auch die Wasser- und Nährstoffreserven der unteren Bodenschichten ausnutzen.

Wird Wasser durch zu kleine Düsenöffnungen versprüht, treten hohe Verdunstungsverluste ein und es erhalten die feuchtigkeitsabhängigen Pilzkrankheiten gute Entwicklungschancen. Damit durch hohe Tagestemperaturen die Verdunstung nicht zusätzlich begünstigt wird, sollte man die kühlen Morgen-, Abend- und Nachtstunden zum Beregnen nutzen. Unter Folie und Glas ist zum Gießen der Vormittag günstig, weil am Abend durch die Verdunstungskälte die Bodentemperatur sinkt und die Pflanzen mit trockenen Blättern in die Nacht kommen sollten. Bei empfindlichen Gewächsen können in der Mittagshitze Wassertropfen auf den Blättern zu Verbrennungen führen.

Bei zu großen Wassertropfen (Brause, Regnerdüse) treten in wenig strukturstabilen Böden Verschlammungen auf, die ebenfalls zu überhöhten Wasserverlusten führen. Deshalb besagt eine alte Gartenweisheit, daß bei ungeschützten Bodenoberflächen einmal gehakt besser sei als dreimal gegossen. Die laufende Unterbrechung des kapillar im Boden aufsteigenden Wasserstromes ist ebenso effektiv als umgegrabenes Gartenland zur Erhaltung der Winterfeuchte im Frühjahr nur oberflächlich vor der Bestellung zu lockern.

Zur Arbeitsvereinfachung und Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit trägt das Abdecken des Bodens mit Laub, Gras, Rinde oder halb verrottetem Kompost wirkungsvoll bei. In den meisten Gärten wird das **Mulchen** noch abgelehnt, weil es mit dem Sauberkeitsdrang nicht im Einklang steht. Hier setzt die Bedeutung des Erfahrungsaustausches und die Überzeugungsarbeit am positiven praktischen Beispiel durch die Gartenbauvereine bei Gartenbegehungen ein. Wer mulcht kennt die Vorteile: anhaltend gleichbleibende Bodenfeuchte, Erhaltung der Bodenwärme, verminderter Unkrautwuchs, Verhinderung von Bodenverschlammung und die Förderung der Bodenorganismen. Die Mulchdecke sollte nicht stärker als 5 cm sein. Weil ein Boden, wenn er ungeschützt der Sonne, dem Wind und dem Regen ausgesetzt ist, Schaden leidet, sollte unter Obstbäumen, zwischen Beeren- und Ziersträuchern, bei Gemüse mit lang anhaltender Kulturzeit wie Tomaten und Gurken, aber auch zwischen Prachtstau-

den der Boden abgedeckt werden. Im Spätherbst muß die Mulchdecke abgedeckt und kompostiert werden, weil sich sonst gerne Mäuse einnisten. Die Vorteile des Mulchens lassen sich im Gemüsegarten auch durch den Einsatz von Flachfolien erreichen. Durch das Auflegen transparenter Folie und Vliese auf gesätes oder gepflanztes Gemüse werden den Kulturen bessere Wachstumsbedingungen geboten. Die Folie schützt vor austrocknendem Wind, vor Bodenverkrustung und vor den ersten Schädlingen. Bei gleichmäßiger Bodenfeuchte ist eine ungestörte Nährstoffaufnahme gewährleistet. Bleiben für längere Zeit Niederschläge aus, gießt man über die durchlässige Folie oder man schlägt sie nach einer Seite zurück. Etwa Mitte Mai muß sie bei allen Gemüsearten, möglichst bei regnerischem, bedeckten Wetter, entfernt werden. Als Flachauflage können verwendet werden:

- Transparente PE-Folien in einer Stärke von 0,05 mm mit etwa 500 Löchern je qm,
- Die wachsende Folie hat den Vorteil, daß sie durch 30.000 Schlitze je qm ein gutes Dehnvermögen aufweist, mit den Pflanzen mitwächst und zuletzt ein Dach bildet. Infolge ihrer Durchlässigkeit gelangen die Niederschläge bis zu den Pflanzen.
- Kunststoff-Faservliese (Agryl P 17) sind schwach durchsichtig, außerordentlich leicht (20 g/qm) sowie sehr luft- und wasserdurchlässig. Sie verursachen bei kräftigem Wind keine

Schlagschäden und können teilweise sogar wie die wachsende Folie, bis zur Ernte auf den Pflanzen belassen werden.

Als Mulchfolie im Sommer eignet sich schwarz eingefärbte PE-Folie. Mit ihrer Hilfe lassen sich die Ernten besonders wärmebedürftiger Gemüsearten wie Gurken, Zucchini, Melonen, Busch- und Stabtomaten sowie Paprika und Auberginen sicherer machen. Mehrerträge von 40 % sind keine Seltenheit. Zur Wasserversorgung reichen meist die Niederschläge aus, welche von der Seite her zu den Wurzeln gelangen. Bei Trockenheit sollte man vor der Folienuflage den Boden noch gut wässern. (Folie: Wasserersparnis/Ölverbrauch? Durch fruchtende Gärten Freizeitbeschäftigung ohne Auto zu ermöglichen bringt weitreichende Vorteile!)

Ich hoffe, Ihnen damit dargelegt zu haben, daß der richtige Wassergebrauch im Garten von vielen Faktoren beeinflusst wird und zahlreiche Möglichkeiten für eine sparsame Verwendung genutzt werden können. Ausreichende Wasserversorgung und gewissenhafte Bodenpflege bedingen sich gegenseitig.

Anschrift des Verfassers:

Dipl. Ing. Horst Schindler
Bayerischer Landesverband für
Gartenbau und Landschaftspflege e. V
Herzog-Heinrichstraße 21
8000 München 2

Städtische Fließgewässer – Geschichte, Ökologie, Renaturierung

Werner Konold

1. Der Zustand

Die Fließgewässer in unseren Städten und Gemeinden sind eine sehr heikle Materie. Wahrscheinlich liegt dies daran, daß so viele Nutzungs- und Kompetenzansprüche vorhanden sind, die sich neutralisieren. Zu den Gewässern etwas zu sagen haben die Bauingenieure der Tiefbau- und Wasserwirtschaftsämter, Privatleute, Industrie- und Gewerbebetriebe, der amtliche und der private Naturschutz, die Gartenbauämter und vor allem natürlich die Juristen.

Daß es mit unseren innerörtlichen Bächen und Flüssen entsprechend schlecht aussieht, ist daher nicht weiter verwunderlich. Eine grobe Übersicht gibt die linke Seite der Abb. 1, in der eine Reihe von Negativa zusammengestellt ist: Die Bäche sind ausgebaut, begradigt, starr und glatt im Profil und im Stadtzentrum häufig verdohlt. Sie sind von der ökologischen Wirksamkeit her weitgehend tot. Sie sind mehr oder weniger sichtbare Gerinne, die Dränwasser und nach Starkregen Schmutzwasser und Kanalüberläufe oder gar ständig nicht erfaßte Abwässer aufzunehmen haben. Als Bestandteile des städtischen Entwässerungs- und Entsorgungssystems sind ihre Sohlen so tief ins Gelände gelegt, daß vom Abwasserkanal, der oft parallel läuft, Wasser übernommen werden kann. Die Böschungsoberkanten besitzen allenfalls einen Gras- oder Nitrophyten-Saum mit einzelnen Gehölzen, deren „Funktion“ weitgehend darin besteht, Plastiktüten und weitaus problematischere Frachten aus dem Wasser herauszukämmen. Darüberhinaus sind sie ein ständiger Infektionsherd.

Außerordentlich problematisch sind oft auch die extremen Schwankungen in der Wasserführung, die zwischen kläglichem Rinnsaal und reißender Flut liegen, in Zahlen zwischen nahe 0 l/s und mehreren Zehntausend Litern pro Sekunde. Entsprechend groß sind die Profile dimensioniert.

Nicht wenige dieser städtischen Gerinne führen in niederschlagsarmen Zeiten gar kein Wasser, weil sie, hervorgerufen durch zahllose Grundwasserabsenkungen, weit über dem Grundwasserspiegel liegen. Andere Bäche wiederum werden in das Abwasser-Kanalnetz eingespeist und fließen stark angereichert den Kläranlagen zu, wo sie zur unerwünschten Kapazitätsauslastung beitragen. Die städtischen Fließgewässer sind oft nicht oder nur schwer zugänglich, da sie durch Werksgelände oder zwischen Mauern und Zäunen verlaufen.

Der Zustand der Flüsse ist – abgesehen von der Wasserqualität – meist etwas besser, da regelmäßig auftretende Hochwässer zur Ausweisung großzügiger Vorländer gezwungen haben. Aber auch hier kennen wir die Bilder mit glatten Ufermauern und langen Spundwänden, mit schmalen

Grasböschungen und Verlegenheits-Gehölzen (s. Abb. 1, linke Seite).

Wenn auch in dieser Beschreibung das Negative stark in den Vordergrund gerückt wurde, sozusagen, um das Thema zu problematisieren, so können wir dennoch sagen, daß sich zumindest die Bäche überwiegend in einem unbefriedigenden, ja desolaten Zustand befinden. Sie sind dazu da, die Städte zu entwässern, aber eigentlich sollten sie dazu da sein, das Wasser als Leberelement in die Städte hineinzutragen und die Städte zu bereichern, und dies in einem umfassenden Sinne.

2. Die Geschichte

Um die heutige Situation besser zu verstehen, wollen wir etwas in die Geschichte hineinleuchten. Fließgewässer in der Stadt sind ganz wesentliche Bestandteile der Stadtgeschichte überhaupt. Die Stadt und das Wasser sind untrennbar miteinander verbunden. Es gibt keine Stadt, die nicht an einem Gewässer gegründet wurde (FUCHS 1981). Das Wasser war die Voraussetzung für die wirtschaftliche und die politische Entwicklung (PFEIFFER 1971). Wir können das Wasser als Transportweg nicht hoch genug einschätzen (s. ECKOLDT 1980), denn wir wissen, daß das Straßennetz bis ins letzte Jahrhundert hinein äußerst dürrtig war (BRAUDEL 1985, S. 452 ff.).

Die Fließgewässer in der Stadt hatten zahlreiche Funktionen zu erfüllen; künstliche Anlagen gehen weit ins Mittelalter zurück. Die Anfänge des Almkanal-Systems in Salzburg beispielsweise sind möglicherweise auf das frühe Mittelalter zu datieren. Es handelt sich hierbei um eine außerordentlich komplizierte Anlage aus Kanälen und Stollen (s. DOPSCH 1981). Freiburg i. Br. besaß schon sehr früh ein Be- und Entwässerungssystem aus Gewebekanälen und Stadtbächen. Die „alte Runz“, der älteste Kanal, geht bis ins Hochmittelalter zurück (BURGER 1955). Auch andere Städte, die von den Zähringern gegründet wurden, z. B. Bern oder Villingen, besaßen diese Einrichtungen. Alte Stadtbäche sind außerdem von Goslar, Jena, Gotha, Dresden und anderen Städten belegt (SCHWINEKÖPER 1966/67). Die Kleinbasler Teiche, ebenfalls Gewebekanäle, gehen auf das 13. Jahrhundert zurück (SCHWEIZER 1927). Auch die ersten Münchner Stadtbäche dürften in dieser Zeit gebaut worden sein (ROTTMÜLLER 1981). Für das 15. Jahrhundert ist für München und Nürnberg die alljährliche Bachreinigung („Bachauskehr“) belegt (DIRLMEIER 1981).

War die Wasserversorgung nicht möglich durch die Einleitung bzw. Umleitung von natürlichen Bächen aus dem Hinterland, so baute man am Fluß ein Wehr, Wöhr, Wert oder einen Werder,

IST SOLL

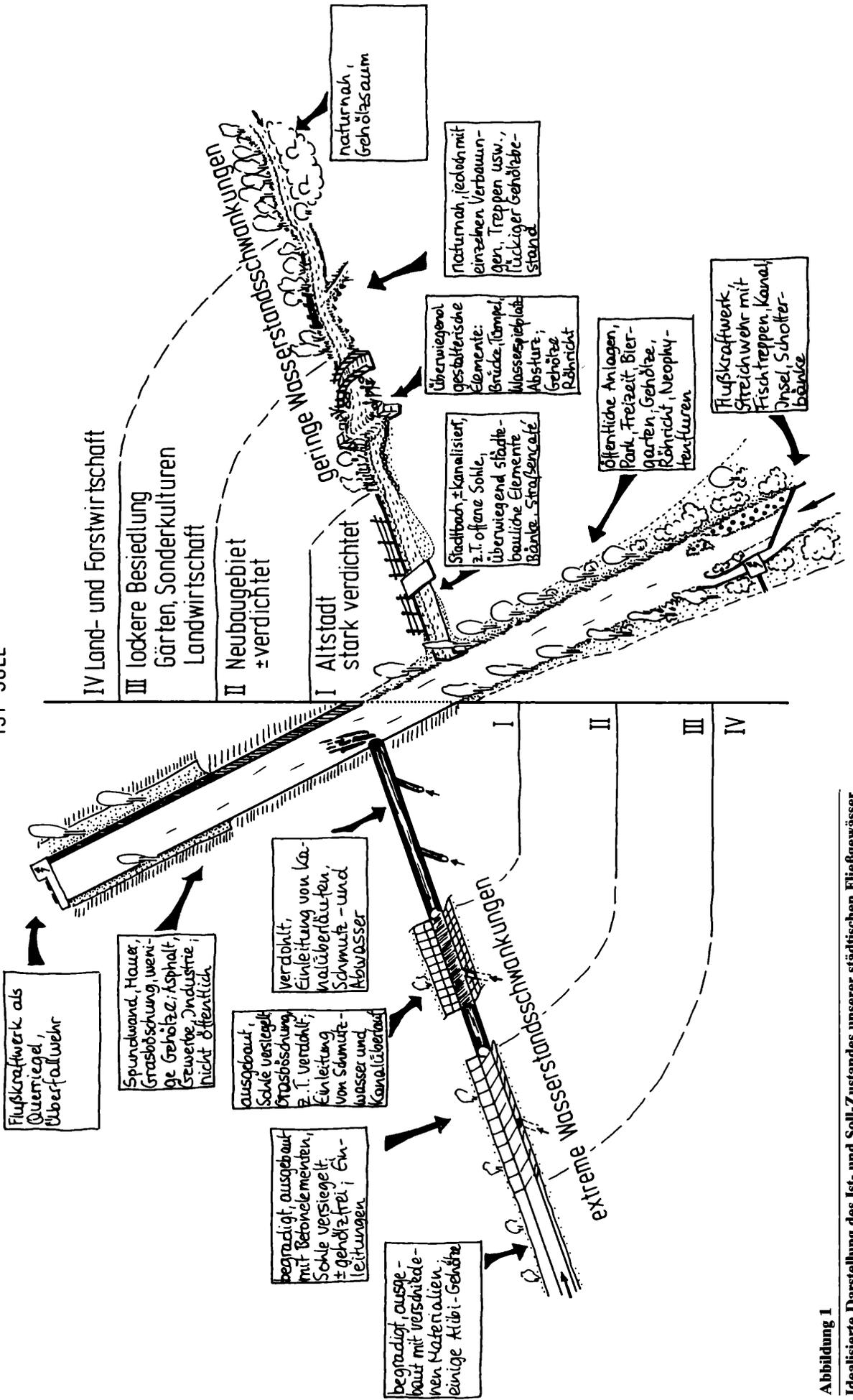


Abbildung 1
Idealisierte Darstellung des Ist- und Soll-Zustandes unserer städtischen Fließgewässer

um das Wasser mit Hilfe eines künstlichen Kanals in die Stadt zu führen (vgl. WUNDER 1978) und es dort zu verteilen. Damit hätten wir das Grundmuster der städtischen Fließgewässer skizziert, bestehend aus dem Fluß und den Bächen bzw. Kanälen.

Bleiben wir zunächst noch bei den größeren Gewässern. Viele Städte waren jenseits der Umfassungsmauern von Gräben umgeben, die entweder ständig mit Wasser gefüllt waren oder aber bei Bedarf geflutet werden konnten. Das Wasser war also Bestandteil der Verteidigungsanlagen. Zahlreiche Beispiele hierfür lassen sich den Stichen von MERIAN entnehmen.

Häufig war der Fluß bei der Stadt auch Rechtsgränze. Auf den Brücken standen Brückenhäuser mit Toren, an denen Wege- und Brückenzoll eingezogen wurde (WUNDER 1978). Daneben waren die Flüsse Arbeitsbereich der Fischer, die die Stadtbewohner mit eiweißreicher Nahrung versorgten.

Meist unterschätzt wird heute immer noch die frühere Bedeutung der Schifffahrt, die selbst auf kleinen Flüssen betrieben wurde, etwa auf der Altmühl, der Fränkischen Rezat, der Fränkischen Saale, der Regnitz, der Rednitz, der Vils und der Naab (s. hierzu ECKOLDT 1980). Da das Treideln nicht sinnvoll war, wurden die kleinen Schiffe am Zielort mit der Schiffsladung verkauft. Sie wurden somit behandelt wie die gebundenen Flöße, deren Hauptaufgabe es häufig war, Oblast, also Güter verschiedenster Art sowie Personen zu transportieren (s. z. B. SEITZ 1961). Natürlich spielte auch die Holzversorgung der Städte eine sehr große Rolle (KIESS 1981). In München wurden sogar die Stadtbäche für die Flößerei benutzt (SCHATTENHOFER 1978).

Viele Städte nutzten direkt die Strömungsenergie der Flüsse und bauten sogenannte Schiffsmühlen, d. h. schwimmende Mühlen, die durch Ketten am Ufer oder an Brücken verankert waren. Solche Schiffsmühlen gab es beispielsweise in Regensburg, Laufing/Salzach, Neuburg/Donau, in Lauingen und in Passau (LÜTHJE 1983).

Kommen wir nun zu den Stadtbächen und deren Aufgaben. Vorauszuschicken sind zwei Anmerkungen: (1) Die Stadtbäche wurden für z. T. völlig unterschiedliche Funktionen herangezogen, die die Mehrfachnutzung ein- und desselben Wassers eigentlich unmöglich machten, so daß wir davon ausgehen müssen, daß die Verteilung des Wassers in der Stadt sehr viel komplizierter gewesen sein muß, als wir dies heute mit unserem Wissen darzustellen vermögen. (2) In unmittelbarer Nähe des fließenden Wassers zu wohnen und zu arbeiten bedeutete, daß eine permanente Hochwasser- und Überflutungsgefahr drohte. Wir finden daher in diesen gefährdeten Stadtquartieren – zumindest in früherer Zeit – immer die sozialen Unterschichten, z. B. in der Münchener Au (s. MOMMSEN 1978). Die alten Gebäude sind hier kleiner, verwinkelt, weniger spektakulär und scheinbar historisch weniger interessant. Daß wir die städtischen Fließgewässer so stiefmütterlich behandelt haben, liegt vielleicht auch an diesem handwerklich-kleinbürgerlichen Umfeld der Bäche, um das sich die Bau- und So-

zialhistoriker wenig gekümmert haben. Da die Bäche und die Baustruktur eine Einheit bilden, wurden sie auch gemeinsam vernachlässigt oder beseitigt, d. h. wegsaniert bzw. aufgelassen oder verdohlt.

Die Stadtbäche besaßen rein ökonomische Funktionen, die sich ganz grob in die Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung aufgliedern lassen. Versorgt werden mußten beispielsweise die Brunnen und die Feuerlöschweiherr („Feuersee“ in Stuttgart; HAGEL 1983). In der Stadt Wangen im Allgäu stand die Brandbekämpfung so stark im Vordergrund, daß die Stadtbäche „Feuerbächle“ hießen. Bereits 1436 wird in einer Verkaufsurkunde, die die Veräußerung der Stadtmühle betraf, festgelegt, bei Feuersnot stehe die Nutzung des zulaufenden Wassers ganz der Stadt zu (Urkundenregeste im Stadtarchiv Wangen; mitgeteilt von Dr. Eisele).

Versorgt werden mußten auch die Bäder, von denen es an den Stadtbächen von München nicht weniger als 16 Stück gab (SCHATTENHOFER 1978). Hohen Triebwasserbedarf hatten die verschiedenen Mühlen, die Mahl-, Öl-, die Papier- und Lohmühlen, die Hammerschmieden usw. – Damit sind wir bereits bei der technischen bzw. handwerklichen Nutzung der städtischen Fließgewässer. An ihnen befanden sich Waschhäuser und die Werkstätten der Gerber und der Färber, die erhebliche Mengen von stark verschmutztem Abwasser einleiteten. Hinzu kam Dreck und Unrat verschiedenster Art. Der Gestank in diesen Wohnquartieren muß entsetzlich gewesen sein. Die Bäche waren Brutstätten für die Krankheitserreger von Typhus und Cholera. In Stuttgart – und sicherlich nicht nur dort – stand das Schlachthaus direkt über dem Nesenbach, wodurch die Abfallentsorgung bereits geregelt war. 1725 hieß es, vom Bader und anderen Haushalten kämen in den Bach „blut ausschütten, jung hund und katzen so dahin geworfen und ersäuft werden“ (HAGEL 1983, S. 226). Im Münchener Stadtrecht des 14./15. Jahrhunderts wird ausdrücklich bestimmt, derjenige werde bestraft, „wer Unflat vor seine Tür oder in die Straß werfet oder schüttet und es nicht in den Bach trägt“ (STRELL 1913, S. 150).

Es gab auch Ansätze zur Reinhaltung der Bäche, etwa in Regensburg, wo 1453 den Färbern das Waschen und Ausschütten der Farbe in den Bach verboten wird (STRELL 1913, S. 151). Wir müssen jedoch davon ausgehen, daß die Verbote der Gewässerverschmutzung nichts fruchteten und daß die Stadtbäche (mit Einschränkung, s. o. Anm. 1) stinkende und ekelerregende Kloaken waren, spätestens, nachdem sie die Handwerkerquartiere passiert hatten.

Wenn wir von der Gewässerverschmutzung reden, so sind wir bereits beim Thema Entsorgung. Darauf soll etwas ausführlicher eingegangen werden, weil das Bild und der Zustand vieler unserer Stadtbäche nach wie vor von dieser Funktion geprägt ist, soweit sie nicht längst verdohlt sind. Sofern die häuslichen und gewerblichen Abwässer nicht direkt in die Bäche geleitet wurden, so nahmen sie ihren Weg über die „Winkel“ zwischen den Häusern in die sogenannten „Ehgräben“

oder „Wustgräben“, die zwischen den Baublöcken verliefen, und von dort in die Stadtbäche (STRELL 1913, SCHWINEKÖPER 1966/67). Die Abtritte der Häuser befanden sich in den entsprechenden Wohnquartieren oft auch – gleichsam wie Schwalbennester – direkt über den Gräben und Bächen. In vielen Städten hatte man zusätzlich Versitzgruben, die in sehr großen zeitlichen Abständen von den sog. „Goldgrüblern“ (in München; DIRLMEIER 1981) oder von den „Pappenheimern“ (z. B. in Nürnberg, STRELL 1913) geleert wurden. In Nürnberg kam das Abbauprodukt in die Pegnitz.

Es ist klar, daß diese Zustände immer unbefriedigender wurden, nachdem im 18. Jahrhundert ein starkes Bevölkerungswachstum eingesetzt hatte, die Industrialisierung allmählich Fortschritte machte und auch vor allem nachdem sich unter dem Eindruck neuer Erkenntnisse in Gesundheitswesen und den Naturwissenschaften ein völlig neues Problembewußtsein hinsichtlich des Umgangs mit Gerüchen, mit Abfall und Abwasser entwickelte (dazu CORBIN 1984), zumindest was das unmittelbare Umfeld betraf.

Die Münchner Stadtbäche behielten ihre alte Funktion bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts. 1820 hatte man mit dem Bau eines ersten und einfachen Kanalsystems begonnen, das jedoch sehr unbefriedigend war, da falsche Dimensionierungen und falsche Gefällsberechnungen zu Verstopfungen führten. Die Stadtbäche wurden nach wie vor als Vorfluter benutzt (REHWALD 1981). Unter dem Eindruck von Cholera-Epidemien und zunehmenden Protesten aus der Bevölkerung entschied die Stadt 1855, einen Kanalisationsentwurf erarbeiten zu lassen. Es gab weitere Rückschläge und Probleme, bis schließlich 1890 die Einführung des Wasserklosetts und die Schwemmkanalisation beschlossen war. Viele der Stadtbäche waren damit überflüssig geworden.

Vorfluter für die Kanalisation war die Isar, die mit fortschreitendem Ausbau der Siele immer stärker verschmutzt wurde. Dies geschah wie in München auch in anderen Städten. Das große Problem wurde nun die Flußverunreinigung. Die Stadtbäche hatte man weitgehend entlastet; die großen Lebensadern der Städte, die Flüsse, sahen einer traurigen Zukunft entgegen (BACH 1981). Die Wasserbauingenieure waren ganz überwiegend der Ansicht, die Flüsse seien die „natürlichen Wege zur Beseitigung alles Unrathes“ Von diesem natürlichen Recht sei überall Gebrauch gemacht worden, solange die Welt bestehe (v. SIMON 1978; S. 378). Wie wahr! Zunehmend wurde die Industrie zum Hauptverschmutzer der Flüsse. Dies – man vergleiche die Worte mit aktuellen Äußerungen – könne man jedoch nicht verhindern, da sonst mit einer schwerwiegenden wirtschaftlichen Krise zu rechnen sei, die Existenz zahlreicher Familien vernichtet und tausende von Arbeitern brotlos gemacht werden würden (v. SIMON 1978).

Einige Eindrücke über den Zustand der Flüsse sollen kurz vermittelt werden: „Längs der Seine befanden sich 2 m breite und 5 km lange Bänke von toten Fischen“ „Es (das Wasser) war mit or-

ganischen Resten aller Art, mit Gemüse, Geweben, Kadavern von Haustieren und dergleichen bedeckt. Normalerweise war es mit einer fettigen Schicht überzogen, die je nach Windrichtung sich an dem einen oder anderen Flußufer staute. Schlamm bedeckte das ganze Flußbett und war Ursache einer kräftigen Gärung, die sich durch Gasblasen zeigte, die am Wasserspiegel platzten. Im Sommer hatten diese Blasen einen Durchmesser von bis zu anderthalb Metern. Sie rissen den Schlamm an die Oberfläche, der dann mit der Strömung fortgerissen wurde. Fuhr ein Schiff vorbei, so entwickelten sich im Kielwasser Schlammwellen und ein regelrechtes Wallen und Zischen machte sich bemerkbar, das minutenlang andauerte“ (v. SIMON 1978, S. 374).

Der Deutsche Reichstag beschäftigte sich mehrfach mit der Flußverunreinigungsfrage. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts meinte der Sozialdemokrat Philipp Scheidemann sarkastisch, die Wupper sei so schwarz, daß, wenn man einen Nationalliberalen darin untertauche, man ihn als Zentrumsman wieder herausziehen könne. Beim Main sei es anders; einen eingetauchten Zentrumsman würde man so bunt wieder herausziehen, daß er bei den Nationalliberalen Hospitant werden könne (v. SIMON 1978).

Bevor man die Möglichkeit hatte, dem Problem mit Kläranlagen zu Leibe zu rücken, suchte man nach anderen Lösungen, zumal man auch erkannt hatte, daß es volkswirtschaftlich untragbar sei, wertvolle Düngstoffe in die Flüsse zu leiten statt sie in der Landwirtschaft einzusetzen. Es kann als sicher gelten, daß städtische Abwässer schon im Mittelalter für die Wiesenbewässerung verwendet wurden (ENDRISS 1952, BURGER 1955, SCHWINEKÖPER 1966/67), d. h. daß die Stadtbäche gezielt in landwirtschaftliche Nutzflächen geleitet wurden, etwa in Isny im Allgäu, wo diesbezügliche schriftliche Unterlagen bis ins Jahr 1290 zurückreichen. Von der schlesischen Stadt Bunzlau ist bekannt, daß sie seit 1559 Rieselfelder besaß (BOYNE 1936). Der Stuttgarter Nesenbach, mehr Abwasserkanal als Bach, wurde nach einem Beleg von 1719 „zum spränzen der küchen kreuter und wäberung der gras böden“ verwendet (HAGEL 1983, S. 221).

Aber – wie bereits angedeutet – hochaktuell wurde die Abwasserverrieselung im großen Maßstab im Zusammenhang mit der Flußverunreinigungsfrage. In einer Resolution des „Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege“ vom Juni 1876 heißt es, die Ableitung städtischer Kanalwasser in fließende Gewässer sei bedenklich. Das einfachste und durchschlagendste Mittel hingegen, das Kanalwasser (auch) sanitär unschädlich zu machen, sei die Berieselung von Kulturpflanzen (FISCHER 1882). Zum Teil schon zuvor, aber insbesondere danach begann man in zahlreichen Städten, Rieselfelder einzurichten, in Danzig 1869, in Berlin 1873, in München wurden 1879 ebenfalls welche geplant (BISCHOFBERGER 1983). In Freiburg i. Br. verrieselte man die städtischen Abwässer etwa 100 Jahre lang bis 1985.

Die Geschichte der städtischen Fließgewässer wurde kurz aufgerollt, weil wir wissen müssen,

wie komplex das Thema im Grunde behandelt werden muß und wie unsere städtischen Fließgewässer in der Vergangenheit gesehen und behandelt wurden, auch wenn wir heute lieber und mit glänzenden Augen von Fließgewässer-Ökosystemen reden als von Gräben, Kanälen und Gewerbebecken. Die Betrachtungsweise unter dem Primat der Ökologie können wir uns heute leisten, weil (oder wenn) die alten Funktionen der städtischen Fließgewässer nicht mehr gelten. Dennoch müssen wir die Tradition der Stadtbäche als alte, gebaute Lebensadern bei unseren Planungen mitberücksichtigen.

3. Die Funktion städtischer Fließgewässer heute (dazu Abb. 1, rechte Seite)

Ökologie, Siedlungsökologie, Gewässerökologie usw. ist in aller Munde, leider oft nur als hohles Wort, das bei allen passenden und unpassenden Gelegenheiten in den Mund genommen wird. Die Gefahr ist groß, daß die Zahl der „Öko-Opportunisten“ zunimmt, weil es sich auf der „Öko-Welle“ gut mitschwimmen läßt. Hoffen wir – wenn die Welle verebbt –, daß genügend Leute übrig bleiben, die ökologisches Denken halbwegs verinnerlicht haben und das immer noch ernst nehmen, was sie vorher gesagt haben. Denn wir benötigen für Planungen und Maßnahmen, die auf ökologischer Grundlage durchgeführt werden sollen, einen langen Atem und von Seiten der politischen Gremien auf lange Sicht sehr viel Geld. Dies trifft insbesondere auch für die Sanierung unserer städtischen Fließgewässer zu.

Um das Nachfolgende neben der Geschichte auf eine weitere Grundlage zu stellen, soll mit einigen Stichworten der Lebensraum Fließgewässer in einem weiten Sinne kurz skizziert werden (dazu KONOLD 1984) unter Einbeziehung der speziellen Funktionen in der Stadt.

An erster Stelle ist die **ökologische Funktion** zu nennen. Der Wasserkörper in allen seinen Zustandsstufen ist ein dynamisches Element, schnell und langsam fließend, turbulent oder still. Im Wasser als umgebendem Medium und Baustoff leben tierische und pflanzliche Organismen, die sich zum Teil selbst bewegen, Zum Teil bewegt werden. Damit wird das Wasser zum Transportmedium. Mitgeführt und verlagert werden mineralische Bestandteile, Nährstoffe, auch Schadstoffe, sowie pflanzliche Diasporen, also Samen, Früchte, Wurzel- und Sproßabschnitte. Die Fließgewässer sind verbindende Elemente mit hohem Austauschvermögen. Sie befinden sich in unterschiedlichen ernährungsphysiologischen Zuständen (Stichworte oligotroph/eutroph); sie besitzen die Fähigkeit zur Selbstreinigung.

Das Sediment kann grob- oder feinkörnig, mineralischer und organischer Natur sein. Dies wiederum entscheidet über die Zusammensetzung der Bodenfauna und der submersen und emersen Flora, denn das Sediment ist Lebensmilieu und Substrat für die Verankerung der Wurzeln. Die Uferböschungen können steil, ja überhängend oder ganz flach sein, je nach dem, wie die fließende Welle eingreift. Es bilden sich, über längere Zeiträume kommend und gehend, Gleit- und

Prallufer, dort mit weichen, dort mit eher harten Übergängen vom Wasser zum Land. Ufergehölze beschatten das Wasser, unterdrücken übermäßige Verkrautung und sichern mit ihren Wurzeln die Böschungen. Sie erhöhen die Strukturvielfalt, bieten Nist- und Beobachtungsplätze, Nahrung und Deckung. Ufergehölze sind darüber hinaus optische Leitlinien für Tiere und Menschen. Auch Kraut-, Gras- oder Hochstaudensäume sichern die Ufer, puffern die Gewässer ab und sind Lebensraum, etwa für zahlreiche Insekten, die durch die Blüten angelockt werden. So weit und sehr vereinfacht die ökologische Funktion.

An zweiter Stelle ist die **soziale Funktion** zu nennen, die umso größere Bedeutung erhält, je dichter die Besiedlung wird. Wir Menschen werden angesprochen von zahlreichen sinnlichen Reizen, von Blüten, Blattverfärbungen, Insektenschwirren, Vogelzwitschern, plätscherndem Wasser, Gerüchen, von Tau und von kühlenden Luftbewegungen. Wir finden am Wasser Ruhe, Entspannung, Erholung; wir können uns zurückziehen und dabei Pflanzen, Tiere, das Wasser und andere Menschen beobachten. Kinder können spielen, lernen und Natur begreifen. Wasser, sauberes Wasser, ist das Element, mit dem sich bei vielen, wenn nicht den meisten Menschen die schönsten Kindheitserinnerungen verbinden.

An dritter Stelle sei die **städtebauliche Funktion** genannt, deren Ziel es sein sollte, die beiden erstgenannten Funktionen optimal zu integrieren. Fließgewässer eignen sich, großzügige Grünbereiche zu schaffen und „Natur“ vom Außenbereich in die Stadt hineinzubringen. Sie beleben das Stadtbild und lockern das rein Artificielle des Gebauten auf. Fließgewässer sollen als grüne, lebendige Strukturen integrierter Bestandteil des Stadtlebens sein, jedoch nicht nur schmückendes und gärtnerisch aufbereitetes Beiwerk. Die finanziellen Aufwendungen hierfür sind mindestens in der Größenordnung zu veranschlagen wie für die Begradigung, Verdohlung und Beseitigung der Gewässer.

4. Fließgewässerrenaturierung: Konzeption, Beispiele

Stadt und Natur sind eigentlich Gegensätze. Die Natur kann Flächen in der Stadt nur vereinnahmen, wenn sich der Mensch zurückzieht. Renaturierung als Maßnahme, als aktiver Prozeß, ist relativ zu verstehen und heißt, der Natur ein Stück näher zu kommen, der Natur etwas mehr Selbstentfaltungsmöglichkeit einzuräumen. „Reine“ Natur können wir nicht erreichen. In der Stadt müssen wir häufig Natur und Architektur in Einklang zu bringen versuchen, wobei die Architektur weniger als bisher und die Natur mehr als bisher zu bekommen hat. Häufig wird man nur „Rumpf-Ökosysteme“ herstellen können wegen Nutzungskonflikten und räumlicher Beengtheit. Es ist ein Akt der Renaturierung, also ein kleines Stück in Richtung Natur, wenn ein verdohlter Bauch einfach freigelegt wird, und sei es nur als ein Gerinne zwischen Sandsteinmauern. Es ist auch ein Akt der Renaturierung, aber bereits auf

einer qualitativ höheren Ebene, aus einem begrügten, glatten Gerinne die Betonschalen herauszureißen, die Böschungen abzufachen und zu bepflanzen. Immer – und deshalb wurde der Rückblick in die Geschichte gemacht – sind Stadtbach-Traditionen und lokale Spezifika zu berücksichtigen. Diese Traditionen müssen an jedem Ort studiert und in die Maßnahmen einbezogen werden.

Zunächst seien einige Grundsätze genannt, die für eine erfolgversprechende Renaturierung wichtig sind:

1. Verbesserung der Wassermengenregelung; d. h. in den Außenbereichen müssen Retentionsflächen ausgewiesen werden, die die Hochwasserspitzen brechen.
2. Flächen entsiegeln, um den Oberflächenabfluß und damit die Hochwasserspitzen zu verringern und die Kläranlagen nicht zu überlasten.
3. Wo irgend möglich, z. B. in Neubaugebieten, die Dachabflüsse im Boden versickern lassen.

4. Ausweisung von Gewässerrandstreifen im Außenbereich als Puffer. Diese sollten einen Gehölzsaum tragen oder als extensives Grünland genutzt werden.

5. Optimierung der Wasserqualität; d. h. Bau von Regenrückhaltebecken, damit die Bäche nicht mit Schmutzwasser und Kanalüberläufen belastet werden. Diese Maßnahme wirkt sich auch auf die Wassermengenregelung positiv aus.

6. Abstellen von Abwassereinleitungen.

7. Weitestgehende Trennung von Schmutz- und Reinwasser.

8. Durchgehende Fließgewässerstrukturen schaffen und keine „Öko-Versatzstücke“ mit hohem Vorzeigewert.

9. Keine Durchlässe bauen, sondern Brücken.

10. Keine Abstürze bauen, sondern niedere Sohlgleiten oder rampen. Beides sollte asymmetrisch sein, um die Dynamik des Gewässers zu unterstützen.

11. Die Bachsohlen so weit wie möglich offen lassen (Kiesbett).



Abbildung 2

Wiederherstellung eines Dorf- oder Stadtbaches im dichtbesiedelten Bereich

12. In der Grundstückspolitik durch die Kommune langfristig Vorsorge schaffen durch Kauf und Tausch, um ausreichend Flächen für die Renaturierung zur Verfügung zu haben.

13. In Neubaugebieten hohe Flächenabzüge festlegen, die auch dem Gewässer zugute kommen.

14. Nicht ins Grüne hineinplanen, sondern von Anfang an intensiv mit der Wasserwirtschaft zusammenarbeiten, sich jedoch nicht den ökologischen Schneid abkaufen lassen.

Zu den **Baustoffen:**

Je nach Situation werden eher lebende Baustoffe oder tote Baustoffe in den Vordergrund treten müssen.

Bei den Gehölzen sind generell standortsgemäße und naturraumspezifische Pflanzen zu verwenden. Je nach Gefälle werden dies in vorderster Front Erlen, Weiden oder Eschen sein. Es ist sinnvoll, Gehölz-Aufbau und -Zusammensetzung an einem naturnahen Bach in der Umgebung zu studieren. – Da und dort können auch schmückende Elemente eingebracht werden.

Die Gleitufer, die der Strömung weniger ausgesetzt sind, können mit Sumpfpflanzen geimpft werden, die man in einer nassen Wiese oder in anderen vernäbten Stellen gewonnen hat. Eine weitere Möglichkeit, die Ufer auf eine natürliche Art und Weise zu befestigen, ist das Verlegen von Weidenfaschinen. Diese Technik kann auch dort angewendet werden, wo der Uferstrandstreifen sehr schmal ist. – Weidenfaschinen sind Bündel aus ausschlagfähigen Weiden (z. B. *Salix viminalis*, *Salix purpurea*); die im Boden verpflockt und leicht mit Erde überdeckt werden. Zum richtigen Zeitpunkt verlegt, treiben die Weiden bereits nach kürzester Zeit aus.

Für die Oberhänge der Böschungen können Ansaaten benutzt werden. Die im Handel angebotenen fertigen Saatmischungen besitzen jedoch oft nicht die Zusammensetzung, die man sich wünschen würde. Man sollte sich daher die Mühe machen, selbst Saatmischungen zusammenzustellen, die zumindest einige Elemente der bachbegleitenden Flora enthalten. Begrünungen sollten generell spärlich und zurückhaltend sein, um der Eigendynamik der Vegetationsdecke möglichst großen Spielraum zu lassen und den Pflegeaufwand möglichst gering zu halten. Auch mit Humusauftrag sollte man zurückhaltend sein.

Lebenden Baustoffen sollte soweit wie möglich Vorrang eingeräumt werden. Für Sohlgleiten, Steinwurf, die Sicherung des Niedrigwasserbetts und gegebenenfalls Ufermauern sollten in jedem Falle Natursteine zur Anwendung kommen, entweder aus dem anstehenden Gestein oder aus Gestein der Region. Auch hier müssen Traditionen gewahrt werden.

Manchmal ist es notwendig, für die Böschungssicherung Übergangslösungen zu finden, etwa bevor die gepflanzten Gehölze ihr Wurzelwerk so weit entwickelt haben, daß sie alleine das Ufer sichern. Als Zwischensicherung bieten sich Sackrupfen oder auch Flechtwerke aus Totholz an, die nach einiger Zeit verrotten.

Beispiel 1 (Abb. 2)

Situation: Verdichtete Bebauung, alter Stadtkern, alter Dorfkern, weiter Straßenraum, Bach verdoht.

Ziel: Verkehrsberuhigung, Wohnstraße, Gestaltung, Bachfreilegung, Maßnahmen zur Verbesserung des Wohnumfeldes.

Maßnahmen:

a) offener Bach in Sandstein gefaßt, Sohle weitgehend offen, einseitige Bepflanzung, beidseitige Begrünung, traditioneller Typ

b) stärkere Verengung des Straßenraums, ausschließliche Verwendung von natürlichen Baustoffen, biologische Aktivierung beider Uferböschungen, ohne Geländer, naturnaher Typ

c) Kompromiß aus a) und b)

Beispiel 2 (Abb. 3)

Situation: Kanalisierter Fluß in der Stadt, Ortslage, stark befahrene Straße, Gehweg, Leitplanken, Betonmauern, starke Schwankungen in der Wasserführung; Gärten

Ziel: Keine Abstriche am Straßenraum, Flußrenaturierung

Maßnahmen: Natursteinmauer, trocken gesetzt (Besiedlung der Lücken), grüner Gras-Randstreifen mit Bäumen und Sträuchern, einfache Geländer, asymmetrisches Profil (Sohle ungleichförmig, Niedrigwasserabfluß am Rande der Mauer);

Natursteinsicherung + Weidenfaschinen für Mittelwasser-Abfluß; Naturnahe Böschung im Hochwasser-Profil mit Bäumen und Sträuchern; Einbeziehung des Uferbereichs in den Garten.

Beispiel 3 (Abb. 4)

Situation: Gerinne mit starker Schmutz- und Abwasserbelastung und großen Schwankungen in der Wasserführung, mit Beton und Steinplatten befestigt, Sohle sehr tief im Gelände; parallel verlaufender Abwasserkanal, Ortslage (Kern), Neubaugebiet oder lockere Besiedlung mit Gärten usw., Gewerbegebiet

Ziel: Totalsanierung, Renaturierung, Gestaltung eines Grünzugs

Maßnahmen: Trennung des Reinwasserbaches vom Schmutzwassergerinne, d. h. Ableitung des Baches vor den Schmutzwassereinleitungen; Bau eines ausreichend dimensionierten Schmutzwasserkanals, Überdeckung, Begrünung; Bau eines naturnahen Reinwasserbaches

Beispiel 4 (s. ROLLI & KONOLD 1985)

Situation: ländlicher Bereich, Ortslage, räumlich beengt, Trapezprofil mit üppigem Gras- und Krautbewuchs, gerade Linienführung

Ziel: Renaturierung, Gestaltung eines naturnahen Bachlaufs mit ökologischer und sozialer Funktion, Belebung der Ortslage; dabei weitgehende Hochwasserfreilegung.

Maßnahmen: Bau eines geschwungenen Laufs mit wechselnder Breite, unterschiedlichen Wassertiefen und Strömungsgeschwindigkeiten; Einbau von flachen Holzschwellen und Steinschüt-

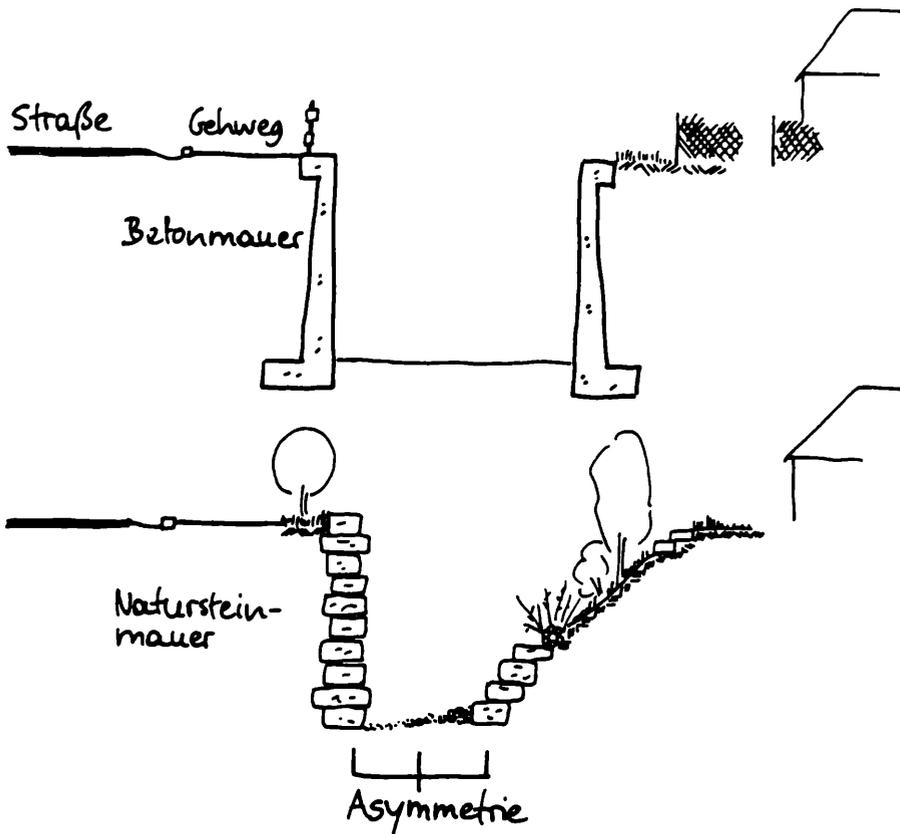


Abbildung 3
Möglichkeit einer Flußrenaturierung im Siedlungsbereich

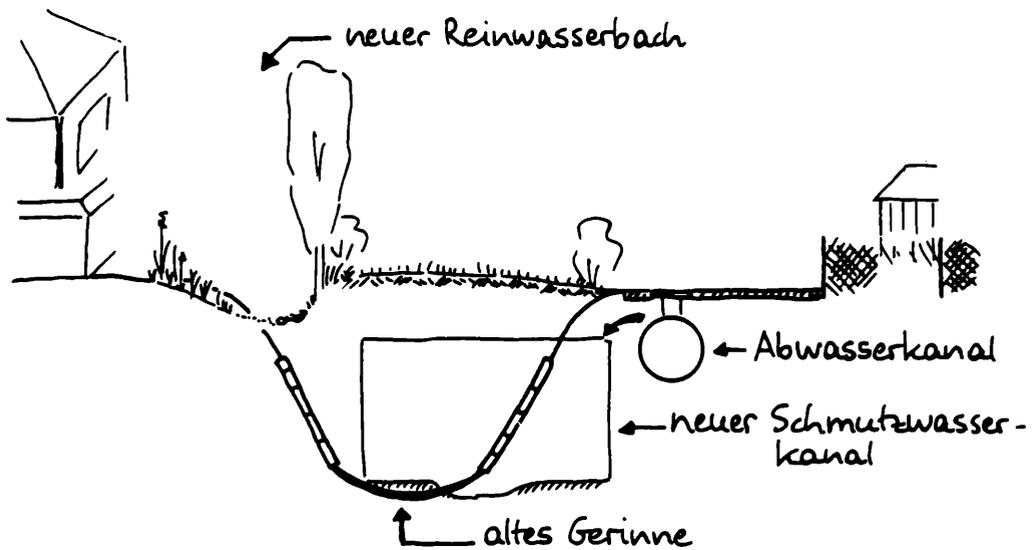


Abbildung 4
Trennung von Rein- und Schmutzwasser; Gestaltung eines neuen naturnahen Baches

tungen; unregelmäßig asymmetrisches Profil; größtmögliche Ungleichförmigkeit mit Gleit und Prallufern; Ufersicherung mit Muschelkalk-Blocksatz (trocken gesetzt), Schwarzerlen und Weidenfaschinen; an den ausgeprägten Gleitufeln keine Maßnahmen (Selbstbegrünung); Zwischensicherung der Böschungen nach den

Baumaßnahmen mit Sackrupfen; weitere Gehölzpflanzungen, siehe Abb. 5 und 6 Ergebnisse: hervorragend; bereits nach wenigen Monaten war von den Baumaßnahmen nichts mehr zu sehen. Kosten: geplanter konventioneller Ausbau mit Doppeltrapezprofil: 250.000 DM durchgeführter Umbau: 145.000 DM

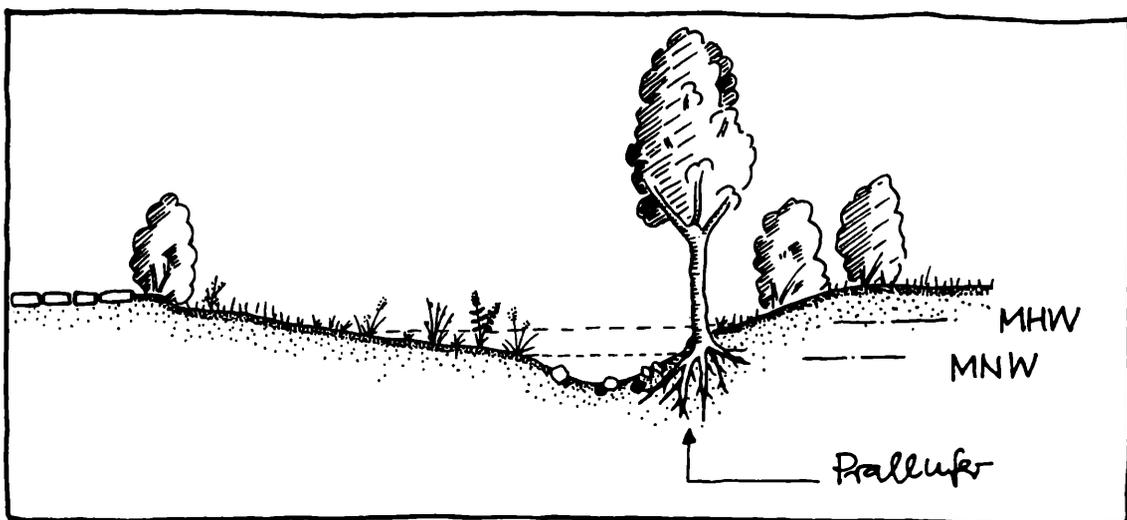
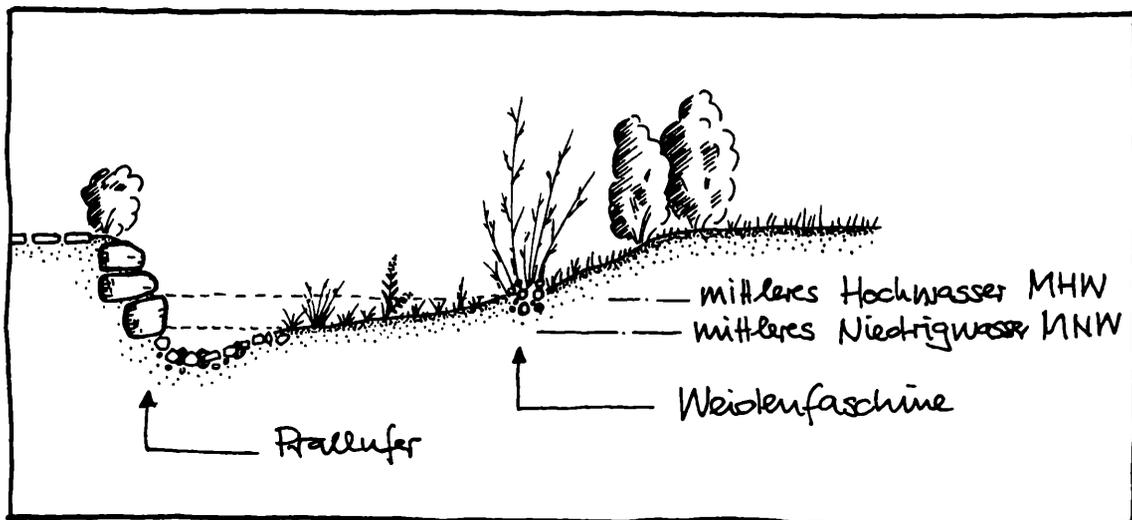


Abbildung 5

Vorgeschlagene Querprofile für den umzubauenden Bach

5. Literatur

BACH, E. (1981):
Pettenkofer – sein Beitrag zur Lösung der Abwasserfrage; Informationsbericht 4/81 des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Teil 1: 261-285.

BISCHOFBERGER, W. (1983):
Die Anfänge und die Entwicklung der Abwasserreinigung in Bayern – dargestellt in ausgewählten Beispielen; Informationsbericht 4/83 des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Teil 2: 193-208.

BOYNE, R. (1936):
Vom Entwicklungsgang der Abwasserbeseitigung in den letzten hundert Jahren. – Technikgeschichte 25: 57-65.

BRAUDEL, F. (1985):
Sozialgeschichte des 15.-18. Jahrhunderts. Der Alltag; München.

BURGER, O. (1955):
Freiburgs Wasserläufe. Kanäle, Stadtbächlein und ihre Bedeutung für die Stadt. – Freiburger Almanach 6: 143-149.

CORBIN, A. (1984):
Pesthauch und Blütenduft. Eine Geschichte des Geruchs; Berlin.

DIRLMEIER, U. (1981):

Die kommunalpolitischen Zuständigkeiten und Leistungen süddeutscher Städte im Spätmittelalter; In: SYDOW, J. (Hrsg): Städtische Versorgung und Entsorgung im Wandel der Geschichte. Stadt in der Geschichte. – Veröff. d. Südwestdeutschen Arbeitskreises für Stadtgeschichtsforschung 8: 113-150, Sigmaringen.

DOPSCH, H. (1981):
Der Almkanal in Salzburg; In: SYDOW, J. (Hg.): Städtische Versorgung und Entsorgung im Wandel der Geschichte. Stadt in der Geschichte. – Veröff. d. Südwestdeutschen Arbeitskreises für Stadtgeschichtsforschung 8: 46-76, Sigmaringen.

ECKOLDT, M. (1980):
Schifffahrt auf kleinen Flüssen Mitteleuropas in Römerzeit und Mittelalter; Schriften des Deutschen Schifffahrtsmuseums 14, Oldenburg.

ENDRISS, G. (1952):
Die künstliche Bewässerung des Schwarzwaldes und der angrenzenden Gebiete. – Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg (Breisgau) 42: 77-114.

FISCHER, F. (1882):
Die menschlichen Abfallstoffe, ihre praktische Beseitigung und landwirtschaftliche Verwerthung. – Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 13, Suppl.: 175 S., Braunschweig.

SCHWEIZER, E. (1927):
Die Gewerbe am Kleinbasler Teich. – Basler Zeitschr.
f. Geschichte und Altertumskunde 26: 1-76.
SCHWINEKÖPER, B. (1966/67):
Beobachtungen zum Problem der „Zähringerstädte“ –
Schau-ins-Land 84/85: 49-78.
SEITZ, R. H. (1961):
Schiffahrt und Flößerei auf der schwäbischen oberen
Donau in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. –
Schwäbische Blätter für Heimatpflege und Volksbil-
dung 12 (4): 99-110.
VON SIMON, J. (1978):
Die Flußverunreinigungsfrage im 19. Jahrhundert. –
Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte
65 (3): 370-390.
STRELL, M. (1913):
Die Abwasserfrage in ihrer geschichtlichen Entwick-
lung von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart; Leip-
zig.

WUNDER, G. (1978):
Die Stadt am kleinen Fluß: Schwäbisch Hall; In:
MASCHKE, E. & SYDOW, J. (Hg.): Die Stadt am
Fluß. Stadt in der Geschichte. – Veröff. d. Südwest-
deutschen Arbeitskreises für Stadtgeschichtsforschung
4: 100-109, Sigmaringen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Werner Konold
Institut für Landeskultur und
Pflanzenökologie der Universität Hohenheim
Postfach 700562
7000 Stuttgart 70

Tierökologische Empfehlungen für den Straßen- und Wasserbau im dörflichen Siedlungsbereich

Harald Plachter

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung
2. Tierökologische Charakterisierung des dörflichen Siedlungsbereichs
3. Allgemeine Gestaltungsgrundsätze für den Straßen- und Wasserbau
4. Empfehlungen für den Straßen- und Wirtschaftswegebau
5. Empfehlungen für den Wasserbau
6. Planung komplexer Lebensräume
7. Zusammenfassung
8. Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Ziele und Arbeitsweisen des Naturschutzes waren in den letzten Jahren tiefgreifenden Veränderungen unterworfen. Standen über Jahrzehnte hinweg die Sicherung naturnaher, in der Regel nicht oder nur unregelmäßig genutzter Landschaftsausschnitte und der Individualschutz einiger weniger, meist attraktiver Tier- und Pflanzenarten im Mittelpunkt, so treten nunmehr vermehrt Schutz- und Entwicklungskonzepte für die gesamte Landschaft und für alle heimischen Tier- und Pflanzenarten hinzu (vgl. ERZ 1983). Diese Entwicklung entspricht dem Auftrag des § 1 Bundesnaturschutzgesetz. Der besiedelte Bereich kann aus solchen Programmen ebensowenig ausgeklammert werden wie land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen. Hierzu sind neuartige Strategien und Instrumentarien zu entwickeln, die ein möglichst spannungsfreies Nebeneinander von Naturschutz und Nutzung im gleichen Landschaftsausschnitt ermöglichen (vgl. u. a. BLAB 1979, BUNDESMINISTER DES INNEN 1983, ERZ 1981, PLACHTER 1983a, 1985, SCHMIDT 1984).

Die beschriebene Aufgabenerweiterung des Naturschutzes macht die Sicherung naturnaher Landesteile in der bisherigen Form keineswegs überflüssig. Nach wie vor sind weniger als 1 % der Fläche der Bundesrepublik Deutschland als Naturschutzgebiet gesichert (BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE 1985). Es zeigt sich aber zunehmend, daß eine nachhaltige Sicherung des biotischen Inventars der mitteleuropäischen Landschaften auch auf wesentlich größeren Reservatflächen nicht gelingen kann, wenn Nutzungsintensivierung und Strukturveränderung auf der übrigen Landesfläche in der bisherigen Form fortgeführt werden. Auch gibt es Hinweise darauf, daß die derzeit vor allem im landwirtschaftlichen Bereich vorherrschende

Kurzzeitökonomie langfristig den gewünschten Erfolg nicht garantieren kann (KAULE 1981, REMMERT 1981).

Folgende Gründe für die Ausdehnung der Naturschutzziele auf genutzte Landschaftsteile sind vor allem von Bedeutung:

1. Es ist nicht zu erwarten, daß bei einer strikten Trennung von „Nutz“- und „Schutzflächen“, selbst bei Anhebung letzterer auf 10 % der Landesfläche, auch nur annähernd alle heimischen Tier- und Pflanzenarten und Gesellschaften auf Dauer erhalten werden können (ERZ 1983, PLACHTER 1985).

2. Die derzeitige Fauna und Flora Mitteleuropas ist das Ergebnis einer jahrtausendlangen Einflußnahme des Menschen auf seine Umwelt. Nach dem fast völligen Verschwinden vieler natürlicher oder naturnaher Ökosysteme mußten viele Arten in vom Menschen geschaffene oder stark beeinflusste Sekundärlebensräume ausweichen. Da die ursprünglichen Verhältnisse oft nicht wiederherstellbar sind, müssen die anthropogenen Lebensräume erhalten werden, in denen diese Arten derzeit leben (PLACHTER 1984). Weiteren Arten hat der Mensch neue Lebensräume erschlossen, die aber oft seit Jahrhunderten charakteristische Elemente der mitteleuropäischen Kulturlandschaft und ebenso schutzwürdig sind.

3. Gerade viele bisher kaum gesicherte (weil noch vor kurzem weit verbreitete) halbnatürliche und bedingt naturferne Lebensräume unterlagen in den letzten Jahren einem besonders tiefgreifenden Wandel. Beispiele sind Magerrasen, 1-mähdige Feuchtwiesen, Streuobstwiesen, Weinberge, extensiv bewirtschaftete Äcker. Ein erheblicher Teil des Artenrückgangs spielt sich sowohl im botanischen (LÜNZER 1981, NEZADAL 1980) als auch im zoologischen Bereich (BLAB & KUDRNA 1982, HEYDEMANN 1983 u. a.) hier ab.

4. Die gesamte Fläche Mitteleuropas, einschließlich aller Schutzgebiete, ist derzeit einem ständigen Eintrag von Schad- und Nährstoffen über die Luft, teilweise auch über Fließgewässer und flächige Einschwemmung, ausgesetzt (ARNDT & KOHLER 1984). Ausgehend von der Gesamtstickstoffemission lag z. B. der Stickstoffeintrag in der Bundesrepublik Deutschland 1984 wahrscheinlich in der Größenordnung um 40 kg N/Jahr/Hektar (ELLENBERG 1985) (gemessen wurde bisher in emittentenerferner Lage ein jährlicher Stickstoffeintrag zwischen 20 und 30 kg N/Jahr/Hektar). Dies entspräche einer landwirtschaftlichen Voldüngung in einem Zeitraum von 5-10 Jahren für alle Ökosysteme, also auch für jene, die nur unter oligotrophen Verhältnissen exi-

stieren können. Setzt sich diese Düngung über die Luft längere Zeit fort, so wird der Erhalt oligotropher Ökosysteme in Schutzgebieten zunehmend fraglich.

Im Zusammenhang mit Naturschutzstrategien für die genutzte Kulturlandschaft verdient der dörfliche Siedlungsbereich besondere Aufmerksamkeit, da er traditionell über ein kleingliedriges Mosaik sehr verschiedenartiger Lebensraumtypen und Strukturelemente verfügt, das die Ansiedlung einer besonderen, dorftypischen Flora und Fauna ermöglicht hat.

2. Tierökologische Charakterisierung des dörflichen Siedlungsbereiches

Siedlungsbereiche sind aus tierökologischer Sicht vergleichsweise relativ offene Ökosysteme oder besser Ökosystemkomplexe, die, obwohl sie über in hohem Maße typische Tiergemeinschaften verfügen, in großem Umfang vom Umland abhängen. Einerseits wandern Individuen bestimmter Arten mehr oder weniger regelmäßig von außen zu und siedeln sich in Dorf oder Stadt an (z. B. Amsel, vgl. ERZ 1964), andererseits benötigen etliche siedlungstypische Tierarten Teilhabensräume außerhalb des bebauten Bereiches, jedoch in erreichbarer Entfernung. Hierher gehören z. B. Weißstorch (feuchtes Grünland und Gewässerufer zur Nahrungssuche), die sog. Hausfledermäuse und die Schleiereule (reich gegliederte Kulturlandschaft). Der Mensch selbst beeinflusst seit jeher das Umland v. a. der dörflichen Siedlungen in charakteristischer Weise, so daß in der Umgebung der Dörfer oft von der übrigen Landschaft deutlich verschiedene Biotopkombinationen entstanden sind (Städte besitzen meist einen vergleichsweise viel weniger ausgeprägten „Umlandgürtel“). Viele Arten haben in diesem Dorfumland einen Siedlungsschwerpunkt, so z. B. der Wiedehopf und verschiedene Würgerarten in traditionellen Streuobstanlagen und der Igel. ESSER & REICHHOLF (1980) fanden bei Untersuchungen zur Straßenmortalität beim Igel auf einem 150 km langen Straßenabschnitt die mit Abstand höchste Dichte überfahrener Tiere in kleinen Siedlungen und in den Randbereichen größerer Siedlungen. Sie führen dies darauf zurück, daß die für den Igel wichtige Strukturkombination kurzrasige Biotope (Nahrungssuche) und Versteckmöglichkeiten für Tages- und Winterschlaf vor allem noch im Randbereich solcher dörflichen Siedlungen erfüllt ist.

Eine isolierte Betrachtung des bebauten Dorfbereiches ist demzufolge nicht sinnvoll. Die Sicherung der dorftypischen Tierwelt wird nur gelingen, wenn auch das Umland des Dorfes in einem günstigen Zustand erhalten bleibt. Die folgenden Überlegungen beziehen deshalb dieses Dorfumfeld mit ein.

Dörfer sind zwar auch hinsichtlich ihres Tierartenbestandes keine „kleinen Städte“ Sie haben aber mit diesen doch einige wichtige Charakteristika gemeinsam (PLACHTER 1980, STÖCKLEIN 1983, SUKOPP 1984):

- zumindest stellenweise gegenüber dem Umland erhöhte Temperaturen,

- Parzellierung und Isolierung der einzelnen Lebensräume durch dazwischenliegende, für die meisten Tierarten lebensfeindliche Areale,
- Relative Kurzlebigkeit vieler Lebensräume,
- Schwerpunktmäßiges Auftreten von Lebensräumen mit extremen Umweltbedingungen (vegetationsfreie Flächen, Steinhöhlen, Altholz etc.),
- Bereitstellung eines besonders reichen, jedoch im Spektrum gegenüber dem Umland oft eingeschränkten Nahrungsangebotes.

Diese Faktoren erlauben nur einem Teil der heimischen Tierwelt die Ansiedlung im Dorf. Diese finden dann aber oft besonders günstige Fortkommensmöglichkeiten (z. B. wegen fehlender Konkurrenz). Im Gegensatz zum Stadtkern ist zumindest das traditionelle Dorf jedoch viel stärker mit verschiedenen Grünbereichen durchsetzt, auch sind die verwendeten Baummaterialien i. d. R. bodenständiger und vielfältiger. Entscheidend für viele „dorftypischen“ Tierarten dürfte aber sein, daß günstige Nahrungsressourcen zwar außerhalb des Dorfes aber in für das einzelne Individuum überbrückbarer Entfernung bereitstehen.

3. Allgemeine Gestaltungsgrundsätze für den Straßen- und Wasserbau im Dorf

Die besonderen Umweltbedingungen im dörflichen Siedlungsbereich und das hieraus resultierende siedlungstypische Artenspektrum bedingen spezifische Strategien zur Erhaltung, Gestaltung, Pflege und Neuschaffung von Lebensräumen. Teilweise gleichen die Methoden und Maßnahmen jenen in der freien, un bebauten Landschaft, teilweise werden sich aber auch deutliche Unterschiede ergeben. Besonders zu beachten ist, daß im Dorf, ganz ähnlich wie in der übrigen Landschaft, großräumige Entwicklungen abgelaufen sind und immer noch anhalten, denen bereits ein großer Teil gerade der hochwertigsten Lebensraumtypen und Strukturkomplexe zum Opfer gefallen ist. Viele der Entwicklungen werden sich, auch im Hinblick auf die veränderten Ansprüche der Dorfbewohner selbst, nicht mehr korrigieren lassen, andere erscheinen dagegen durchaus revidierbar. In mancher Hinsicht bestehen im Dorf für solche Rückentwicklungen sogar besonders günstige Voraussetzungen, zumindest einen Teil der Fehlentwicklungen durch gezielte Biotopneuschaffung und Pflege abzumildern. Die Dynamik vieler Lebensgemeinschaften im Dorf war von jeher hoch und viele dorftypische Tierarten sind an die Kurzlebigkeit ihrer Lebensräume angepaßt. Andererseits darf nicht verkannt werden, daß beim derzeitigen Stand des naturwissenschaftlichen Wissens und der Technik nur ein geringer Prozentsatz mitteleuropäischer Lebensraumtypen durch Neuanlagen in ausreichender Qualität ersetzt werden kann (BLAB 1985) und die Möglichkeiten des Naturschutzes auf den privaten Flächen des Dorfes (Gebäude, Höfe, Gärten) oft deutlich eingeschränkt sind. Umso mehr Gewicht kommt der Verwirklichung von Naturschutzzielen bei öffentlichen Maßnahmen wie dem Straßen- und Wasserbau zu.

Zwischen Straßen- und Wasserbau besteht aus der Sicht des Naturschutzes ein wichtiger gradueller Unterschied. Während wasserbauliche Methoden existieren, bei denen bestehende Gewässer zumindest für einen größeren Teil der Arten als Lebensraum erhalten bleiben, geht bei Straßenneubauten zumindest der durch Asphalt versiegelte Bereich als Lebensraum völlig verloren. Hinzu kommen bei Straßen Trenn- bzw. Isolationseffekte für Tierbestände durch verändertes Kleinklima und andersartige Vegetationsstruktur der Böschungen (INSTITUT FÜR NATURSCHUTZ UND TIERÖKOLOGIE 1976, MADER 1979, 1980) sowie Verluste durch Verkehrstod. Straßenneubauten müssen somit aus tierökologischer Sicht grundsätzlich als Eingriffe beurteilt werden. Allein durch optimale Gestaltung der Straßenrandflächen werden sich diese Eingriffe auch im Dorf nur im Ausnahmefall ausgleichen lassen. Entsprechende Straßenrandgestaltung und -pflege kann jedoch zur Verminderung ehemaliger und neuer Eingriffe beitragen und damit den Zielvorgaben des Bundes-Naturschutzgesetzes dienen.

Sowohl für den Straßen- als auch für den Wasserbau können aus der Sicht der Tierökologie die folgenden **allgemeinen Planungshinweise** gegeben werden (vgl. auch BLAB 1984a, FUCHS 1984, ROGL 1984 u. a.):

1. Biototypen bzw. Strukturelemente, die **landesweit** oder **regional selten** bzw. **stark rückläufig** sind, sollten bevorzugt erhalten bzw. neu geschaffen werden. Im dörflichen Siedlungsbereich ist hier besonderes Gewicht auf die Neuschaffung bzw. Regeneration für diesen Siedlungstyp früher charakteristischer Lebensräume zu legen. Beispiele sind die Rückentwicklung stark veränderter Dorfweiher und Löschteiche zu reichhaltigen Tierlebensräumen oder der Aufbau eines Netzes von Brachflächen unterschiedlichen Nährstoffreichtums und wechselnder Feuchtigkeit auf „Verkehrsverschnittflächen“ und in Bachmäandern.

2. Für **größere** Planungsgebiete (z. B. ein Dorf mit Umland) ist ein möglichst hoher **Strukturreichtum** bzw. eine hohe **Biotopvielfalt** anzustreben. Eine insgesamt überdurchschnittlich hohe Strukturdiversität ist eines der Kennzeichen des dörflichen Siedlungsbereiches. Dies schließt jedoch die Sicherung bzw. Neuschaffung einzelner, in sich relativ strukturarmer Lebensräume, z. B. Feuchtwiesen ohne Gehölze (Brachvogel!) oder unbepflanzter Felswände keineswegs aus.

3. Bei allen Pflanz-, Ansaat- und Pflegemaßnahmen sollten **naturräumliche** und **standörtliche Unterschiede** viel stärker als bisher berücksichtigt werden. Straßen- und Wasserbaumaßnahmen verstärken die vielfach bedauerte Nivellierung der mitteleuropäischen Landschaft, wenn sie landesweit auf der Grundlage gleicher technischer Richtlinien im Böschungsbereich sehr ähnlichen Pflanz- bzw. Gestaltungsschemata folgen! Deshalb sollte z. B. den unterschiedlichen standörtlichen Bedingungen auf Sand, Kalkstein oder Urgestein durch differenzierte Gestaltungs- und Pflegepläne Rechnung getragen werden.

4. Bedingt durch die moderne Bauweise stellen Dörfer zunehmend unüberwindliche **Barrieren für Tierwanderungen** dar. Dies gilt insbesondere, wenn sich der bebaute Bereich auf bevorzugte Leitlinien von Tierwanderungen, wie Talräume, Bachufer, Terrassenkanten, Waldränder usw. ausdehnt. Fließgewässer und Straßenränder sind dann oft die einzigen durchgängigen linearen Strukturen im Dorf, die von wandernden Tierarten genutzt werden könnten. Daß die Ausbreitung von Tierarten auch über weite Entfernungen entlang von Straßenböschungen (und Bahnlinien) erfolgen kann, ist mit vielen Beispielen belegt (MADER 1980, REMMERT 1980). Im Hinblick auf die zunehmende Isolierung von Tier- und Pflanzenpopulationen in relativ weit voneinander entfernten Lebensräumen kann Straßenböschungen zunehmend eine bedeutende verbindende Funktion zukommen. Voraussetzungen sind Durchgängigkeit und günstige Struktur der Bodenoberfläche und der Vegetation aber auch z. B. passende Versteckmöglichkeiten und eine ausreichende Breite. Eine Maßnahme, die diesem Ziel grundsätzlich zuwiderläuft ist die Verrohrung von Fließgewässern auch nur über kurze Strecken.

5. Die Intensität und Häufigkeit von Pflegemaßnahmen an Straßen und Gewässern sollte sich primär nicht an ästhetischen sondern an ökologischen Gesichtspunkten orientieren. Der **Pflegeaufwand** sollte i. d. R. so weit **reduziert** werden, daß er gerade noch ausreicht, den angestrebten Biototyp auf Dauer zu erhalten.

6. Zumindest auf Teilflächen sind möglichst **extreme Umweltbedingungen** anzustreben (z. B. stark besonnt, regelmäßig überschwemmt, vegetationsfrei, besonders nährstoffarm, im Dorf an bestimmten Orten auch besonders nährstoffreich), da diese von einer Vielzahl bedrohter Tier- (und Pflanzen-)arten zumindest in Teilen ihrer Lebensräume benötigt werden. Entsprechende Standorte stellen in der „modernen“ Kulturlandschaft ausgesprochene **„Mangelbiotope“** dar und könnten bei vielen Baumaßnahmen ohne Schwierigkeiten geschaffen werden. Eine vermehrte Berücksichtigung dieses Zieles könnte zu einer gegenüber der derzeitigen Praxis bedeutenden Kostenminderung führen. Dies gilt z. B. für den Umfang von Gehölzpflanzungen, den Wegfall von Mutterbodenarbeiten und die Verminderung von Mäheinsätzen.

Das Dorf und in geringerem Umfang auch sein Umland sind von jeher Landschaftsausschnitte, die in besonders hohem Maß vom Menschen gestaltet und geprägt sind. Anthropogene Biotope bzw. Biotopkomplexe überwiegen. Die Grundsätze von Lebensraumschutz und -gestaltung in der übrigen Landschaft, insbesondere mit dem Ziel der Sicherung bzw. Entwicklung möglichst naturnaher Biotope, können deshalb nur bedingt bzw. modifiziert auf das Dorf übertragen werden. Auch ist den Ansprüchen des Menschen selbst hier in viel größerem Umfang Rechnung zu tragen. Versuche, den dörflichen Siedlungsbereich als Ganzes in einen „historischen“ Zustand zurückzuentwickeln, würden deshalb auch an den veränderten Ansprüchen den Dorfbewohner

scheitern. Sehr viele Maßnahmen sind aber möglich, ohne die „Lebensqualität“ der Dorfbewohner wirklich zu beeinträchtigen (ein sehr zweifelhaftes „ästhetisches Empfinden“ ausgenommen).

Die hier vorgelegten Empfehlungen zielen zu einem wesentlichen Teil auf eine Reduktion bestimmter Eingriffe in dörfliche Lebensräume und eine verstärkte Berücksichtigung von Sukzessionsentwicklungen ab. Es wäre jedoch sicher in vielen Fällen ein Trugschluß anzunehmen, durch einfaches „Liegenlassen“ bestimmter Restflächen im Dorf die Ziele des Naturschutzes zu erreichen. Der oft mangelhafte Zustand solcher, bisher i. d. R. zufällig entstandener Flächen belegt dies. Entscheidend ist, daß viele tierökologisch bedeutenden Flächen auch früher nicht völlig ungenutzt waren und daß die heutige Gesamtsituation im Dorf eine Entwicklung wie früher auf solchen Flächen nicht mehr zuläßt. Ziel sollte es deshalb sein, die bisher von ästhetischen Gesichtspunkten geprägte Gestaltung und Pflege von Grünflächen im Siedlungsbereich durch eine tierökologische zu ersetzen. Hierzu ist oft eine wesentlich differenziertere und zielorientiertere Planung erforderlich als bisher (vgl. BLAB 1984 b). Bereits in der Planungsphase von Straßen- und Wasserbaumaßnahmen müssen Lage, Gestaltung und Entwicklungsziele von „Naturschutzflächen“ genau festgelegt sein. Die Pflege sollte sich an den jeweiligen, *vorher* festgelegten Entwicklungszielen orientieren (wobei sich dann im Einzelfall durchaus ergeben kann, daß eine Pflege auf absehbare Zeit nicht erforderlich ist). Naturschutzziele sind auch im Dorf zum überwiegenden Teil flächenbezogen. Zu ihrer Verwirklichung ist ein gegenüber der derzeitigen Praxis wesentlich erhöhter Flächenanspruch oft unumgänglich. In der vorliegenden Abhandlung können ausschließlich die fachlichen Ziele dargestellt werden. Ob und in wie weit Flächen im Dorf hierfür bereitgestellt werden, muß der Entscheidung auf planerischer bzw. politischer Ebene vorbehalten bleiben.

4. Empfehlungen für den Straßenbau

Die Hinweise und Vorschläge dieses Kapitels beziehen sich ausschließlich auf Möglichkeiten der Eingriffsminimierung und der Biotopgestaltung im Straßenrandbereich (Böschung, Dämme etc.), nicht dagegen auf evtl. Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen, die als Folge des Eingriffes bei Straßenneubauten notwendig werden. Solche Ersatzlebensräume sollten in möglichst großer Entfernung von der Straßentrasse angelegt werden.

4.1. Allgemeine Empfehlungen

A. Die Ausführungen der Straßenrandflächen sollte **Tierwanderungen** möglichst **erleichtern**. Ausnahmen können Trassen sein, die beidseitig von Wald umgeben sind (tritt im Dorf wohl seltener auf). Hier kann der Aufbau eines breiten, gestuften Waldsaumes vorrangiges Ziel sein (MADER 1979).

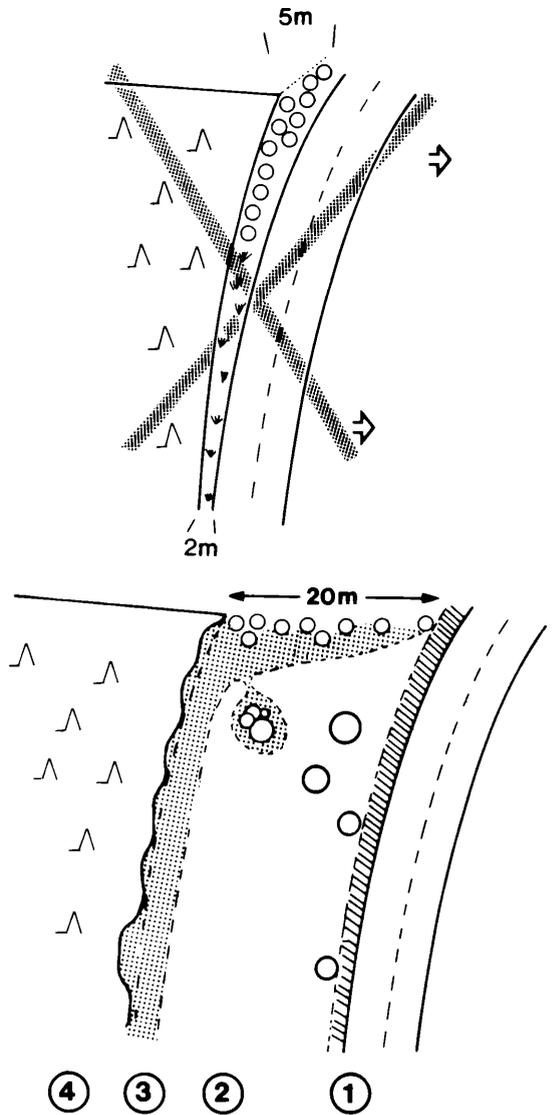
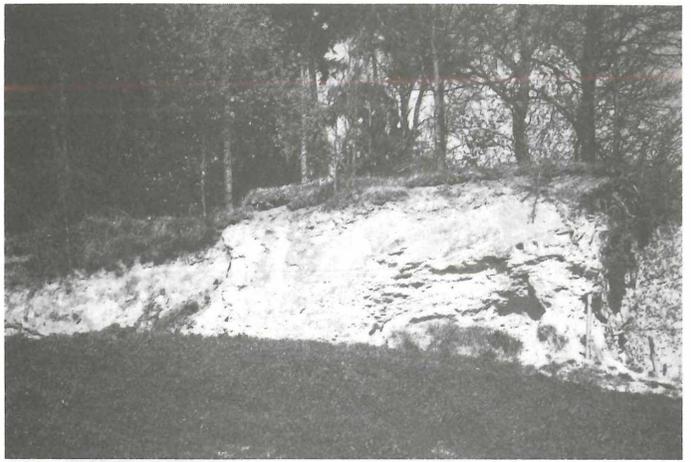


Abbildung 1

Beispiel einer tierökologisch ungünstigen (oben) und einer günstigen (unten) Trassenplanung.

Oben: Die Trasse verläuft am Waldrand und behindert dadurch dessen Funktion als Leitlinie für Tierwanderungen. Ungünstig sind ferner der lineare Waldrandverlauf, die dichte und relativ monotone Gehölzpflanzung im oberen Teil der Böschung und die oft gemähte Rasenfläche im unteren Teil. **Unten:** Die Trasse ist deutlich vom Waldrand abgerückt, die dazwischenliegende Fläche im Sinne des Naturschutzes gestaltet. **1.** = intensiv gepflegtes Bankett; **2.** = 1-mährige Rasenfläche (möglichst nährstoffarm) mit einzelnen gepflanzten Hochstamm-Obstbäumen; **3** = Sukzessionsfläche. Ziel ist die Entwicklung eines gestuften Waldmantels. An der östl. Grenze ist gelegentlich Gehölzaufwuchs zu entfernen. Hecke im Norden zur Abschirmung gegenüber der angrenzenden Feldflur; **4** = Wald mit gegliedertem Waldrand.

B. Die Trassen befestigter Straßen sollten generell deutlich **von linearen Biotopelementen** wie Waldrändern, Fließgewässern, alten Heckenzügen usw. **abgerückt** sein. Straßen beeinträchtigen die Funktion solcher linearer Elemente als Leitlinien von Tierwanderungen erheblich. Bei geschickter Planung können dagegen die entstehenden „Verschnittflächen“ zu hochwertigen Lebensräumen entwickelt werden (vgl. Abb. 1).



1

1 Lößwand als wichtiges Strukturelement und Kleinlebensraum für eine artenreiche Tiergemeinschaft am Straßenrand.

2 Ausschnitt aus der Lößwand. Bohrgänge verschiedener Insekten (insbes. Wildbienen) schaffen ein vielgestaltiges Mikrorelief, das von vielen Tierarten genutzt werden kann. (Foto 1 + 2: Verf.)



2

3 Sandsteinwand im Dorf. Entsprechende Anschnitte in standfestem Substrat sollten in jedem Fall unrekultiviert der natürlichen Sukzession überlassen werden. Vorratskeller als Winterquartier für Fledermäuse (Einflugöffnung freilassen) und Insekten (Foto: Verf.).



3

4 Lesesteinhaufen und grobe, mehrlagige **Steinriegel** sind wichtige Strukturelemente, die ohne großen Aufwand vor allem am Außenrand von Straßenböschungen realisiert werden können (Foto: Archiv LfU).

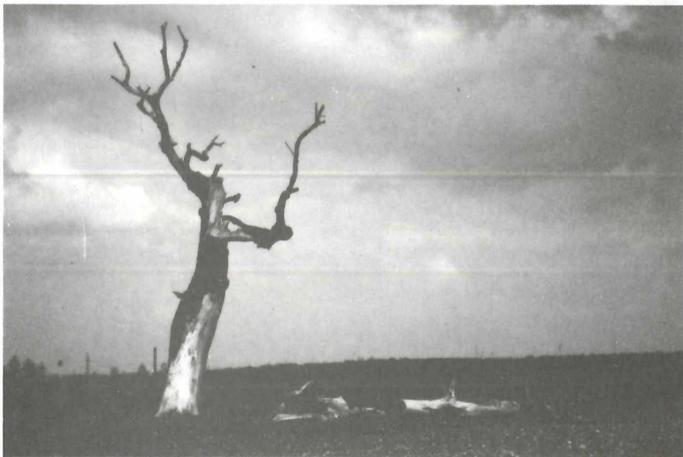


4



5

5 Alte Holzzäune aus Hartholz (z. B. Eiche) bieten für Hautflügler wichtige Nistmöglichkeiten. Entsprechende Zäune sollten deshalb im Straßenrandbereich, z. B. zur Abtrennung der Straße gegenüber benachbarten Gehöften oder als Weidezäune verwendet werden. (Foto: Verf.).



6

6 Morscher, toter Baum an einem Wirtschaftsweg in der Feldflur. Bäume bieten im Verfallstadium besonders vielen bedrohten Tierarten Lebensraum.

7 Bohrgänge schaffen ein Labyrinth von Kleinlebensräumen für verschiedene Insekten (Foto: Verf.).

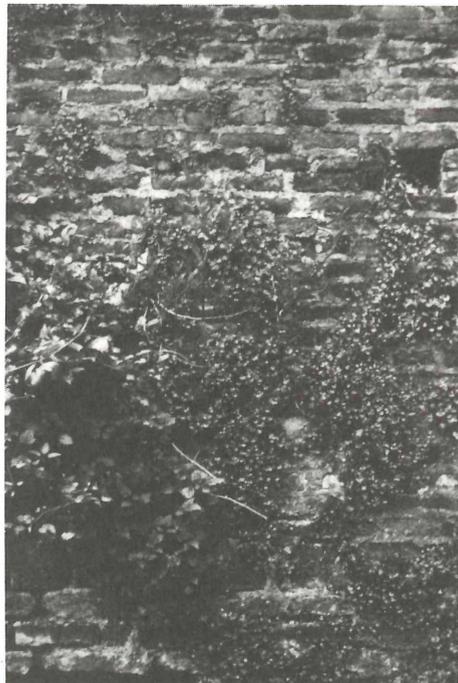


7

8/9 Zwei Beispiele für unverputzte Ziegelmauern. Sie sind Kleinlebensräume für eine spezialisierte Spinnen-, Wildbienen- und Käferfauna und sind im dörflichen Siedlungsbereich modernen Baumaterialien vorzuziehen (Fotos: Verf. (8), M. MÜLLER, Augsburg (9)).

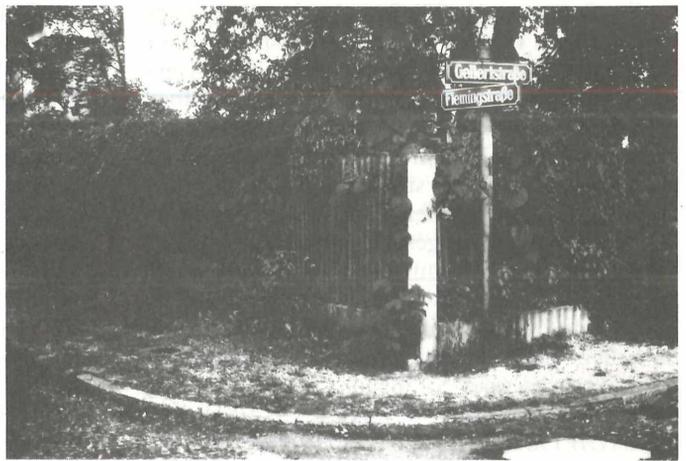


8



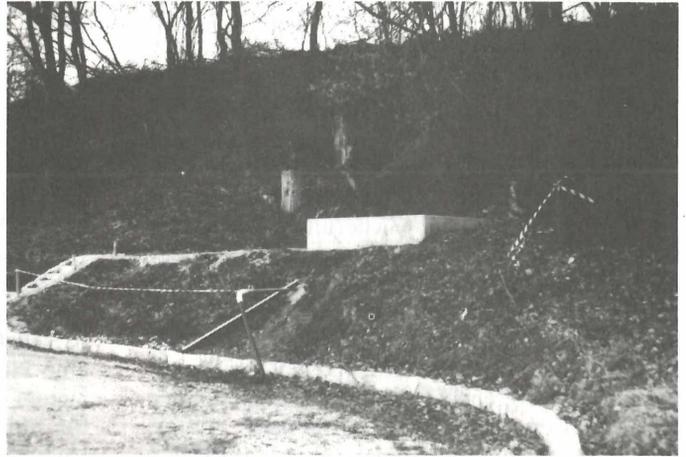
9

10 Gehsteig im Stadtgebiet Münchens, der aus tierökologischer Sicht besonders günstige Strukturen aufweist. Der zaunnahe Grünstreifen ermöglicht Tierwanderungen (Näheres siehe Text) (Foto: M. Brunner, München).



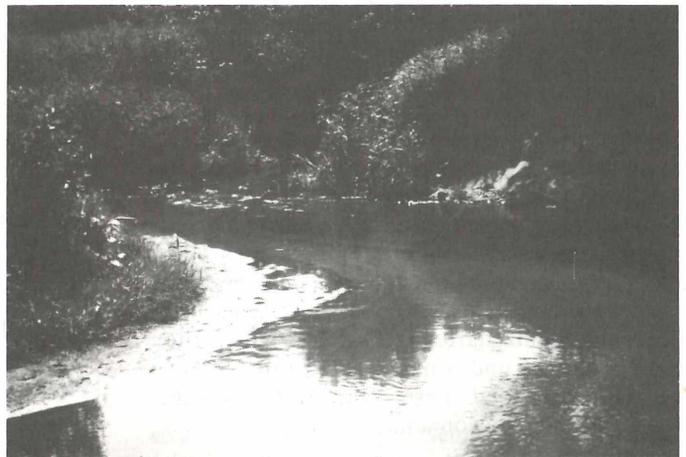
10

11 Gefäste und abgedeckte Quelle in Westmittelelfranken. Zwar speist eine geringe Restwassermenge noch den Quellbach, dennoch ist der Lebensraum weitestgehend beseitigt. Wegen der hohen Wertigkeit von Quellen für den zoologischen Artenschutz sollten für den dörflichen Siedlungsbereich andere Wege der Wasserversorgung gefunden werden (Foto: Verf.).



11

12 Vielgestaltiger Bachabschnitt mit Steilabbrüchen, Sandbänken und artenreicher Pioniervegetation. Lebensraum des Eisvogels und einer streng biotopgebundenen Wirbellosenfauna mit einem hohen Anteil gefährdeter Arten, Nahrungsgebiet u. a. für den Flußregenpfeifer und andere Limicole (Foto: Verf.).



12

C. Straßenquerende Fließgewässer sollten auch im Dorf **nicht verrohrt** werden. Anzustreben sind Brückenbauwerke mit uferbegleitenden Kesselschüttungen von mindestens 40 cm Breite über der Mittelwasserlinie (Tierwanderungen!).

D. **Stellenweise** sollten Böschungen und Dämme **möglichst breit** sein. Die straßennahen Bankettflächen sind verschiedenen Emissionen des Straßenverkehrs stark ausgesetzt und deshalb als Lebensräume für Tiere nur sehr bedingt geeignet. So wurden in Regenwürmern, Tausendfüßlern und Asseln am Rand einer stark befahrenen Straße erhebliche Bleikonzentrationen festgestellt, die mit wachsender Straßenentfernung erst allmählich abnahmen (WASNER & WOLFF-STRAUB 1981). MAURER (1974) fand, daß Individuenzahl und Artenzahl der Laufkäfer in der Nähe stark befahrener Straßen signifikant reduziert sein können. Der gleiche Effekt konnte allerdings bei Kurzflügelkäfern nicht beobachtet werden.

Breitere Straßenrandzonen werden sich vor allem im Umland des Dorfes verwirklichen lassen. An einzelnen Stellen ergeben sich sicher aber auch im Zentrum des Dorfes Möglichkeiten. Eine Abwägung zwischen Sicherung bestehender Lebensräume und Neuschaffung im Außenbereich des Straßenrandes muß der Planung vorangehen. Die Anlage breiterer Böschungen sollte insbesondere *nicht* auf Kosten naturnaher, besonders schutzwürdiger Biotope erfolgen.

E. Die Pflegeintensität sollte mit zunehmender Straßenentfernung abnehmen (**gestufte Pflege**). Während im unmittelbaren Bankettbereich aus tierökologischer Sicht häufig keine grundsätzlichen Bedenken gegen häufigere Mahd bestehen, sollten die straßenferneren Außenbereiche höchstens einmal pro Jahr gemäht werden (zum Mahdtermin siehe 4.5.).

F. Stellenweise ist ein **gestufter Aufbau** von Böschungen und Dämmen mit kleinen, lückig bewachsenen Steilabbrüchen einer gleichmäßigen Neigung vorzuziehen. Hierdurch wird einerseits die **strukturelle Vielfalt** des Lebensraumes allgemein erhöht, andererseits entstehen wertvolle Teillebensräume für eine Reihe spezialisierter Tier- und Pflanzenarten (z. B. Nistmöglichkeiten für Wildbienen und Ameisen, Plätze zum Sonnen für Eidechsen und thermophile Käfer, Jagdgebiete für bodenbewohnende Spinnen).

G. **Anschnitte in standfestem Substrat** sollten weder nivelliert noch begrünt werden (Foto 1/2 und 3). Eventuelle Gehölzpflanzungen in der Nachbarschaft sind so auszuführen, daß eine optimale Besonnung der Anschnitte gewährleistet bleibt. MIOTK (1979) wies an Lößwänden des Kaiserstuhls über 340 Tierarten nach, darunter ein hoher Anteil von Arten, die an solche Lebensräume gebunden sind und nicht in andere Biotoptypen ausweichen können.

H. **Seitenentnahmen** sollten grundsätzlich der natürlichen Sukzession überlassen werden. Allenfalls sind unregelmäßige Pflegeeinsätze nötig, die Teilflächen auf ein frühes Sukzessionsstadium der Vegetation zurückführen. Abbaustellen sind bedeutende Ersatzlebensräume für Teile der Flußuferfauna und der Tierwelt reich geglieder-

ter Kulturlandschaften (DINGETHAL et al. 1981, KREBS & WILDERMUTH 1976, PLACHTER 1983 b, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1984). Diese Funktion wird durch die gebräuchlichen Rekultivierungsmaßnahmen (Auffüllung, Bepflanzung) weitgehend unterbunden.

I. Bestehende **Hohlwege** sollten in jedem Fall bei Aus- oder Neubaumaßnahmen erhalten bleiben. Neue Trassen sollten ggf. in deutlichem Abstand parallel zum Hohlweg geführt werden. LOHMEYER & PRETSCHER (1982) belegen an einem Beispiel aus dem Raum Bonn eindringlich die Bedeutung von Hohlwegen für den Naturschutz. Dort erbrachte z. B. ein einziger Lichtfallenfang 119 Großschmetterlingsarten, davon 4, die auf der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland (BLAB et al. 1984) verzeichnet sind.

K. Soweit nicht zwingend erforderlich, sollte v. a. bei Nebenstraßen im Dorf und bei Feldwegen auf **befestigte Decken** aus **Asphalt** oder **Beton** verzichtet werden. Wassergebundene Decken sind aus tierökologischer Sicht eindeutig zu bevorzugen. (vgl. auch RICHARZ 1984) Sie bieten z. B. Rauch- und Mehlschwalbe Nistmaterial, Hautflüglern (z. B. Bienen, Grabwespen, Wegwespen) Nistgelegenheiten, Schmetterlingen Trinkmöglichkeiten und bodenbewohnenden Käfern aus der Nachbarschaft Plätze zum Sonnen. Notfalls stellt auch eine Pflasterung – vor allem bei breitfüßig verlegtem Naturstein – noch gewisse Ressourcen für ein allerdings eingeschränktes Artenspektrum bereit. HAESLER (1982) fand zwischen bzw. unter der Pflasterung der Stadt Oldenburg immerhin noch 22 Arten aculeater Hautflügler, darunter 2 Ameisen-, 9 Grabwespen- und 9 Wildbienenarten (warmes Mikroklima, Sandunterbau als Nistsubstrat). Von einer Art wurden bis zu 34 Nester pro Quadratmeter gezählt.

L. Vor allem in den Randbereichen des Dorfes sollte eine Straßenbeleuchtung mit einem möglichst **geringen Anteil an ultravioletter Strahlung** verwendet werden. UV-reiche Lichtquellen ziehen nachtaktive Insekten, insbesondere Nachtfalter aus großer Entfernung an. Zusätzlich zum Verlust an Tieren mitunter landesweit bedrohter Arten werden auch nachtaktiven Prädatoren (z. B. Fledermäusen, Ziegenmelker) Nahrungsquellen entzogen.

M. Die gezielte Anlage bzw. der Erhalt bestimmter **Strukturelemente** an einzelnen Stellen kann die Wertigkeit des Lebensraumes für bestimmte Tierarten deutlich erhöhen. Beispiele sind:

– **Mehrlagige Lesesteinhaufen** aus möglichst grobem Material (bei stärker befahrenen Straßen möglichst nicht in Bankettnähe) als Tages- und Winterversteck für Kleinsäuger, Reptilien, Amphibien, Käfer und als Kleinlebensraum für eine reichhaltige Wirbellosenfauna (vgl. Foto 4).

– Erhalt **alter Holzzäune** oder Neuanlage aus kräftigen Hartholzpflöcken (v. a. Eiche), z. B. zur Abgrenzung der Straße gegenüber der angrenzenden Feldflur. In Norddeutschland wurden in bzw. an Weidezäunen 54 Hautflüglerarten nachgewiesen, davon 11 Wespen-, 23 Grabwespen- und 11 Wildbienenarten (HAESLER 1979) (Foto 5).

– An einzelnen Stellen können **kleine Gruppen** von **Wurzelstöcken** oder starken Resten (z. B. aus vorherigen Rodungen) gelagert werden. Diese bieten Lebensraum für verschiedene holzbewohnende Insekten (Käfer, Hautflügler), Nahrungsquelle für Vögel (z. B. Spechte) und günstige Tages- bzw. Winterverstecke für Tierarten die auf der Böschung leben.

– Gerade im Dorf eignen sich zur Abgrenzung der Straße gegenüber den benachbarten Grundstücken auch zumindest auf der Außenseite **unverputzte Bruchstein- oder Ziegelmauern**. Soweit solche Mauern im Dorf bereits existieren, sollen sie auf jeden Fall geschont werden. Sie sind Ersatzlebensraum für eine große Anzahl von Arten der natürlichen Steilabbrüche, wie Springspinnen, Wolfspinnen, Wildbienen und spezialisierte Käfer sowie für eine Reihe von Pflanzenarten (Foto 7/8).

– **Felswände** einschließlich der **Schuttfächer** am Wandfuß werden von Pflanzenarten der Grus- und Felsbandgesellschaften besiedelt. Sie bieten Turmfalke, Dohle, Mauersegler, Hausrotschwanz, in ungestörten Bereichen im Umfeld des Dorfes mitunter auch Kolkrabe und Uhu Brutmöglichkeiten. Allein 67 gefährdete Schmetterlingsarten der Bundesrepublik Deutschland siedeln ausschließlich oder auch in Felsbandgesellschaften (BLAB 1984 nach PRETSCHER 1977).

4.2. Behandlung bestehender Gehölze

A. Einzelne Bäume und Obstbaumalleen sind – weit aus mehr als geschlossene Gehölze – sehr typische Elemente des Dorfes. Da eine wesentliche Bedeutung für bedrohte Tierarten erst ab einem bestimmten Alter gegeben ist, ist eine Sicherung vorhandener Bäume einer Neupflanzung generell vorzuziehen.

B. Obstbaumwiesen und Obstgärten alter Prägung (verschiedene Obstsorten als Hochstämme), reich strukturierte Heckengebiete oder Feuchtwiesen sollten im Umfeld der Dörfer keinesfalls durch neue Trassen durchschnitten werden. Sie sind stark rückläufige, dorftypische Lebensräume mit einer besonders reichhaltigen Fauna. Der Ausbau bzw. die Asphaltierung bestehender, bisher unbefestigter Wirtschaftswege führt in solchen Bereichen oft zu ähnlich nachteiligen Auswirkungen wie ein Neubau.

C. An Feldwegen, Lagerplätzen und an anderen Stellen im Dorf, an denen die Verkehrssicherungspflicht eine Beseitigung nicht zwingend vorschreibt, sollten **anbrüchige Bäume** nicht gefällt, sondern dem **natürlichen Verfall überlassen** werden (Foto 9/10). Nach GEISER (1980) zählen etwa 1.000 der heimischen Käferarten zu den Holz- bzw. Holzpilzbewohnern. Bäume erlangen für die Mehrzahl dieser Arten erst dann Bedeutung, wenn sie über das schlagreife Alter hinweg stehenbleiben. Anbrüchige Bäume mit Höhlen bieten darüber hinaus z. B. bedrohten Fledermäusen, höhlenbrütenden Vogelarten und spezialisierten Ameisenarten Lebensraum.

4.3. Neupflanzung von Gehölzen

A. Einheimische Laubgehölze sind Nadelbäumen grundsätzlich vorzuziehen. Vor allem im Dorf ist darauf zu achten, daß zusätzlich zu den Ziergehölzen in den Gärten nicht auch noch durch öffentliche Maßnahmen beim Straßenbau Nadelgehölze oder fremdländische Gehölzarten bzw. sorten eingebracht werden.

B. Kleine Gruppen aus verschiedenartigen, **eng gepflanzten** Laubgehölzen mit dazwischenliegenden Rasenflächen sind größerflächigen, gleichartigen Gehölzpflanzungen vorzuziehen. Durch die Verschiedenartigkeit werden unterschiedliche Wuchshöhen, Wuchsdichten und in Verbindung mit den Rasenflächen eine erhöhte Strukturdichte gefördert.

C. Geschlossene Gehölzpflanzungen im Straßenrandbereich liefern oft nur einen vergleichsweise geringen Beitrag zum Artenschutz, da sie überwiegend von landesweit häufigen, euryöken Tierarten besiedelt werden. Es ist deshalb v. a. im Dorf und seinem Umland zu prüfen, ob nicht durch andere Gestaltungen der Straßenrandbereiche ein relativ höherer Gewinn für den Naturschutz erzielt werden kann. Insgesamt sollte im Bereich des Straßenbaus die Pflanzung mehr oder weniger geschlossener Gehölze deutlich zugunsten humus- bzw. mutterbodenarmer Magerasenflächen reduziert werden (siehe Abs. 4.4.).

D. Für Gehölzpflanzungen sollten in deutlich größerem Umfang **reich blühende** Sträucher und Bäume verwendet werden. Als Baumarten im Ortsbereich eignen sich z. B. Berg- und Spitzahorn (*Acer pseudoplatanus* u. *A. platanoides*), Kastanie (*Aesculus hippocastanum*), Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*), Vogelkirsche (*Prunus avium*), regional auch Rotdorn (*Crataegus laevigata*) und Mostbirnen. Außer Rotdorn und Kastanie sollten alle genannten Arten auch im Dorfumland wieder verstärkt gepflanzt werden. Als Straucharten insbesondere für den Ortsrandbereich werden empfohlen: Schlehe (*Prunus spinosa*), Brombeere (*Rubus* sp.), Kätzchenweide (*Salix caprea*) und Roter Holunder (*Sambucus racemosa*). Hier und im Dorfzentrum sollten anstelle der sterilen fremdländischen Gehölzarten wieder verstärkt der Schwarze Holunder (*Sambucus nigra*) sowie die Hunds- bzw. Heckenrose (*Rosa canina*), Weißdorn (*Crataegus monogyna* u. *oxyacantha*), Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*) und der einheimische Besenginster (*Sarothamnus scoparius*) heranwachsen.

Ziel sollte es sein, während **möglichst vieler Monate** im Jahr ein gleichmäßiges Angebot blühender Pflanzen für blütenbesuchende Insekten, wie Tagfalter, Schwebfliegen und Bienen bereitzuhalten. Bestimmten Prädatoren (Netzspinnen, Raubwanzen, Vögel u. a.) bieten die anliegenden Insekten zusätzliche Nahrungsquellen.

E. Vor allem an Nebenstraßen, Wirtschaftswegen, Wegekreuzungen oder an der Außenseite breiterer Böschungen sollten vermehrt **Hochstamm-Obstbäume** (alte Sorten) gepflanzt werden. Im Vordergrund steht nicht eine wirtschaftliche Nutzung sondern die Bereitstellung eines reichen Blütenangebotes im Frühjahr (blütenbesuchende Insekten), eines Nahrungsangebotes im Sommer

und Herbst (fruchtfressende Arten) und von Nistmöglichkeiten für Höhlenbrüter. Als Nebeneffekt könnte der eklatante Rückgang bäuerlicher Streuobstanlagen und damit das Verschwinden vieler alter Obstsorten zumindest etwas gemildert werden (auch kulturhistorischer Aspekt). **F.** In vielen Fällen sind geeignete **Ansaaten** aus Naturschutzsicht günstiger zu bewerten als Pflanzmaßnahmen, da hierdurch ein ungleichmäßiger (= reicher strukturierter) Vegetationsaufbau erreicht wird.

4.4. „Rasenflächen“

A. Straßenrandflächen sollten möglichst **nicht humisiert** werden. Die dann oft geringere Wuchsleistung der Vegetation erfordert zudem nur einen geringeren Pflegeaufwand (*kostensenkend!*).

B. In deutlich größerem Umfang als bisher sollten auf Straßenrandflächen **Magerrasen** angelegt werden (vgl. auch AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE 1983). Hierbei ist auf standörtliche Unterschiede (z. B. Silikat/Kalk) besondere Rücksicht zu nehmen. Nach BLAB & KUDRNA (1982) stellen die Bewohner xerothermer Rasengesellschaften unter den Tagfaltern und Widderchen mit 40 Arten die größte von 10 Falterformationen. Hier von sind 38 Arten gefährdet, das sind immerhin 40 % aller gefährdeten Arten der Bundesrepublik Deutschland (dem stehen z. B. nur 12 Moorbewohner gegenüber, die allerdings alle gefährdet sind). In Niedersachsen bedecken basiphile Trockenrasen z. B. nur 0,02 % der Landesfläche, sie sind aber Lebensstätte von 1/3 der gefährdeten Tagfalter und sogar der Hälfte der gefährdeten Heuschrecken- und Grillenarten des Landes (MIOTK 1982 aus BLAB 1984a).

C. Können ausgedehntere Rasenflächen nur an wenigen Stellen realisiert werden, so sollten diese Stellen möglichst **unzugänglich** oder durch geeignete Einrichtungen **abgeschirmt** sein. Einerseits ist höhere Rasenvegetation oft trittempfindlich, zum anderen ist die Tierwelt an exponierten Stellen (z. B. Parkplätzen) einem erhöhten Störpegel ausgesetzt. Für Planungen v. a. außerhalb des Siedlungsbereiches ist zu berücksichtigen, daß sich viele (nicht alle!) Tierarten relativ rasch an fahrende Autos, nicht aber an frei sichtbare Personen gewöhnen.

D. Auch im Dorf ist darauf zu achten, daß ein **durchgängiger** Grünstreifen die Straßen begleitet. Steht seitlich nur wenig Raum zur Verfügung, so stellen mitunter niederwüchsige, standortheimische Sträucher oder Stauden mit guter bodendeckender Wirkung die günstigste Lösung dar. Auch können schmale Wildgrasfluren an benachbarte Grundstücksbegrenzungen (Zäune, Mauern, Gebäudewände) angelehnt werden (Abb. 6). Schmale Bänder aus angesättem, häufig gemähtem Rasen, möglicherweise zudem zwischen Gehweg und Straße gelegen, erfüllen die angestrebten tierökologischen Funktionen nicht.

E. Verkehrsverschnittflächen sowie sonstige der Straße benachbarte Flächen in öffentlichem Besitz (Lagerplätze, Stellplätze etc.) sollten als **Ruderalflächen** der natürlichen Sukzession überlas-

sen werden. Hierfür sind im dörflichen Siedlungsbereich auch relativ nährstoffreiche Flächen geeignet. Gestaltung und Pflege sollten darauf abzielen, insgesamt ein möglichst breites Spektrum von Flächen unterschiedlicher Vegetationszusammensetzung zu erhalten (eine Beseitigung aller Brennesselfluren ist genauso falsch, wie ihre Förderung auf allen dörflichen Ruderalflächen).

4.5. Pflegehinweise

A. Umfang, Häufigkeit und Art von **Pflegeeinsätzen** (einschl. Mahd) sollten an die unterschiedlichen Erfordernisse der jeweiligen Vegetationstypen angepaßt und auf ein vorher für den jeweiligen Böschungsabschnitt festgelegtes Entwicklungsziel ausgerichtet sein.

B. Mit Ausnahme des Banketts reicht i. d. R. **eine einzige Mahd** der Rasenflächen **pro Jahr** aus. Soweit hierzu bisher Analysen vorliegen, unterscheidet sich der günstigste Mähtermin von Tiergruppe zu Tiergruppe geringfügig (z. B. KRISTAL 1984, WESTRICH 1985). Ein später Mähtermin, möglichst nicht vor dem 1. September ist einzuhalten, doch können in einem größeren Gebiet zeitlich gestaffelte Mähtermine für die einzelnen Flächen festgelegt werden.

Unter Umständen kann andererseits ein langjähriger Verzicht auf Mähen durch das Aufkommen von Gehölzen und die Entwicklung eines bodendeckenden Filzes aus Pflanzenteilen für bestimmte Tierarten (vgl. WESTRICH 1985) auch nachteilig sein.

Daß die Herabsetzung der Pflegeintensität tatsächlich eine reichere Tierbesiedlung der Böschungen zur Folge hat, ist durch viele Beispiele belegt. Die Untersuchung eines 200 m langen Böschungstreifens an einer stark befahrenen Schnellstraße in England, die nur einmal in 2 Jahren gemäht worden war (das 3 m breite Bankett häufiger) erbrachte 67 blütenbesuchende Insektenarten auf 39 Pflanzenarten (FREE et al. 1975). Nur ein einziger potentieller „Kulturschädling“, die Kartoffelwanze *Calocoris norvegicus* wurde regelmäßig beobachtet. Dem stand eine Vielzahl von blattlausfressenden bzw. blütenbesuchenden Arten gegenüber, so z. B. 2 Marienkäfer-, mehrere Bienen- und 24 Schwebfliegenarten (die Larven sind ebenfalls Blattlausfresser, die Imagines wichtige Blütenbestäuber).

WASNER (1984) weist an Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen nach, daß zu frühe Mahd ganzen Tierfamilien (z. B. Nektarsauger, Pollenfresser) die Existenzgrundlage auf den Böschungen nimmt. Er belegt eine negative Abhängigkeit zwischen der Diversität der Kurzflügel- und Laufkäferfauna und der Pflegeintensität.

C. Straßenrandbereiche sollten **nicht auf langen Strecken gleichzeitig und vollständig gemäht** werden. Jede Mahd stellt einen Eingriff dar, der einem wesentlichen Teil der Tiere der Krautschicht und auch der Bodenoberfläche (verändertes Mikroklima) kurzfristig den Lebensraum entzieht (BONESS 1953). Die anwesenden Tiere werden vertrieben, getötet oder fallen Räubern zum Opfer. Durch mosaikartige Mähchemata (entweder straßenparallel oder gestuft mit zunehmender Straßenentfernung) wird eine schnelle und voll-

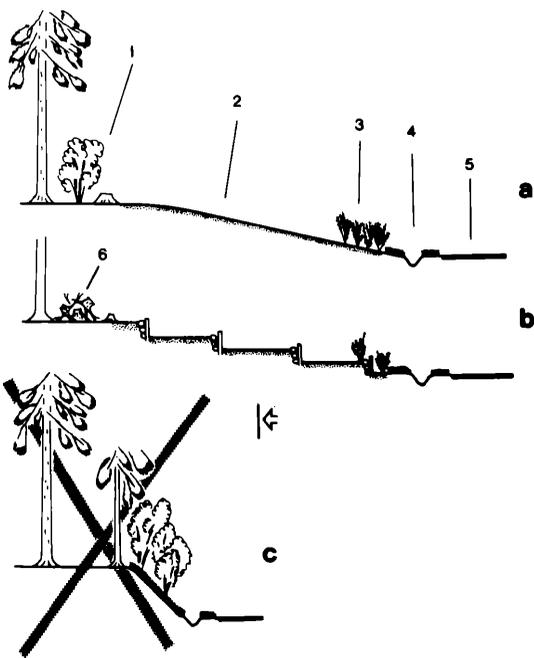


Abbildung 2

Straßenrandgestaltung auf Sanduntergrund.

2a und **2b**: tierökologisch günstige Lösung, die standörtliche und naturräumliche Besonderheiten berücksichtigt (nähere Erklärung siehe Tab. 1). **2c**: Ungünstige Lösung, wie sie derzeit an Straßenrändern oft beobachtet werden kann: vollständige Humisierung, Rasenansaat und relativ dichte Gehölzpflanzung im oberen Teil. Zwischen Waldrand und Straße ist zu wenig Raum für die Entwicklung standorttypischer Biotopelemente.

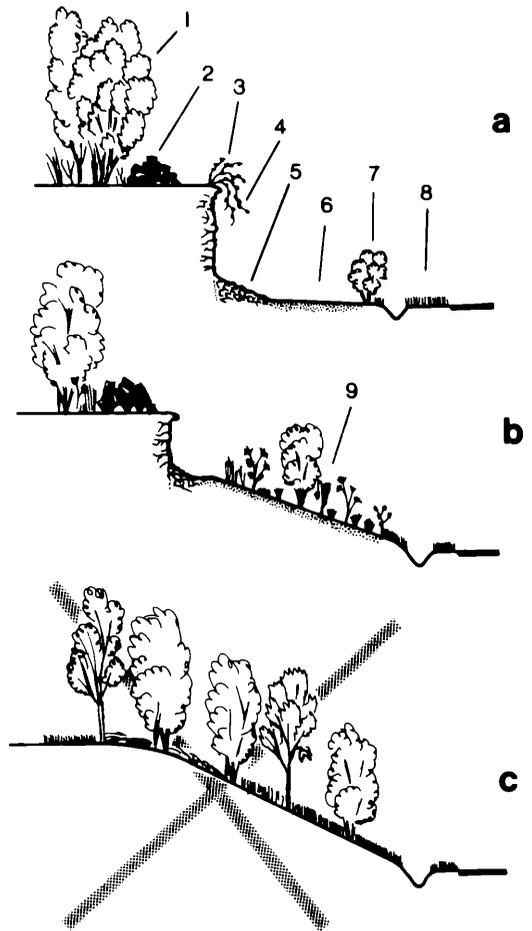


Abbildung 3

Vorschlag zur Straßenrandgestaltung in mittelhartem Untergrund (Ton, Löße, Kies, weicherer Sandstein etc.).

Die Variante **c** bietet kaum Strukturen, die von anspruchsvolleren Tierarten genutzt werden könnten, die Lebensraumstruktur ist relativ monoton und einseitig. Gefördert werden v. a. eurytope Wald- und Grünlandarten, die auch an vielen anderen Stellen der Kulturlandschaft Lebensmöglichkeiten finden. **a**: optimale, abwechslungsreich strukturierte Variante mit Steilwand. Ist eine durchgehende Steilwand nicht möglich, so bieten kleine Steilstufen (50 - 90 cm Höhe) an der Böschungsoberkante in Verbindung mit Magerrasenstreifen einen teilweisen Ersatz (**b**). Näheres siehe Tab. 1.

ständige Wiederbesiedlung der gemähten Flächen gewährleistet.

D. Das Aufwachen einzelner Sträucher auf Magerrasenstandorten kann geduldet werden und stellt sogar eine wesentliche Verbesserung des Lebensraumes für etliche Tierarten dar, so z. B. für Dorngrasmücke und Neuntöter unter den Vögeln, sowie Segelfalter, Eibischfalter und Weißem Waldportier unter den Tagfaltern (BLAB & KUDRNA 1982). Eine weitgehende Verbuchung und damit verbunden eine erhebliche Beschattung der Rasenflächen sollte jedoch durch entsprechende Pflegeeingriffe verhindert werden.

E. In Teilbereichen sollten mehrjährige Stauden oder vertrocknete Pflanzenteile einjähriger Arten über den Winter hinweg stehenbleiben. Eine ganze Reihe von Tieren überwintert in Pflanzenstengeln (TISCHLER 1973). Frostresistente Stadien anderer Arten (Eier bestimmter Schmetterlinge, Kokons von Schmetterlingen und Spinnen) werden an überstehende Pflanzenstengel angeheftet. Die derzeitige Mähpraxis schließt die Ansiedlung solcher Arten an Straßenrändern weitgehend aus.

F. Grundsätzlich sollte eine vom Straßenrand nach außen gestufte Pflegeintensität vorgesehen werden, wobei in den äußeren Bereichen Mahd oder Pflege oft über mehrere Jahre hinweg unterbleiben kann.

G. Schafbeweidung anstelle von Mahd kann aus Naturschutzsicht allenfalls befürwortet werden,

wenn sie sehr extensiv erfolgt. Intensive Beweidung führt zu einer deutlichen Strukturverarmung der Krautschicht, kann Trittschäden an der Bodenoberfläche zur Folge haben und beeinträchtigt Tierbestände auch unmittelbar (z. B. bodenbrütende Vögel).

Ebenso muß vor einem Abflämmen der Vegetation an Straßenrändern als Pflegemaßnahme auch im Winter gewarnt werden (BAUCHHENSS 1980). Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, daß ein Abflämmen von Vegetationsbeständen nur von erfahrenen Fachleuten durchgeführt werden kann, die zoologische Gesichtspunkte ausreichend berücksichtigen. Selbst dann sind gravierende Verluste bei bestimmten Tierarten wahrscheinlich. Unsachgemäßes Flämmen schädigt die vorhandene Tier- und Pflanzenwelt nachhaltig. Als Methode für die Unterhal-

tung von Straßenrandflächen scheidet Flämmen deshalb sicherlich aus.

H. Der Einsatz von **Mähgeräten**, die das Mähgut unmittelbar anschließend **einsaugen**, ist aus tierökologischer Sicht äußerst problematisch und sollte deshalb unterbleiben. Mit dem Mähgut wird ein großer Teil der Tiere der Krautschicht und wahrscheinlich auch solche der Bodenoberfläche dem Lebensraum entnommen (vgl. KRISTAL 1984, WASNER 1984). Im Winterhalbjahr gilt für die überwinterten Stadien ähnliches. Günstig ist es statt dessen, das **Mähgut mehrere Tage lang liegenzulassen** und es dann **mechanisch** aufzunehmen. Die Tiere haben dann ausreichend Zeit, das Heu zu verlassen.

4.6. Vorschläge für die Straßenrandgestaltung

In den Abb. 2 bis 4 sind Vorschläge zu Böschungsgestaltungen für verschiedene Substrattypen wiedergegeben. Nähere Erklärungen, Hinweise auf die angestrebte Vegetationsentwicklung und Pflege sowie Beispiele von Tierarten bzw. -gruppen, die von den entsprechenden Strukturelementen profitieren, sind in Tab. 1 zusammengestellt.

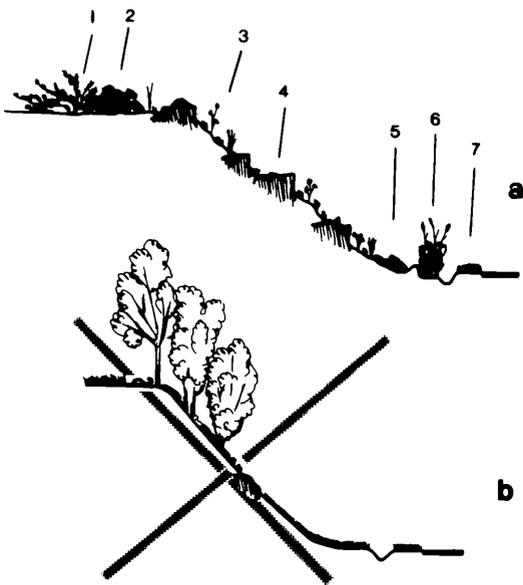


Abbildung 4

Böschungsgestaltung für harte Substrate (Kalkstein, Urgestein etc.).

In Variante **b** ist das Felsrelief nivelliert bzw. abgedeckt, die Böschung humisiert und im oberen Teil dicht bepflanzt. Eine Ansiedlung anspruchsvoller Arten oder naturraumtypischer Tiergemeinschaften ist höchstens in geringem Umfang möglich. Aus tierökologischer Sicht zu empfehlen ist dagegen Variante **a**. Näheres siehe Tab. 1.

5. Empfehlungen für den Wasserbau

Die oben aufgeführten Empfehlungen für den Straßenbau können teilweise sinngemäß auch auf Maßnahmen des Wasserbaus übertragen werden. Darüber hinaus werden nachfolgend spezifische Hinweise für den Wasserbau gegeben.

5.1. Fließgewässer (ohne Uferstreifen)

A. Begradigte, **technisch verbaute** Fließgewässer sowie **verrohrte** Gewässerabschnitte (auch kürzere Strecken) sollten durch **Wiederherstellung** des ursprünglichen oder Neuschaffung eines vergleichbaren Bettes **regeneriert** werden. Sofern aus Platzgründen keine andere Möglichkeit besteht, kann der Bach auch verlegt werden, notfalls an den Rand des bebauten Bereichs. Selbst eine solche tiefgreifende Maßnahme ist i. d. R. günstiger als eine verrohrte oder technisch verbaute Fließstrecke. Beispiele für eine Regeneration von Fließgewässern liegen inzwischen vor. So wurde im Naturschutzgebiet „*Stellmoorer Tunneltal*“ der Stadt Hamburg auf ca. 1 km Länge der ursprüngliche, stark mäandrierende Lauf der *Wandse* regeneriert. Das begradigte Gerinne wurde weitgehend in Form einseitig offener Altarme erhalten (GLITZ 1983). Weitere Vorhaben laufen in Berlin und in Nordrhein-Westfalen. In einzelnen bayerischen Städten ist eine Regeneration von Stadtbächen geplant. Ein etwa 500 m langer Abschnitt der *Windach* (Lkr. Landsberg/Lech) wurde nach Gesichtspunkten des naturnahen Wasserbaus zurückentwickelt.

B. Die Ufersicherung sollte grundsätzlich durch **Lebendverbau** erfolgen. Diese Methode gewährleistet eine wesentlich höhere Strukturvielfalt im Uferbereich als jedes andere Verfahren der Ufersicherung. Hierdurch entstehen ausgezeichnete Unterstände für Fische, Versteckmöglichkeiten für Stein- und Edelkrebs sowie Kleinlebensräume für viele benthische Organismen. Eine ggf. aus hydraulischen Gründen erforderliche Bettaufweitung wirkt sich auch auf eine Reihe von Wasser- und Uferorganismen positiv aus. Die Verwendung von **Betonplatten** und **Sohlschalen** entspricht weder dem biologischen und dem technischen Kenntnisstand, noch wird sie den Zielen des Bundes-Naturschutzgesetzes gerecht. Falls **Steinschüttungen** zur Ufersicherung unumgänglich sind, sollten diese weder mit humusreichem Material abgedeckt, noch mit einer der bisher gebräuchlichen Rasenmischungen begrünt werden (einzelne günstige Beispiele für naturnahen Wasserbau finden sich u. a. bei BINDER 1979, GEIGER & SCHRÖTER 1983, JANUSZEWSKI & RANGE 1983, LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN o. J.). Trotz beachtlicher Fortschritte in der Verfahrensweise ist jedoch nach wie vor ein **Nichtausbau** aus tierökologischer Sicht einem naturnahen Ausbau eindeutig vorzuziehen.

C. Im Dorfbereich sollte deutlich stärker eine Verbesserung der **Gewässergüte** v. a. von **Fließgewässern 3. Ordnung** angestrebt werden. Da unbelastete größere Fließgewässer im Bundesgebiet kaum noch bestehen (und auch nur noch selten rückentwickelt werden können) kommt kleinen unbelasteten oder wenig belasteten Bächen (Gewässergüte I und I-II) eine zentrale Bedeutung als Rückzugsräume für empfindliche Tierarten der Fließgewässer und deren Ufer zu. Eine große Zahl solcher Arten (Köcher-, Stein-, Eintagsfliegen, Schnecken, Muscheln, Wasserkäfer etc.) muß derzeit auf Roten Listen (vgl. BLAB et al.

Tabelle 1

Kurzbeschreibung der in den Abbildungen 2 bis 4 wiedergegebenen Biotopolelemente für unterschiedliche Substrattypen.

Die Nummerierung entspricht jener in den Abbildungen. Unter Verwendung von Angaben bei BEZZEL 1982, BLAB 1984 a, BLAB & KUDRNA 1982, GEISER 1980, MIOTK 1979 und eigenen Untersuchungen. Hauptfunktionen des Elementes für die jeweilige Tierart/Tiergruppe: G = Gesamtlebensraum, B = Brutgebiet, V = Versteck, Winterquartier, N = Nahrungsgebiet, S = Platz zum Sonnen.

Nr.	Lebensraum-/ Strukturtyp	Gestaltung, Ausprägung (S = Sonderfunktion)	Entwicklung (E), Pflege (P)	Beispiele typischer bzw. geförderter Tierarten/ Tiergruppen
A. SAND (zu Abb. 2)				
1	gegliederter, gebuchter Waldrand	– standorttypische, reichblütige Sträucher vorpflanzen – Besonnung erwünscht	– E: gegliederter Waldmantel – P: nicht mähen. In den Sandmagerrasen vordringende Gehölze gelegentlich entfernen	Dorngrasmücke (B), Fitis (B), Zipzalp (B), Heckenbraunelle (B), Baumpieper (B), Goldammer (B), Zauneidechse (V), Wildbienen (N), Tagfalter (N), netzbauende Spinnen (G)
6	Gruppen von Wurzelstöcken	– isolierte Gruppen an einzelnen Stellen – evtl. Brombeere bepflanzen – ersatzweise Lesesteinhaufen möglich (B2)	– P: keine Pflege erforderlich	Kleinsäuger (V), Amphibien (V), Zauneidechse (V), Spechte (N), holzmulm- und holzplizbewohnende Käfer (B), Ameisen (B)
2	Sandmagerrasen	– kein Humusauftrag, Oberboden ggf. abschieben (Rohbodenstandort) – vorhandene Pflanzendecke ggf. entfernen – keine Anpflanzung, keine Ansaat – bei geringer Standfestigkeit Terrassierung möglich (Abb. 2 b) – Besonnung nötig	– E: oligotropher Sandmagerrasen mit mit sehr lückiger Vegetation (Silbergras, Fadenkraut, Kl. Ampfer etc.) – P: geschlossene Vegetation verhindern. Ggf. Oberboden partiell abschieben	Heidelereche (B), Zauneidechse (S, N), blaüflügel. Schnarrschrecke (G), blaüflügel. Ödlandschrecke (G), Feldgrille (G), Evermanns Grashüpfer (G), Wildbienen (B), Wegwespen (G), Grabwespen (B), Ameisen (G), spezialisierte Laufkäfer und Bodenspinnen (G)
3	niederwüchsige Sträucher	– standorttypische Sträucher wie Sarothamnus scoparius oder Rubus fruticosus – S: Abschirmung des Sandmagerrasens gegen Verkehrsemissionen	– E: Aufbau einer möglichst geschlossenen, linearen Strauchzone – P: zu starke Beschattung des Sandmagerrasens vermeiden, ggf. zurückschneiden	Brauner Grashüpfer (N), Kolbenschenkelspinner (B), Bessenginster-Saumbindenspinner (B), Spanner Perconia strigillaria (B), Wildbienen (N)
4	Rasenfläche auf Bankett	– Humisieren und Einsaat möglich – Breite 1-2 m	– P: mehrmalige Mahd im Jahr möglich	–
5	asphaltierte Straße	–	–	–

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Nr.	Lebensraum-/ Strukturtyp	Gestaltung, Ausprägung (S = Sonderfunktion)	Entwicklung (E), Pflege (P)	Beispiele typischer bzw. geförderter Tierarten/ Tiergruppen
B. MITTELHARTES Substrat (Ton, Löß, Kies, Sandstein etc.) (zu Abb. 3)				
1	mehrmalige Hecke mit vor- gelagertem krautigem Saum	- standortgemäße, heimische, blütenreiche Laub- gehölze unterschiedlicher Wuchshöhe - S: Abschirmung der Böschung gegenüber an- grenzenden Nutzflächen	- E: breite, deutlich gegliederte Hecke - P: nach mehreren Jahrzehnten Ge- hölze auf Teilflächen auf den Stock setzen. Saum höchsten 1 x pro Jahr mähen, evtl. dort Gehölzflug entfernen	Neuntöter (B), Dorngrasmücke (B), Elster (B), Rebhuhn (B), Igel (V), Gartenschläfer (B, N), Spitzmäuse (V), Ringelnatter (V), Laufkäfer des Waldes (G), netzbauende Spinnen (G), Schlehenzipfelfalter (B) und andere Tagfalter
2	Lesesteinriegel	- mehrlagig, möglichst grobes Material - keinen Humus und möglichst wenig Feinsediment (Lückensystem ist wichtig)	- P: stark beschattende Vegetation mähen oder entfernen. Lücken- system zwischen den Steinen aufrechterhalten	Zauneidechse (V, S), Schlingnatter (V, S), Blindschleiche (V), Kleinsäuger, (V), Erdkröte (V), Wolfspinnen (G), Lauf- käfer (G), Schnecken (G)
3	Brombeer- pflanzung	- S: Sicherung der Steilwand-Oberkante	- E: dichter, überhängender Pflanzenvorhang	Hänfling (B), Rötelmaus (V), Waldspitzmaus (V), Kaiser- mantel (B), Faulbaumbläuling (B)
4	Steilwand	- möglichst hoch; senkrecht bis streckenweise etwas überhängend; Oberkante vorstehend (Regen!) - möglichst starke Besonnung erwünscht - ersatzweise kleinere Steilstufe an Böschungsober- kante möglich (Abb. 3 b; i. d. R. geringere Wertigkeit)	- P: i. d. R. keine Pflege nötig Ggf. bei Nachrutschen neu anschneiden. Beschattenden Gehölzanflug entfernen. Hochstauden am Böschungsfuß können geduldet werden	insektenfressende Vögel (N), Wildbienen (B), Grabwespen (B), Wespen (B), Springspinnen (G), Wolfspinnen (N), netz- bauende Spinnen (G), wärmeliebende Ameisen (G), Käfer Anostinus castaneus (B) und Ebaeus pedicularis
5	Steinschutt- halde	- Untergrund nicht humisieren	- E: Entwickelt sich selbst aus ab- bröckelndem Substrat - P: keine	Zauneidechse (B, N), Wolfspinnen (G), Kleinspinnen (G), Wildbienen (Weichsubstratbrüter, B), Wegwespen (G), Ameisen (B), Sandlaufkäfer (G), Laufkäfer (z. B. Harpa- lus aeneus, Microlestes minutulus) (G)
6	Rohboden- standort	- nicht humisieren, nicht mit Rasen einsäen - evtl. humusreichen Oberboden abschieben - trocken bis mäßig feucht - S: Nahrungsraum für viele in Nr. 4 und 5 brütende Arten	- E: je nach Nährstoffversorgung Ruderalflur oder Magerrasen - P: Magerrasen max. 1 x jährlich mähen. Ruderalflur nur einmal in mehreren Jahren abschnittsweise	Rebhuhn (N), Sumpfrohrsänger (B), Haubenlerche (in Siedlungen), Zauneidechse (N), Waldspitzmaus (N), Wildbienen u. Hummeln (N), Grabwespen (N), Schweb- fliegen (G), netzbauende Spinnen (G), Großschmetter- linge (B, N)
9	Magerrasen	- abwechslungsreiche Vegetationsstruktur mit un- terschiedlich hohen Kräutern und Gräsern und isolierten Einzelbüschen - S: ersatzweise für die Variante 3 b mit kleiner Steilwand	- P: 1 x jährlich mähen; mosaikartiges Mähschema. Gehölzaufwuchs ggf. entfernen	Zauneidechse (G), Grünblauer Bläuling (B), Himmel- blauer Bläuling (B), versch. Widderchen (B), Wildbienen (B), Bockkäfer (N), Schwebfliegen (G)
7	nieder- wüchsige Gebüschrreihe	- niederrwüchsige, standorttypische Sträucher oder Zwergsträucher in mindestens 1 geschlossener Reihe - Höhe je nach Situation 1-3 m - S: Abschirmung von Verkehrsemissionen und Betreten	- E: Beschattung der anschließenden Steilwand und Magerrasen mög- lichst verhindern - P: ggf. zurückschneiden	Fitis (B), Amsel (B)
8	Rasenfläche auf Bankett	- Humisieren und Einsaat möglich	- P: mehrmalige Mahd im Jahr möglich	-

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Nr.	Lebensraum-/ Strukturtyp	Gestaltung, Ausprägung (S = Sonderfunktion)	Entwicklung (E), Pflege (P)	Beispiele typischer bzw. geförderter Tierarten/ Tiergruppen
C. HARTES Substrat (Kalkstein, Urgestein etc.) (zu Abb. 4)				
1	Brombeer- o. Himbeerpflanz.	<ul style="list-style-type: none"> - möglichst dichte Pflanzung - evtl. gegen Beseitigung sichern (Steinwall) - S: Abgrenzung gegenüber Nutzflächen 	<ul style="list-style-type: none"> - E: dichtes, undurchdringliches Gestrüpp - P: keine 	<p>Siehe B 3, daneben an Himbeere u. a.: Brombeerzipfelfalter (B), Malven-Würffalter (B), an Brennessel: Kl. Fuchs (B), Landkärtchen (B), Tagpfauenauge (B), Admiral (B), Sumpffrohsänger (B)</p>
2	Lesesteinriegel	siehe B 2 -----		
3	Magerrasen	<ul style="list-style-type: none"> - nicht humisieren - möglichst nicht einsäen, allenfalls mit Spezial-Magerrasenmischung 	<ul style="list-style-type: none"> - E: abwechslungsreich strukturierte Magerrasenvegetation (gestuft) - P: 1 x jährlich mähen oder extensiv beweidet. Gehölzanflug ggf. entfernen 	<p>Siehe B9; außerdem auf Kalk möglich: Hufeisenklee-Heufalter (V), Eibischfalter (B), Schliehenzipfelfalter (B)</p>
4	anstehender Fels	<ul style="list-style-type: none"> - Rohprofil nicht nivellieren, Relief nicht mit Oberboden abdecken 	<ul style="list-style-type: none"> - P: keine 	<p>Hausrotschwanz (B), Zauneidechse (S), Schlingnatter (S), Mörtebienen (B), Hummeln (gefüllte Spalten, B), Schmetterlinge der Felsbandgesellschaften (B)</p>
5	auflieg. Steine	<ul style="list-style-type: none"> - Bodensenke mit Wall - Auffangen abrollender Steine 	<ul style="list-style-type: none"> - E: entwickelt sich selbst - P: keine 	<p>bodenbewohnende Käfer und Spinnen (V), Schnecken (V)</p>
6	Hochstauden- flur	<ul style="list-style-type: none"> - feucht bis naß, auf Höhe der Straßentwässerung - Humisierung möglich - S: Abschirmung der Böschung gegen die Straße - ersatzweise niedriges Gebüsch möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - E: möglichst dichte Vegetation - P: herbstliche Mahd, abschnittsweise über den Winter stehenlassen 	<p>In oder an Stengeln überwinternde Wirbellose (V), Tagfalter (N), Spinnen (G), Schnecken (N)</p>
7	Rasenfläche auf Bankett	siehe B 8 -----		

1984) in hohen Gefährdungsstufen geführt werden.

D. Die direkte Einleitung bzw. flächige **Ein-schwemmung** von **organischen** Stoffen aus benachbarten landwirtschaftlichen Anwesen sollte durch geeignete Ufergestaltung bzw. durch eine geregelte Ableitung vermieden werden. Auch hier ist wieder besonders auf sehr kleine Fließgewässer zu achten. Zu einem gravierenden Problem wird zunehmend (und nicht nur hinsichtlich Fließgewässern) die Ausbringung von **Gülle** auf gewässernahe landwirtschaftliche Flächen.

E. Naturnahe **Quellen** sollten keinesfalls mehr zur Trinkwassergewinnung gefaßt bzw. abgedeckt werden (vgl. Foto 11). Quellen und anschließende Quellbäche beherbergen in Mitteleuropa über 1.500 Tierarten, wovon 465 reine Quellbewohner zu sein scheinen (nach BLAB 1984). Eine strikte Biotopbindung und eine meist sehr geringe Ausbreitungsfähigkeit verhindern zudem ein Ausweichen auf benachbarte Quellen oder andere Lebensräume. Bei bereits gefaßten und abgedeckten Quellen sollte versucht werden, durch Ableitung einer konstanten (!) Teilwassermenge zumindest den zugehörigen Quellbach zu regenerieren. Quellfassungen, deren Beitrag zur örtlichen Wasserversorgung bedeutungslos geworden ist, sollten entfernt werden.

Aus den genannten Gründen sollten **Teichanlagen** nicht mit Quellwasser gespeist oder an kleinen Quellbächen angelegt werden. Auch in größeren Fließgewässern muß bei Niedrigstwasser noch eine ausreichende (deutlich fließende) Wassermenge im Gewässerbett verbleiben.

F. **Durchgängige Querbauwerke** (Sohlschwellen etc.) von mehr als 15-20 cm Höhe sollten vermieden bzw. ggf. wieder entfernt werden. Wie Untersuchungen an Fischtreppe gezeigt haben (JENS 1984), werden höhere Abstürze selbst von größeren Fischarten nicht mehr überwunden. Durch höhere Querbauwerke und Wehre können Populationen vieler Fließgewässerarten in eine Vielzahl **kleiner Isolate** zerfallen, die nur noch ungenügend miteinander in Verbindung stehen (genetische Isolation; Verhinderung der Zuwanderung nach örtlichem Aussterben bzw. nach Abschwemmen bei Hochwasser). BLESS (1981) führt das Fehlen der Groppe (*Cottus gobio*) in einem ansich geeigneten Bachabschnitt auf solche Isolationseffekte zurück. Entsprechende tiefgreifende Nachteile sind aber auch für viele wirbellose Tierarten der Fließgewässer zu erwarten.

Anstelle durchgängiger Querbauwerke sollten deshalb **Steinrampen** oder **gesetzte Steinblöcke** verwendet werden. Bestehenden Querbauwerken kann z. B. eine Steinrampe im Unterwasser vorgelagert werden, die Tieren eine Überwindung der Steilstufe ermöglicht.

G. **Längere Staustrecken** mit deutlich herabgesetzter Fließgeschwindigkeit sollten an kleineren Gewässern vermieden werden, da hierdurch die physikalischen Kennwerte des Gewässers, die für das Vorkommen vieler Tierarten bestimmend sind (Strömung, durchschnittl. Temperatur, Temperaturamplitude, Zufrieren etc.) entscheidend verändert werden. Dies kann auch Auswir-

kungen auf den Bereich des „Unterwassers“ haben.

H. Durch geeignete Gestaltungsmaßnahmen sollten **unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten** auf kurzer Strecke erhalten bzw. wieder entwickelt werden. Die Mehrzahl der an Fließgewässer gebundenen Tierarten siedelt sich in Bereichen an, die eine artspezifisch optimale Strömungsgeschwindigkeit aufweisen. Die hierdurch verursachte räumliche Trennung der Habitate bzw. Populationen in vielgestaltigen Fließgewässern ermöglicht die Ansiedlung vieler Arten und somit eine optimale Ressourcennutzung. Nivellierung der Abflußverhältnisse führt zu einer Einschränkung des Lebensraumangebotes. Von der Groppe (*Cottus gobio*) ist bekannt, daß in Abhängigkeit vom Individualalter Abschnitte unterschiedlicher Fließgeschwindigkeit und Substratkörnung besiedelt werden (BLESS 1981). Nur ein Gewässer mit wechselnder Fließgeschwindigkeit bietet dieser Art günstige Existenzbedingungen. Eine weitere Maßnahme in diesem Sinne ist es, das Relief des Gewässerbettes z. B. durch die künstliche Anlage von **Kolken** oder durch **Steinschüttungen** sehr unregelmäßig zu gestalten.

5.2. Uferbereich von Fließgewässern

A. Auch bei kleineren Fließgewässern sollte grundsätzlich ein „**Gewässerschutzstreifen**“ von 5-15 m Breite in öffentlichen Besitz überführt und aus der regelmäßigen land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung entlassen werden. Außerhalb des Waldes sollte dieser Streifen i. d. R. zu einer Wildkrautflur (je nach örtlichen Verhältnissen z. B. Seggenried, Hochstaudenflur, hochwüchsiger Rasen etc.) entwickelt bzw. zur gewässernahen Ufergestaltung verwendet werden. Eine vollständige Bestockung sollte zumindest in Teilbereichen vermieden werden (Außenzone oder einzelne Lücken in der Bepflanzung). Einem solchen durchgängigen Gewässerschutzstreifen kommen **zentrale Funktionen** zu: Minderung des Eintrags von Emissionen aus benachbarten Flächen (Dünger, Pestizide), Leitlinie für Tierwanderungen, Raum für die Entwicklung wichtiger Uferstrukturen (Steilabbrüche, seitr. Auskolkungen, vegetationsfreie Flachufer, gewundener Verlauf, natürliche Bettverlegung), Beschränkung des Zugangs zum Gewässer auf einzelne Stellen (Störung, Verunreinigung etc.) (im Dorf bestehen gegen punktuelle Zugänge zum Fließgewässer auch aus Naturschutzsicht i. d. R. kaum Bedenken).

B. Der **Uferverlauf** sollte **möglichst unregelmäßig** sein. Die Entwicklung eines abwechslungsreichen Mikroreliefs mit kleinen Steilabbrüchen (z. B. uferbewohnende Käfer und Spinnen, evtl. Eisvogel), überhängenden Grassoden (Unterstände) und verschieden großen Sand-, Schlick- oder Kiesbänken (Lebensraum einer spezifischen Uferfauna; Nahrungsraum für Limicole, Bachstelze, Wasserramsel) ist anzustreben (Foto 12). Sofern höhere Steilabbrüche (mehr als 50 cm) am Ufer und nennenswerte Flachuferbereiche nicht am Gewässerbett selbst möglich sind, wäre an die Anlage solcher Strukturelemente in neu geschaf-

fenen Abzweigungen, Altarmen, Mündungen von Zuflüssen oder vorhandenen Ausleitungsstrecken zu denken.

C. Die Ufervegetation sollte unter Berücksichtigung der **naturräumlichen** und **standörtlichen** Besonderheiten angelegt und gepflegt werden. So sind z. B. durchgängige Ufergehölze aus tierökologischen (Wiesenbrüter) und landschaftsästhetischen Gründen nicht immer die optimale Lösung.

D. Kopfweiden sollten erhalten bzw. neu entwickelt werden. Sie bieten Brutmöglichkeiten für eine sehr spezifische Vogelfauna (z. B. Hohлтаube, Steinkauz, Stockente, mitunter Gänsesäger, Wiedehopf usw.; BEZZEL 1982) und viele holz- bzw. holzmulmbewohnende Insekten (GEISER 1980).

E. Auf den an Fließgewässern angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen (Überschwemmungsbereich) ist ausschließlich **Grünlandnutzung** vorzusehen. Im Dorf können ersatzweise Ruderalflächen angelegt werden. Neben Gründen des Boden-, Gewässer- und Grundwasserschutzes sprechen auch tierökologische Gründe hierfür (Rückgang grünlandbewohnender Tierarten; Grünlandarten, die regelmäßige Überschwemmungen ihres Lebensraumes benötigen).

F. Sofern sich die an das Fließgewässer angrenzenden Flächen im Staats- oder Gemeindebesitz befinden, sollte ein „**freies Pendeln**“ des Baches zugelassen werden.

G. Soweit möglich sollten im Umfeld des Dorfes die bestehenden **Überschwemmungsverhältnisse** beibehalten werden (s. o.).

H. Vorhandene **Dämme** und Böschungen an Fließgewässern sollten nur sehr extensiv gepflegt werden. Zumindest Teilbereiche sollten gehölzfrei gehalten und zu Magerrasenstandorten entwickelt werden (vgl. JÜRGING & GRÖBMAIER 1984). Im Umland des Dorfes ist eine evtl. (intensive) Erholungsnutzung von den Dämmen fernzuhalten. REICHHOLF (1976) fand eine deutliche negative Abhängigkeit zwischen der Pflegeintensität und dem Artenreichtum an Brutvögeln und Tagfaltern auf niederbayerischen Dämmen. Von Hochwasserdämmen der Oberrheinebene sind 135 Wildbienenarten belegt (WESTRICH 1985). Mindestens 6 dieser Bienenarten haben in Baden-Württemberg offensichtlich den Schwerpunkt ihrer Verbreitung auf den dortigen, allerdings sehr ausgedehnten Hochwasserdämmen.

5.3. Stillgewässer im Dorf

A. Stillgewässer im Dorf (Feuerlöschteiche, Dorfteiche, ephemere Tümpel etc.) sollten generell in einem **naturnahen** Zustand belassen werden. Sie und die umgebenden Uferbereiche sind unverzichtbare Lebensräume für viele dorftypische Tierarten, wie z. B. Kreuzkröte, Knoblauchkröte, Wasserfrosch, verschiedene Fledermäuse (Jagdgebiet), Wald- und evtl. Wasserspitzmaus, Teichhuhn, Bläßhuhn, Zwergtaucher, Wasserralle, verschiedene Wasserinsekten (z. B. Libellen, Wasserkäfer) u. a. (BEZZEL 1982, BLAB 1984 a, STÖCKLEIN 1983).

B. Die Ufer von **Feuerlöschteichen** sollten **nicht betoniert**, die Wasserfläche sollte **nicht abgedeckt** werden. In begründeten Ausnahmefällen und für bereits entsprechend veränderte Teiche im dörflichen Siedlungsbereich sollte in unmittelbarer Nachbarschaft ein Ersatzgewässer vergleichbarer Größe und Struktur neu angelegt werden. Soweit Feuerlöschteiche heute die Funktion der Bereithaltung von Löschwasser nicht mehr zukommt (z. B. Ersatz durch Löschwasser-Hydranten), sollten Sie wieder in einen naturnahen Zustand zurückgeführt werden. (Die Ufer von Dorfteichen sollten **weder verbaut noch nach gärtnerischen Gesichtspunkten gestaltet** werden. Im Zuge der baulichen Entwicklung im Dorf der letzten Jahrzehnte sind vor allem auch die größeren Stillgewässer tiefgreifend und aus tierökologischer Sicht fast ausnahmslos negativ verändert worden. Nur allzu oft sind aus artenreichen Lebensräumen Wasserflächen entstanden, die zwar ästhetischen Vorstellungen genügen mögen, jedoch nur noch einem Bruchteil des ehemaligen Artenspektrums ein Überleben ermöglichen. Auch im Hinblick auf eine zunehmende Verarmung im Umland vieler Dörfer ist eine Rückentwicklung dörflicher Stillgewässer dringend erforderlich, wobei ein Abgleich mit den (ebenso berechtigten) Bedürfnissen der Anwohner durch eine geschickte Planung in vielen Fällen durchaus möglich erscheint.

D. Sofern ein Stillgewässer im Dorf nicht schon von jeher teichwirtschaftlich genutzt wurde, sollte ein regelmäßiger **Fischbesatz unterbleiben**. Intensive teichwirtschaftliche Nutzung, v. a. aber Besatz und Nutzung zum Zweck der Angelfischerei sind am gleichen Gewässer mit den Zielen des Naturschutzes i. d. R. nicht vereinbar. Bestehen solche Nutzungen bereits, so sind durch geeignete Planungen evtl. „Naturschutzzonen“ am Dorfteich **vollständig** abzutrennen (keine Verbindung der Gewässer untereinander, Abschirmung der Uferbereiche).

E. Die **Erholungsnutzung** im Uferbereich der Dorfteiche ist so zu steuern, daß die tritt- und störungsempfindlichen „Naturschutzbereiche“ nicht regelmäßig betreten werden können. In der Detailplanung sind auch die bekannten Fluchtdistanzen der in Frage kommenden Vogelarten zu beachten (z. B. ist die Anlage einer Schilfzone als Brutgebiet für Vögel sinnlos, wenn ein häufig begangener Weg oder eine Rasenfläche zum Lagern benachbart liegt).

6. Planung komplexer Lebensräume

Im Gegensatz zu Pflanzen benötigen die meisten Tierarten im Verlauf ihrer Individualentwicklung oder zu verschiedenen Jahres- oder Tageszeiten unterschiedliche **Teillebensräume**, die häufig räumlich deutlich voneinander getrennt sind. Auch zur täglichen Nahrungssuche werden oft Gebiete aufgesucht, die weit vom Wohn- oder Brutgebiet entfernt sind und eine grundsätzlich andere Biotopausstattung besitzen. Wegen der ursprünglich sehr engen Verzahnung unterschiedlicher Habitats und Strukturelemente kam der Lebensraum Dorf demzufolge früher den

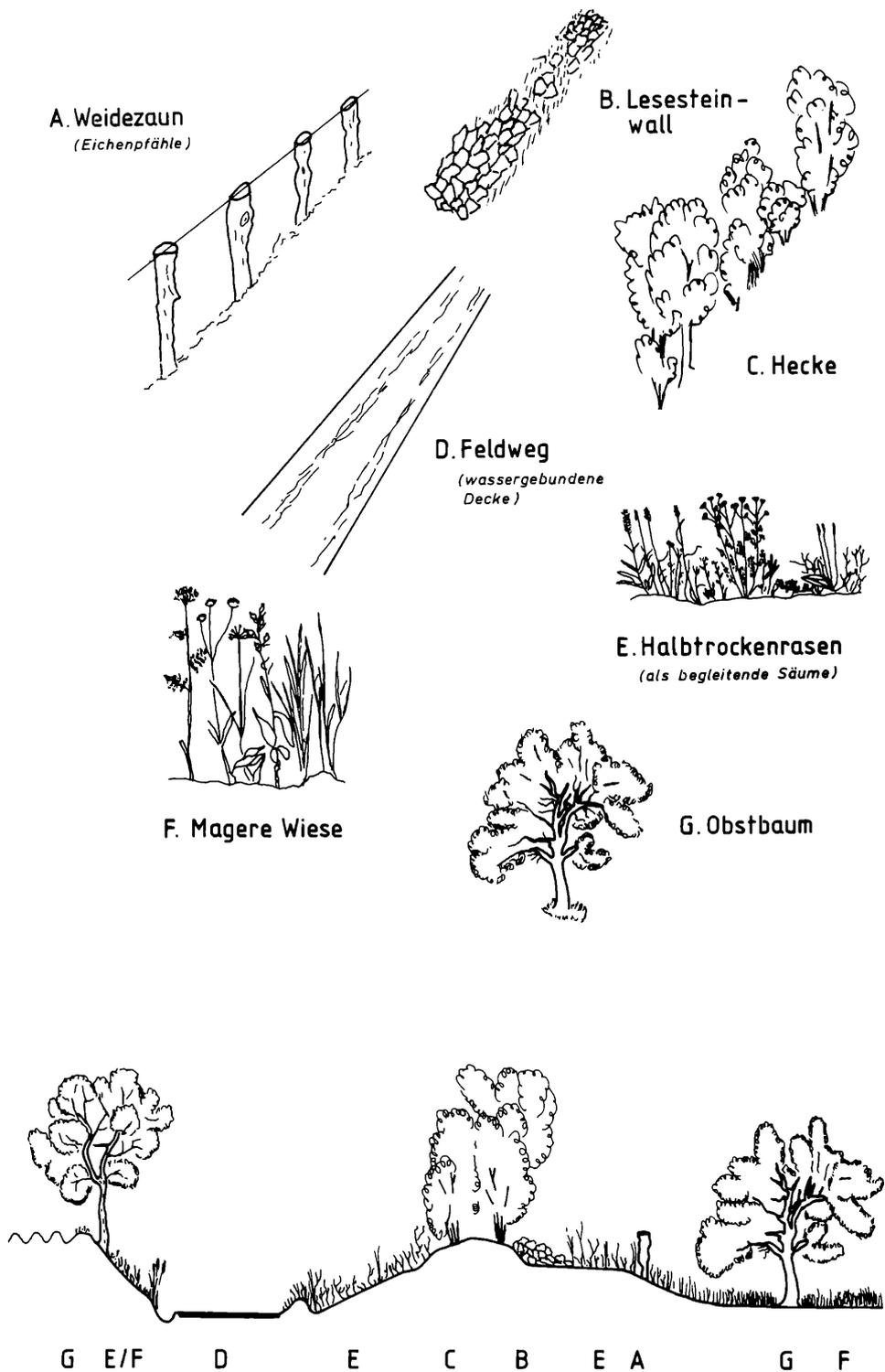


Abbildung 5

Vorschlag für den Aufbau eines komplexen Lebensraumes in der Nachbarschaft eines dörflichen Bewirtschaftungsweges durch Kombination von 7 Teillebensräumen („Biotopbausteinen“).

Eine sinnvolle räumliche Anordnung solcher Biotopelemente ermöglicht Tierarten die Ansiedlung, die in keinem der einzelnen Elemente allein auftreten würden. Näheres siehe Tab. 2.

Umweltansprüchen vieler Tierarten entgegen. Heute hat das Dorf über weite Strecken seine strukturelle Vielgestaltigkeit verloren, zumindest soweit sie für Tiere von Bedeutung ist. Natürliche Baumaterialien machten künstlichen Platz, vielgestaltige Gärten und Vorhöfe wurden durch

Asphalt- und Rasenflächen sowie Rabatten fremdländischer Pflanzenarten ersetzt, lineare Verbindungselemente wurden an vielen Stellen durch technische Bauwerke unterbrochen oder verschwanden ganz. Die noch vorhandenen Strukturkombinationen und eine aus menschl-

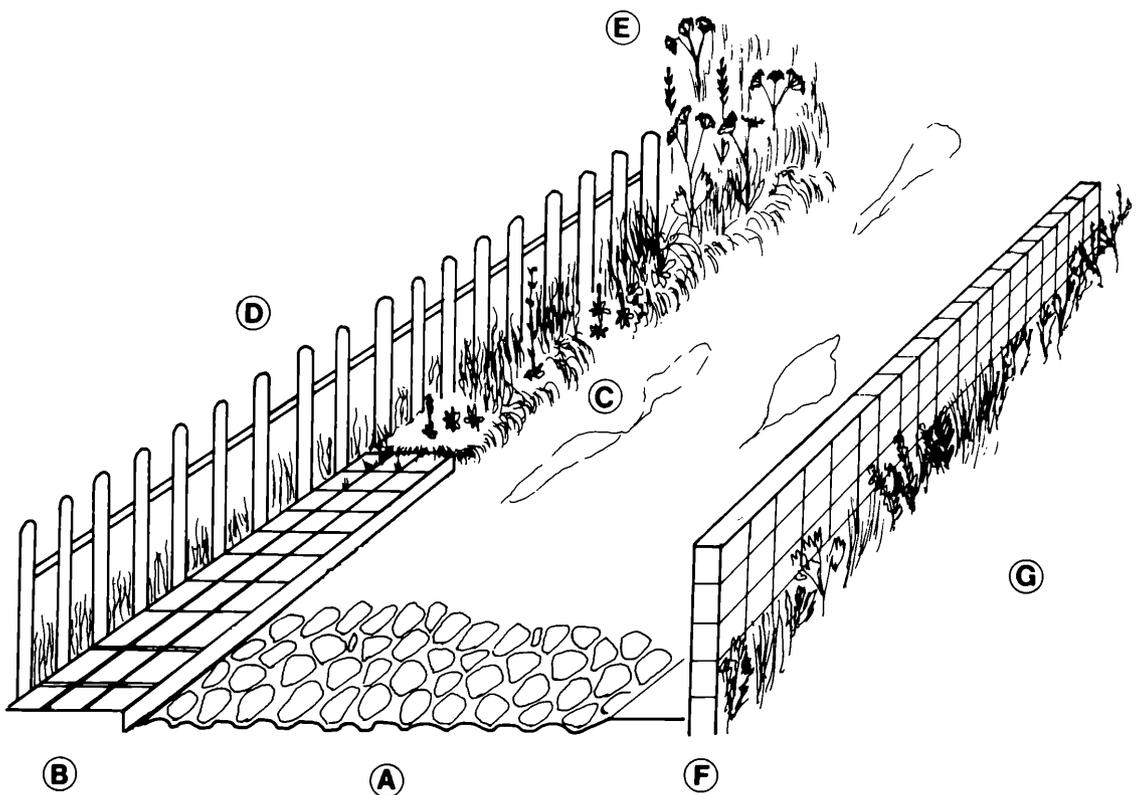


Abbildung 6

Vorschlag für den Aufbau eines Lebensraumkomplexes an einer Nebenstraße im Dorf.

Auf eine Asphaltdecke wurde verzichtet, die Pflasterung ist auf jene Teilabschnitte beschränkt, in denen eine dauerhaftere Befestigung unumgänglich ist. Der Wert der angegebenen Strukturelemente steigt i. d. R. mit ihrem Alter. Näheres siehe Tab. 2.

cher Sicht oft anscheinend noch vorhandene Vielgestaltigkeit sind für viele Tierarten des Dorfes nicht mehr nutzbar, weil essentielle Requisiten ausgefallen oder nicht mehr erreichbar sind. Der Gesamtlebensraum ist daher unvollständig, die Lebensraumteile „passen“ sozusagen aus der Sicht der jeweiligen Art nicht mehr „zusammen“. Bisher haben solche tierökologisch äußerst bedeutsamen Strukturkombinationen und räumliche Konfigurationen in der Landschafts- und Dorfplanung kaum Beachtung gefunden, obwohl die Denkweise ansich nicht neu ist; sie findet bei der Planung des Dorfes im Hinblick auf die Bedürfnisse des Menschen selbst längst Anwendung (z. B. räumliche Zuordnung von Wohngebieten und Einkaufsmöglichkeiten, Abbau weiter Wegstrecken zu Geschäften, Schulen, Erholungszentren etc.). Es muß aber weitgehend Illusion bleiben, z. B. durch die Neuanlage ihrer Bruträume bestimmte Tierarten ansiedeln zu können, wenn nicht gleichzeitig für ausreichende Nahrungsgebiete und Überwinterungsplätze Sorge getragen wird. Häufig wird der Erfolg isolierter, sektoraler Maßnahmen für einzelne Tierarten im Dorf deshalb ausbleiben (vgl. auch MADER 1983). Zwar ist das vorhandene tierökologische Wissen weit davon entfernt, alle Wechselwirkungen auch nur weniger mitteleuropäischer Lebensgemeinschaften und die Ansprüche aller Arten eines Ökosystems aufzeigen bzw. miteinander in Beziehung setzen zu können. Ferner darf die „Machbarkeit“ von Lebensräumen nicht über-

schätzt werden. In bereits stark veränderten Bereichen, wie sie die Randstreifen immer und die Gewässerufer im Dorf oft sind, sollte jedoch vermehrt versucht werden, bei Biotopgestaltungsmaßnahmen zumindest die bekannten räumlichen Beziehungen zu berücksichtigen. Noch vorhandene hochwertige Strukturelemente sind hierbei sinnvoll in solche Lebensraumkomplexe zu integrieren.

Im folgenden wird an 3 Beispielen (Abb. 5 bis 7) ein mögliches Vorgehen zum Aufbau solcher komplexer Lebensräume vorgestellt. Ausgangspunkt ist ein Satz von Habitaten und einzelnen Strukturelementen („Biotopbausteine“), wie sie oben größtenteils beschrieben wurden, die auf der Grundlage des derzeitigen biologischen Wissens sinnvoll miteinander verknüpft werden. Ziel ist es, durch eine bestimmte räumliche Anordnung der einzelnen Elemente einen **komplexen Lebensraum** zu schaffen, der einer größeren Zahl von Tierarten ausreichende Existenzbedingungen bietet, als die Summe der einzelnen, voneinander isolierten Elemente.

In Abb. 5 sind 7 solcher „Biotopbausteine“ dargestellt, die im unteren Teil der Abbildung zu einem komplexen Lebensraum kombiniert sind, der sich um einen **Wirtschaftsweg** in der Feldflur gruppiert. In Tab. 2 sind Beispiele von Tierarten angegeben, die für den jeweiligen „Baustein“ typisch sind. Die wenigsten dieser Arten nutzen aber nur jenes Biotopoelement, für das sie angegeben sind. Sie profitieren vielmehr von weiteren

Aufbau komplexer Lebensräume durch tierökologisch sinnvolle Kombination einzelner „Biotopbausteine“.

Kurzbeschreibung der in den Abbildungen 5 bis 7 angegebenen Biotopelemente. Unter Verwendung von Angaben bei BEZZEL 1982, BLAB 1984 a, BLAB & KUDRNA 1982, BONESS 1953, GLITZ 1983, JANUSZEWSKI & RANGE 1983, HAESELER 1979 und 1982, MIOIK 1979, REICHHOLF 1976, RICHARZ 1984 u. a. Abkürzungen zur Funktion des Biotopelements für die jeweilige Tierart/Tiergruppe siehe Tab. 1.

Nr.	Element („Biotopbaustein“)	Gestaltung (G), Pflege (P), mögliche Sonderfunktionen (S)	geförderte oder typische Tierarten/Tiergruppen
1. KOMPLEXER LEBENSRAUM AN WIRTSCHAFTSWEG (zu Abb. 5)			
A	Weidezaun	<ul style="list-style-type: none"> - G: Hartholz, möglichst Eiche. Wertigkeit steigt mit Alter - S: Abtrennung des Böschungsbereiches gegen Nutzflächen 	verschiedene Hautflügler (Wildbienen, Grabwespen, Wespen etc.; B), Sitzwarte für Vogel und räuberische Fluginsekten, holzbewohnende Käfer (B)
B	Lesesteinwall	<ul style="list-style-type: none"> - G: mehrlagig, grobes Material - P: völliges Zuwachsen durch gelegentlich Eingriff verhindern 	siehe Tab. 1, B2 und bei entsprechend hohem Anteil Feinmaterial auch B5
C	Hecke	<ul style="list-style-type: none"> - G: mehrlagig (mind. 4 - 5 m breit); unterschiedlich hoch wachsende, reichblütige Laubgehölze - P: in großen zeitlichen Abständen stückweise a. d. Stock setzen 	Neuntöter (B), Raubwürger (B), Dorngrasmücke (B), Turteltaube (B), Fitis (B), Erdkröte (V), waldbewohnende Laufkäfer (G); siehe auch Tab. 1 B1
D	Feldweg	<ul style="list-style-type: none"> - G: wassergebundene Decke - P: vom Rand her vordringende Pionierv egetation und Grashorste nicht entfernen 	Wildbienen (Randbereich; B), Wegwespen (B, N), Sandlaufkäfer (S), Nistmaterial für Rauch- und Mehlschwalbe, Trinkgelegheiten für Tagfalter
E	Halbrockenrasen	<ul style="list-style-type: none"> - G: Bei Neuanlage ggf. humusreichen Oberboden abschieben. Ansonsten durch Abfahren des Mähgutes „Aushagern“ Anlage als mehrere Meter breiter Streifen an der Hecke, ggf. auf Wall - P: 1 x jährlich mähen oder sehr extensive Schafbeweidung 	(Je nach Substrattyp verschiedene Arten) Neuntöter (N), Wiedehopf (N), Baumpeper (N), Rebhuhn (B, N), Zauneidechse (G), Schlingnatter (G), Käfer Trichodes apianus (N), Anthaxia nitidula (N), Pyrochroa coccinea (N), Cetonia aurata (N) und Trichius (N), Bockkäfer der Gattung Leptura und Strangalia (N), Schleienzipfelfalter (N), Dickkopffalter (B, N), Widderchen (B, N), Schwebefliege (G)
F	Magere Wiese	<ul style="list-style-type: none"> - G: frische, ungedüngte Wiese mit Obstbäumen - P: einschürig (falls zweischürig, dann 1. Mahd mögl. spät) 	Grasfrosch (N), Igel (N), insektenfressende Vogelarten der Hecke und der Obstbäume (N), Schachbrett (B, N), Gemeiner Heufalter (N)
G	Obstbäume	<ul style="list-style-type: none"> - G: Entweder flächig als Obstwiese oder linear, z. B. am Weg. Bei Neuanlage nur alte Hochstammsorten verwenden - P: möglichst keine Spritzungen gegen Schädlinge - S: Erhalt alter Kultursorten 	Wiedehopf (B), Ortolan (B), Wendehals (B), Rotkopfwürger (B), Neuntöter (B), Raubwürger (B), Stieglitz (B), Grauspecht (B), Steinkauz (B), Baumfledermäuse (B, V), Siebenschläfer (B, V), Gartenschläfer (B, N), Käfer der Gattung Abdera (B), Pflaumenzipfelfalter (B), Großer Fuchs (B), Obsthain-Blütenspanner (B)

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Nr.	Element („Biotopbaustein“)	Gestaltung (G), Pflege (P), mögliche Sonderfunktionen (S)	geförderte oder typische Tierarten/Tiergruppen
II. NEBENSTRASSE IM DORF (zu Abb. 6)			
A	Straße	<ul style="list-style-type: none"> - G: wassergebundene Decke. Norfalls stellenweise Pflasterung aus möglichst unregelmäßigem Material. Zwischenräume möglichst sandig 	<p>Rauch- und Mehlschwalbe (Nistmaterial), Zauneidechse (Randbereich, S), Sandlaufkäfer (S, N), Schwalbenschwanz (S), Mauerfuchs (S), Kl. Perlmutterfalter (S), Feuerfalter (S), Bläulinge (Trinkgelegenheiten), Wildbienen (B), Grabwespen (B)</p>
B	Gesteig, gepflastert	<ul style="list-style-type: none"> - G: Schotterung oder Steinplatten, möglichst auf Sandunterbau oder anderem humusfreiem Material - P: aufkommende Ritzenvegetation und randl. Vegetationshorste nicht entfernen 	<p>Tagfalter (S), Wildbienen (B), Ameisen (B), Grabwespen (B),</p>
C	Krautiger Straßenrand	<ul style="list-style-type: none"> - G: mind. 1 m breit, am Ortsrand auch breiter. Keine Ansaat, entwickelt sich selbst - P: 1 x jährlich oder im Abstand von 2 Jahren mähen. Kein Herbizideinsatz! - S: kann am Ortsrand und auf kleineren Nebenstraßen zumindest einseitig den Gehsteig ersetzen - G: möglichst starke Pflöcke aus Hartholz. Möglichst nur heißluft-imprägniert. Nicht streichen. 	<p>Zauneidechse (N), Bergeidechse (an Straßengräben, B, N); je nach Ausprägung Tagfalter von frischem Grünland, Halbmagerrasen oder Ruderalfluren; Hautflügler (B, N), netzbauende Spinnen (G), blütenbesuchende Käfer und Zweiflügler (N), Schnecken (G)</p>
D	Holzzaun	<ul style="list-style-type: none"> - G: möglichst starke Pflöcke aus Hartholz. Möglichst nur heißluft-imprägniert. Nicht streichen. 	<p>netzbauende Spinnen (Radnetz- und Winkelspinnen, N), Hautflügler (B), totholz-bewohnende Käfer (B); Sitzwarten für Vögel</p>
E	Flächige Ruderalflur	<ul style="list-style-type: none"> - G: z. B. an Hofeinfahrten, Ortsrand etc. Entwickelt sich selbst. Je nach Nährstoffangebot unterschiedlich - P: Soweit überhaupt erforderlich höchstens 1 x in mehreren Jahren mähen. Evtl. umfangreicheren Gehölzanzflug entfernen 	<p>Haubenlerche (N, B), Braunkehlchen (B), Stieglitz (N), Rebhuhn (Dorfrand, B, N), Erdkröte (N), Waldspitzmaus (N), Schwebfliegen (G), netzbauende Spinnen (z. B. Wespenspinne, G), Wespen (Polistes, B, N), blütenbesuchende Käfer (N), Tagfalter (N)</p>
F	Ziegelmauer	<ul style="list-style-type: none"> - G: zumindest Außenseite nicht verputzen. Zumindest teilweise besonnt. - Ersatzweise ist Blockschuttmauer mit groben, relativ tiefen Fugen - S: Trennelement zu angrenzenden Nutzflächen 	<p>Ameisen (N, B), Wildbienen (B), Grabwespen (B), Töpferwespen (B), Harlekin-spinne (G), Mauerassel (G), Schnecken (N), Tagfalter (S), Zweiflügler (S), wärme-liebende Käfer (S, B)</p>
G	Angrenzende Nutzfläche	<ul style="list-style-type: none"> - G: Verschieden - P: 1-3 m breiten Streifen an der Mauer nur 1 x im Herbst mähen. Teile über Winter stehenlassen 	<p>Nahrungsgebiet für viele an der Mauer lebende bzw. brütende Arten. Überwinterungsmöglichkeit für einige dieser Arten</p>

Nr.	Element („Biotopbaustein“)	Gestaltung (G), Pflege (P), mögliche Sonderfunktionen (S)	geförderte oder typische Tierarten/Tiergruppen
III. FEUCHTGEBIET AM DORFTEICH (zu Abb. 7)			
1	Gestaltete Fläche	– G: je nach örtl. Bedarf zwischen Dorfstraße und Teich. Möglichst keine Uferwege (höchstens Stichwege). Ufer abpflanzen (Sichtschutz)	Bedeutung für anspruchsvollere Tierarten i. d. R. sehr gering
2	Holzzaun	– G: möglichst hoch; kräftige Holzpflocke. Umgeben von hochwüchsiger Ruderalflur, nasser Senke oder Graben – S: Abschirmung der „Naturschutzzone“ gegen regelmäßiges Betreten	siehe I. A -----
3	Dichtes Gebüsch	– G: sehr dichte Pflanzung. Vorgelagert Hochstauden- oder Brennnesselflur – S: Abschirmung der „Naturschutzzone“ gegen regel- mäßiges Betreten	Gartengrasmücke (B), Sumpfmelise (B), blütenbesuchende Insekten (siehe auch I. C und II. E)
4	Tümpel und kleine Weiher	– G: unterschiedliche Größe und Wassertiefe der einzelnen Stillgewässer. Überwiegend besonnt (nicht in dichtem Schilfröhricht). Flachufer. Pflanzungen oder Ansaat nicht erforderlich. Gruppenweise Anlage günstig – P: erst nach weitgehender Verlandung erforderlich	Krickente (B), Teichrohrsänger (B), Wasserspitzmaus (N), Ringelnatter (N), Gelbbauchunke (B, N), Kreuzkröte (B), Wechselkröte (B), Knoblauchkröte (stabile Gewässer, B), Grasfrosch (B), Teichmolch (B), Bergmolch (B), Kammlöcher (B) u. a. Amphibienarten; Neunstachelstichling (G), Moderlieschen (G); Plattbauchlibelle (G), Kl. Pechlibelle (G), Glanzbinsenjungfer (G) u. a.; Gelbrandkäfer (B, N), Furchenschwimmer (V, N), Kl. Kolbenwasserkäfer (B, N), Uferbewohner
5	Schilfzone (Phragmites)	– G: möglichst großflächig und dicht – P: i. d. R. keine regelmäßige Pflege erforderlich – S: räumliche Anbindung zum Bach	Rohrammer (B), Rohrschwirl (B), Schilfrohrsänger (B), Drosselrohrsänger (B), Teichhuhn (B), Wildbienen (B); Schmetterlinge: Schilfeulen, Rohreulen, Schilfwickler (B), Wanzen (N)
6	Regenerierter Bachlauf	– G: Rückführung in naturnahen Zustand mit Altarmen (siehe Text). Gewässerschutzstreifen ausweisen	Wasseramsel (B), Gebirgsstelze (N, B), Bachstelze (N), Limicole (N), Grasfrosch (N), Groppe (G), Gründling (G) u. a. Fischarten; uferbewohnende Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Spinnen (G), Bachmuscheln
7	Künstlicher Altarm	– G: Habitatkomplex aus Wasserkörper, Flachufer (möglichst vegetationsarm), Steilstufe (mindestens 1 m) und dichter Gehölzvorpflanzung – P: Steilstufe ggf. sichern oder ggf. neu anschnitten	Eisvogel (B), Limicole (N), gebüschbrütende Vogelarten, Wasserspitzmaus (G); spezifische Wirbellosenfauna unbewachsener Gewässerufer (G)
8	Dichtes Gehölz	– G: Feldgehölzartiger Aufbau, frisch bis trocken	Überwinterungsgebiet für Arten der Naturschutzzone, insbes. Amphibien
9	Feucht- oder Naßwiese	– G: möglichst feucht, regelmäßig überschwemmt – P: Schwach oder nicht gedüngt. Möglichst später erster Schnitt	Bekassine (B), Kiebitz (B), Feldschwirl (B), Grauammer (B), Wachtelkönig (B), Gr. Brachvogel (B), versch. Eulenfalter (B), Schreckenfaller (B), Gelbgewürfelter Dickkopffalter (B)

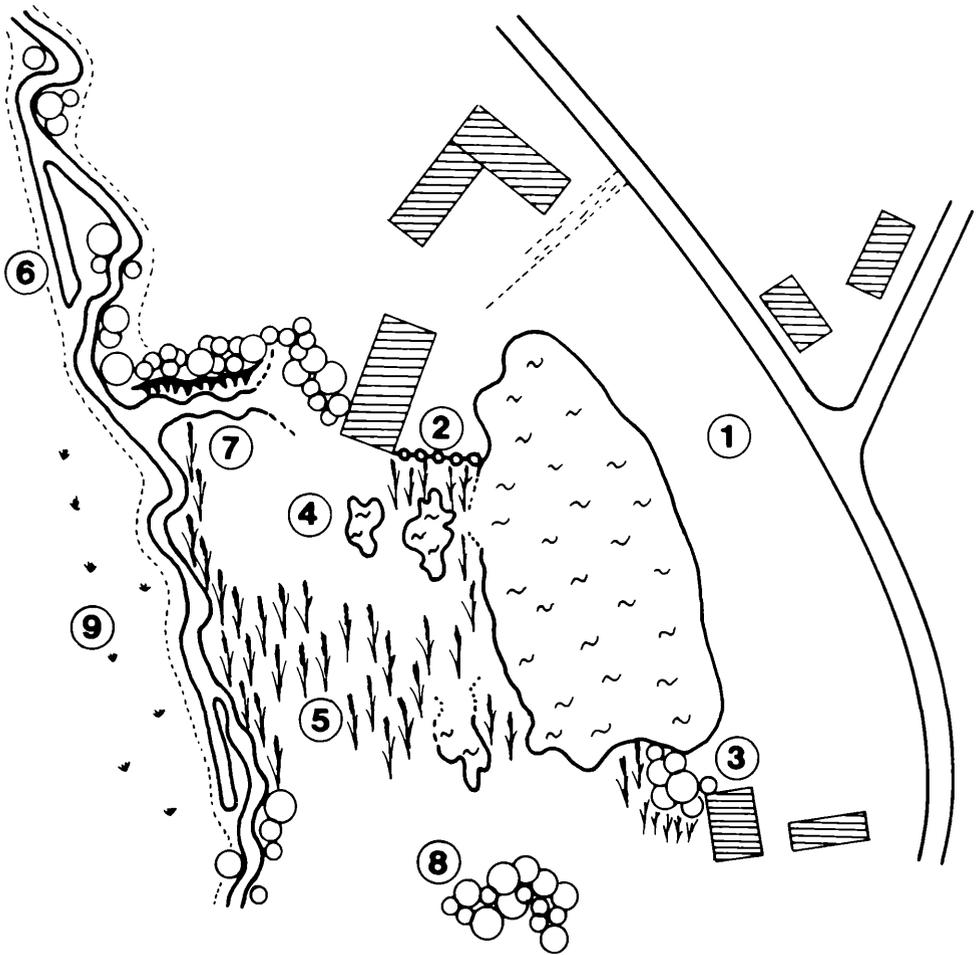


Abbildung 7

Vorschlag für die Gestaltung eines Feuchtgebiet-Komplexes zwischen einem Dorfteich und einem dörflichen Fließgewässer.

Die Verbindung zum Umland ist durch einen korridorartigen Aufbau aufrechterhalten, durch verschiedene Elemente wird eine ausreichende Abschirmung von den durch Dorfbewohner stärker frequentierten Bereichen erreicht. Näheres siehe Tab. 2 und Text.

Elementen, die für sie bei der vorgegebenen Anordnung in erreichbarer Entfernung liegen. Die Mehrzahl der Arten wird an einer bestimmten Stelle sogar nur dann vorkommen, wenn mindestens 2 oder 3 der angegebenen Elemente räumlich benachbart liegen. Wie bereits eingangs erwähnt, benötigt z. B. der *Igel* die Hecke (C) als Tages- und Winterversteck, wird aber ohne die angrenzenden Rasen- bzw. Wiesenflächen (E, F) höchstens suboptimale Umweltbedingungen vorfinden. Zusätzlich nutzt er den feuchten Straßengraben und den Steinriegel (B) zur Nahrungssuche. Der *Neuntöter* brütet in der Hecke (C), vielleicht auch in den Streuobstbäumen (G), bezieht seine Nahrung (Großinsekten) aber überwiegend aus dem ungedüngten Magerrasen (F). Der Weidezaun (A) dient ihm und anderen Heckenvögeln als Sitzwarte. Die *Zauneidechse* findet auf dem Steinriegel (B) Plätze zum Sonnen und Versteckmöglichkeiten, benötigt zur Nahrungssuche aber die angrenzenden Magerrasen (F). Der *Wiedehopf* brütet in einer Obstbaumhöhle, findet die erforderlichen Großinsekten auf den angrenzenden Grünlandflächen (E, F) aber nur dann in ausreichender Zahl, wenn sie extensiv bewirtschaftet sind und ganzjährig ein ausrei-

chendes Blütenspektrum aufweisen. Die Hecke schirmt seinen Lebensraum gegen Störungen ab. HAESLER (1979) verglich zwei benachbarte alte Weidezäune in Norddeutschland, von denen einer von Weideflächen umgeben, der andere parallel zu einer Hecke verlief. Während ersterer nur von wenigen Hautflüglerarten in geringer Dichte besiedelt wurde, wies der andere einen wesentlich dichteren Besatz und ein erheblich erweitertes Artenspektrum auf, verursacht durch die benachbarte Hecke mit krautigem Randstreifen als Nahrungsquelle in erreichbarer Entfernung. Ähnliche Zusammenhänge sind für die am Wegrand (D) im Boden nistenden Hautflügler zu erwarten.

Eine weitere Kombinationsmöglichkeit für Nebenstraßen im bebauten Bereich des Dorfes ist in Abb. 6 wiedergegeben. Die Verwirklichung jedes einzelnen Elementes im Dorf wird sich vorteilhaft auswirken, die Summenwirkung einer Kombination mehrerer Elemente ist jedoch wesentlich höher zu veranschlagen.

Für den **Gewässerbereich** ist in Abb. 7 ein Beispiel dargestellt. Leitgedanke ist hier die **Anbindung** des Dorfteiches über eine Zone naturnaher Biotopelemente an ein Fließgewässer und weiter in

den offenen Talraum mit Grünlandbewirtschaftung. Der der Straße zugewandte Uferbereich (1) kann für verschiedene Freizeitnutzungen der Anwohner gestaltet werden, sofern eine ausreichende Abtrennung der für den Naturschutz reservierten Teile möglich ist (2, 3, 7). Aus den o. g. Gründen ist es sinnvoll, die neu angelegten Tümpel (4) vom Dorfteich selbst völlig abzutrennen. Auch sollten Überschwemmungen des Baches die Tümpel nicht erreichen, können aber über die Schilfzone (5) kurzzeitig eine Gewässerverbindung zum Dorfteich selbst herstellen.

Die genannten Biotopelemente sind ansich frei miteinander kombinierbar, soweit tierökologische Erkenntnisse für bestimmte Kombinationen sprechen. Aus verschiedenen Gründen werden sich außerdem nicht immer alle Elemente eines der obigen Beispiele an einer Stelle verwirklichen lassen. Die dargestellten Beispiele sollen deshalb primär Denkanstöße für eine gleichsinnige Verwirklichung solcher oder ähnlicher komplexer Lebensräume in der Dorfplanung geben. Die jeweilige Ausprägung muß einer differenzierten, ortsbezogenen Planung vorbehalten bleiben.

7. Zusammenfassung

Eine Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes in Mitteleuropa ist in reservatartigen Schutzgebieten allein nicht möglich. Vielmehr müssen differenzierte Sicherungs- und Entwicklungskonzepte auch für regelmäßig genutzte Landschaftsausschnitte und für den Siedlungsbereich gefunden werden. In diesem Zusammenhang kommt dem Straßen- und Wasserbau im dörflichen Siedlungsbereich erhebliche Bedeutung zu, da einerseits durch beide Maßnahmeträger die dörfliche Biotopausstattung und Struktur tiefgreifend – und aus tierökologischer Sicht meist nachteilig – verändert wurde, andererseits eine weite Palette von tierökologisch orientierten Maßnahmen für den Straßen- und Wasserbau angegeben werden kann, die die Ziele des Naturschutzes mehr berücksichtigen als die bisherige Praxis.

Für beide Bereiche können folgende Grundsätze gelten: Bevorzugte Sicherung oder Neuschaffung von Lebensräumen oder Strukturen, die regional oder bundesweit selten bzw. dorftypisch sind: Aufbau eines möglichst abwechslungsreichen Biotopspektrums im Dorf und seinem Umland; vermehrte Berücksichtigung naturräumlicher und standörtlicher Unterschiede; Entwicklung von Straßenrändern und Fließgewässern zu Leitlinien für Tierwanderungen; deutliche Herabsetzung der Pflege- und insbesondere der Mahdintensität; Schaffung möglichst extremer Umweltbedingungen an einzelnen Stellen.

Speziell für den Straßenbau werden u. a. folgende Empfehlungen gegeben: Straßentrassen sollten deutlich von allen natürlichen Leitlinien für Tierwanderungen abgerückt sein; eine Verrohrung straßenquerender Fließgewässer ist zu vermeiden; stellenweise sollten Straßenböschungen möglichst breit sein; eine von innen nach außen gestufte Pflegeintensität und ein mosaikartiges Mähschema werden den Naturschutzzielen besser gerecht als die bisherige Praxis; Steilabbrüche und sonstige vegetationsarme Bereiche sind vor-

rangig zu erhalten, ebenso Hohlwege; auf eine Befestigung mit Asphalt sollte bei Nebenstraßen und Wirtschaftswegen verzichtet werden; das Licht der Straßenbeleuchtung sollte möglichst UV-arm sein; alte Einzelbäume und dorftypische Biotopkomplexe (z. B. Obstbaumwiesen) sollten bei Straßenbaumaßnahmen geschont werden; geschlossene Gehölzpflanzungen sollten künftig vermehrt durch andersartige Lebensraumtypen, v. a. Magerrasen oder Ruderalflächen, ersetzt werden; es sollten ausschließlich heimische, möglichst reichblütige Laubgehölze (auch alte Obstbaumsorten) gepflanzt werden; auf eine Humusierung der Straßenrandflächen sollte verzichtet werden; zumindest für die Außenbereiche reicht eine einmalige Mahd pro Jahr i. d. R. aus; intensive Schafbeweidung als Ersatz für Mahd ist bedenklich; sog. „Saugmäher“ sollten keinesfalls verwendet werden.

Im Bereich des Wasserbaus steht die Sicherung noch naturnaher und die Regeneration technisch verbauter oder verrohrter Gewässerabschnitte im Vordergrund. Ufersicherungen sollten durch Lebendverbau erfolgen; auch für sehr kleine Fließgewässer ist eine deutliche Verbesserung der Gewässergüte anzustreben; flächige Einschwemmungen von Schad- und Nährstoffen sollten vermieden werden; Quellen sind grundsätzlich von Beeinträchtigungen freizuhalten, Fassungen sollten unterbleiben; gefaßte Quellen sollten ggf. wieder regeneriert werden; höhere durchgängige Querbauwerke sollten durch Steinrampen oder gesetzte Steinblöcke ersetzt werden; an allen Fließgewässern, auch den kleineren, sollten „Gewässerschutzstreifen“ ausgewiesen und aus der regelmäßigen Nutzung genommen werden; Bachbett und Ufer sollten möglichst abwechslungsreich sein; noch vorhandene Überschwemmungsbereiche sollten erhalten bleiben; Dorf- und Feuerlöschteiche sollten in einem naturnahen Zustand erhalten bzw. in einen solchen zurückentwickelt werden; die Erholungsnutzung ist so zu steuern, daß die Gewässer ihre Naturschutzfunktionen noch erfüllen können. Die meisten Tierarten benötigen mehrere unterschiedliche Teillebensräume in einer bestimmten räumlichen Konfiguration. Es werden Beispiele für den Aufbau solcher komplexer Lebensräume im dörflichen Siedlungsbereich gegeben.

Danksagung

Der Verfasser dankt Herrn H.-D. KLEINE, München, für eine Vielzahl wertvoller Hinweise sowie Herrn M. BRUNNER, München, und Herrn N. MÜLLER für die Erlaubnis zum Abdruck von Photos.

8. Literaturverzeichnis

- AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (Hrsg.) (1983): Pflanzen- und tierökologische Untersuchungen zur BAB 90 Wolnzach-Regensburg, Teilabschnitt Elsendorf-Saalhaupt. – Ber. ANL, Beih. 2:72 pp.; Laufen.
- ARNDT, U. & KOHLER, A. (1984): Belastung naturnaher Ökosysteme durch importierte Schadstoffe. – Daten u. Dokum. Umweltschutz, Nr. 36 15-30; Hohenheim.

- BAUCHHENNS, J. (1980):
Auswirkungen des Abflämmens auf die Bodenfauna einer Grünlandfläche im Spessart. – Bayer Landw Jb., 57 100-114; München.
- BEZZEL, E. (1982):
Vögel in der Kulturlandschaft. – 350 pp.; Stuttgart.
- BINDER, W (1979):
Grundzüge der Gewässerpflege. – Schr. R. Bayer. Landesamt Wasserwirtsch., 10 56 pp.; München.
- BLAB, J. (1979):
Rahmen und Ziele eines Artenschutzprogrammes. – Natur u. Landschaft, 54 411-416.
--- (1984 a):
Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. – Schr. R. Landschaftspf. Naturschutz, 24 205 pp.; Bonn.
--- (1984 b):
Ziele, Methoden und Modelle einer planungsbezogenen Aufbereitung tierökologischer Fachdaten. – Landschaft + Stadt, 16 (3) 172-181.
--- (1985):
Zur Machbarkeit von „Natur aus zweiter Hand“ und zu einigen Aspekten der Anlage, Gestaltung und Entwicklung von Biotopen aus tierökologischer Sicht. – Natur u. Landschaft, 60 (4) 136-140.
- BLAB, J. & KUDRNA, O. (1982):
Hilfsprogramm für Schmetterlinge. – Naturschutz aktuell, Nr. 6 135 pp.; Greven.
- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W & SUKOPP, H. (1984):
Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. 4. Aufl. – Naturschutz aktuell, Nr. 1 270 pp.; Greven.
- BLESS, R. (1981):
Untersuchungen zum Einfluß von gewässerbaulichen Maßnahmen auf die Fischfauna in Mittelgebirgsbächen. – Natur u. Landschaft, 56 (7/8) 243-252.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.) (1984):
Biotopneuschaffung beim Kies- und Sandabbau. – Merkl. Landschaftspf. Naturschutz 1 36 pp.; München.
- BONESS, M. (1953):
Die Fauna der Wiesen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. – Z. Morph. Ökol. Tiere, 42 225-277.
- BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (1984):
Anzahl und Flächengröße der Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik Deutschland (Stand 1.1.1984). – Natur u. Landschaft, 59 (11) 455.
- BUNDESMINISTER DES INNEREN (Hrsg.) (1983):
Abschlußbericht der Projektgruppe „Aktionsprogramm Ökologie“ – 127 pp.; Bonn.
- BUNDES-NATURSCHUTZGESETZ
(= Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege) vom 20. Dezember 1976 – BGBl. I, S. 3574.
- DINGETHAL, F. J., JÜRGING, P KAULE, G. & WEINZIERL, W (Hrsg.) (1981):
Kiesgrube und Landschaft. 1. Aufl. – 227 pp.; Hamburg u. Berlin.
- ELLENBERG, H. (1985):
Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluß von Düngung und Immissionen. – Schweiz. Z. Forstwesen, 136 19-39.
- ERZ, W. (1964):
Populationsökologische Untersuchungen an der Avifauna zweier nordwestdeutscher Großstädte. – Z. wiss. Zool., 170 1-111.
--- (1981):
Flächensicherung für den Artenschutz – Grundbegriffe und Einführung. – Jb. Naturschutz Landschaftspflege ABN, 31 7-20.
--- (1983):
Artenschutz im Wandel. – Umschau, 83 (23) : 695-700.
- ESSER, J. & REICHHOLF, J. (1980):
Die Höhe der Igelverluste auf bayerischen Straßen. – Ber. ANL, 4 2-4.
- FREE, J. B., GENNARD, D., STEVENSON, J. H. & WILLIAMS, I. H. (1975):
Beneficial insects present on a motorway verge. – Biol. Conserv., 8 61-72.
- FUCHS, M. (1984):
Ziele des Naturschutzes bei der Schaffung von Trockenbiotopen. – Laufener Seminarbeitr., 5/84 23-26.
- GEIGER, H. & SCHRÖTER, E. (1983):
Renaturierung vor allem durch biologisch ausgerichtete Pflege – Ziele und Methoden der Gewässerunterhaltung an der Sur. Bezirk Oberbayern. – Garten + Landschaft, 2/83 114-116.
- GEISER, R. (1980):
Grundlagen und Maßnahmen zum Schutz der einheimischen Käferfauna. – Schr. R. Naturschutz Landschaftspf. 12 71-80; München.
- GLITZ, D. (1983):
Künstliche Gerinne – die „Altarme“ von morgen? – Regeneration des Wandselaufes in Hamburg-Rahlstedt. – Garten + Landschaft, 2/83 109-111.
- HAESLER, V (1979):
Landschaftsökologischer Stellenwert von Zaunpfählen am Beispiel der Nistgelegenheiten für solitäre Bienen und Wespen (Hym. Aculeata). – Natur u. Landschaft, 54(1) 8-13.
--- (1982):
Ameisen, Wespen und Bienen als Bewohner gepflasterter Bürgersteige, Parkplätze und Straßen (Hymenoptera: Aculeata). – Drosera, 82 (1) 17-32.
- HEYDEMANN, B. (1983 a):
Vorschlag für ein Biotopschutzkonzept am Beispiel Schleswig-Holsteins – Ausweisung von schutzwürdigen Ökosystemen und Fragen ihrer Vernetzung. – Schr. R. Dt. Rat Landespf., 41 95-104.
--- (1983 b):
Langfristige Auswirkungen landwirtschaftlicher Maßnahmen auf die Agrarökosysteme. – Schr. R. Dt. Rat Landespflege, 42 174-191.
- INSTITUT FÜR NATURSCHUTZ UND TIERÖKOLOGIE (1978):
Tierwelt und Straße. – Natur und Land. 64: 134-139.
- JANUSZEWSKI, H. & RANGE, W. (1983):
Ökologischer Ausbau in kleinen Schritten – Zur Sanierung der Kahl, Bezirk Unterfranken. – Garten + Landschaft, 2/83 99-102.
- JENS, G. (1984):
Der Bau von Fischwegen. – Wasser u. Boden, 1/84 : 23-27.
- JÜRGING, P & GRÖBMAIER, W (1984):
Neuschaffung und Sicherung von Trockenbiotopen bei wasserbaulichen Maßnahmen. – Laufener Seminarbeitr., 1/83 56-70.
- KÄNEL, A. von (1978):
Der Bleigehalt im Röhricht eines Naturschutzgebietes entlang einer Autobahn. – Natur u. Landschaft, 53 204-208.
- KAULE, G. (1981):
Landschaftsökologische Aspekte der Landwirtschaft. – Agrarsoz. Ges., Kl. Reihe, Nr. 24 45-55; Göttingen.
- KREBS, A. & WILDERMUTH, H. (1976):
Kiesgruben als schützenswerte Lebensräume seltener Tiere und Pflanzen. – Mitt. Naturwiss. Ges. Winterthur, 35 19-73.
- KRISTAL, P. M. (1984):
Problematik und Möglichkeiten des Schmetterlingsschutzes, insbesondere im Rahmen von Biotoppflegetmaßnahmen. – Vogel und Umwelt, 3 83-87.
- LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (o. J.):
Fließgewässer – Richtlinie für naturnahen Ausbau und Gestaltung.

- LOHMEYER, W. & PRETSCHER, P. (1982):
Zur Kenntnis der Flora, Vegetation und Fauna eines schützenswerten Lößhohlweges am Hauptterrassenhang in Bonn-Bad Godesberg. – Natur u. Landschaft, 57 (6) 195-204.
- LÜNZER, I. (1981):
Landschaftsökologische Aspekte. – Agrarsoz. Ges., Kl. Reihe, Nr. 24 56-64; Göttingen.
- MADER, H.-J. (1979):
Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose. – Schr. R. Landschaftspf. Naturschutz, 19 126 pp.; Bonn.
---- (1980):
Die Verinselung der Landschaft aus tierökologischer Sicht. – Natur u. Landschaft, 55 91-96.
---- (1983):
Biotop- und Artenschutz in landwirtschaftlichen Intensivgebieten. – Schr. R. Dt. Rat Landespflege, 42: 192-195.
- MAURER, R. (1974):
Die Vielfalt der Käfer- und Spinnenfauna des Wiesenbodens im Einfluß von Verkehrsimmissionen. – Oecologia (Berl.), 14 327-351.
- MIOTK, P. (1979):
Das Lößwandökosystem im Kaiserstuhl. – Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ., 49/50: 159-198.
---- (1982):
Die „Wüste“ lebt. Trockengebiete in Deutschland verdienen mehr Schutz. – Wir u. d. Vogel, 14 4-9.
- NEZADAL, W. (1980):
Zur Gefährdung der Ackerunkräuter in Bayern. – Schr. R. Naturschutz Landschaftspf., 12 17-28; München.
- PLACHTER, H. (1980):
Tierbestände im Siedlungsbereich und ihre Erfassung im Rahmen von Biotopkartierungen. – Garten + Landschaft, 7 569-576.
---- (1983 a):
Praxisbezogene Anforderungen an Artenschutzprogramme und Möglichkeiten ihrer Verwirklichung. – Jb. Naturschutz Landschaftspf. ABN, 34 36-72.
---- (1983 b):
Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen. Ökologie und Naturschutzaspekte von Trockenbaggerungen mit Feuchtbiotopen. – Schr. R. Bayer. Landesamt Umweltschutz, 56 109 pp.; München.
---- (1984):
Zur Bedeutung der bayerischen Naturschutzgebiete für den zoologischen Artenschutz. – Ber. ANL, 8: 63-78.
---- (1985):
Schutz der Fauna durch Flächensicherung – Stand, Möglichkeiten und Grenzen. – Schr. R. Dt. Rat Landespflege (im Druck).
- REMMERT, H. (1980):
Ökologie. 2. Aufl. – Berlin, Heidelberg, New York.
---- (1981):
Ökologische Probleme als Herausforderung – Beispiele aus Vergangenheit und Gegenwart. – Archiv DLG, 69 9-20; Frankfurt (M.).
- REICHHOLF, J. (1976):
Dämme als artenreiche Biotope. – Natur u. Landschaft, 51 209-212.
- RICHARZ, K. (1984):
Lebensräume und Lebensgemeinschaften im Spannungsfeld zwischen Verkehrswegen. – Laufener Seminarbeitr. („Dorfökologie“), 1/84 97-107.
- ROGL, M. (1984):
Voraussetzungen zur Schaffung von Trockenbiotopen im Straßenbau. – Laufener Seminarbeitr., 5/84: 35-43.
- SCHMIDT, A. (1984):
Biotopschutzprogramm NRW – Vom isolierten Schutzgebiet zum Biotopverbundsystem. – Mitt. LÖLF, 9 (1) 3-9.
- STÖCKLEIN, B. (1983):
Das Dorf und seine freilebende Tierwelt. – Laufener Seminarbeitr., 1/83 56-70.
- SUKOPP, H. (1984):
Biotop- und Artenschutz im Agrarbereich. – in: Dorf-Landschaft-Umwelt. Entwicklungsstrategien für Mensch u. Umwelt Intern. Grüne Woche Berlin, 21 64-67.
- TISCHLER, W. (1973):
Pflanzenstengel als Überwinterungsstellen für Tiere der Agrarlandschaft. – Faun.-ökol. Mitt., 4 73-77.
- WASNER, U. (1984):
Schonende Straßenrandpflege läßt Kleintierfauna überleben. – Mitt. LÖLF, 9 (2) 9-16.
- WASNER, U. & WOLFF-STRAUB, R. (1981):
Ökologische Auswirkungen des Straßenbaus auf die Lebensgemeinschaft des Waldes. – Folgerungen für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. 1. Teil. – Mitt. LÖLF, 6 (1) 3-10.
- WESTRICH, P. (1985):
Zur Bedeutung der Hochwasserdämme in der Oberreinebene als Refugien für Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). – Natur u. Landschaft, 60 (3) : 92-97.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Harald Plachter
Bayer. Landesamt für Umweltschutz
Rosenkavalierplatz 3
8000 München 81

Bibliographie „Dorf-Gewässer“

Hannelore Vogel

Gliederungspunkte zur Bibliographie „Dorf-Gewässer“

(die nachgestellten Zahlen entsprechen der alphabetischen Reihenfolge der Literaturzitate)

Amphibien:

(2, 10, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 26)

aquatische Fauna, allg.:

(20, 21, 22, 26)

bedrohter Lebensraum:

(3, 5, 6, 7, 24)

Biologieunterricht:

(1, 4, 8, 9, 13, 19, 27, 28, 29)

Biotopanlage:

(8, 9, 14, 21, 25, 28, 29)

Biotop- und Artenschutz:

(3, 6, 14, 15, 16, 18, 21, 24, 25, 26, 29)

Dorfteich:

(1, 3, 5, 7, 11, 13, 23)

Dorfteich-Kampagne in GB:

(3, 5, 7)

Gartenteich:

(2, 10, 18, 20, 26)

Gewässertypen:

(19, 21)

Kleingewässer, allg.:

(6, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 25, 26)

Naturschutz, allg.:

(24, 25, 29)

Naturschutz in der Gemeinde:

(14, 25)

Ökologie:

(8, 13, 14, 15, 19, 21, 29)

Schulweiher/-teich:

(4, 8, 9, 19, 25, 28, 29)

Vegetation:

(11, 21)

Verlustbilanz Kleingewässer:

(3, 12, 17, 20)

1) BEILER, A. (1982):

Friedrich Junge: Seine Gesetze, sein Dorfteich und die moderne Unterrichtsplanung. – Naturwissenschaft im Unterricht, *Biologie* 30 (9), 321-322

2) BRIEDEN, G., O. SCHALL (1975):

Untersuchungsergebnisse über die Verbreitung von Kröten im Wuppertaler Raum. – Jber. naturwiss. Verein Wuppertal 28, 74-76

3) CARSTENS, M. (1978):

Rettet den Dorfteich! – *Kosmos* 74 (4), 257-263

4) DOMBROWSKY, S., W. SCHRÖDER (1979):

Wassergütebestimmung im Schulteich und freien Gewässer. – *Unterricht Biologie* 36/37, 54-59

5) DYSON, J. (1974):

Save the Village Pond; British Waterfowl Association + Ford Motor Company Ltd., BWA Ford Conservation Handbook

6) FELDMANN, R. (1978):

Historisch gewordene landschaftliche Vielfalt als Voraussetzung für eine artenreiche Pflanzen- und Tierwelt. – *Natur- u. Landschaftsk. Westf.* 14 (1), 3-8

7) HAARMANN, K. (1976):

Die Kampagne „Rettet den Dorfteich“ in Großbritannien. – *Natur u. Landschaft* 51 (4), 118

8) HEDEWIG, R. (1984 a):

Das Freilandlabor Dönche in Kassel. – *Verhandlungen der Gesellschaft f. Ökologie* (bern 1982) 12, 531-538

9) HEDEWIG, R. (1984 b):

Einrichtung eines Schulweiher mit Hilfe von Teichfolie; In: KLOEHN, E., F. ZACHARIAS (Hrsg.), *Einrichtung von Biotopen auf dem Schulgelände*; Kiel, 79-103

10) HEUSSER, H. (1970):

Ansiedlung, Ortsteue und Populationsdynamik des Grasfrosches (*Rana temporaria*) an einem Gartenweiher. – *Salamandra* 6, 80-87

11) ILLIG, H. (1975):

Zur Vegetation der Dorfteiche in der nordwestlichen Niederlausitz. – *Gleditschia* 3, 163-170

12) JESSEN, O. (1923):

Über die ehemalige Verbreitung der Weiher in Württemberg. – *Geschichtl. u. landeskundl. Abh. aus Schwaben u. Franken* 9, 35 S. (Öhringen)

13) JUNGE, F.:

Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft nebst einer Abhandlung über Ziel und Verfahren des naturgeschichtlichen Unterrichts; 3. verb. u. verm. Aufl.; Kiel-Leipzig 1907; 291 S.

14) KLEMP, H. (1984):

Mehr Natur in Dorf und Stadt; Das Buch zur Kampagne des BUND, 6. Aufl., Selbstverlag, Damendorf, 178 S.

15) LÖFL (Landesanstalt f. Ökologie, Landschaftsentwicklung u. Forstplanung NW, (Hrsg.):

Kleingewässer und Amphibien – Schwerpunkttheft *Amphibienschutz*. – *Mitt. d. LÖFL* 5 (4), (1980), 102-142

16) LOOS, W. (1980):

Amphibien- und Kleingewässer in der Stadt Kamen, Kreis Unna. – *Mitt. d. LÖFL* 5 (4), 118-119

17) LOSKE, R. (1983):

Zur Situation der Kleingewässer und ihrer Amphibienfauna im Gebiet der Stadt Lippstadt. – *Natur u. Heimat (Münster)* 43 (4), 97-113

18) MEISTERHANS, K., H. HEUSSER (1970): Amphibien und ihre Lebensräume, Gefährdung – Forschung – Schutz. – *Natur u. Mensch* 12 (4), 162-172

19) NOLL, E. & M. NOLL (1984):

Weiher und Teiche als Modelle für ökologisches Arbeiten. – *Verhandlungen d. Gesellschaft f. Ökologie* (Bern 1982) 12, 519-522

20) RAABE, E.-W. (1979):

Über die Entwicklung der Kleingewässer, dargestellt am Beispiel der Gemeinde Heikendorf. – *Heimat* 86 (4), 53-56

21) ROTH, C. u. a. (1981):

Naturnahe Weiher – ihre Planung, Gestaltung und Wiederherstellung. – *Bundesamt f. Forstwesen, Bern* (Hrsg.), 80 S.

22) SIEGERIST, H., J. FORSTER, A. KREBS (1976):

Neugeschaffene Naßstandorte (Teiche) zur Erhaltung der Amphibien- und Wasserinsektenfauna in der Stadtgemeinde Winterthur. – *Winterthur Jahrbuch*, 13-49

23) STICHMANN, W., H. SCHEFFER, U. BRINKSCHULTE (1971):

Beiträge zur Amphibien-Fauna des Kreises Soest. – Natur u. Heimat (Münster) 31 (2), 49-69

24) WEISSENBORN, R. (1980):

Die Situation der Kleingewässer im Kreis Borken aus der Sicht des ehrenamtlichen Naturschutzes. – Mitt. d. LÖFL 5 (4), 124

25) WILDERMUTH, H.:

Natur als Aufgabe, Ein Leitfaden für die Naturschutzpraxis in der Gemeinde; Schweiz. Bund f. Naturschutz (Hrsg.), Basel 1978

26) WILDERMUTH, H. (1982):

Die Bedeutung anthropogener Kleingewässer für die Erhaltung der aquatischen Fauna. – Natur u. Landschaft 57, 297-306

27) WINKEL, G. (Hrsg.):

Biologie im Schulgelände. – Unterricht Biologie 36/37, Friedrich Verlag; Seelze, 1979

28) ZIMMERHACKE, K. (1981):

Gestaltung eines Schultümpels. – Natur u. Land 67, 27-28

29) ZIMMERLI, E. (1975):

Freilandlabor Natur. Schulreservat, Schulweiher, Naturlehrpfad. Schaffung, Betreuung, Einsatz im Unterricht; WWF Zürich (Hrsg.), 227 S.

Anschrift der Verfasserin:

Hannelore Vogel
Lessingstraße 48
5300 Bonn 1

