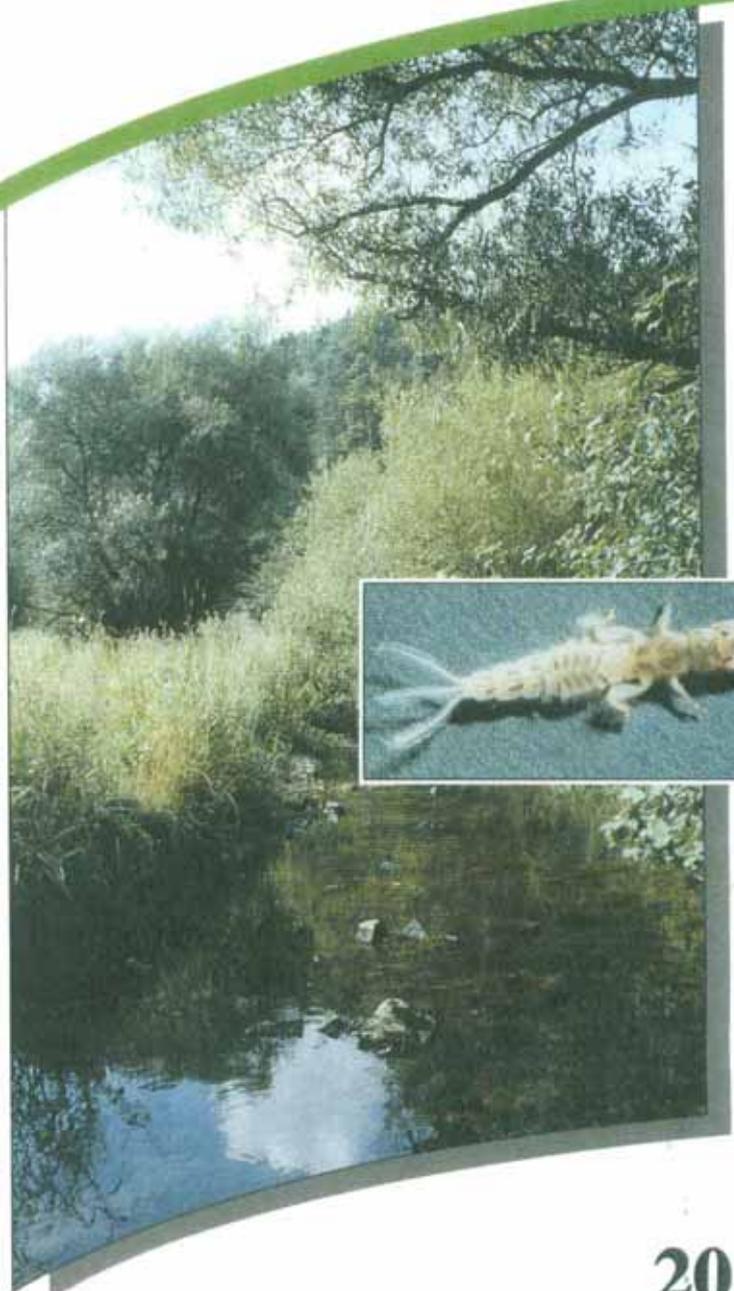


# Handbuch Wasser 2

## Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern

Teil III Dokumentation der Entwicklung ausgewählter Pilotvorhaben  
Erste Zwischenergebnisse der Erfolgskontrolle



Baden-  
Württemberg



Umweltministerium

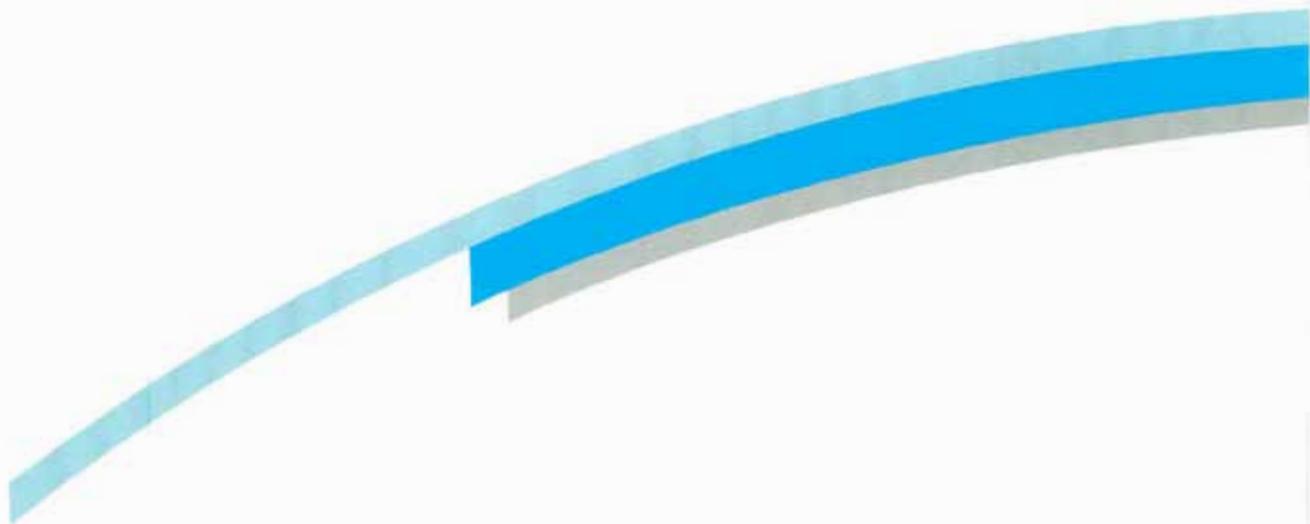


Wasser

## **Handbuch Wasser 2**

# **Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern**

Teil III Dokumentation der Entwicklung ausgewählter Pilotvorhaben  
Erste Zwischenergebnisse der Erfolgskontrolle





## Impressum

- Herausgeber:** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)  
Griesbachstraße 1, 76185 Karlsruhe
- Bearbeitung:** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)  
Abteilung 4, Sachgebiet 41.2,  
auf der Grundlage umfangreicher Untersuchungen verschiedener  
Fachdisziplinen (siehe S. 9)
- Gestaltung:** Maerzke Grafik Design, Leonberg
- ISSN:** 0941-780 X (Zentraler Fachdienst Wasser, Boden, Abfall, Altlasten  
bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg)
- ISSN:** 0946-0675 (Handbuch Wasser 2)
- Bildnachweis:** Titelseite, Krähenbach 1. Bauabschnitt (1995)  
Foto (LfU), Eintagsfliegenlarve  
Klepser S. 4, 5;  
LfU S. 6/7, 24, 37, 46, 58, 70, 78, 92, 106, 125,
- Kartengrundlagen:** Darstellung auf der Grundlage der Topographischen Karte 1:25 000, Ausschnitt  
aus dem Blatt 6520/21, 6717, 6825/26, 6925/26, 7021, 7118, 7214/7314, 7624, 7918/8018  
mit Erlaubnis des Landesvermessungsamts Baden-Württemberg vom 15.11.1995,  
Az.: 5.13/1256.
- gedruckt auf:** 100% Recyclingpapier, 110 g/m<sup>2</sup>  
Umschlagkarton 250 g/m<sup>2</sup>, chlorfrei gebleichtes Material
- Druck:** Kurz & Co, Druckerei und Reprographie GmbH, Stuttgart

Nachdruck - auch auszugsweise - nur unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Karlsruhe, November 1995

*Gewässer sind Lebensadern unserer Landschaft. Sie prägen wesentlich den Naturhaushalt und das Landschaftsbild; die Entwicklung der Kulturlandschaft ist eng verbunden mit dem Ausbau der Gewässer.*

*Der Umfang menschlicher Eingriffe nahm mit fortschreitender Industrialisierung, insbesondere nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges erheblich zu. Naturnahe Gewässer und Auen sind mittlerweile selten geworden. Ausgebaute Gewässer können ihre Funktionen im Ökosystem größtenteils nicht mehr erfüllen. Lebensräume für Tiere und Pflanzen gingen verloren, zahlreiche an Gewässer und Feuchtgebiete gebundene Arten sind vom Aussterben bedroht.*

*Die naturnahe Entwicklung der Gewässer und Auen ist eine Schwerpunktaufgabe der Umweltpolitik des Landes Baden-Württemberg. Sie bedarf der Unterstützung aller Beteiligten. Voraussetzung für zielgerichtetes Handeln sind fundiertes fachliches Wissen und Engagement.*

*In dieser Schriftenreihe werden im Rahmen des Zentralen Fachdienstes bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Arbeitshilfen zur naturnahen Entwicklung, Unterhaltung und Umgestaltung der Gewässer und Auen herausgegeben. Die Arbeitsmaterialien, vom Sachgebiet Wasserbau und Gewässerpflege in Zusammenarbeit mit zahlreichen Fachleuten innerhalb und außerhalb der Wasserwirtschaftsverwaltung erarbeitet und zusammengestellt, richten sich an Behörden, Planer und Betroffene gleichermaßen.*

*Im Jahre 1987 wurde das Pilotprogramm „Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer“ vom Umweltministerium Baden-Württemberg ins Leben gerufen. Von den im Programm zur Umgestaltung ursprünglich vorgesehenen Gewässern, sind bisher die Hälfte der Projekte zur Ausführung gekommen - eine beachtliche Zahl im Hinblick auf die bekanntlich zahlreichen Hürden im Vorfeld naturnaher Umgestaltungsmaßnahmen. Planungsgrundlagen und Ausführung dieser Projekte wurden 1992 im Rahmen des Handbuchs Wasserbau, Heft 2 „Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern“, ausführlich dargestellt.*

*Nach Abschluß der Baumaßnahmen richtet sich das Interesse nun auf die von der Natur größtenteils selbst gelenkte weitere Entwicklung. Der Landesanstalt für Umweltschutz wurde die Aufgabe übertragen, in Zusammenarbeit mit der Wasserwirtschaftsverwaltung ausgewählte Gewässer des ursprünglichen Programms längerfristig mit einer wasserwirtschaftlich-ökologischen Erfolgskontrolle zu begleiten. Erste Einschätzungen und Erkenntnisse lassen sich aus den durchgeführten Untersuchungen bereits ableiten. Aus diesen wurden Folgerungen für Strategien und spezielle Maßnahmen der naturnahen Entwicklung und Umgestaltung im Hinblick auf zukünftige Maßnahmen an Fließgewässern - als Zwischenergebnisse - erarbeitet.*

Umweltministerium  
Baden-Württemberg  
Stuttgart

Landesanstalt  
für Umweltschutz  
Baden-Württemberg  
Karlsruhe

im November 1995

<b>1 Einführung</b> .....	6
<b>2 Das Pilotprogramm</b> .....	10
2.1 Konzeption.....	10
2.2 Umsetzung.....	10
2.2.1 Ausgeführte Umgestaltungsmaßnahmen.....	10
2.2.2 Untersuchungen zur Erfolgskontrolle.....	12
<b>3 Untersuchungsmethoden</b> .....	14
3.1 Vermessung.....	14
3.2 Morphologie.....	16
3.3 Makrozoobenthon und Gewässergüte.....	17
3.4 Fische.....	17
3.5 Bodenkäfer.....	18
3.6 Vegetation.....	19
3.7 Photodokumentation.....	20
3.8 Sonstige Erhebungen.....	21
<b>4 Dokumentation der Entwicklung</b> .....	24
4.1 Pilotprojekt Speltach.....	24
4.1.1 Umgestaltungsziel.....	28
4.1.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse.....	28
4.1.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung.....	34
4.2 Pilotprojekt Kehrgraben.....	36
4.2.1 Umgestaltungsziel.....	40
4.2.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse.....	41
4.2.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung.....	45
4.3 Pilotprojekt Siegentalbach.....	46
4.3.1 Umgestaltungsziel.....	50
4.3.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse.....	50
4.3.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung.....	56



<b>4.4 Pilotprojekt Kleines Sulzbächle</b> .....	58
4.4.1 Umgestaltungsziel.....	62
4.4.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse.....	62
4.4.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung.....	69
<b>4.5 Pilotprojekt Wiesenbächle</b> .....	70
4.5.1 Umgestaltungsziel.....	73
4.5.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse.....	74
4.5.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung.....	77
<b>4.6 Pilotprojekt Krähenbach</b> .....	78
4.6.1 Umgestaltungsziel.....	82
4.6.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse.....	82
4.6.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung.....	91
<b>4.7 Pilotprojekt Enz</b> .....	92
4.7.1 Umgestaltungsziel.....	96
4.7.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse.....	97
4.7.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung.....	104
<b>4.8 Pilotprojekt Murr</b> .....	106
4.8.1 Ausbauziel.....	109
4.8.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse.....	109
4.8.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung.....	114
<b>5 Auswertung der Zwischenergebnisse</b> .....	116
5.1 Methodendiskussion.....	116
5.2 Hinweise für künftige Umgestaltungsmaßnahmen..	117
5.2.1 Grenzen des technisch Machbaren.....	117
5.2.2 Entwicklungsziele.....	117
5.2.3 Umsetzungsstrategien.....	118
5.2.4 Planungsgrundsätze und Gestaltungsprinzipien ..	119
5.2.5 Bauausführung.....	121
5.2.6 Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen.....	121
5.2.7 Erfolgskontrolle.....	123
<b>6 Zusammenfassung und Ausblick</b> .....	124
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	126
<b>Veröffentlichungen</b> .....	126
<b>Unveröffentlichte Gutachten</b> .....	128





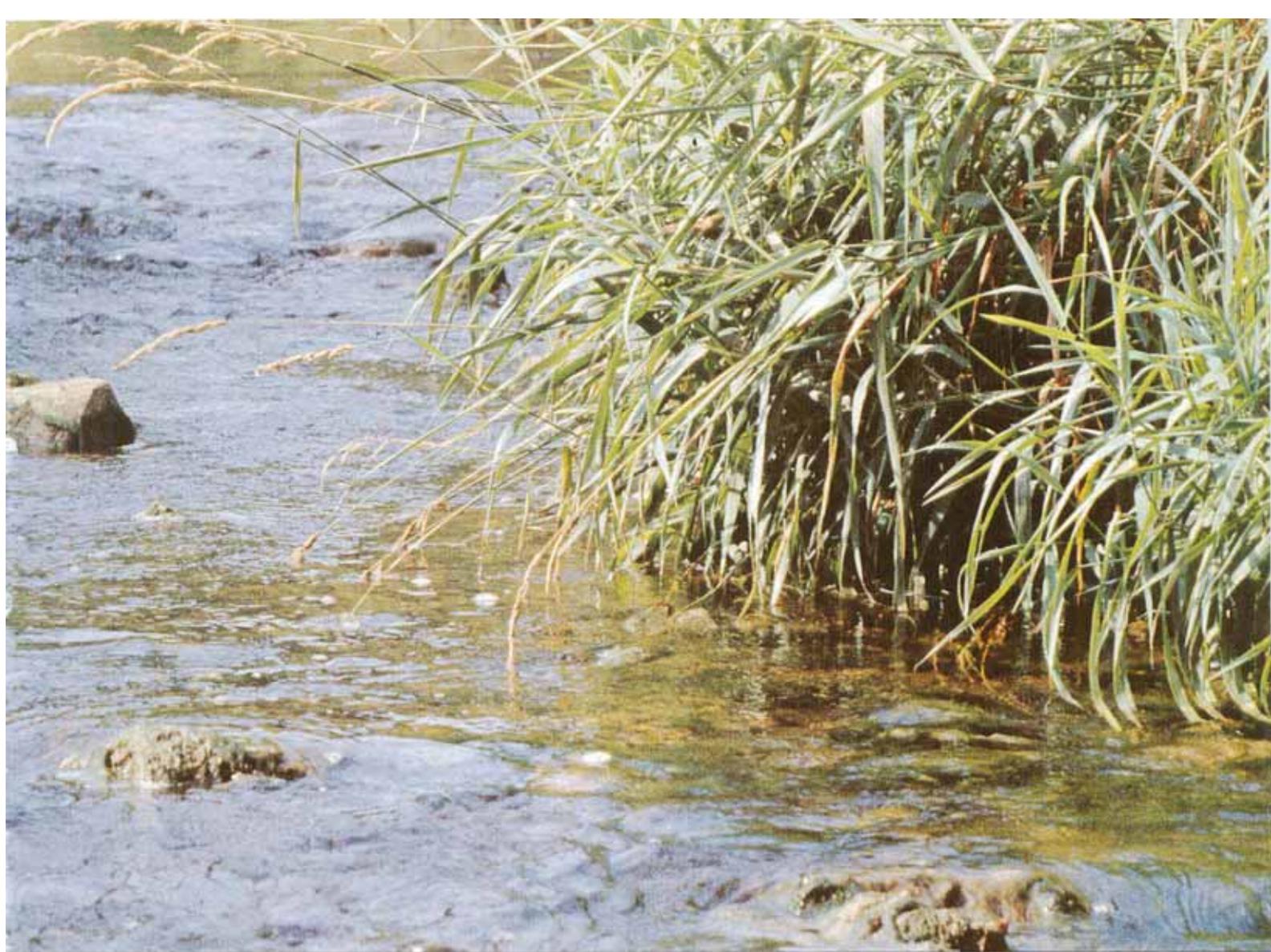
## 1 Einführung

Die Schaffung naturnaher Fließgewässer entzieht sich im Gegensatz zu technischen Bauwerken einer differenzierten, abschließenden Planbarkeit. Es können durch Planung und Ausführung lediglich günstige Voraussetzungen für angestrebte Entwicklungen geschaffen werden. Innerhalb der von Maßnahmenträgern und Planern festgelegten Rahmenbedingungen soll sich die Natur entfalten können und dabei selbst gestaltend wirken.

Eine vollständige Regeneration degradierter Fließgewässer durch Umgestaltungsmaßnahmen innerhalb kurzer Zeitspannen ist jedoch nicht zu erwarten. Natürliche Entwicklungsprozesse benötigen z.T. Zeiträume, die unseren eng begrenzten Planungshorizont überschreiten. Bei den meisten Ökosystemen ist ein gewisses Alter (Reife) Grundvoraussetzung für ihre ökologische Funkti-

onsfähigkeit. Manche Ökosysteme sind unwiederbringlich verloren, sind sie einmal zerstört. Nach KAULE (1986) sind z.B. die Bedingungen für die im Mittelalter durch Rodungen entstandenen Hügelland-Auen großräumig nicht wiederherstellbar. Für die Entwicklung von „natürlichen“ Weidengebüschungen müssen z.B. 50 bis 150 Jahre, für naturnahe Hochstaudenfluren und Gebüsche 15 bis 50 Jahre ins Auge gefaßt werden. Andererseits bestehen für die kurzfristige Regenerierbarkeit bestimmter Biotoptypen, z.B. Pionierbiotope und Annuellenfluren, sehr gute Chancen (vgl. BLAB 1986). Die Erwartungen an die in den letzten Jahren naturnah umgestalteten Gewässer sollten dementsprechend nicht zu hoch gesteckt werden, zumal zahlreiche einschränkende Rahmenbedingungen eine naturnahe Entwicklung erschweren.

Aufgrund der Komplexität des Ökosystems Fließgewässer und der Überlagerung der natürlichen Entwicklung mit vielen Nutzungseinflüssen lassen sich Prog-



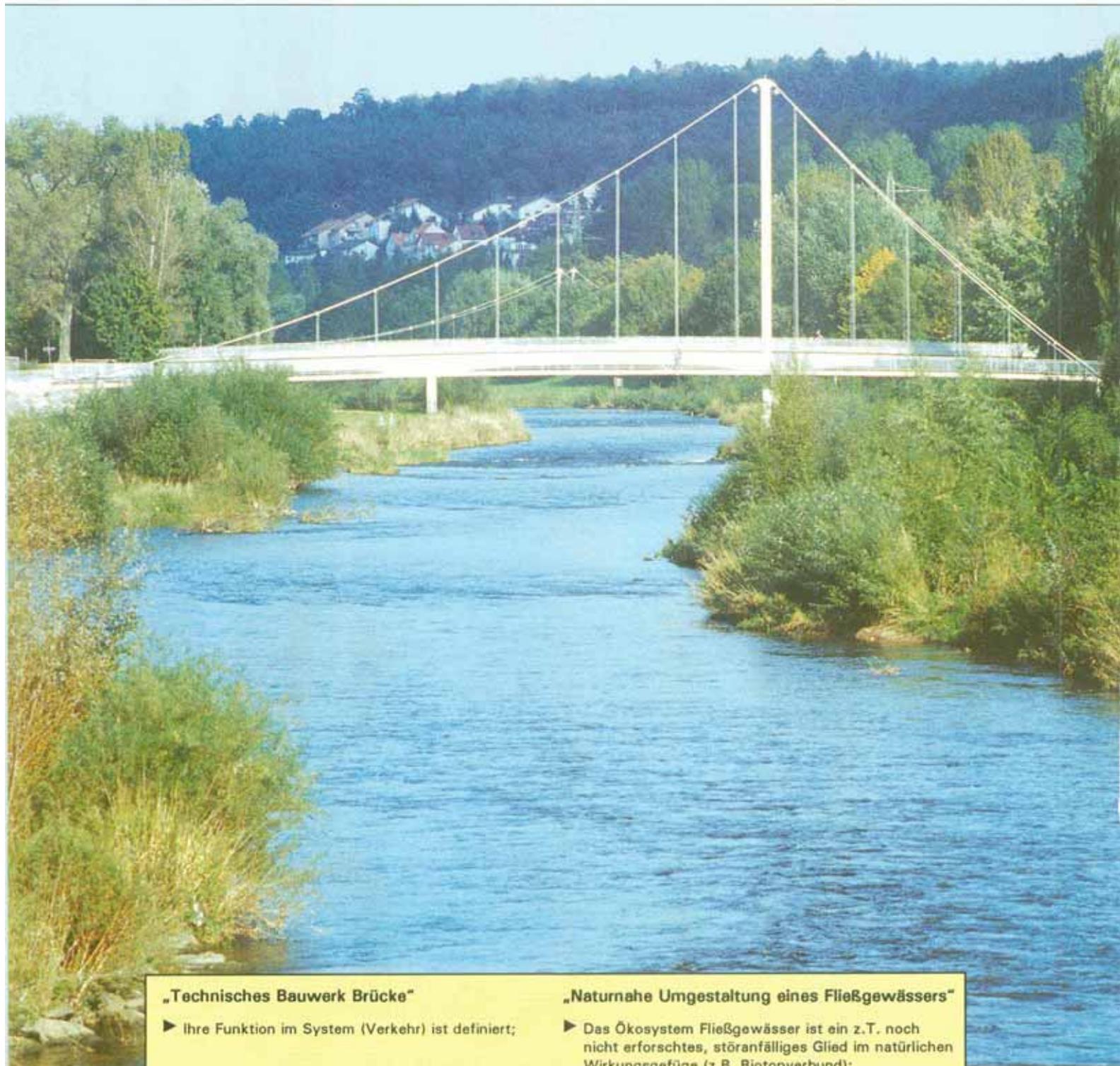
nosen über die spätere Entwicklung im Vorfeld von Umgestaltungsmaßnahmen nur sehr unbestimmt treffen. Zudem sind die Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der naturnahen Gewässerentwicklung immer noch sehr lückenhaft. Naturnahe Umgestaltungsmaßnahmen an ausgebauten Fließgewässern weisen immer noch stark experimentellen Charakter auf.

Ob und inwieweit Umgestaltungen von Fließgewässern ihren eigentlichen Zweck, die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse, erfüllen, ist wie bei jeder anderen „Biotopplanung“ kritisch zu prüfen. Die Erfahrungen aus bereits ausgeführten naturnahen Umgestaltungsmaßnahmen zeigen, daß ökologische Begleituntersuchungen zur Erfolgskontrolle erforderlich sind, insbesondere um

► ganze Planungsstrategien und Planungsleitbilder zu überprüfen,

- spezielle Teilmaßnahmen hinsichtlich ihrer Effizienz zu begutachten,
- bei festgestellten negativen Entwicklungen erforderlichenfalls rechtzeitig entgegenzulenken,
- bei Bedarf, gestützt auf die Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen situationsabhängige Maßnahmen der Gewässerunterhaltung zu treffen.

Es liegt im Interesse von Planungsträgern und Planern, eigene Erfahrungen aus Erfolgskontrollen zu gewinnen, um diese in zukünftige Projekte einzubringen. Über die Einzelprojekte hinaus haben die in vorliegender Schrift dokumentierten pilothaften Untersuchungen zum Ziel, grundsätzliche Fragestellungen des ökologischen Wasserbaus aufzugreifen. Die vorgestellten Projekte sind folglich von landesweiter Bedeutung, die Erfolgskontrollen an den Pilotgewässern deshalb umfangreicher, als sie bei herkömmlichen naturnahen Umgestaltungen an Fließgewässern durchgeführt werden.



#### „Technisches Bauwerk Brücke“

- ▶ Ihre Funktion im System (Verkehr) ist definiert;
- ▶ eine Detailplanung des Bauwerks ist zwingend erforderlich;
- ▶ Detailplanung - Bauausführung - Fertigstellung (Abnahme) - Unterhaltung des Bauwerkes;
- ▶ die Bautechnik hat lange Tradition, ein relativ hoher Kenntnisstand, basierend auf einem ausführlichen Regelwerk, ist erreicht.

#### „Naturnahe Umgestaltung eines Fließgewässers“

- ▶ Das Ökosystem Fließgewässer ist ein z.T. noch nicht erforschtes, störanfälliges Glied im natürlichen Wirkungsgefüge (z.B. Biotopverbund);
- ▶ bei naturnahen Umgestaltungsmaßnahmen ist es ausreichend, eine Grobplanung, z.B. von Initialmaßnahmen vorzunehmen;
- ▶ Grobplanung - Bauausführung mit intensiver Bauüberwachung - Fertigstellung (Abnahme) - eigendynamische Entwicklung, ggf. Unterhaltung;
- ▶ die Ökologie ist eine komplexe, relativ junge Wissenschaft. Es bestehen noch große Kenntnislücken. Ein Regelwerk der „Biotopgestaltung“ ist nur ansatzweise vorhanden.

Abb. 6: Naturnahe Umgestaltung der Enz in Pforzheim („Biotopgestaltung“) mit neu errichteter Brücke („Technisches Bauwerk“) (Aufn.: LfU 1995).

Die vorliegende Schrift, ein Zwischenbericht über den ersten Abschnitt der Entwicklungsphase, versteht sich als Fortführung der Dokumentation ausgeführter Umgestaltungsprojekte in Heft 2 der Reihe Handbuch Wasserbau. Die Einzelbeiträge der verschiedenen Fachdisziplinen werden in stark verkürzter Form wiedergegeben und ausgewertet. Aufgrund des z.T. noch sehr lückenhaften Datenermaterials bzw. der kurzen Entwicklungsdauer können bislang lediglich Teilmaßnahmen einschätzend qualitativ beurteilt werden. Eine zusammenfassende Bewertung einzelner Projekte bzw. des gesamten Programms ist zur Zeit noch nicht möglich.

**An den Untersuchungen zur Erfolgskontrolle im Rahmen des Pilotprogramms waren beteiligt:**

- ▶ **Arbeitsgemeinschaft Landschaftsökologie (Aland), Karlsruhe:** Vegetationskundliche Untersuchungen 1992 und 1993 an Kehrgraben, Kleines Sulzbächle, Wiesenbächle, Siegentalbach;
- ▶ **Arbeitsgemeinschaft Dietrich und Klink, Freiburg:** Ökologische Untersuchungen zur Erfolgskontrolle und Dokumentation der Renaturierungsmaßnahmen am Krähenbach (1993 und 1994);
- ▶ **Arbeitsgemeinschaft Konzelmann und Wolf-Schwenninger, Ludwigsburg/Stuttgart:** Untersuchungen zur Bodenkäferfauna an Speltach, Siegentalbach, Kleines Sulzbächle (1992), an Wiesenbächle und Kehrgraben (1993), an der Enz (1994);
- ▶ **Büro Wieland, Vermessungsingenieure:** Vermessung der Murr zwischen Mündung in den Neckar und Schweißbrücke (1994);
- ▶ **Prof. Dr. Harald Buck, Murr:** Untersuchungen zur Bodenkäferfauna an der ausgebauten unteren Murr (1993);
- ▶ **Prof. Dr. Theo Müller, Steinheim/Murr:** Vegetationskundliche Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr (1993/94);
- ▶ **Pro Aqua, Gesellschaft für angewandte Fischereiwissenschaften, Stuttgart:** Limnologische Untersuchungen an der Enz/Pforzheim (1992/93);
- ▶ **Universität Karlsruhe, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung:** Photogrammetrische Vermessung Enz/Pforzheim, Einfachbefliegung Pilotprojekte Gewässer II. Ordnung;
- ▶ **Universität Karlsruhe, Institut für Wasserbau und Kulturtechnik:** Hydraulische Untersuchungen (1991/92, 1994);
- ▶ **Universität Hohenheim, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie:** Vegetationskundliche Untersuchungen der Enz (1992, 1993, 1994), Kartierung von Vegetationsstrukturen (1993), Unterhaltungskonzept (1993);
- ▶ **Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Heidelberg:** Limnologische Untersuchungen an Kehrgraben und Wiesenbächle (1992);
- ▶ **Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Rottweil:** Limnologische Untersuchungen Krähenbach
- ▶ **Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Schwäbisch Hall & LfU, SG 41.2:** Limnologische Untersuchungen an der Speltach (1993), Vegetationskundliche Untersuchungen an der Speltach (1992, 1993);
- ▶ **Landesanstalt für Umweltschutz, SG 41.2:** Untersuchungen zur Bodenkäferfauna am Krähenbach (1993);
- ▶ **Zink, Ingenieure, Lauf:** Vermessung Kleines Sulzbächle (1995).

Den Beteiligten sei an dieser Stelle für ihr persönliches Engagement gedankt.

## 2 Das Pilotprogramm

### 2.1 Konzeption

Im Programm „Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer in Baden-Württemberg“ waren ursprünglich für 37 Gewässer naturnahe Umgestaltungsmaßnahmen vorgesehen. Darunter sind Vorhaben an Gewässern I. Ordnung (G.I.O.) bzw. innerhalb sogenannter Staatsdomänen, bei denen jeweils das Land Baden-Württemberg Träger der Maßnahme ist. Mehrere Vorhaben befinden sich an Gewässern II. Ordnung (G.II.O.), die bezüglich Ausbau und Unterhaltung im Zuständigkeitsbereich der Gemeinden liegen.

Die pilothaft durchgeführten Umgestaltungsmaßnahmen sollen weitere Gemeinden ebenfalls zur naturnahen Umgestaltung ihrer ausgebauten Gewässer motivieren. Durch Ortsbesichtigungen und Publikationen wurden die Projekte einem größeren Personenkreis vorgestellt. Trotz Förderung der Maßnahmen mit Landesmitteln mußte viel Überzeugungsarbeit geleistet werden, um Gemeinden für eine Teilnahme am Pilotprogramm gewinnen zu können. Infolge der begrenzten Auswahl aufgrund der geringen Resonanz handelt es sich bei den zur Umgestaltung vorgesehenen Gewässern zumeist nicht um die Idealgewäs-

ser hinsichtlich einer pilothaften Untersuchung. Die Rahmenbedingungen für eine naturnahe Entwicklung, z.B. Wasserqualität und Flächenangebot waren teilweise unbefriedigend. Dies erschwert eine Überprüfung der Tauglichkeit von Umgestaltungsmaßnahmen, andererseits sind die angesprochenen Defizite typisch für eine Vielzahl ausgebauter Fließgewässer.

### 2.2 Umsetzung

#### 2.2.1 Ausgeführte Umgestaltungsmaßnahmen

Eine größere Anzahl von Maßnahmen ist bereits abgeschlossen, insbesondere diejenigen, bei denen Grunderwerb nicht erforderlich war (G.I.O., Staatsdomänen) bzw. diejenigen, die im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren durchgeführt wurden. Mehrere Projekte scheiterten bzw. stagnieren aufgrund von Einsprüchen beteiligter Träger öffentlicher Belange bzw. von Anliegern. Eine Verzögerung ergibt sich vielfach auch aufgrund der derzeit gespannten Haushaltslage des Landes und der Gemeinden. Die Übersicht auf der Folgeseite gibt den Stand der Umsetzung des Programms im Dezember 1994 wieder.



Abb. 7: Naturnah umgestaltetes Wiesenbächle (Aufn.: LfU 1995).

## Pilotprogramm Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer

## Umsetzung von Maßnahmen / Sachstand Dezember 1994

## Gewässer II. Ordnung

Gewässer	Gemeinde	Kreis	Sachstand Dezember 1994
Speltach	Frankenhardt	Schwäbisch Hall	1991 fertiggestellt, Erfolgskontrolle der LFU
Eberbach	Weinsberg	Heilbronn	Planfeststellung in Kürze
Erlenbach	Krautheim	Hohenlohekreis	Vorplanung abgeschlossen, Grunderwerb durchgeführt, Finanzierungsprobleme
Kehrgraben	St. Leon-Rot	Rhein-Neckar-Kreis	Phase I abgeschlossen (BA 1-3 bis 1993), Erfolgskontrolle der LFU, Phase II (Umgestaltung Bachbett) Planfeststellung 1995, BA 1 im Winter 1995/96
Alter Federbach	Rheinstetten/ Karlsruhe	Rastatt	Vorplanung abgeschlossen, wasserrechtl. Genehmigung für 1 km erteilt, Finanzierungsprobleme
Kleines Sulzbächle	Bühl	Rastatt	BA 1-3 bis 1993 abgeschlossen, Erfolgskontrolle der LFU, BA 4 voraussichtlich 1995
Wiesenbächle	Fahrenbach	Neckar-O.-Kreis	1991 fertiggestellt, Erfolgskontrolle der LFU
Kammbach	Willstätt	Ortenaukreis	BA 1 1989 fertiggestellt, seither wurden weitere Bauabschnitte umgestaltet
Feuerbach	Efringen-Kirchen	Lörrach	BA 1 1994 abgeschlossen, Beginn BA 2 1995
Fällgraben	Radolfzell	Konstanz	Projekt aufgegeben (Einwendungen des Naturschutzes)
Krähenbach	Tuttlingen	Tuttlingen	BA 1 + 2 1993 und BA 3 1995, Erfolgskontrolle der LFU
Siegentalbach	Allmendingen	Alb-Donau-Kreis	BA 1 + 2 bis 1991 abgeschlossen, BA 3 vorgesehen, sofern Finanzierung gesichert, Erfolgskontrolle der LFU
Bampfen	Baindt	Ravensburg	Landschaftsökologische Untersuchungen abgeschlossen, Projektverlauf stagniert wegen Straßenbaumaßnahmen
Hausertalbach	Haigerloch	Zollern-Alb-Kreis	Flurbereinigungsverfahren stockt
Federbach	Malsch, Rastatt u.a.	Rastatt	Finanzierung aus Daimler-Benz Ausgleichsabgabe, Merkung Malsch: Planungsphase, BA 1 bereits genehmigt, Schmiedbach in Planung, Merkung Rheinstetten: Vorplanung
Kirnau	Rosenberg	Neckar-O.-Kreis	Genehmigungsplanung abgeschlossen, Finanzierungsprobleme

## Gewässer II. Ordnung I. R. des Domänenkonzepts (überwiegend namenlose Kleingewässer)

Gewässer	Gemeinde	Kreis	Sachstand Dezember 1994
Hohrainhof	Talheim	Heilbronn	Planung wurde überarbeitet
Ihinger Hof	Renningen	Böblingen	1991 fertiggestellt
Bettenreute	Fronreute	Ravensburg	Überarbeitung der Planung, Verlegung des Sammlers nicht geklärt
Brettenbach	Emmendingen	Emmendingen	1991 fertiggestellt
Dollhof	Altheim	Biberach	1994 fertiggestellt
Schussen	Bad Schussenried	Biberach	Maßnahmen am Schussenursprung ausgeführt, Weiterführung stagniert wegen Einsprüchen eines Anliegers
Kotlachgraben	Hockenheim	Rhein-N.-Kreis	1993 fertiggestellt
Salzach	Maulbronn	Enzkreis	1993 fertiggestellt
Dolderbach	Marbach	Reutlingen	Vorplanung

## Gewässer I. Ordnung und vom Land unterhaltene Gewässer II. Ordnung

Gewässer	Gemeinde	Kreis	Sachstand Dezember 1994
Donau	Sigmaringen bis Riedlingen	Sigmaringen und Biberach	Blochinger Sandwinkel 1993 fertiggestellt, Altheimer Übereich planfestgestellt, derzeit Planfeststellungsverfahren für "Flußlandschaft Donauwiesen", IDP
Enz	Pforzheim	Pforzheim	1991 fertiggestellt, Erfolgskontrolle der LFU
Argen	Kreßbronn	Bodenseekreis	1. Schwelle 1994 fertiggestellt, 2. Schwelle Finanzierungsschwierigkeiten
Kraichbach	Hockenheim	Rhein-N.-Kreis	fertiggestellt zur LGS Hockenheim
Iller	Dietenheim	Alb-Donau-Kreis	bisher 2 Sohlrampen fertiggestellt
Dreisam	Riegel	Breisgau-Hochschwarzw.-Krs.	Modellversuch abgeschlossen
Kinzig	Offenburg	Ortenaukreis	Planung wurde aufgegeben
Fautenbach	Achern	Ortenaukreis	1989/90 fertiggestellt
Fünfheimburger-Waldgraben	Lichtenau	Rastatt	1989/90 fertiggestellt
Durbach	Durbach/ Offenburg	Ortenaukreis	Vorplanung
Stangenbach	Appenweiler	Ortenaukreis	Vorplanung
Radolfzeller Aach	Singen-Radolfzell	Konstanz	Absturz Volkertshausen im Rechtsverfahren

### 2.2.2 Untersuchungen zur Erfolgskontrolle

Aus der mit insgesamt 16 Gewässern II. Ordnung recht großen Zahl von Pilotprojekten wurden sechs Gewässer für eine pilothafte ökologische Begleitung nach der Umgestaltung ausgewählt. Das gestraffte Programm wird von der LfU zentral koordiniert. Es handelt sich dabei um folgende Gewässer II. Ordnung:

- Speltach (Kreis Schwäbisch Hall),
- Kehrgraben (Rhein-Neckar-Kreis),
- Siegentalbach (Alb-Donau-Kreis),
- Kleines Sulzbächle (Kreis Rastatt),
- Wiesenbächle (Neckar-Odenwald-Kreis),
- Krähenbach (Kreis Tuttlingen).

Die Entwicklung der weiteren umgestalteten Gewässer wurde z.T. von den vormaligen WBÄ z.B. durch Photodokumentationen begleitet.

Anknüpfend an die bereits dokumentierte Entwicklung der nach damaligen Gesichtspunkten „naturnah“ ausgebauten **unteren Murr** (LfU 1985, 1991) sollen an der Murr längerfristige Entwicklungsabläufe durch eine Fortführung des ökologischen Begleitprogramms erfaßt werden. Bei den Untersuchungen an der umgestalteten **Enz bei Pforzheim** stehen neben der Betrachtung der Gewässerentwicklung, die Erprobung bzw. Entwicklung neuartiger Untersuchungsmethoden und Verfahren im Vordergrund, z.B. eines hydraulischen Berechnungsverfahrens für Gewässer mit naturnahen Gehölzsäumen. Für Enz und Murr sind die Untersuchungen folglich etwas umfangreicher als bei den betreffenden Gewässern II. Ordnung.

Das konzipierte Vorhabensprogramm für Enz, Murr und die Gewässer II. Ordnung sieht in einer Zeitspanne von mindestens 10 Jahren nach Beendigung der Baumaßnahmen Untersuchungen verschiedener Fachdisziplinen vor. Zur Begrenzung des Untersuchungsaufwands sind die Erhebungen zeitlich gestaffelt durchzuführen, d.h. in der Regel in den ersten Jahren nach der Umgestaltung in kürzeren Zeitabständen, anschließend in längeren Intervallen. Die einzelnen Untersuchungen müssen zu

#### Grundlagenerhebungen und Untersuchungen zur Erfolgskontrolle im Rahmen des Pilotprogramms:

- ▶ **Vermessung:** Grundlage für die Beurteilung der Morphodynamik,
- ▶ **Hydrologie/Hydraulik:** Strömungsmuster, ggf. sind Rahmenbedingungen bzgl. Hochwasserschutz zu beachten,
- ▶ **Morphologie:** Sohlsubstrat als Lebensraum für Tier- und Pflanzengemeinschaften,
- ▶ **Naturgemäße Bauweisen:** Stabilität, optische Gesichtspunkte,
- ▶ **Wirbellose Organismen:** Indikator der Gewässergüte und der aquatischen bzw. der amphibischen Strukturvielfalt, Nahrungsangebot für Fische,
- ▶ **Fischfauna:** Indikator der Strukturvielfalt im aquatischen Bereich sowie der Durchgängigkeit,
- ▶ **Bodenkäfer:** Indikator der Biotopqualität im amphibischen und terrestrischen Bereich,
- ▶ **Vegetation:** Indikator für Veränderungen der Standortverhältnisse bzw. der Gewässerunterhaltung, Lebensräume für Tiere,
- ▶ **Vögel:** Indikator des Strukturangebots am Gewässer und in der Aue, Vernetzungsfunktion des Gewässers,
- ▶ **Gewässerentwicklung:** Regelung von Unterhaltungsmaßnahmen nach naturnaher Umgestaltung, z.B. durch Unterhaltungsplan.

gegebener Zeit in eine Gesamtbeurteilung der Umgestaltungsmaßnahmen einfließen.

Zur Steuerung der Projektabwicklung wurden Untersuchungsmatrizes entworfen. Diese beziehen sich auf die fachlichen Inhalte (siehe Tab. 1), einen Zeitplan und den zu erwartenden Kostenrahmen. Jedes Pilotgewässer wurde durch eine Matrix einzeln erfaßt. Der Untersuchungsumfang bei den einzelnen Projekten wurde auf die jeweiligen örtlichen Verhältnisse abgestimmt. An den G.I.O. Enz und Murr wurden zusätzlich hydrologische und hydraulische Untersuchungsschwerpunkte gesetzt. Auf die Methoden der einzelnen Untersuchungen wird im folgenden Kapitel eingegangen.

Pilotvorhaben des Landes Baden-Württemberg  
 „Natrnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer“  
 Untersuchungskonzept zur Erfolgskontrolle für das Pilotprojekt.....  
 Untersuchungsstrecke..... Untersuchungsdauer.....

**F A C H L I C H E R R A H M E N**

Beteiligte Fachdisziplinen	Untersuchungen		Untersuchungsgegenstand	Art der Untersuchung/Zielsetzung	Untersuchungszeitraum
	vorher	Entwicklungsphase			
<b>1. Hydrologie</b>			Wasserstand, Abflußdynamik	Statistische Untersuchungen Niederschlag/Abfluß	ganzjährig
<b>2. Geodäsie</b>			Geometrie: Lage, Länge- und Querprofile	Photogrammetrische Geländeerfassung, Detailvermessung	Befliegung Nov. – April
<b>3. Hydraulik</b>			Erfassung der Wasserspiegellagen und des Strömungsverhaltens	Entwicklung und Anwendung geeigneter hydraulischer Berechnungsverfahren	ganzjährig
<b>4. Morphologie</b>			Lauf- und Querprofilentwicklung, Feststoffhaushalt, Feinmorphologie/Substrat	Digitales Geländemodell für Massenbilanzierung, Untersuchung des Substrats hinsichtlich Fraktionen und Korngrößen (Bewertung der Tierlebensstätten)	ganzjährig 1 x pro Jahr
<b>5. Ingenieurbio- logischer Wasserbau</b>			Bauweisen	Kartierung und Bewertung der diversen Bauweisen hinsichtlich Stabilität, Vitalität und hydraulischer Wirkung	Vegetationsperiode bzw. bei Hochwasserereignissen
<b>6. Limnologie</b>			Wirbellose Tiere des Wassers (Makrozoobenton)	Quantitative Untersuchung repräsentativer Chorotope. Ermittlung der Gewässergüte. Statistische Untersuchungen. Physikal.-chem. Messungen.	möglichst Frühjahr oder Spätherbst, Sommer
<b>7. Spezielle Faunistik</b>			Fischfauna	Qualitative und quantitative Erhebung des Bestands repräsentativer Gewässerabschnitte durch Elektrofischung. Statistische Auswertung.	jeweils im Sommer und Winter
<b>8. Pflanzensoziologie</b>			Ausgewählte Tiergruppen	Qualitative Erhebung, je nach Tiergruppe zur speziellen ökologischen Indikation	je nach Tiergruppe
<b>9. Biotop- und Artenschutz</b>			Vegetation	Standortanalyse, Sukzessionsforschung, Erhebung des Gesellschaftsinventars sowie zusätzliche Transekt- und Detailkartierungen im amphibischen Bereich	Wasservegetation im Hochsommer, Ufervegetation im Juni – August, Auevegetation Früh- bis Spätsommer
<b>10. Gewässer- entwicklung</b>			Bemerkenswerte Biotopstrukturen der gewässernahen Umgebung	Untersuchungen abhängig vom Biotoptyp. Aussagen zur Biotopvernetzung	je nach Biotoptyp Früh- Spätsommer
<b>11. Kosten</b>			Gehölze, krautige Vegetation, Sohle- und Uferzustand, Unterhaltungsplan  Kosten für Planung, Grunderwerb, Ausführung und Unterhaltung	Vergleich: Entwicklungszustand – Entwicklungsziel  Kostenfeststellung und Auswertung	nach der Bauphase  fortlaufend

Tab. 1: Untersuchungsmatrix zur Erfolgskontrolle - Fachlicher Rahmen (LfU 1991).

## 3 Untersuchungsmethoden

### 3.1 Vermessung

Eine Vermessung naturnah umgestalteter Gewässer nach Abschluß der Baumaßnahmen ist erforderlich

- ▶ zur allgemeinen Ergänzung bzw. Neuanfertigung von Bestandsplänen,
- ▶ zur lage- und höhenmäßigen Erfassung makrostruktureller Veränderungen und zur Massenbilanzierung (Erfolgskontrolle),
- ▶ zur Anfertigung von Lageplänen als Kartengrundlage für die beteiligten Fachdisziplinen bei der Erfolgskontrolle.



Abb. 8: Einmessung von Querprofilen an der Murr (Aufn.: LfU 1995).

Neben grundsätzlichen Überlegungen zu Anforderungen an Vermessungsarbeiten wie der Forderung nach Lagezuordnung aller Aufnahmepunkte im Gauß-Krüger-System, aller Höhen in Metern über Normalnull im „Neuen System“, einheitlicher Darstellung und Datenübergabe etc., ist eine detaillierte Planung und Konzeption der Vermessungsarbeiten Vorbedingung für die zweckmäßige Erfassung räumlicher Gewässerdaten. Diese Planung und Konzeption muß vor Durchführung der

Vermessungsarbeiten erfolgen. Die Landesanstalt für Umweltschutz hat zur Erfassung geometrischer Gewässerdaten einen Leitfaden im Entwurf, der zur Zeit an konkreten Projekten erprobt wird.

Am Pilotprojekt Enz/Pforzheim wird ein geeignetes Verfahren zur Erfassung der geometrischen Grundlagen für ökologische, hydraulische und wasserbauliche Fragestellungen nach einer naturgemäßen Umgestaltung eines Fließgewässers erprobt (UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND FERNERKUNDUNG 1992, 1993). Es handelt sich hierbei um die photogrammetrische Stereo-Luftbildauswertung, ergänzt durch geodätische Messungen (für die im Bild nicht sichtbaren Bereiche, z.B. Verdeckungen, Flächen unterhalb des Wasserspiegels), wodurch 3D-Informationen abgeleitet werden können. Zur Erfassung der Dynamik der verschiedenen Prozesse erfolgen Wiederholungsmessungen in regelmäßigen Zeitabständen. Ergebnisse der Auswertung sind zum einen analoge Kartierungen der wesentlichen Grundrißinformationen - einschließlich des ökologisch und hydraulisch relevanten Bewuchses - und der Topographie (Höhenlinie-, Querprofil-Kartierungen), zum anderen digitale Informationen in Form eines Digitalen Geländemodells (DGM), das anschließend direkt im Rechner weiterverarbeitet werden kann. Das Verfahren besitzt gegenüber der reinen terrestrisch-geodätischen Erfassung Vorteile bezüglich bildhafter, flächendeckender Information, ökologischem Monitoring und Dokumentationscharakter. Die Wirtschaftlichkeit ist im allgemeinen bei längeren Streckenabschnitten ab ca. 2 km bis 3 km gegeben. Die Luftbildtechnik stößt jedoch bei kleineren Gewässern mit dichtem Gehölzsaum auf ihre Grenzen.

An den kleineren Pilotgewässern (G.I.O.), an denen der Gehölzsaum noch lückig ist, wurden zur lagemäßigen Erfassung von Großstrukturen sogenannte „Einfachbefliegungen“ durchgeführt (siehe Kap. 3.7).



Lagegenauigkeit der Geländepunkte (Profile, DGM)	± 0.02 m bis ± 0.05 m
Höhengenaugigkeit der Geländepunkte (Profile, DGM)	± 0.02 m bis ± 0.05 m
Lagegenauigkeit des Bewuchses	± 0.10 m bis ± 0.30 m
Höhenlinienabstand (abh. v. Geländeneigung)	von 1.00 m (Böschung) bis 0.10 m (Ufer, Inseln)
Rasterweite DGM	2 m bis 3 m
Filmmaterial	Echtfarbfilm (ökol. Kartierung)

Abb. 9: Befliegung der Enz im Juli 1994 (Aufn.: LfU 1994).

Tab. 2: Photogrammetrische Vermessung der Enz in Pforzheim - Technische Daten, nach Universität Karlsruhe, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (1993).

### 3.2 Morphologie

Morphologische Vielfalt und Dynamik sind wesentliche Kriterien zur Bewertung der Natürlichkeit eines Gewässers. Naturnahe Umgestaltungen haben zum Ziel, Gewässerstrukturen, die aus gewässertypologischer Sicht entwicklungsfähig sind, durch Baumaßnahmen herzustellen oder zu initiieren. Die eigendynamische Entwicklung eines Gewässers ist wichtiger Bestandteil jeder Umgestaltungskonzeption.

Im Rahmen naturnaher Umgestaltungen wird die Lauform, eine Makrostruktur, i.d.R. durch Baumaßnahmen verändert, da sich naturnahe Lauformen bei entwicklungsträgen Gewässern erst in größeren Zeitabständen von selbst einstellen, sofern Maßnahmen der Gewässerunterhaltung nicht entgegenwirken. Oft bleibt jedoch die Lauform in unnatürlichem Zustand erhalten, wenn sich naturnahe Umgestaltungen auf vorgegebene enge Trassen beschränken müssen und allenfalls pendelnde Mittelwasserbetten in begradierten Hochwasserprofilen realisierbar sind. Naturnahe Mesostrukturen, d.h. Ausformungen im Gewässerbett wie z.B. Inseln, Bänke etc., können sich i.d.R. in absehbarer Zeit von selbst einstellen bzw. durch Initialmaßnahmen im Rahmen naturnaher Umgestaltungen eingeleitet werden. Mikrostrukturen, d.h. Kleinstlebensräume für Pflanzen und Tiere entstehen durch gewässerdynamische Prozesse, wie Erosion und Sedimentation. Der Mensch kann diese natürlichen Vorgänge lediglich fördern, z.B. durch Substratzugabe.

Der Schwerpunkt der Erfolgskontrolle liegt auf der Erfassung der natürlich entstandenen Mesostrukturen. Bei einer durch Baumaßnahmen hergestellten, scheinbaren Strukturvielfalt ist es nicht absehbar, ob diese auch längerfristig Bestand haben wird.

NESS (1989) führte im Rahmen der Voruntersuchungen der Fischfauna, des Makrozoobenthons und der Gewässergüte auch gewässermorphologische Untersuchungen durch.

Differenzierte morphologische Untersuchungen stehen an den umgestalteten Pilotgewässern mit Ausnahme des Krähenbachs noch aus. Zum Teil wurden die Entwicklungen im Bereich der Gewässerstruktur auch bei den vegetationskundlichen Erhebungen erfaßt.

Am Krähenbach wurden die sohlnahen Strömungskräfte und Turbulenzbedingungen mit der FST-Halbkugelmethode nach STATZNER (1981) erfaßt. Dabei wurden im 5m-Abstand, auf einer Strecke von 100 m, Querprofile mit jeweils 4 Meßpunkten angelegt (AG DIETRICH & KLINK 1994b). Nach dem Verfahren nach STATZNER wird die jeweils schwerste Halbkugel ermittelt, welche von der Strömung verdriftet wird.

Das Verfahren eignet sich zur Erfassung von sohlnahen Strömungsmustern, kleinerer, jedoch ausreichend wasserführender Bäche, an denen Flügelmessungen nur mit größerem Aufwand durchführbar sind. Am Krähenbach erfolgte innerhalb 3 repräsentativer Abschnitte eine Ermittlung der Tiefen- und Breitenvarianz sowie eine Kartierung des Substrat- und Tiefenreliefs.



Abb. 10: Geschiebebank an der Murr (Aufn.: LfU 1994).

### 3.3 Makrozoobenthon und Gewässergüte

Im Zuge der Erhebungen der Fischfauna wurden im Vorfeld der Umgestaltungsmaßnahmen an den betroffenen Gewässern II. Ordnung Untersuchungen des Makrozoobenthons und zur Gewässergüte durchgeführt (NESS, 1989).

Die Gewässergüte wurde mittels Saprobienindex der gefundenen Makrozoobenthosorganismen und deren relativen Häufigkeiten nach PANTLE & BUCK (1955) ermittelt. Die Saprobienwerte wurden einer Liste von BRAUKMANN (1987) entnommen. Es erfolgte eine Zuordnung der berechneten Gesamtindices zu einem 7-stufigen System der Güteklassen nach LAWA (1976).

Die Probestellen der chemisch-physikalischen Untersuchungen waren mit denjenigen der biologischen Gewässergütebestimmung identisch. Es wurden nach NESS (1990) ermittelt:

#### **direkt am Gewässer**

- ▶ Luft- und Wassertemperatur
- ▶ pH-Wert
- ▶ Leitfähigkeit
- ▶ Sauerstoffkonzentration
- ▶ Gesamt- und Karbonathärte

#### **im Labor**

- ▶ Chlorid
- ▶ Phosphat
- ▶ Sulfat
- ▶ Nitrat
- ▶ Nitrit
- ▶ Ammonium

Die Bestimmungen wurden unter Berücksichtigung der Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung durchgeführt.

Nach Fertigstellung der Umgestaltungsmaßnahmen konnten bisher Erhebungen der Gewässergüte und des Makrozoobenthons - mit Ausnahme von Enz, Murr und des Krähenbachs - aufgrund des eng bemessenen finanziellen Rahmens nur in begrenztem Umfang durchgeführt werden.

### 3.4 Fische

Fische kennzeichnen durch ihre Artenverteilung, ihren Populationszustand und ihre Siedlungsdichte die Ökologie ihrer Wohngewässer. Sie gelten als Bioindikatoren mit großem Einsatzspektrum im Gewässer und können Informationen liefern über

- ▶ die Gewässerbeschaffenheit (insbesondere Nährstoffgehalt, Chemismus allgemein, Einleitungen, Toxizität, physikalische Parameter),
- ▶ die Gewässerstruktur (Habitatstrukturen, Gewässerverbau),
- ▶ Erreichbarkeit unterschiedlicher Habitats (künstliche Wanderungsbarrieren, Isolierung bzw. Vernetzung von Lebensräumen),
- ▶ Nahrungsangebot (Makrozoobenthon, Produktivität des Gewässers).

Viele Fischarten haben ganz spezielle Lebensraumansprüche. Anhand der Fischfauna erfolgt u.a. die Typisierung in Gewässerregionen.

Im Rahmen der in dieser Schrift dokumentierten Pilotprojekte wurden Elektrobefischungen durchgeführt. Es handelt sich hierbei um die umfassendste und schonenste Methode der Erfassung von Arten, Individuen und Größenklassen.

Von NESS (1989) wurden in Begleitung der Untersuchungen des Makrozoobenthons an den Gewässern II. Ordnung die Fischfauna vor Beginn der Umgestaltungsmaßnahmen untersucht. Aus Angaben über Artenzahlen und Häufigkeiten wurden verschiedene Diversitätsparameter berechnet. Untersucht wurden auch fischrelevante Strukturparameter wie z.B. Gewässertiefe, Größe der Fischunterstände und Sedimentverteilung. Im Hinblick auf die Fragestellung, ob die gefangenen Arten ihren gesamten Lebenszyklus im Untersuchungsabschnitt verbringen, wurden die Länge und das Gewicht der Fische ermittelt.

An den Gewässern II. Ordnung fanden nach Durchführung der Umgestaltungsmaßnahmen bisher noch keine Kontrolluntersuchungen statt.

An der Enz wurden Elektrobefischungen vor und nach der Umgestaltung durchgeführt, so daß die seitherige Bestandsentwicklung bewertet werden konnte (PRO AQUA 1994). Dabei wurde die aktuelle Fischfauna hinsichtlich des Artenspektrums, der Bestandsdichten und der Gefährdung der Fischarten untersucht. Ein Schwerpunkt der Untersuchungen bildete die Auswertung physikalischer und chemischer Daten (z.B. Schwermetallgehalt des Enzsediments).

### 3.5 Bodenkäfer

Käfer sind zur Beschreibung der ökologischen Verhältnisse an den Ufern eines Fließgewässers und seiner Aue besonders geeignet:

- ▶ sie kommen in allen Naturräumen vor und sind an allen Fließgewässern in charakteristischen Artengemeinschaften vertreten,
- ▶ viele Arten sind auf bestimmte Lebensbedingungen spezialisiert (Feuchtigkeit, Licht, Substratbeschaffenheit, usw.) und weisen daher eine starke Biotopbindung auf,
- ▶ sie gehören unterschiedlichen Ernährungstypen an (Räuber, Pflanzenfresser, Detritusfresser, usw.).



Abb. 11: *Paederus fuscipes*: Vorkommen an der Enz (Aufn.: Wolf-Schweminger 1994).

Zur Erfassung und Analyse von Bodenkäfergesellschaften wurden von BUCK & KONZELMANN (1985, 1991) sowie von ALF (1990) Verfahren entwickelt, die im Rahmen der Pilotprojekte angewendet wurden:

▶ **Standardisierte Methode zur Entnahme und Auslese von Bodenproben:**

Hierbei werden die in definierten Bodenproben enthaltenen Käfer quantitativ erfaßt.

▶ **Standardisierte Methode zum Ausschwemmen von Käfern aus Bodensubstrat:**

Diese semiquantitative Methode erlaubt die Untersuchung des aquatisch-terrestrischen Grenzbereichs von Gewässern.

▶ **Ermittlung der „faunistischen Qualität“:**

Die „faunistische Qualität“ dient als Maß für den Anteil seltener Arten. Unter den seltenen Arten befinden sich auch viele (aufgrund ihrer Bindung an spezielle, oft im Rückgang befindliche Biotope) im Bestand gefährdete Arten.

▶ **Berechnung der Artendiversität von Bodenkäfergesellschaften:**

Bei quantitativ und flächenbezogen erfaßten Bodenkäfern sind Diversitätsberechnungen möglich. Die „Flächenbezogene Artendiversität“ gibt darüber Auskunft, welche Fläche für die Existenz von 100 nebeneinander vorkommenden Käferarten benötigt wird. Die „Individuenbezogene Artendiversität“ gibt an, wieviele Käferarten sich unter 1000 Individuen befinden. Eine hohe Artendiversität reflektiert eine hohe Nischen- oder Habitatvielfalt innerhalb eines bestimmten Biototyps, somit kann die Diversität als Merkmal zur Biotopbewertung herangezogen werden. Es dürfen jedoch nur gleichartige Biototypen miteinander verglichen werden.

▶ **Ermittlung der zooökologisch relevanten Bodenfeuchte:**

Dieser von ALF (1990) erarbeitete Index zeigt den Feuchtegrad des Bodens an, der für das Vorkommen von Käferarten mit bestimmten Ansprüchen bezüglich des Milieufaktors Feuchte notwendig ist. Der Vergleich verschiedener Untersuchungsflächen wird durch Anwendung des Feuchteindex erleichtert. Ein Abweichen von Erwartungswerten (diese sind z.B. bei Wasserwechselzo-

Erwartungswerten (diese sind z.B. bei Wasserwechselzonen sehr hoch) kann auf Störungen oder ungünstige ökologische Verhältnisse hinweisen.

► Ähnlichkeitsberechnungen:

Mit Hilfe von Ähnlichkeitsparametern (z.B. nach SOERENSEN und nach RENKONEN) läßt sich der ökologische Verwandtschaftsgrad verschiedener Untersuchungsflächen belegen (Ortsvergleich). Zur Darstellung der Biotopentwicklung werden Ähnlichkeitsvergleiche der zu unterschiedlichen Zeiten in denselben Flächen festgelegten Käfergesellschaften vorgenommen (Zeitvergleiche).

### 3.6 Vegetation

Vegetationskundliche Untersuchungen sind im Rahmen von Erfolgskontrollen vielseitig verwendbar und besitzen große Aussagekraft:

- die Aufnahmemethodik ist standardisiert,
- Pflanzen (-gesellschaften) besitzen aufgrund ihrer Ortsgebundenheit und z.T. spezieller Standortansprüche hohen Indikationswert,
- ein Vergleich der Realen Vegetation mit der Potentiellen natürlichen Vegetation erlaubt Rückschlüsse auf anthropogene Einflüsse,
- ein naturnaher Vegetationsbestand spiegelt die Gewässerdynamik wider (z.B. Pionierpflanzen, Vegetationszonierung),
- Vegetationskundliche Untersuchungen sind Teil einer ökologischen Bewertung von Gewässerstrukturen im Hinblick auf naturschützerische Bemühungen (Rote Liste Arten, Seltene Pflanzenarten /-gesellschaften),
- Vegetationsaufnahmen liefern Hinweise auf das Vorkommen bestimmter Tierartengruppen.

Die durchgeführten vegetationskundlichen Untersuchungen orientieren sich methodisch an den Empfehlungen „Ökologische Untersuchungen zur Erfolgskontrolle“ (Unveröffentlichter Entwurf / Bearbeitung: R. BOSTELMANN).

► Aufnahme von Vegetationstransekten:

Die Transekte wurden so ausgewählt, daß sie einen möglichst repräsentativen Überblick über die Vegetation der umgestalteten Strecken geben. Sie umfassen sowohl den engeren Gewässerbereich, als auch Gewässerrandstreifen oder neugeschaffene Auenbereiche.

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten nach dem standardisierten Verfahren nach BRAUN-BLANQUET (1964). Zusätzlich wurde für jede Teilfläche der Bedeckungsgrad der Vegetation getrennt nach Vegetationsschichten ermittelt. Die Artmächtigkeit (Abundanz bzw. Dominanz) wurde anhand des nachfolgenden Schlüssels geschätzt:

r	meist nur ein Exemplar, sehr selten,
+	äußerst spärlich, mit sehr geringem Deckungswert, < 1 % der Bestandsfläche deckend,
1	reichlich, aber mit geringem Deckungswert, < 5 % der Bestandsfläche deckend,
2a	sehr zahlreich oder zwischen 5 bis 15 % der Bestandsfläche deckend,
2b	sehr zahlreich oder zwischen 15 bis 25 % der Bestandsfläche deckend,
3	von 25 bis 50 % der Bestandsfläche deckend, Individuenzahl beliebig,
4	von 50 bis 75 % der Bestandsfläche deckend, Individuenzahl beliebig,
5	von 75 bis 100 % der Bestandsfläche deckend, Individuenzahl beliebig.

► Auswertung und Darstellung der Transekte:

Die aufgenommenen Vegetationstransekte wurden jeweils in einem Prinzipschnitt dargestellt. Sie geben Auskunft über Lage und Abfolge der verschiedenen Vegetationseinheiten, Nutzung angrenzender Bereiche, ggf. durchgeführte Pflegemaßnahmen und gewässermorphologische Merkmale. Die Vegetationsaufnahmen wurden für jedes Transekt in einer Vegetationstabelle zusammengestellt.



Abb. 12: Vegetationsaufnahmen an der Enz - Schätzrahmen (Aufn.: Hohmann 1994).

► **Auswertung der Daten mit Hilfe von Zeigerwerten nach ELLENBERG:**

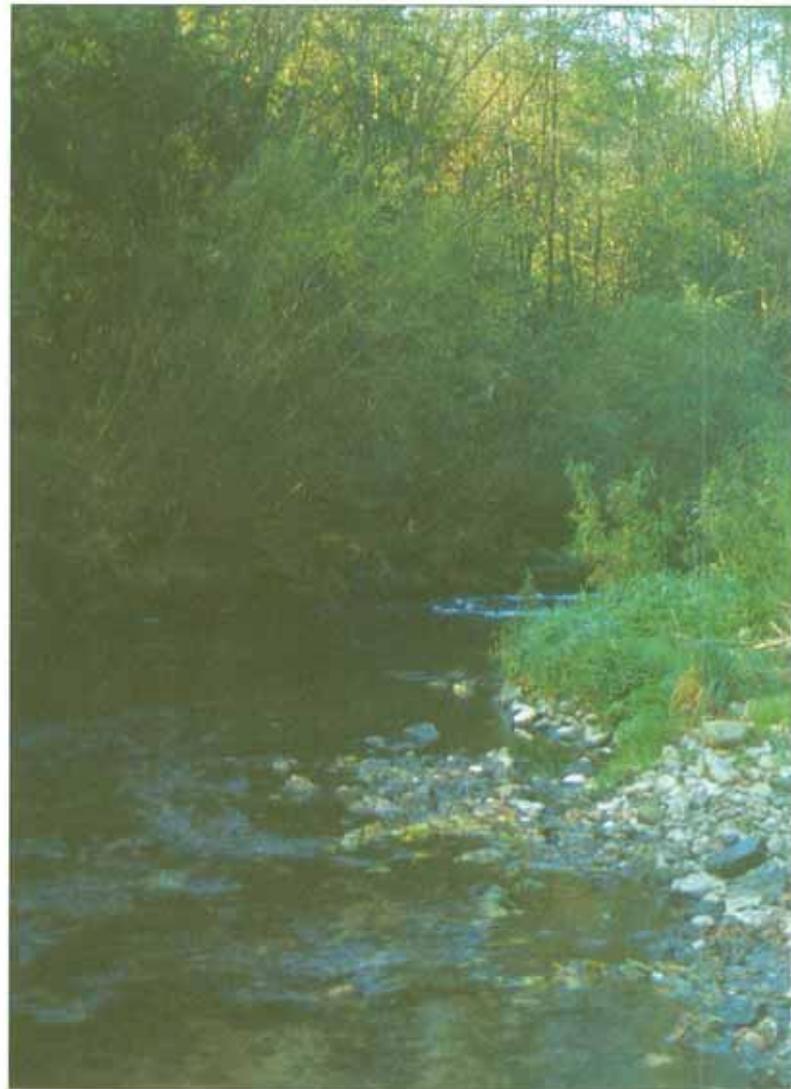
Die „Zeigerwerte der Gefäßpflanzen“ nach ELLENBERG (1992) ermöglichen eine ökologische Charakterisierung bestimmter Standortmerkmale der untersuchten Pflanzenbestände, ohne aufwendige Messungen vornehmen zu müssen.

ELLENBERG (1992) ordnet das ökologische Verhalten der Pflanzen in mehrere Kategorien ein, denen er eine Werteskala zugrunde legt. Dies sind drei klimatische und fünf edaphische Faktoren, von denen im vorliegenden Fall 3 Faktoren von besonderem Interesse sind (Lichtzahl, Feuchtezahl, Stickstoffzahl).

Bei einer Beurteilung der ausgewerteten Ergebnisse ist es wichtig zu beachten, daß die angegebenen Werte keine absoluten Größen sind. Hier wird vielmehr das (relative) ökologische Verhalten der Pflanzen im Freiland beschrieben. Eine Berechnung des Mittelwertes bzw. Medians (Zentralwert) ist aus mathematischer Sicht problematisch (siehe BÖCKER et al. 1983, MÖLLER 1993). Infolgedessen wurde das gesamte Artenspektrum mit den jeweiligen Zeigerwerten in Form von Balkendiagrammen dargestellt.

► **Feinanalytisches Verfahren nach FISCHER:**

An der umgestalteten Enz in Pforzheim wurde im Bereich der Dauerbeobachtungsflächen ein einfach zu handhabendes feinanalytisches Aufnahmeverfahren nach FISCHER (1985) erprobt. Es soll Schätzfehler möglichst gering halten. Dabei wird über das Aufnahmequadrat (Kantenlänge 1 m) ein Schätzrahmen gelegt, der in 16 Kleinquadrate von 25 cm Kantenlänge unterteilt ist. Die Artmächtigkeitsschätzung wird mit Hilfe einer fünfstufigen Skala vorgenommen, die - ähnlich der BRAUN-BLANQUET-Skala - bei den unteren Stufen neben der Deckung auch die Individuenzahl einer Art berücksichtigt.



### 3.7 Photodokumentation

Anhand von Photodokumentationen läßt sich die strukturelle Gewässerentwicklung auch noch nach Jahren nachvollziehen.

Die Auswahl der Photostandorte sollte sich nach der Repräsentanz des Motivs im Hinblick auf das gesamte Umgestaltungsprojekt richten. Dementsprechend wurden jene Gestaltungsformen und Bauweisen beispielhaft fotografisch festgehalten, die sich im Laufe der Umgestaltungsstrecke öfters wiederholen bzw. den Charakter einer Umgestaltungsplanung wiedergeben. Die Photostandorte sollten außerdem längerfristig gut einsehbar sein. Die Landesanstalt für Umweltschutz dokumentiert die Entwicklung der Pilotgewässer in belaubtem und unbelaubtem Zustand in halbjährlichem Abstand. Die an den



Abb. 13: Pioniervegetation auf Geschiebebank an der Murr (Aufn.: LfU 1994).

ökologischen Untersuchungen zur Erfolgskontrolle beteiligten Fachdisziplinen haben zusätzlich fachspezifische Photodokumentationen angefertigt.

Zur Dokumentation der makrostrukturellen Entwicklung eignen sich Luftbildaufnahmen. Neben den beim Landesvermessungsamt erhältlichen Orthophotos (M. 1:10000) liegen Luftbilder von Einfachbefliegungen vor, die bei der Universität Karlsruhe, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, in Auftrag gegeben wurden. In diesen Aufnahmen sind sowohl die durch Umgestaltungsmaßnahmen neu geschaffenen Strukturen als auch der alte Gewässerverlauf vor der Begradigung z.T. gut sichtbar (Änderung von Farbkontrasten und Texturen durch Feuchtevegetation im Bereich des ehemaligen Gewässerbettes). Es ist zweckmäßig, diese ko-

stengünstigen Luftbildaufnahmen schon zu Beginn der Planungsphase bei der Leitbilddefinition einzusetzen.

### 3.8 Sonstige Erhebungen

In der von der LfU koordinierten Erfolgskontrolle wurden mit Ausnahme von Kartierungen der Vegetationsstrukturen an Enz und Murr sowie ornithologischen Untersuchungen am Krähenbach bisher keine zusätzlichen Fachgutachten in Auftrag gegeben. Vom Umfang her handelt es sich bei den pilothaften ökologischen Erhebungen um ein sehr gestrafftes Untersuchungsprogramm.



Abb. 14: Kehrgraben (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 16: Kleines Sulzbächle (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 18: Krähenbach (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 15: Murr (Aufn.: LfU 1995).

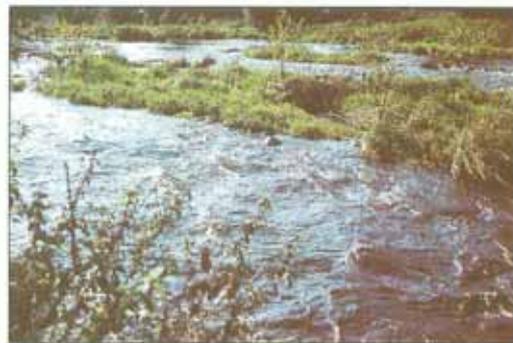


Abb. 17: Enz (Aufn.: LfU 1995).



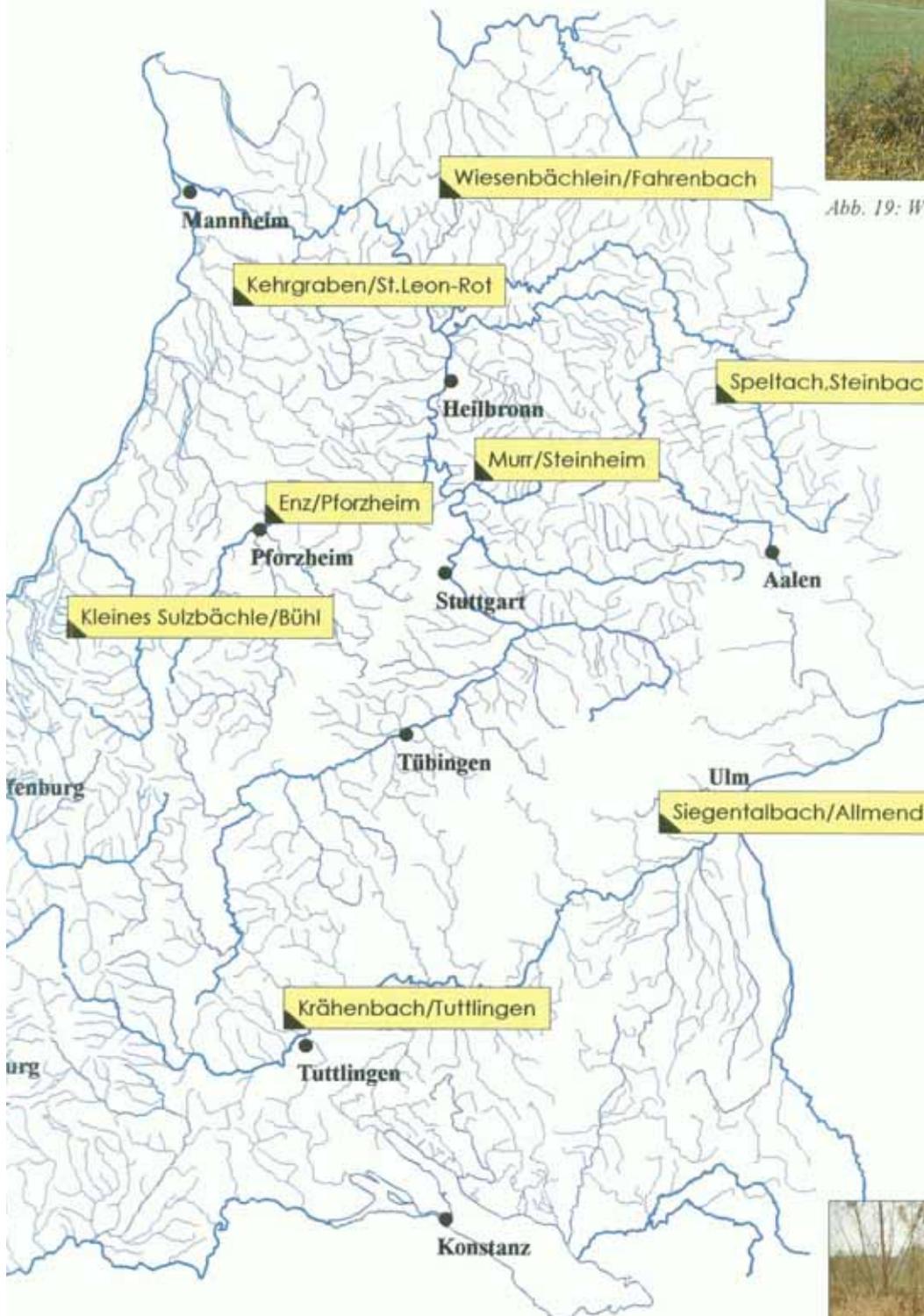


Abb. 19: Wiesenbächle (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 20: Speltach (Aufn.: Konzelmann 1992).



Abb. 21: Siegentalbach (Aufn.: LfU 1995).

Übersichtskarte Pilotprojekte „Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer - Erfolgskontrolle“.

## 4 Dokumentation der Entwicklung

### Gewässerbeschreibung

TK 25 Nr.: 0825/26, 0925/28

**Gewässer: Speltach**

**Hauptgewässer/Flußgebiet:** Jagst/Neckar/Rhein

**Regierungsbezirk:** Stuttgart

**Landkreis:** Schwäbisch Hall

**Gemeinde:** Frankenhardt

**zust. Gewässerdirektion:** Neckar, Bereich Besigheim

**Träger der Unterhaltung:** Gemeinde Frankenhardt

**Umgestaltungsstrecke:** Zusammenfluß Lanzenbach/Buchbach bis Oberspeltach

**Länge:** 4,6 km      **Höhe ü.NN.:** 420 - 410 m

**Einzugsgebiet:** 13 - 35 km<sup>2</sup>

**Gewässertyp:** Karbonat-Bergbach

**Naturraum:** Schwäbische-Fränkische Waldberge

**Geologie:**

- Einzugsgebiet: Mittlerer Keuper (Gipskeuper, Schilfsandstein, Bunte Mergel)

- Gewässerstrecke: Auensedimente des Mittleren Keupers

**Bodenprofil:** Pseudogley-Pelosol; schwere, staunasse, luftarme Tonböden mit starkem Wechsel von Vernässung und Austrocknung

**Potentielle natürliche Vegetation:**

- Überflutungsbereich: Hainmieren-Schwarzerlen-Auwald

- Umgebung: Labkraut-Tannenwald mit Eiche

**Gewässergüte:** II (mäßig belastet)

**Abflußwerte:**

MNQ = 0,071 m<sup>3</sup>/s, MQ = 0,32 m<sup>3</sup>/s, Q<sub>max</sub> = 4,5 - 13 m<sup>3</sup>/s,

MHQ = 11,9 m<sup>3</sup>/s, HQ<sub>10</sub> = 21,1 m<sup>3</sup>/s, HQ<sub>50</sub> = 30,0 m<sup>3</sup>/s,

Pegelreihe 1953 - 85, Fließgeschwindigkeit bei

Q<sub>max</sub> = 1,0 - 1,3 m/s, Pegelinzugsgebiet: 33,7 km<sup>2</sup>

**Nutzung des Talraumes:** Landwirtschaft mit ca. 70 % Grünlandanteil; Ortschaften Oberspeltach und Unterspeltach zu Beginn und Ende der Umgestaltungsstrecke

**Letzter Ausbau:** 1929 - 1931

**Ökologische Defizite:**

- aquatischer Bereich: besiedlungsfeindliches Sohlensubstrat, einheitliche Sohlen- und Fließstruktur; Rückstaubereiche

- amphibischer Bereich: überwiegend steile Ufer, daher nur unzureichend ausgebildet

- terrestrischer Bereich: kaum Ufergehölze

**Naturnahe Umgestaltung:** BA I 1989

BA II 1991





Abb. 23: Speltach, Altausbau: gerade Linienführung (Aufn.: LfU 1992).



Abb. 24: Speltach, Altausbau: Problem Tiefenerosion (Aufn.: LfU 1992).

### Strukturmerkmale vor der Umgestaltung

**Linienführung:** überwiegend gerade

**Längsprofil/Tiefenvarianz:** bis auf einige Abstürze und Kolke gleichförmiges Längsprofil, Gefälle 2,4 - 3,0 ‰, geringe Tiefenvarianz

**Querprofil/Breitenvarianz:** kastenförmig, z.T. tief eingeschnitten, gleichförmig, z.T. Seitenerosion

**Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:** Nitrophile Hochstaudenfluren, Schilf, Rohrglanzgras; abrupter Übergang durch Steilufer

**Sohlbeschaffenheit/Substrat:** vorwiegend toniger Lehm

**Fließverhalten:** träge bis gemächlich fließend, Strömung gleichförmig

**Ufererosion:** z.T. größere Uferabbrüche

**Sohleintiefung:** stark eingetieft (bis 2 m)

**Gehölzstruktur:** fehlend, nur punktuelle Reste von Gehölzen

**Vegetationszonierung:** Differenzierte Zonierung nicht ausgeprägt

**Kleinstrukturen im Gewässer:** Rohrglanzgras, Schilf, einige Kolke



**Strukturmerkmale nach der Umgestaltung**

<b>Gewässer(abschnitt) Speltach, Bauabschnitt 2, Bereich Oberspeltach</b>
<b>Linienführung:</b> Mittelwasserbett geschwungen bis schwach gekrümmt; Hochwasserbett gestreckt bis gerade
<b>Längsprofil/Tiefenvarianz:</b> Gefälle bis auf wenige Schwellen gleichmäßig; Tiefenvarianz gering
<b>Quersprofil/Breitenvarianz:</b> Durch Aufweitungen ungleichmäßiges Doppeltrapezprofil, Mittelwasserbett mit Wechselprofil
<b>Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:</b> Röhrichtufer (insbesondere Rohrglanzgras und sich ausbreitendes Schilf), Gehölzgalerie in Entwicklung, intensiv genutzte Glatthaferwiesen, Verzahnung im Bereich des MW-Bettes gut, im Bereich der HW-Uferböschung mäßig
<b>Sohlbeschaffenheit/Substrat:</b> tonig bis lehmig, teilweise verschlammte, eingebrachter Schotter, Detritus aus Röhricht
<b>Fließverhalten:</b> bei MQ träge bis gemächlich fließend, Strömungsdiversität gering
<b>Ufererosion:</b> z.T. Krümmungserosion, Beweglichkeit durch Tieflage eingeschränkt
<b>Sohleintiefung:</b> fortschreitende Tiefenerosion scheint gebremst, vorwiegend Sedimentation
<b>Gehölzstruktur:</b> Artenspektrum naturgemäß, Bepflanzung locker und abwechslungsreich, Pflanzenwuchs kräftig, demnächst schattenspendend
<b>Vegetationszonierung:</b> ausgeprägte Röhrichtzone, punktuelle Sumpfböden, z.T. vorherrschende Ruderal- bzw. Segetalflora
<b>Strukturen im Gewässer:</b> durch pflanzliche Strukturvielfalt (Röhricht, Flutrasen) bestimmt, weniger durch Substrat
<b>Bemerkungen:</b> Strukturell ist der 2. Bauabschnitt wesentlich besser ausgebildet als der 1. Bauabschnitt (dort kaum Flachwasserzonen, schlechtere Verzahnung, gestreckte Linienführung, Gehölze auf Böschungsoberkante)

Abb. 25: Speltach, Bauabschnitt 2: Pendelndes Mittelwasserbett mit Aufweitungen, Sohlanhebung (Aufn.: LfU 1992).



Abb. 26: Speltach, Bauabschnitt 2: Einmündung eines Seitengrabens - sich entwickelnder Gehölzsaum mit Schilfröhricht (Aufn.: LfU 1992).

#### 4.1.1 Umgestaltungsziel

Die Speltach wies vor der Umgestaltung ein besiedlungsfeindliches, geschiebearmes Sohlsubstrat aus festem Lehm und ausgedehnten Schluffablagerungen auf. Der gerade Lauf und mehrere Rückstaubereiche führten zu einheitlichen Strukturen. Im amphibischen Bereich überwogen steile Ufer, eine Wasserwechselzone war nur ungenügend ausgebildet. Ufergehölze waren kaum vorhanden. Als Folge des letzten Ausbaus (1928-1931) waren starke Tiefenerosion, unterspülte Abstürze, Uferanbrüche und tiefe Kolke unterhalb von Abstürzen zu verzeichnen (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1992). Der gewässermorphologische Zustand wurde zum großen Teil als „naturfern, sehr stark beeinträchtigt“ beurteilt.

Der einst vorhandene mäandrierende Verlauf der Speltach konnte nicht wieder geschaffen werden. Eine Führung in der ursprünglichen Trasse war aufgrund der geringen zur Verfügung stehenden Fläche nicht möglich. Statt dessen sollte durch wechselseitige Böschungsabflachung und Aufweitungen der Eindruck einer geschwungenen Linienführung entstehen.

Künftig sollen durch die Begradigung entstandene größere Tiefen- und Seitenerosionen durch Aufweitungen des Mittelwasserbetts verhindert werden. Eine Stabilisierung des Gewässerbetts soll v.a. durch Gehölzpflanzungen erfolgen. Längerfristig wird mit einer Durchwurzelung der Sohle gerechnet. Streckenweise wurden auch Steinschüttungen und Geschiebezugaben zur Sohlsicherung eingebracht. Natürliche Laufverlagerungen durch Hinterspülung von Gehölzen, Störsteine und kleine Inseln sollen die Tendenz zur Tiefenerosion unterbinden. Bestehende Gumpen wurden als Fischlebensraum erhalten und mittels Steinwurf fixiert. Steilwände wurden vereinzelt als Brutmöglichkeit für den Eisvogel erhalten. Ebenso erfolgte im Bereich von Schilfbeständen keine Veränderung durch Baumaßnahmen. Durch den Erwerb angrenzender Flächen wurde eine Ausdehnung der Schilfröhrichte angestrebt (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1992).

#### 4.1.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse

##### Makrozoobenthon und Gewässergüte

Im Dezember 1987 wurden qualitative und quantitative Untersuchungen der Gewässerorganismen vorgenommen (PRO AQUA 1988, 1989). Die qualitativen Untersuchungen erfolgten nach der Abundanzmethode der LfU. Es wurden alle vorhandenen Substrate und Strömungsbereiche berücksichtigt. In Ergänzung zum gewöhnlichen Absammeln wurden „Kicksampling-Proben“ genommen. Die Abundanz der Makroinvertebraten wurde in Häufigkeitsstufen (ggf. mit Rängen) angegeben. Die Ermittlung des Saprobienindex erfolgte durch Kopplungsanalyse nach BUCK. Darüber hinaus wurde eine Einstufung hinsichtlich der Toxizität und der Sauerstoffversorgung vorgenommen. Die statistische Auswertung der biologischen Befunde wurde mittels Ähnlichkeitsquotient nach SOERENSEN und des Rangkorrelationskoeffizient nach SPEARMAN durchgeführt.

Bei den quantitativen Erhebungen wurden in drei Bachabschnitten jeweils 15 Einzelproben genommen. Es wurden in jedem der drei Bachabschnitte die in schnell fließenden (lotischen) sowie in langsam fließenden (lenitischen) Bereichen vorherrschenden Substrattypen beprobt. Auch im lenitischen Uferbereich erfolgten Probenahmen.

Die Untersuchungen in der ausgebauten Speltach ergaben eine nur mäßige Gewässerbelastung (Gütestufe II), so daß die Voraussetzungen für eine naturnahe Umgestaltung als gut beurteilt wurden. Als Beeinträchtigungen wurden die geringe Differenzierung der morphologischen Strukturen (Fehlen von Gleit- und Prallhängen, relativ ungünstige Siedlungsverhältnisse, ausgedehnte Schluffablagerungen, Fehlen von Ufergehölzen) sowie die durch Sohlschwellen hervorgehobenen Rückstauereffekte genannt. Auf das Vorkommen der Roten-Liste-Art Gemeine Flußmuschel (*Unio crassus*) wurde besonders hingewiesen.

Die erste Wiederholungsuntersuchung nach den erfolgten Umgestaltungsmaßnahmen wurde im Juli 1992 durchgeführt (WBA SCHWÄBISCH HALL). Es wurden ins-

gesamt 4 Untersuchungsabschnitte ausgewählt, die bezüglich der Morphologie und den Ergebnissen von 1987 vergleichbar und der Methode entsprechend für das Gewässer repräsentativ sein sollten. Neben einer ausführlichen Artenliste des Makrozoobenthons wurden die Saprobienindices entsprechend DIN 38410 sowie nach der Kopplungsanalyse berechnet.

In der Speltach hat sich den Ausführungen des WBA SCHWÄBISCH HALL zufolge nach den Umgestaltungsmaßnahmen größtenteils wieder Güteklasse II eingestellt. Eine Ausnahme bildet der Untersuchungsabschnitt 2. Hier wird mittels der Kopplungsanalyse aufgrund der Einleitung der Kläranlage nur Güteklasse II-III angezeigt.

Die Speltach hat in Bezug auf die Gewässergüte ihr derzeit mögliches Potential weitgehend erreicht. Neben dem natürlichen Stoffeintrag prägen die Nutzungsformen im Talraum (Siedlungsstrukturen, landwirtschaftliche Nutzung) die Nährstoffbilanz im Gewässer entscheidend.

Durch die Umgestaltungsmaßnahmen wurde empfindlich in die Struktur der Gewässerzönose eingegriffen, so daß sich die Lebensgemeinschaften zunächst neu etablieren müssen, wie die recht geringe Artenzahl an

allen Standorten verdeutlicht. Während dieser Phase beeinflussen Störungen jeglicher Art diesen dynamischen Prozeß sehr stark, so daß das Arteninventar einem starken Wechsel unterworfen ist. Dies wird sehr gut am Untersuchungsabschnitt 2 verdeutlicht. Der Ablauf von Kläranlagen spiegelt auch bei noch so guten Anlagen immer die in engen Bereichen variierenden Betriebsbedingungen wieder. Dies erfordert von den aquatischen Organismen in der Ablauffahne ein bestimmtes Toleranzvermögen.

Die Arten- und Individuendichte ist an allen untersuchten Stellen noch nicht allzu hoch. Eine Wiederbesiedlung erfolgt meist über Seitenbäche, die dafür den entsprechenden Artenpool zur Verfügung stellen. Für die Speltach ist dabei der Stettbach ein sehr wichtiger Zufluß. Die biologischen Befunde im Untersuchungsabschnitt 4 sind entsprechend günstig. Der Besiedlungsprozeß ist jedoch bei weitem noch nicht abgeschlossen. Durch die im 1. Bauabschnitt auftretenden Sedimentablagerungen verschlechtern sich im Interstitial die Habitatstrukturen (WBA SCHWÄBISCH HALL 1993).



Abb. 27: Intensive Landwirtschaft beeinträchtigt Gewässergüte der Speltach. Ausbringung von Stallmist bis an das Ufer (Aufn.: LfU 1993).

### Fische

Untersuchungen zur Fischfauna wurden vor der Umgestaltung, im Oktober 1987, September 1988 und im Februar 1989 durchgeführt. Insgesamt fanden an neun Gewässerstrecken Elektrobefischungen statt (NESS 1989).

Bei den Befischungen der ausgebauten Speltach im Bereich der Umgestaltungsstrecke wurden Differenzen von 40 und 45% zwischen der aktuellen und der potentiell natürlichen Fischfauna festgestellt (siehe NESS 1989). Das Gewässer wurde somit der Natürlichkeitsklasse 2 („deutlich beeinträchtigt“) zugeordnet. Aus den Ansprüchen der potentiell natürlichen Fischfauna wurden Planungshinweise für die Umgestaltung der Speltach abgeleitet. Nach der Umgestaltung erfolgte bisher noch keine Bestandserhebung.

### Bodenkäfer

Die Ufer der Speltach wurden in den Jahren 1988 und 1992 von KONZELMANN und WOLF-SCHWENNINGER nach Bodenkäfern untersucht. Zur Voruntersuchung wurden 1988 die Wasserwechselzone mittels sechs Schwemmanalysen und die Uferböschungen an ausgewählten Querschnitten mittels Bodenproben in neun Probearealen untersucht. Die Wiederholungsuntersuchungen zur Erfolgskontrolle wurden 1992 in Arealen durchgeführt, die zu verschiedenen Zeitpunkten umgestaltet worden waren. Es wurden Bachabschnitte ausgewählt, deren Umgestaltung  $\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{2}$  und  $2\frac{1}{2}$  Jahre zurücklag. Sowohl bei den Vor- als auch bei den Nachuntersuchungen wurde der Frühjahrs- bzw. Frühsommeraspekt erfaßt.



Abb. 28: Speltach, Bauabschnitt 2: Auf den Rohbodenflächen kommen überwiegend wärmeliebende, trockenpräferente Bodenkäferarten vor (Aufn.: LfU 1992).

Im jüngsten Bauabschnitt ist an den Uferböschungen noch kaum bewachsener Rohboden vorhanden. Die Bodenfeuchte ist relativ gering. So kommen typische wärmeliebende und trockenpräferente Bodenkäferarten vor. Wertgebende Arten der Pionierstandorte sind jedoch nicht vertreten.

Im Bereich des mittleren Bauabschnittes sind nur die steileren, rechtsseitigen Uferböschungen nahezu vegetationsfrei. Das flachere, linksseitige Ufer ist mit dichten Beständen von Röhricht und Hochstauden bewachsen. Während vor der naturnahen Umgestaltung hier Brenneselräume und Wirtschaftsgrünland vorherrschten, ist durch die Abflachung der Ufer und den abwechslungsreicheren Pflanzenbewuchs eine Vielzahl von Mikrohabitaten für die Bodenkäfer entstanden. Dies spiegelt sich im Anstieg der Artendiversität und des Anteils wertgebender Arten wider.

Ein zweites untersuchtes Areal im mittleren Bauabschnitt ist für den Käferartenschutz von hoher Bedeutung. Es handelt sich hierbei um eine durch Auflandung am Gleitufer neu entstandene Berme mit einem dichten, vielfältigem Pflanzenbestand. Hier wurde die höchste Zahl wertgebender Arten gefunden.

Der älteste Umgestaltungsabschnitt war bei der Beprobung  $2\frac{1}{2}$  Jahre alt. Früher reichte das Wirtschaftsgrünland zum Teil bis an das steile, teils abgebrochene Speltachufer heran. 1992 sind im aufgeweiteten Querschnitt bereits spektakuläre Entwicklungen zu verzeichnen: 1988 wurden keine wertgebenden Arten gefunden, 1992 werden zwölf wertgebende Arten nachgewiesen, so daß bei der Bewertung ein Anstieg von „ohne Bedeutung“ auf „hohe Bedeutung“ für den Käferartenschutz erfolgt ist.

Bezüglich der Bodenkäferfauna hat sich durch die naturnahe Umgestaltung eine Verbesserung der ökologischen Situation ergeben, da sich mit der Entstehung neuer Strukturen Biotope von erheblicher Bedeutung für die Bodenkäferfauna entwickeln konnten.

### Vegetation

Im Rahmen der Umgestaltungsplanung erfolgte eine Bestandsaufnahme der Biotopstrukturen in der Talsohle und der Vegetation innerhalb von 5 Transekten im Uferbereich (KONOLD et al. 1987).

Die Untersuchung der Aue und der gewässerbegleitenden Vegetation der ausgebauten Speltach (KONOLD et al. 1987) ergab für den Uferbereich einen unmittelbar am Gewässerrand befindlichen starkwüchsigen Saum aus Hochstauden, insbesondere Brennessel bzw. Röhricht. Daran schloß sich ein schmaler, relativ trockener, arten- und blütenreicher Wiesensaum an, der durch die geringere Bewirtschaftungsintensität und den veränderten Bodenwasserhaushalt entstanden war. Der Übergang von diesem extensiv genutzten Streifen zum bachbegleitenden nitrophilen Saum war abrupt. In dem mageren Saum jedoch hatten einige Pflanzenarten ihren einzigen Wuchs-ort in der ausgeräumten Tallandschaft. Folglich sollte dieser auch nach der Umgestaltung zumindest abschnittsweise erhalten bleiben. Weiterhin wurde die Erhaltung der wenigen vorhandenen Gehölze sowie der stellenweise dichten Schilfgürtel empfohlen.

Jeweils im Juli 1992 und 1993 fanden vegetationskundliche Erhebungen an der umgestalteten Speltach statt (WBA SCHWÄBISCH HALL & LFU 1994). Es wurden insgesamt 12 Transekte an eingemessenen repräsentativen Querschnitten festgelegt und 26 Vegetationsaufnahmen angefertigt. Diese erfolgten nach BRAUN-BLANQUET (1964), die Auswertung der vegetationskundlichen Daten u.a. anhand der Zeigerwerte nach ELLENBERG (1992).



Abb. 29: Speltach, Bauabschnitt 2: Straußgras-Flutrasen (Aufn.: LfU 1995).

Die Artenzahlen waren zwischen 1992 und 1993 in der Mehrzahl der Aufnahmen steigend, in einzelnen Aufnahmen durch die sich stark ausbreitenden, von Natur aus artenarmen Schilf- und Rohrglanzgras-Bestände allerdings schon rückläufig. Der Rückgang der Artenzahlen, nach anfänglicher Steigerung, liegt insbesondere im zunehmenden Konkurrenzdruck begründet.



Abb. 30: Speltach, Bauabschnitt 1: Trockener, artenreicher Wiesensaum im oberen Böschungsbereich (Aufn.: LfU 1992).

Die Vegetationsbedeckung im zuletzt umgestalteten Bauabschnitt 2 nimmt nur langsam zu. Es waren 1993 immer noch erstaunlich viele Rohbodenflächen vorzufinden. Die Uferböschungen mit feinsandigen Auelehmen wurden z.T. durch Hochwasser bzw. vom Regen flächig erodiert, sofern sie noch nicht mit Vegetation bedeckt waren. Außerdem sind an Prallufern kleinere Uferabbrüche zu verzeichnen. Die Rohbodenflächen wurden zunächst von ausläufertreibenden Kriechpionieren, z.B. Kriechendem Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), eingenommen.

Obwohl der Vegetationsbestand des 2. Bauabschnitts insgesamt noch stark durchmischt ist, findet bereits eine Differenzierung aufgrund der standörtlichen Gegebenheiten statt. Im Mittelwasserbereich hat sich das Rohrglanzgras-Röhricht etabliert. Es sorgt zu Beginn der Entwicklungsphase für vielfältige Fließstrukturen. Auf längeren Abschnitten wird das Rohrglanzgras von Schilfbeständen abgelöst. Das ausläufertreibende Schilf durchdringt das gesamte Profil und besiedelt auch trockenere Bereiche. Vermutlich werden die artenarmen Schilfbestände weite Teile des 2. Bauabschnittes einnehmen, bis der angepflanzte Gehölzsaum für Beschattung sorgt. Den Rohrglanzgras-Flächen vorgelagert sind vereinzelt Flutrasen aus Kriechstraußgras (*Agrostis stolonifera* ssp. *prorepens*) bzw. Bestände aus Bachbunze (*Veronica beccabunga*). Im Anschluß an das Rohrglanzgrasröhricht hat sich der bei der Kartierung 1992 vorgefundene feuchte Hochstaudensaum in seinem Bestand stabilisiert, in Aufweitungsbereichen sogar ausgedehnt. Aspektbildend waren Mädesüß (*Filipendula ulmaria*) und Blutweiderich (*Lythrum salicaria*). In Aufweitungen haben sich vereinzelt in strömungsberuhigten Bereichen Schwimmblattpflanzen wie Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) und Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus*) sowie

kleinere Sumpfbereiche mit Sumpfschwertlilie (*Iris pseudacorus*), Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*) und diversen Binsenarten ausgebildet. Die 1992 am 2. Bauabschnitt noch massenhaft auftretenden Ackerwildkräuter (z.B. Knöterich-Gänsefuß-Fluren) wurden zurückgedrängt und z.T. vom Gewässer ausgehend durch Rohrglanzgras bzw. Hochstauden sowie durch Arten der umliegenden Glatthaferwiesen ersetzt. Zwischen den bis zu 2m hohen Gehölzgruppen wurde bei den Kartierungen 1992 und 1993 ein krautreicher, ruderalisierter Wiesensaum festgestellt, der im oberen Böschungsbereich deutlich magerer und trockener wird. Der ehemals harte Übergang von intensiver Grünlandnutzung zum Gewässer hat sich durch die Versaumung der Wiesen im Bereich der Uferböschungen somit bereits verbessert.

Abgesehen von den Schilfbeständen ist der Bauabschnitt 2 insgesamt artenreicher als Bauabschnitt 1. In letzterem treten das Rohrglanzgrasröhricht bzw. die Brennesselflur stärker hervor.



Abb. 31: Speltach, Bauabschnitt 2: Gewässerrandstreifen mit sich entwickelndem Gehölz- und Krautsaum (Aufn.: LfU 1995).

Laufende Nummer	1	2	3
Veg. - Aufnahme	A13	A15	A14
Aufnahmefläche / m <sup>2</sup>	4	3	8
Veg. - Bedeckung	6	7	4
Artenzahl	20	17	16
Taraxacum officinale (Löwenzahn)	r	2	2
Dactylis glomerata (Wiesen-Knäuelgras)	1	1	r
Ranunculus repens (Kriechender Hahnenfuß)	.	2	3
Galium mollugo (Wiesen-Labkraut)	3	+	.
Trifolium repens (Weißklee)	.	2	1
Achillea millefolium (Wiesen-Schafgarbe)	r	2	.
Arrhenatherum elatius (Glatthafer)	.	1	+
Filipendula ulmaria (Mädesüß)	+	.	1
Trifolium pratense (Roter Wiesen-Klee)	.	1	r
Alopecurus pratensis (Wiesen-Fuchsschwanz)	+	+	.
Lathyrus pratensis (Wiesen-Platterbse)	+	r	.
Cirsium arvense (Acker-Kratzdistel)	.	r	r
Sanguisorba officinalis (Großer Wiesenknopf)	r	r	.
Geranium pratense (Wiesen-Storchschnabel)	2	.	.
Lolium perenne (Ausdauernder Lolch)	2	.	.
Phalaris arundinacea (Rohr-Glanzgras)	.	.	2
Plantago lanceolata (Spitz-Wegerich)	.	2	.
Agropyron repens (Kriechende Quecke)	.	1	.
Agrostis stolonifera (Weißes Straußgras)	.	.	1
Epilobium hirsutum (Zottiges Weidenröschen)	.	.	1
Knautia arvensis (Witwenblume)	1	.	.
Agrimonia eupatoria (Gewöhl. Odermenning)	+	.	.
Agrostis gigantea (Riesen-Straußgras)	.	+	.
Alliaria petiolata (Lauchkraut)	+	.	.
Dipsacus sylvestris (Wilde Kardendistel)	+	.	.
Hypericum maculatum (Gefl. Johanniskraut)	+	.	.
Scabiosa columbaria (Tauben-Skabiose)	+	.	.
Acer pseudoplatanus (Berg-Ahorn)	r	.	.
Alchemilla vulgaris (Gewöhl. Frauenmantel)	.	r	.
Alisma plantago-aquatica (Froschlöffel)	.	.	r
Alnus glutinosa (Schwarz-Erle)	r	.	.
Cirsium vulgare (Gewöhl. Kratzdistel)	r	.	.
Lythrum salicaria (Blut-Weiderich)	.	.	r
Prunus padus (Traubenkirsche)	.	.	r
Salix alba (Silber-Weide)	.	r	.
Sambucus nigra (Holunder)	r	.	.
Tilia cordata (Winterlinde)	.	.	r
Veronica beccabunga (Bachbunze)	.	.	r

Tab. 3: Vegetationstabelle Transekt 7, 1993, nach WBA Schwäbisch Hall & LfU (1994).

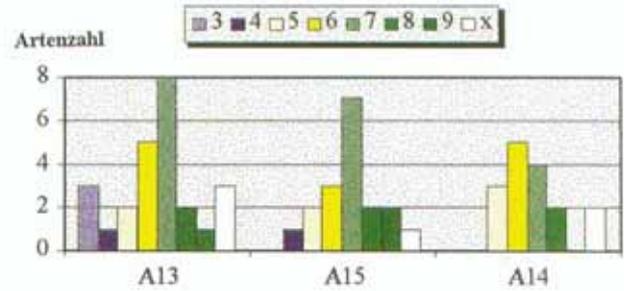


Abb. 32: Verteilung der Stickstoffzahlen (N) nach Ellenberg (1992) an der Speltach in Transekt 7, 1992 (WBA Schwäbisch Hall & LfU, 1994) - Skalierung von N=1 (stickstoffärmste Standorte anzeigend) bis N=9 (an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert).

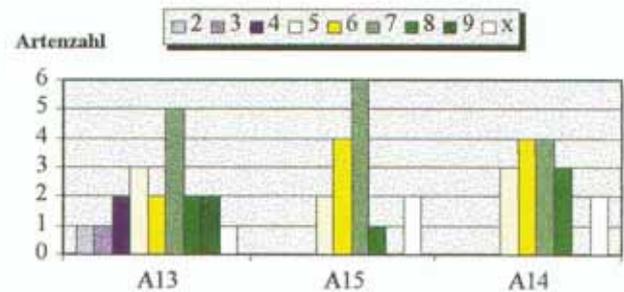


Abb. 33: Verteilung der Stickstoffzahlen (N) nach Ellenberg (1992) an der Speltach in Transekt 7, 1993 (WBA Schwäbisch Hall & LfU, 1994) - Skalierung von N=1 (stickstoffärmste Standorte anzeigend) bis N=9 (an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert).

In Aufnahme­fläche A 13 (ruderalisierter Wiesensaum) wurden im oberen Böschungsbereich sowohl 1992 als auch 1993 nährstoffärmere Standorte anzeigende Pflanzenarten vorgefunden. Dies ist auf die zurückgehende Nutzungsintensität im Gewässerrandstreifen (keine Düngung!) zurückzuführen.

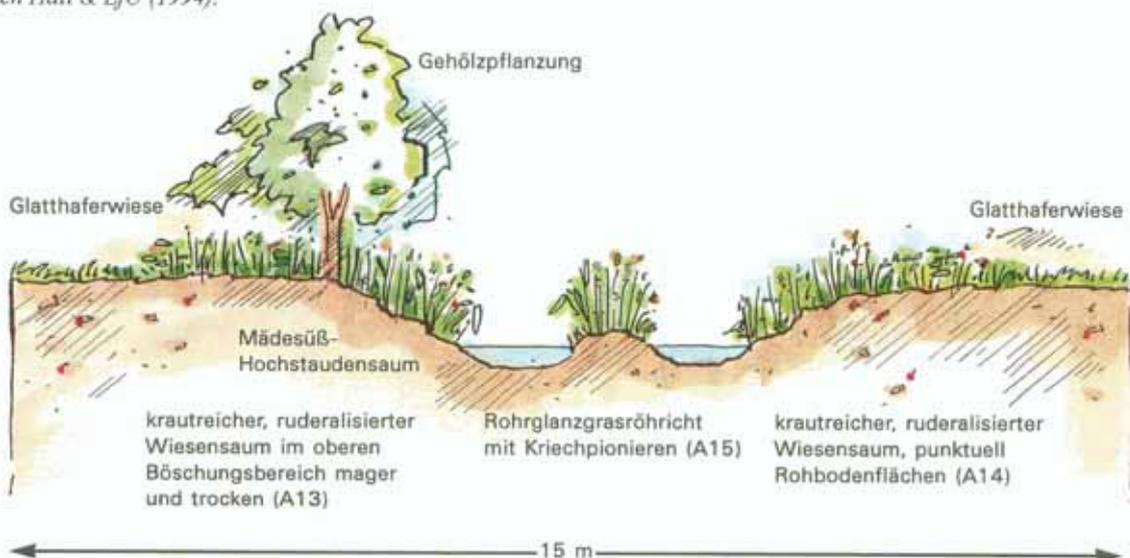


Abb. 34: Querprofil Transekt 7, 1993 nach WBA Schwäbisch Hall & LfU (1994).

#### 4.1.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung

Der Eindämmung der Tiefenerosion, einem wesentlichen Umgestaltungsziel, scheint man zumindest im 2. Bauabschnitt näher gekommen zu sein. Die Gütesituation hingegen entspricht an der Speltach noch nicht naturnahen Verhältnissen. Der Eintrag von organischen Belastungen durch kommunale Abwässer müßte noch weiter reduziert werden. Ein Problem ist auch weiterhin die intensive Düngung der Wiesen, die z.T. noch bis an das Gewässerbett reicht.

Bezüglich der Entwicklung der Vegetation und der Käferfauna ergaben die bisherigen Untersuchungen bereits Verbesserungen der Siedlungsbedingungen. Es ist davon auszugehen, daß sich die im Zuge der Umgestaltung erworbenen Gewässerrandstreifen mittelfristig in naturnahe Vegetationsstrukturen entwickeln. Das Vorkommen bachtypischer Röhrichte, Flutrasen und Hochstaudenfluren, aber auch die kurzfristig auftretende Pioniervegetation aus Ackerwildkräutern lassen bereits positive Ansätze erkennen.



Abb. 35: Speltach, Bauabschnitt 2: Rohrglanzgras-Röhricht (Aufn.: LfU 1995).

Das bei der Planung formulierte Ziel „Erhaltung der Schilfflächen“ sollte kritisch überprüft werden. Sind die ausgedehnten Schilfflächen nicht Folge eines grabenartigen Ausbaus und der Ausräumung der Aue? Ausgedehnte Schilfflächen sind charakteristisch für Flachlandgewässer (vgl. Kehrgraben), weniger für Berglandgewässer wie die Speltach. Sofern die Gehölzpflanzungen durch sich ausbreitende Schilfflächen bedrängt werden, wird eine Schilfmahd empfohlen.

Die im Bereich des 2. Bauabschnittes umgesetzte Bepflanzungskonzeption kann bezüglich der Gehölzartenwahl (Schwarzerle ist dominierend), der Pflanzdichte (lockere Bepflanzung, Pflanzabstand  $\geq 2$  m) und der Anordnung der Gehölze (abgestufter, geschwungener Gehölzsaum mit einzelnen Lücken) als sehr gelungen bezeichnet werden.

Obwohl im morphologischen Bereich bisher noch keine detaillierteren Untersuchungen stattfanden, ist die Beobachtung mit Sicherheit zutreffend, daß die geschiebarme Speltach strukturell noch wenig Eigenentwicklung aufweist. Strukturbildend wirkt sich vor allem die Vegetation, insbesondere das Röhricht aus. Naturnähere Gewässerstrukturen können an der Speltach vor allem durch eine rasche Entwicklung des Gehölzsaumes erwartet werden.

Um für Bodenkäfer und andere Insekten bedeutende Uferbereiche an der umgestalteten Speltach zu fördern, sollten allerdings auch unbeschattete Gewässerabschnitte, die für bestimmte Anspruchstypen notwendig sind, erhalten bleiben. Die Gewässerrandstreifen sollten nicht in voller Breite abgemäht, sondern die wertvolle Grenzfläche zwischen Ufergehölz und Wirtschaftsgrünland stehen gelassen werden. Dieser Saum sollte etwa 2 m breit sein und kann evtl. alle zwei Jahre abschnittsweise gemäht werden. Das Mähgut ist zu entfernen.



Abb. 36: Speltach, Bauabschnitt 2: Strömungsberuhigte Zone (Aufn.: LfU 1995).

Da der Verlauf der umgestalteten Speltach im wesentlichen der Trassierung der ausgebauten, begradigten Speltach entspricht und lediglich das Mittelwasserbett naturnähere Laufstrukturen aufweist, sollte angestrebt werden, zumindest im Bereich der zahlreichen Einmündungen von Gräben und Bächen mit dem Gewässerrandstreifen in die Breite zu gehen. Diese Restflächen sind auch nur schwer zu bewirtschaften. Dies bedeutet, daß zukünftig vorrangig in diesen Mündungsbereichen Grunderwerb zu tätigen ist. Die vernetzende Funktion der Speltach und ihrer Nebengewässer würde gestärkt und das Landschaftsbild durch eine Verbreiterung des Gehölzsaumes an diesen Stellen abwechslungsreicher gestaltet.



Abb. 37: Speltach, Bauabschnitt 2: Linienführung und Gehölzstrukturen haben seit der Umgestaltung einen relativ naturnahen Charakter (Aufn.: LfU 1995).



## Gewässerbeschreibung

TK 26 Nr.: 6717

**Gewässer:** Kehrgaben

**Hauptgewässer/Flußgebiet:** Kraichbach/Rhein

**Regierungsbezirk:** Karlsruhe

**Landkreis:** Rhein-Neckar-Kreis

**Gemeinde:** St. Leon-Rot

**zust. Gewässerdirektion:** Rhein, Bereich Heidelberg

**Träger der Unterhaltung:** Gemeinde St. Leon-Rot

**Umgestaltungstrecke:** südliche Gemeindegrenze bis zur Mündung in den Kraichbach

**Länge:** ca. 6 km

**Höhe ü.NN.:** 105 m

**Einzugsgebiet:** 23 km<sup>2</sup>

**Gewässertyp:** Karbonat-Tieflandgraben

**Naturraum:** Oberrheinebene, Untereinheit Kraichbach-Niederung

**Geologie:**

- Einzugsgebiet: diluviale Ablagerungen des Rheins

- Gewässerstrecke: alluviale Ablagerungen des Kraichbachs

**Bodenprofil:** entwässerter Gley, tiefgründiger Lehm, Anmoor, kiesiger Sand

**Potentielle natürliche Vegetation:**

- Überflutungsbereich: Schwarzerlen-Eschen-Auwald

- Umgebung: Eichen-Hainbuchenwald, in feuchten Senken Schwarzerlen-Eschen-Wald

**Gewässergüte:** III (stark verschmutzt)

**Abflusswerte:**

$Q_{\text{max}} = 3,5 - 6 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

Fließgeschwindigkeit bei MQ = ca. 0,3 m/s

**Nutzung des Talraumes:** Landwirtschaft, 85 % Ackerbau, 15 % Grünland; Gewerbegebiet, Autobahn

**Letzter Ausbau:** Mitte der 30er Jahre

**Ökologische Defizite:**

- aquatischer Bereich: schlechte Gewässergüte, verschlammte Sohle, einheitliches Fließverhalten

- amphibischer Bereich: ungenügend ausgebildet, Eutrophierung

- terrestrischer Bereich: Ufergehölze fehlen, ausgebaute Agrarlandschaft, Eutrophierung

**Naturnahe Umgestaltung:** BA I 1991

BA II 1992

BA III 1993

## 4.2 Pilotprojekt Kehrgraben

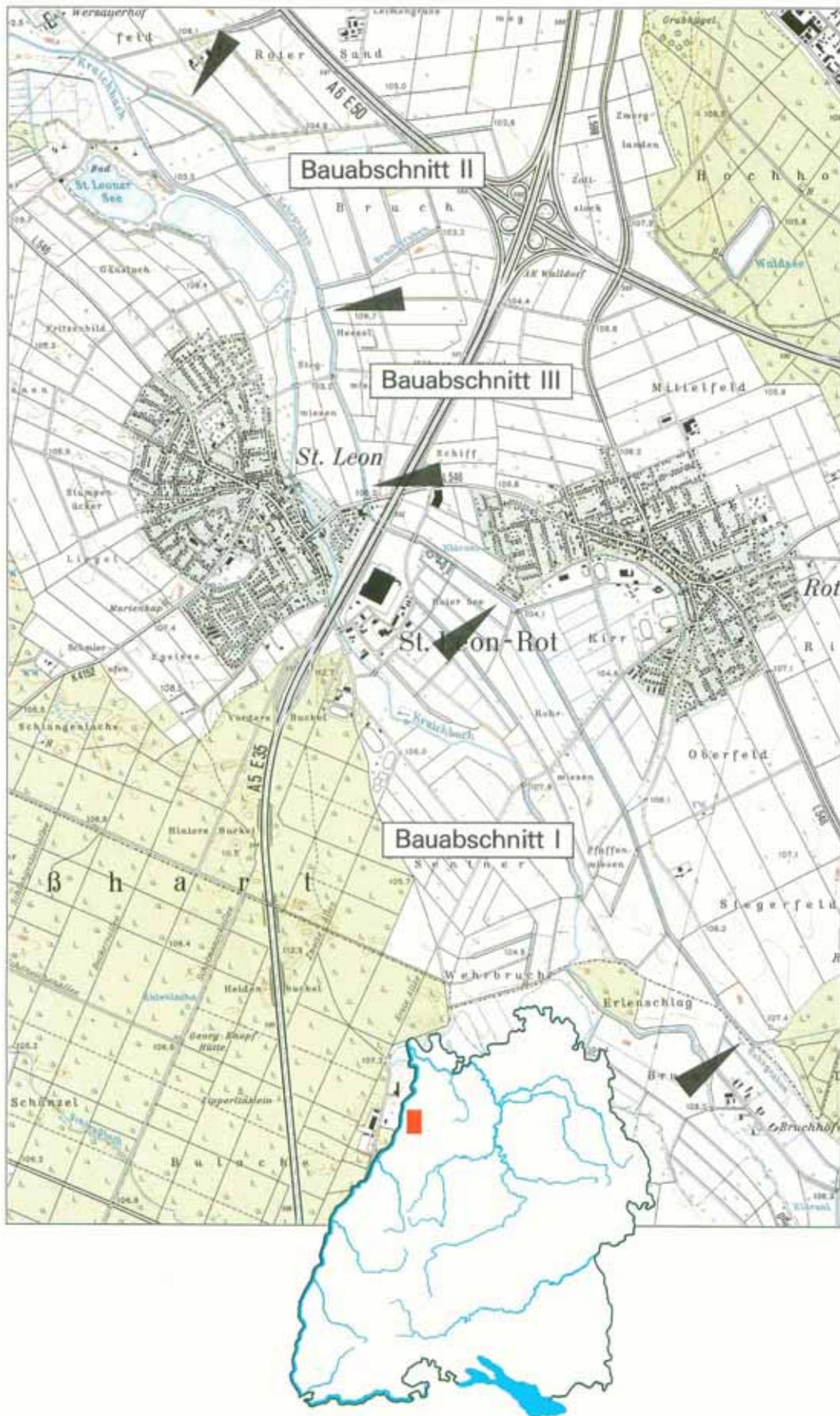




Abb. 39: Kehrgraben, Altausbau: gerade Linienführung, Trapezprofil (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 40: Kehrgraben, nicht umgestalteter Abschnitt: Nitrophile Hochstaudenflur (Aufn.: LfU 1995).

#### Strukturmerkmale vor der Umgestaltung

**Linienführung:** gerade

**Längsprofil/Tiefenvarianz:** Gefälle 0,3 - 0,4 ‰

**Querprofil/Breitenvarianz:** Trapezprofil, Gesamtbreite des Gewässerstreifens 6 - 10 m, geringe Breitenvarianz

**Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:** überwiegend Röhrichtufer und nitrophile Hochstauden, Verzahnung mäßig

**Sohlbeschaffenheit/Substrat:** Schlamm

**Fließverhalten:** träge fließend, einheitliches Strömungsbild

**Ufererosion:** gering

**Gehölzstruktur:** Ufergehölze fehlen bis auf wenige Einzelgehölze

**Vegetationszonierung:** bis auf schmale Röhrichtzone schlecht ausgebildet

**Kleinstrukturen im Gewässer:** Wasserpflanzen, Röhricht



Abb. 41: Kehrgraben, nicht umgestalteter Abschnitt: Verkrautung (Aufn.: LfU 1995).



### Strukturmerkmale nach der Umgestaltung

#### Gewässer(abschnitt) Kehrgraben, Bauabschnitt 1

**Linienführung:** Gerade Linienführung von seitlichen Aufweitung (Taschen) unterbrochen

**Längsprofil/Tiefenvarianz:** Tiefenvarianz z.T. im Bereich der Taschen (Flachwasserzonen) vergrößert

**Querprofil/Breitenvarianz:** Querprofil im Bereich der Taschen einseitig aufgeweitet

**Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:** im Bereich der tieferliegenden Taschen verbesserte Verzahnung, vorwiegend Röhrichtufer (Schilf, Rohrglanzgras, Wasserschwaden)

**Sohlbeschaffenheit/Substrat:** Überwiegend dicke Schlammauflage, im unteren Umgestaltungsabschnitt entstehen bereits schlammfreie, feinsandige Bereiche

**Fließverhalten:** träge fließend, einheitliches Strömungsbild durch Röhricht aufgelockert

**Ufererosion:** gering

**Sohleintiefung:** vorwiegend Sedimentation

**Gehölzstruktur:** nur im unmittelbaren Bereich von vorhandenem Gehölzbestand Erlen- und Silberweiden-Naturverjüngung, Bepflanzung sehr spärlich

**Vegetationszonierung:** im Bereich der Taschen sich ausdehnender Schilfbestand, Ruderal- und Segetalflora, Sumpfpflanzen, Rohrglanzgras, Wasserschwadenschilf im Bereich des Bachbettes

**Strukturen im Gewässer:** überhängendes Röhricht und Wasserpflanzen

**Bemerkungen:** Vegetationsstrukturen im Bereich der Taschen des Bauabschnitts 3 differenzierter ausgebildet (Taschen des BA 3 liegen tiefer, deshalb feuchtere Standorte)

Abb. 42: Kehrgraben: Durch extensive Gewässerunterhaltung gefördertes Schilfröhricht. Reduktion der Verkrautung, da Gewässerbeschattung durch Schilf (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 43: Naturnahes, für ein Flachlandgewässer typisches Sohlrelief des Kehrgrabens (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 44: Kehrgraben: Durch taschenförmige Aufweitungen und Abflachungen erhielt der Graben punktuell naturnahe Laufstrukturen (Aufn.: Aland 1992).

#### 4.2.1 Umgestaltungsziel

Dem Kehrgraben, im derzeitigen Zustand ein künstlicher Entwässerungsgraben in der Kraichbachniederung, fehlen fast alle Elemente eines naturnahen Fließgewässers. Wesentliche Defizite sind nach UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KULTURTECHNIK (IWK) und ALAND (1988):

- ▶ gerade Linienführung,
- ▶ einheitliches Trapezprofil,
- ▶ Fehlen jeglicher Gehölzkulisse,
- ▶ im Aspekt einheitlich erscheinende Ufervegetation,
- ▶ geringe Strömung und Fehlen ausgeprägter Fließwechsel,
- ▶ Fehlen einer Aue,
- ▶ übermäßige Verschlämmung,
- ▶ hohe organische Belastung,
- ▶ Einleitung und Ablagerung von Graphit, Schwermetallen sowie hohe Chloridfrachten.

Der Verlauf des Kehrgrabens soll auch nach der Umgestaltung weiterhin grabentypisch gerade sein. Jedoch sollen Querschnittsaufweitungen, kleine Verschwenkungen

des Gewässers und die entsprechende Anordnung von Gehölzgruppen bzw. -reihen die starre Linienführung auflockern und Elemente naturnaher Flachlandbäche entwickelt werden.

Die Gewässerbelastung soll durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen verringert werden. Danach ist die stufenweise Wiederherstellung eines niederungstypischen Wasserhaushaltes möglich, z.B. durch Anhebung des Grundwasserstandes, begrenztes Zulassen von Überschwemmungen, Wiederbewässerung des trockenengefallenen Grabensystems, Entwicklung von ständigen oder periodisch wasserführenden Kleingewässern.

Die Niederung soll als extensives Grünland genutzt werden, die ackerbauliche Nutzung bleibt auf höhergelegene Randbereiche begrenzt. Im Kehrgraben, seinen Ufersäumen und in der Aue soll die Ansiedlung biotoptypischer Tier- und Pflanzenlebensgemeinschaften ermöglicht werden. Langfristig wird die Entwicklung einer Landschaft angestrebt, die einem historisch orientierten Leitbild nahekommt, des Kehrgrabens vor den Meliorationsmaßnahmen der dreißiger Jahre. Die Umgestaltungsplanung für den Kehrgraben ist in ein Biotopverbundkonzept für die Kraichbachniederung eingebunden.

#### 4.2.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse

##### Makrozoobenthon und Gewässergüte

Anfang Juni 1987 wurde die aquatische Invertebratenfauna an acht Probenstellen untersucht (IWK/ALAND 1988). Die Probennahme erfolgte sowohl substratbezogen (vorherrschend Schlamm oder Wasserpflanzen) als auch flächenbezogen. Die Häufigkeit der Taxa in einer Probe wurde anhand einer siebenstufigen Skala geschätzt. Zur Gütebeurteilung wurde der Saprobienindex ermittelt (PANTLE & BUCK 1955, BRAUKMANN 1987).

Eine Wiederholungsuntersuchung zur Erfolgskontrolle wurde im Oktober 1992 sowie 1995 durchgeführt (WBA HEIDELBERG 1993, 1995). Die Auswahl der Untersuchungsstellen orientierte sich am Landesmeßnetz der LfU und an den Untersuchungspunkten, die bei den Voruntersuchungen festgelegt wurden (UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KULTURTECHNIK/ALAND 1988).

Bezüglich der Gewässergüte sind keine Veränderungen eingetreten. Die Auswertung der Ergebnisse von 1995 steht jedoch noch aus. Der Kehrgraben war 1992 immer noch so stark belastet wie bei der Erstuntersuchung 1987. Der alte Kehrgraben wies unterhalb einer Abwassereinleitung die Güteklasse IV (toxisch belastet) auf. Erst unterhalb der Einmündung des Landgrabens werden die Güteverhältnisse allmählich besser, sind aber immer noch den Güteklassen III (stark verschmutzt) bzw. II-III (kritisch belastet) zuzuordnen.

Demnach hatten die durchgeführten Umgestaltungsmaßnahmen bisher keinen Einfluß auf die Wasserqualität. Dies war allerdings auch nicht zu erwarten, da die Renaturierungsmaßnahmen kaum den aquatischen Bereich betrafen und die Belastungen zu groß sind. Eine Verbesserung der unzureichenden Gewässergüte ist durch folgende Maßnahmen zu erwarten:

- ▶ die bisher eingeleiteten Soleabwässer gelangen seit Sommer 1995 nicht mehr in den Kehrgraben,
- ▶ die Betriebskläranlage eines Direkteinleiters wurde verbessert,



Abb. 45: Ablagerungen von Graphitschlamm und hohe Salzkonzentrationen verhinderten bisher die Ausbildung naturnaher aquatischer Biozönosen (Aufn.: LfU 1992).

- ▶ Neubau der Kläranlage St. Leon-Rot bis Ende 1996,
- ▶ das sich ausbreitende Uferrohricht kämmt den Schlamm zunehmend aus dem Gewässerbett und legt ihn am Ufer fest. Eine Entschlammung - wie ursprünglich vorgesehen - scheint nicht mehr erforderlich.

Bei der Artenzusammensetzung des Makrozoobenthons sind zwar Verschiebungen zu verzeichnen, die jedoch auf Veränderungen des Wasserchemismus bzw. auf die Verschlammung und nicht auf die Umgestaltung zurückgeführt werden.

##### Fische

Die Untersuchungen zur Fischfauna wurden vor den Umgestaltungsmaßnahmen im September 1988 und Februar 1989 durchgeführt (NESS 1989). An vier ausgewählten Untersuchungsstellen wurden insgesamt sieben Elektrofischungen vorgenommen (zur Methodik siehe NESS 1989).

Die nachgewiesenen Arten wurden in Häufigkeitsklassen eingeteilt. Die potentielle Fischfauna wurde aufgrund der Kenntnisse über Habitatbindung und gewässermorphologische Anforderungen der Arten aus aktuellen morphologischen Parametern abgeleitet.

Aufgrund der mangelhaften Gewässergüte des Kehrgrabens war die Fischfauna 1989 extrem verarmt. Es kamen nur vier verschmutzungstolerante Arten vor



Abb. 46: Das Räumgut des Kehrgrabens deutet auf früheres reichhaltiges Muschelleben hin (Aufn.: LfU 1995).

(Stichling, Schleie, Rotaugen, Hecht), deren Bestand jedoch mit Ausnahme des Stichlings durch den Besatz des örtlichen Angelvereins manipuliert war und keinesfalls den natürlichen Verhältnissen entsprach. Lediglich der Stichling kommt auf Dauer mit den Sauerstoffdefiziten zurecht.

Eine Wiederholungsuntersuchung nach Durchführung der Umgestaltungsmaßnahmen steht noch aus.

#### Bodenkäfer

Am Kehrgraben wurde die Käferfauna der Wasserwechselzone untersucht. Hierzu wurden Schwemmanalysen (BUCK & KONZELMANN 1991) vorgenommen. Die Erstuntersuchung mit insgesamt neun Untersuchungsstellen erfolgte im September 1988.

Bei der Erfolgskontrolle 1993 waren vier der Untersuchungsstellen nicht umgestaltet. Die Veränderung bestand im Pflegemanagement, d.h. die gleichzeitige, beidufrige Mahd der Grabenböschungen wurde durch eine alternierende Mahd einzelner Uferseiten in zweijährigem Rhythmus ersetzt. An den übrigen Untersuchungsstellen wurden gestalterische Maßnahmen vorgenommen, wie Aufweitungen des Bachbetts oberhalb des Mittelwasserspiegels und die Anlage eines Schlammfangs. Die Schwemmanalysen wurden zur Erfassung des Frühjahrs- und Herbstaspekts im Mai und September durchgeführt (KONZELMANN, WOLF-SCHWENNINGER & SCHWENNINGER 1993).



Abb. 47: Aufweitungen im Bereich der Wasserwechselzone bieten schlammbewohnenden, feuchteliebenden Käferarten Lebensraum (Aufn.: Aland 1992).

Insgesamt ist eine Zunahme der Siedlungsdichte und der Artenzahl festzustellen. Der Anteil wertgebender Bodenkäferarten hat sich an fünf der neun Schwemmstellen erhöht. So konnten nach den Umgestaltungsmaßnahmen sechs Uferbereiche als artenschutzrelevant eingestuft werden, während vorher nur zwei Untersuchungsstellen diese Beurteilung erhielten. Diese positive Entwicklung der Käferfauna wird durch das Aussetzen der Mahd bzw. die längeren Mahdintervalle der Uferböschungen in der Umgestaltungsstrecke gefördert. Infolge der Ungestörttheit, verstärkt durch die Gewässerrandstreifen, konnten sich artenreiche Käfergesellschaften entwickeln.

Zwar haben sich die morphologischen Verhältnisse in der eigentlichen Wasserwechselzone bisher wenig verbessert, da die Profilaufweitungen bisher fast nur oberhalb des Mittelwasserspiegels vorgenommen wurden, doch wird dieser Mangel dadurch ausgeglichen, daß Schilf bis ins offene Wasser hineinwächst und so ein sanfter Übergang von Wasser zu Land entsteht. Die Siedlungsmöglichkeiten für Bodenkäfer an den neugeschaffenen, noch nicht oder lückig bewachsenen Flachuferbereichen sind eingeschränkt, da der lehmige Boden hier stark verdichtet ist. Nur im Frühjahr 1993, als noch eine vom Hochwasser abgelagerte Schlammsschicht vorhanden war, konnten individuenreiche Bestände typischer schlammbewohnender Arten festgestellt werden. Ansonsten werden die offenen Flachufer nur von wenigen, z.T. jedoch sehr seltenen Arten besiedelt.

### Vegetation

Vor der Umgestaltung wurden Vegetationskartierungen im Untersuchungsgebiet durchgeführt, die sich vor allem auf die aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes bedeutsamen Flächen konzentrierten. Das Inventar des Kehrgrabens und seiner Böschungen wurde vollständig erhoben. Die Erfassung der verschiedenen Vegetationstypen erfolgte mit Hilfe von Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964). Hierbei wurden auch gefährdete und schonungsbedürftige Pflanzenarten aufgenommen (UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KULTURTECHNIK/ALAND 1988).

In den Jahren 1992 und 1993 erfolgten Vegetationsaufnahmen in Transekten, die so ausgewählt wurden, daß sie einen repräsentativen Überblick über die umgestaltete Strecke gaben (ALAND 1992, 1993). Von jedem Transekt wurden, je nach Anzahl der vorkommenden Vegetationstypen, mehrere Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET angefertigt. Zur Auswertung wurden die Zeigerwerte nach ELLENBERG (1992) herangezogen (Lichtzahl, Feuchtezahl, Stickstoffzahl).

Die Ufersäume des Kehrgrabens haben sich durch das Einstellen der Böschungsmahd zu dichten Röhrichtbeständen entwickelt. Es deutet sich an, daß die Sukzession in den amphibischen Bereichen der vorgenommenen

Querprofilerweiterungen z.T. auf ein vermutlich recht stabiles Stadium mit artenarmen Schilfbeständen hinausläuft. Die erwartete Gehölzentwicklung durch Samenflug ist nur an wenigen Bereichen in unmittelbarer Nähe des vorhandenen Bestandes erfolgt.

Für die Gewässerentwicklung sind die in den Aufweitungen in der Wasserwechselzone siedelnden Wasserschwaden-Röhrichte von Bedeutung. Bei Hochwasser halten sie offensichtlich größere Mengen Schlamm zurück, wodurch eine Verlandung und sukzessives Vorschieben der Schwaden-Röhrichte in das Gewässerbett bewirkt wird. Dies wiederum verursacht eine Auflockerung der monotonen Fließstruktur.

Durch die Beschattung des Gewässers infolge der üppigen Röhrichtentwicklung wurde das Verkrauten des Grabens soweit reduziert, daß auf Entkrautung verzichtet werden kann. Ab 1993 begann in den Gewässerrandstreifen die Entwicklung einer wiesenartigen Vegetation. Vorher unterdrückten die massenhaft auftretenden einjährigen Hackunkraut- und Ruderalfluren die eingesäten Gräser und Kräuter. Hierbei spielte sicherlich die Nährstoffübersorgung (vorher Maisanbau) eine große Rolle.



Abb. 48: Kehrgraben: Rohrglanzgras-Röhricht im Bereich einer Tasche mit ausgedehntem amphibischen Bereich (Aufn.: Aland 1993).

Laufende Nummer	1	2	3
Veg. - Aufnahme	A4	A6	A7
Veg. - Bedeckung	90	85	75
Artenzahl	2	25	28
<i>Phalaris arundinacea</i> (Rohr-Glanzgras)	+	+	+
<i>Agropyron repens</i> (Kriechende Quecke)	.	2b	2b
<i>Phragmites communis</i> (Gemeines Schilf)	.	2b	+
<i>Equisetum arvense</i> (Ackerschachtelhalm)	.	1	2b
<i>Cirsium arvense</i> (Ackerkratzdistel)	.	1	1
<i>Lolium perenne</i> (Ausdauernder Lolch)	.	1	1
<i>Poa pratensis</i> (Wiesen-Rispengras)	.	1	1
<i>Lycopus europaeus</i> (Ufer-Wolfstrapp)	.	1	+
<i>Conyza canadensis</i> (Kanadisches Berufkraut)	.	+	1
<i>Dactylis glomerata</i> (Wiesen-Knäuelgras)	.	+	+
<i>Juncus conglomeratus</i> (Knäuel-Binse)	.	+	+
<i>Linaria vulgaris</i> (Gewöhnliches Leinkraut)	.	+	+
<i>Ranunculus repens</i> (Kriechender Hahnenfuß)	.	+	+
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (Gerl. Kamille)	.	+	+
<i>Potamogeton pectinatus</i> (Kamm-Laichkraut)	5	.	.
Keimlinge div. spec.	.	1	.
<i>Calystegia sepium</i> (Zaun-Winde)	.	+	.
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i> (Rot-Schwingel)	.	+	.
<i>Galium aparine</i> (Kletten-Labkraut)	.	+	.
<i>Juncus articulatus</i> (Glanzfrüchtige Binse)	.	+	.
<i>Lolium multiflorum</i> (Vielblütiger Lolch)	.	+	.
<i>Plantago major</i> (Breit-Wegerich)	.	+	.
<i>Silene alba</i> (Weiße Lichtnelke)	.	+	.
<i>Erigeron annuus</i> (Einjähriger Feinstrahl)	.	r	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i> (Kuckucks-Lichtnelke)	.	r	.
<i>Ranunculus acris</i> (Scharfer Hahnenfuß)	.	r	.
<i>Arrhenatherum elatius</i> (Glatthafer)	.	.	2b
<i>Agrostis stolonifera</i> (Weißes Straußgras)	.	.	1
<i>Achillea millefolium</i> (Wiesen-Schafgarbe)	.	.	+
<i>Plantago lanceolata</i> (Spitz-Wegerich)	.	.	+
<i>Polygonum lapathifolium</i> (Ampf.-Knöterich)	.	.	+
<i>Sonchus asper</i> (Rauhe Gänsedistel)	.	.	+
<i>Cerastium holosteoides</i> (Gew. Hornkraut)	.	.	+
<i>Galium mollugo</i> (Wiesen-Labkraut)	.	.	r
<i>Lactuca serriola</i> (Kompaß-Lattich)	.	.	r
<i>Lythrum salicaria</i> (Blut-Weiderich)	.	.	r
<i>Oxalis fontana</i> (Aufrechter Sauerklee)	.	.	r
<i>Taraxacum officinale</i> agg. (G. Löwenzahn)	.	.	r
<i>Crepis biennis</i> (Wiesen-Pippau)	.	.	r
<i>Agrimonia procera</i> (Wohlr. Odermennig)	.	.	r

Tab. 4: Vegetationstabelle Transekt 4 nach Aland, Juli 1993. Es gibt keinen Gehölzanflug, auch junge Gehölzpflanzen fehlen.



Abb. 49: Kehrgraben: Niederrungstypische Schilfbestände (Aufn.: LfU 1995).

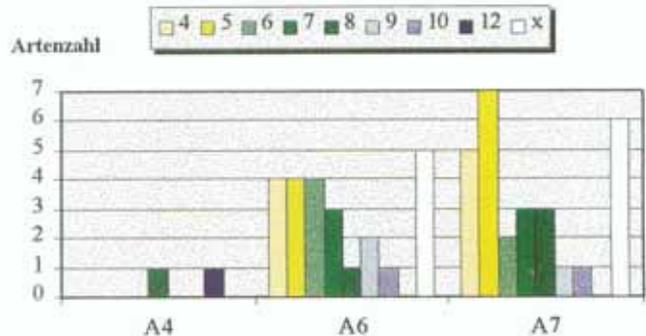


Abb. 50: Verteilung der Feuchtezahlen (F) nach Ellenberg (1992) am Kehrgraben in Transekt 4 nach Aland (1993) - Skalierung von F=1 (Starktrockniszeiger) bis F=12 (Unterwasserpflanze).

Die Profilaufweitungen (Vegetationsaufnahmen A 6 und A 7) sind gekennzeichnet durch ein recht breites Standortsspektrum vom schwach trockenen bis zum wechsellassen Bereich.

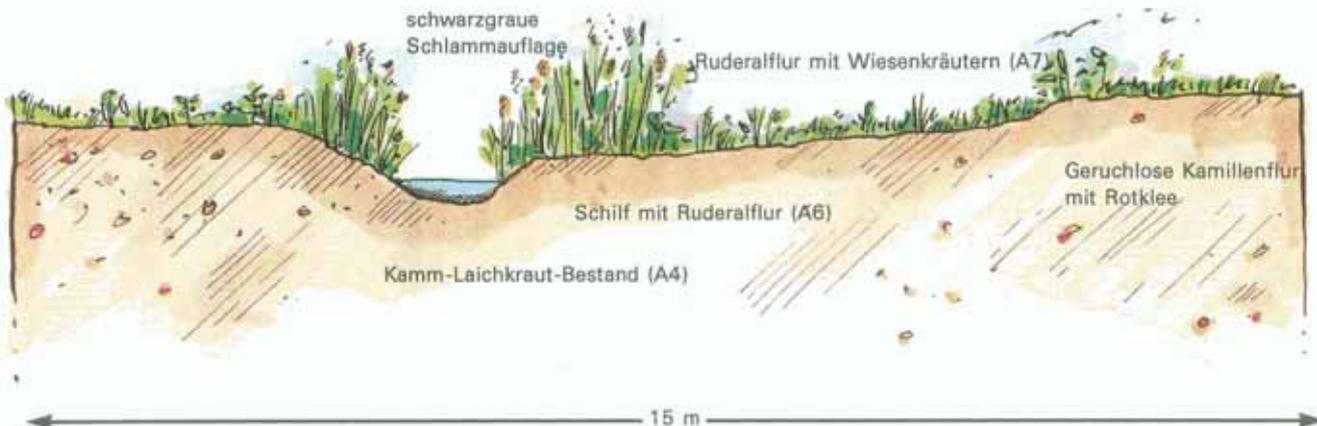


Abb. 51: Querprofil Transekt 4, 1993, verändert nach Aland (1993).

#### 4.2.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung

Die Ufervegetation, insbesondere im Bereich der Taschen, sollte soweit wie möglich sich selbst überlassen bleiben. Lediglich bei einer den Abfluß behindernden Röhrlichtentwicklung kann zwischen November und Februar örtlich eine Mahd erfolgen, um den Abfluß freizuhalten. Das Mähgut muß abgeräumt werden (ALAND 1993).

Die Gewässerrandstreifen sollen so schnell wie möglich als Wiese nutzbar gemacht werden, um den Pflegeaufwand zu senken. Um die unerwünschten Ackerwildkraut- und Ruderalfluren zurückzudrängen und die eingesäten Wiesenarten zu fördern, ist in den ersten Jahren eine häufigere Mahd erforderlich. Allerdings sollte das Mähgut abgeräumt werden, da bei den ohnehin nährstoffreichen Böden durch Mulchen eine blütenarme Fettwiese entsteht.

Bezüglich der Gewässergüte erscheinen weitere Untersuchungen zur Erfolgskontrolle ab 1997 sinnvoll, da insbesondere aufgrund des Neubaus der Kläranlage St. Leon-Rot mit einer Verbesserung der Güteverhältnisse zu rechnen ist.

Zur Förderung anspruchsvollerer und seltenerer Bodenkäferarten ist es notwendig, sowohl spärlich als auch dicht bewachsene sumpfig-schlammige Flachuferzonen zu schaffen. Einige flache Uferbereiche sollten als Sonderstandorte offen gehalten und häufiger gemäht werden als die Böschungen. Die bereits praktizierte alternierende Böschungsmahd sollte beibehalten werden. Dies ist nicht nur aus koleopterologischer Sicht wünschenswert, sondern auch für den Vogelartenschutz wichtig, z.B. für die Grauammer, die inzwischen zu den häufigen Brutvögeln am Kehrgraben zählt (ALAND 1993). Obwohl aufgrund der größtenteils ausgebliebenen natürlichen Bestockung durch Sämlinge Gehölzpflanzungen insgesamt etwas verstärkter erfolgen sollten, ist eine vollständige Beschattung des Gewässers zugunsten der Hochstaudensäume und des Röhrlichts zu vermeiden. Neben ihrer Schutzfunktion gegenüber Dünger- und Pestizideinträgen dienen die Gewässerrandstreifen auch als Ersatzlebensräume



Abb. 52: Die Entwicklung des Wasserschwaden-Röhrlichts begünstigt naturnahe Laufformen (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 53: In der Nähe von Großgehölzen hat sich ein dichter Bestand aus Erlensämlingen entwickelt (Aufn.: LfU 1992).

für viele Insektenarten, die in der strukturarmen Agrarlandschaft keine ausreichenden Existenzbedingungen mehr vorfinden. Hier sollte unbedingt auf ein kontinuierliches Blütenangebot geachtet werden. Die Entwicklung hin zu einem blütenarmen Einheitsgrünland muß vermieden werden.



Abb. 54: Neu gestaltetes Stillgewässer im Umfeld des Kehrgrabens. Die naturnahe Umgestaltung des Kehrgrabens ist Teil eines großflächigen Biotopvernetzungs Konzeptes (Aufn.: LfU 1992).



## Gewässerbeschreibung

TK 26 Nr.: 7824

**Gewässer:** Siegentalbach

**Hauptgewässer/Flußgebiet:** Schmiecher See

**Regierungsbezirk:** Tübingen

**Landkreis:** Alb-Donau-Kreis

**Gemeinde:** Altheim, Allmendingen

**zust. Gewässerdirektion:** Donau, Bereich Ulm

**Träger der Unterhaltung:** Staatliches Liegenschaftsamt Ulm

**Umgestaltungsstrecke:** von der Kläranlage Altheim bis zur Mündung in den Schmiecher See

**Länge:** 3,9 km      **Höhe ü.NN.:** 568 - 534 m

**Einzugsgebiet:** 6,5 km<sup>2</sup>

**Gewässertyp:** Karbonat-Bergbach

**Naturraum:** Mittlere Flächenalb, Untereinheit Südliche Randlandschaften

**Geologie:**

- Einzugsgebiet: Ablagerungen in den Talauen, Weißjura, Untere Süßwassermolasse, Graupensande und Kirchberger Schichten

- Gewässerstrecke: alluviale Sedimente

**Bodenprofil:** Anmoorgley, Lehm Böden, z.T. lehmige Moorböden

**Potentielle natürliche Vegetation:**

- Überflutungsbereich: Mandelweidengebüsch

- Umgebung: Frischer Waldmeister-Buchenwald, oft mit Seegras; Seggen-Buchenwald im Wechsel mit Platterbsen-Buchenwald

**Gewässergüte:** Belastungen durch Kläranlage

**Abflußwerte:**

MQ = 0,04m<sup>3</sup>/s (aus regionalisierten Abflußspenden; liegt vermutlich zu hoch wegen Karsteinflüsse)

HQ<sub>10</sub> = 3,2m<sup>3</sup>/s, HQ<sub>20</sub> = 4,1m<sup>3</sup>/s, (aus Regionalisierungen)

Fließgeschwindigkeit bei MQ = 0,2 - 1,2 m/s

Einzugsgebiet im Karst

**Nutzung des Talraumes:** vorwiegend Landwirtschaft: 71 % Ackerflächen, 21 % Grünland

**Letzter Ausbau:** 1971 Sohlchalenausbau im Oberlauf

**Ökologische Defizite:**

- aquatischer Bereich: besiedlungsfeindliche Sohle im Oberlauf, zu hohe Fließgeschwindigkeiten, einformige Fließstruktur, starke Verunreinigungen, Eutrophierung und Verlandung des Schmiecher Sees

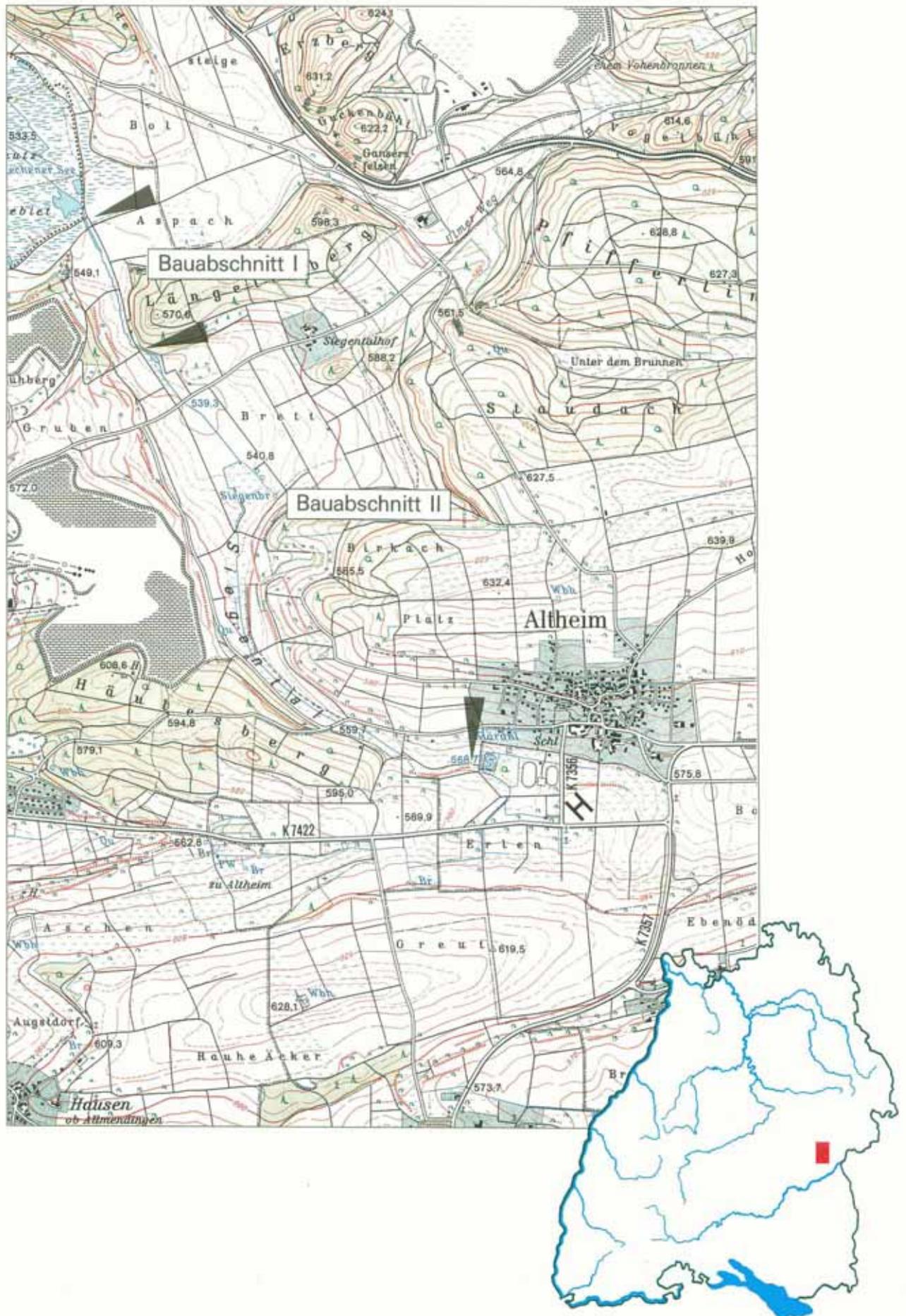
- amphibischer Bereich: durch steile Ufer kaum ausgebildet

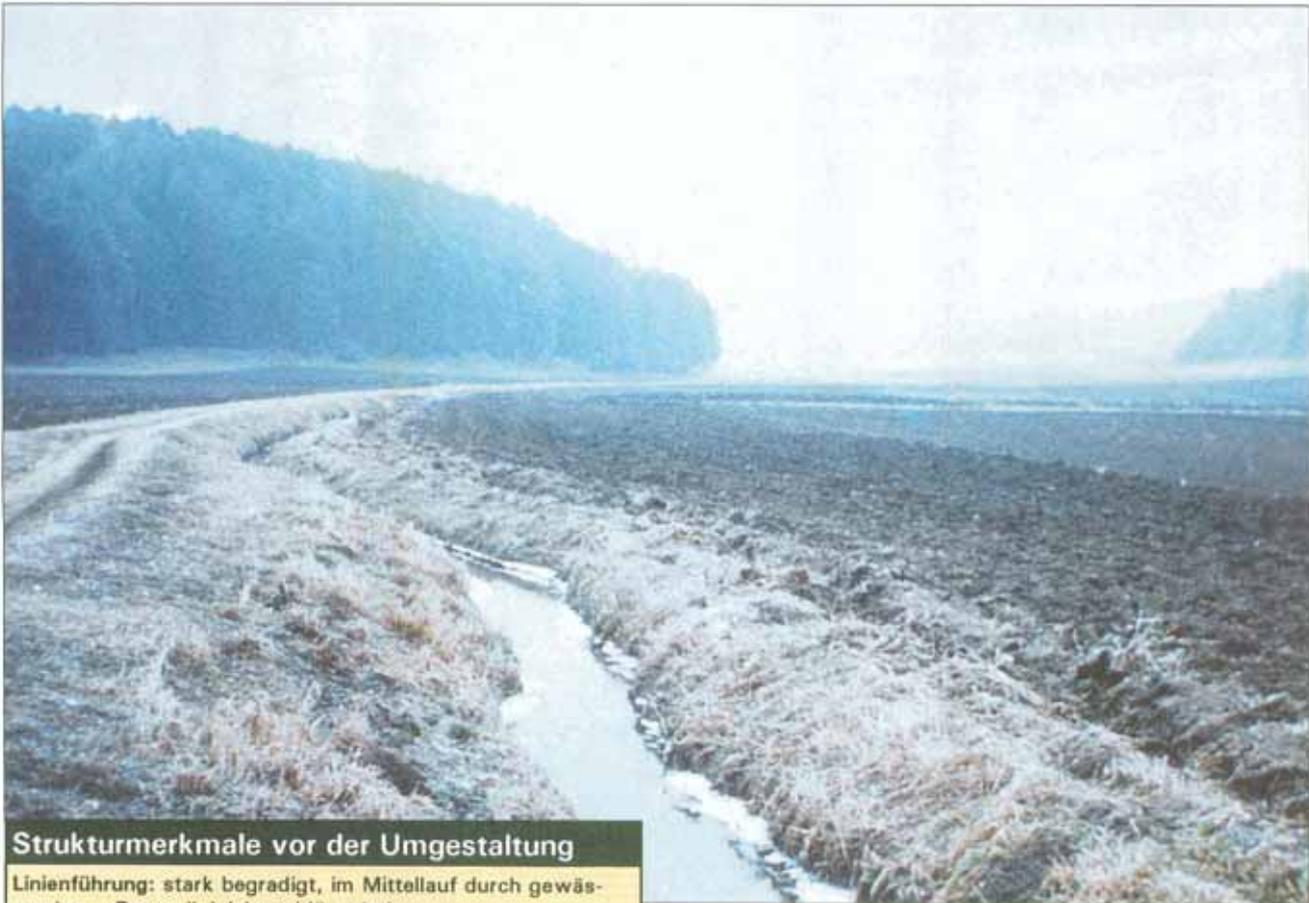
- terrestrischer Bereich: Ufergehölze fehlen vollständig, intensive landwirtschaftliche Nutzung bis unmittelbar an das Gewässer

**Naturnahe Umgestaltung:** BA I 1987 (Unterlauf)

BA II 1991 (Mittellauf)

### 4.3 Pilotprojekt Siegentalbach





### Strukturmerkmale vor der Umgestaltung

**Linienführung:** stark begradigt, im Mittellauf durch gewässereigene Dynamik leicht schlängelnd

**Längsprofil/Tiefenvarianz:** Gefälle 17 - 23,4‰, mäßige Tiefenvarianz (Wassertiefe bei MQ 0,05 - 0,2 m)

**Querprofil/Breitenvarianz:** Profil trapez- bis kastenförmig, geringe Breitenvarianz durch gleichförmiges Profil

**Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:**

Mittellauf: Betonschalen

Untellauf: anstehender Boden

Nitrophytensäume, abrupter Übergang Wasser/Ufer

**Sohlbeschaffenheit/Substrat:**

Oberlauf: Betonschalen (1,6 km)

Untellauf: sandig/kiesig bis schlammig

Substratdiversität gering

**Fließverhalten:** gemächlich bis schnell fließend (Oberlauf), Strömungsdiversität mäßig

**Ufererosion:** z.T. im Mittellauf, sonst gering

**Gehölzstruktur:** Gehölze fehlen vollständig

**Vegetationszonierung:** sehr steile Ufer verhindern ausgeprägte Vegetationszonierung

**Kleinstrukturen im Gewässer:** Wasserpflanzen (Oberlauf Fadenalgen, Untellauf Flutender Hahnenfuß, Brunnenkresse, Wasserpest)

Abb. 56: Siegentalbach: Untellauf vor den Umgestaltungsmaßnahmen (Aufn.: Klepser 1978).



Abb. 57: Siegentalbach: Oberlauf vor den Umgestaltungsmaßnahmen (Aufn.: Klepser 1990).



**Strukturmerkmale nach der Umgestaltung**

<b>Gewässer(abschnitt) Siegentalbach</b>
<b>Linienführung:</b> geschwungen bis geschlängelt (Unterlauf), im Mittellauf eher gestreckt
<b>Längsprofil/Tiefenvarianz:</b> gegliedertes Längsprofil mit Flach- und Tiefwasserbereichen
<b>Querprofil/Breitenvarianz:</b> unterschiedliche Querprofile (Wechselprofil bzw. Flachlehnenprofil) unterschiedliche Gewässerbreiten
<b>Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:</b> Verzahnung durch z.T. schmalen Gewässerrandstreifen nicht optimal (Randstreifen i.a. 10 m)
<b>Sohlbeschaffenheit/Substrat:</b> eingebrachtes gesplittetes Material (1 Korngröße), z.T. mit Lehmschlag abgedichtet; in strömungsberuhigten Zonen mit Wasserpflanzen, verschlammte
<b>Fließverhalten:</b> träge bis gemächlich fließend, Strömungsdiversität mäßig
<b>Ufererosion:</b> gering
<b>Sohleintiefung:</b> größtenteils Sedimentation durch Verkrautung
<b>Gehölzstruktur:</b> lockere Bepflanzung, Weiden z.T. bis 4 m hoch, verpflanzte Großgehölze
<b>Vegetationszonierung:</b> Wasserpflanzen, Röhrichtzone, z.T. schmaler Gewässerrandstreifen
<b>Strukturen im Gewässer:</b> vorwiegend durch Wasserpflanzen, strukturarme Substratverhältnisse
<b>Bemerkungen:</b> Strukturmerkmale ändern sich sehr stark im Verlauf der Umgestaltungsstrecke (verschiedene Gestaltungsvarianten)

Abb. 58: Siegentalbach: Unterlauf nach naturnaher Umgestaltung - gleicher Standort wie Abb. 56 (Aufn.: Klepser 1994).



Abb. 59: Siegentalbach: Oberlauf nach naturnaher Umgestaltung - gleicher Standort wie Abb. 57 (Aufn.: Klepser 1993).



Abb. 60: Siegentalbach: Laufentwicklung durch Makrophyten (Bachbunge, Brunnen-Kresse, Wasser-Sellerie etc.) (Aufn.: LfU 1995).

#### 4.3.1 Umgestaltungsziel

Der Siegentalbach wurde 1971 mit Sohlshalen ausgebaut. Die Folgen waren eine einförmige Fließstruktur, zu hohe Fließgeschwindigkeiten und besiedlungsfeindliche Verhältnisse an der Gewässersohle. An den steilen Ufern war nur eine schmale Wasserwechselzone mit Nitrophytensäumen ausgebildet. Die intensive landwirtschaftliche Nutzung reichte bis unmittelbar an den Bach. Ufergehölze fehlten vollständig.

Der Siegentalbach ist Vorfluter für die Kläranlage Altheim. Dies ist ebenso wie die intensive Landwirtschaft für den Siegentalbach besonders problematisch, da der Siegentalbach den Schmiecher See speist, ein im Jahre 1973 aufgrund seiner internationalen Bedeutung als Rastplatz für Vögel und Lebensraum für Amphibien unter Naturschutz gestelltes Feuchtgebiet. Infolge der jahrelangen Belastungen durch Nährstoffzufuhr aus Landwirtschaft und kommunalen Abwassern drohte das im Schmiecher See großflächig ausgebildete Steifseggenried abzusterben.

Die unbefriedigenden Verhältnisse in und um das Naturschutzgebiet sollten durch ein umfassendes Sanierungsprogramm verbessert werden. Folgende Ziele wurden im Jahre 1985 aufgestellt und in den Folgejahren konkretisiert:

- ▶ Regenüberlaufbecken bei der Kläranlage Altheim,
- ▶ Nachklärbecken zur Phosphatfällung an der Kläranlage Altheim,
- ▶ zwei Schönungsteiche an der Kläranlage Altheim,
- ▶ Pufferzone um das Naturschutzgebiet,
- ▶ Schlammfernung im Bereich der Mündung des Siegentalbaches,
- ▶ Aufstellung eines Pflegeplanes für das Naturschutzgebiet,
- ▶ naturnahe Umgestaltung des Siegentalbaches.

Priorität bei der naturnahen Umgestaltung des Siegentalbachs ist die Verbesserung seines Selbstreinigungsvermögens, um die Nährstoffeinträge in den Schmiecher See zu vermindern. Dies soll durch Ersetzen der Sohlshalen durch eine Sohlensicherung aus Kies und gesplitetem Schotter, Verlängerung der Selbstreinigungsstrecken durch leichtes Mäandrieren sowie der Entwicklung von Schilf- und Röhrichtflächen ermöglicht werden. Unterstützend wird das Abwasser der Kläranlage Altheim durch zwei Becken (Teich- und Schilffläche) geleitet, bevor es in den Siegentalbach gelangt. Fünf bis zehn Meter breite Gewässerschutzstreifen sollen die diffusen Einträge aus der Landwirtschaft reduzieren. Ein Sedimentfang oberhalb der Einmündung in den Schmiecher See soll der Verschlammung des Seggenrieds entgegenwirken.

Durch die Umgestaltung, insbesondere einen unterschiedlich dicht angeordneten Gehölzsaum, soll das Landschaftsbild der Talaue bereichert werden. Der alte Bachlauf soll als gehölzloser Graben mit Hochstaudenfluren abschnittsweise erhalten bleiben. Zwischen ihm und dem neuen, leicht mäandrierenden Mittelwasserbett befindet sich eine tiefer liegende „Ersatzaue“, die den jeweiligen Standortbedingungen entsprechend als Hochstaudenflur bzw. Seggenried ausgebildet ist.

#### 4.3.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse

##### Makrozoobenthon und Gewässergüte

Aus den Jahren 1982 bis 1984 liegen wasseranalytische und limnologische Untersuchungen des Siegentalbachs vor (HALLER 1985). Hierbei wurden sieben Probenahmestellen untersucht. Als biologische Untersuchungsmethoden werden genannt: Kicksampling-Methode nach EAWAG, Zürich, direkte Biomasse-Bestimmung (Frisch- und Trockenmasse gesammelter und sortierter Kleintiere), Gütebestimmung nach SLADCEK und MAUCH (1986).

Im Juni und September 1992 und im März 1993 erfolgten am umgestalteten Siegentalbach Aufnahmen des Makrozoobenthons nach der Kicksampling-Methode. Zusätzlich wurde an jeder Probenahmestelle der Besatz von zehn Steinen abgesammelt. Die Bestimmung der Gewässergüte wurde mit Hilfe des Saprobienindex nach DIN 38410 vorgenommen. Hierbei wurden die Listen der



Abb. 61: Naturschutzgebiet Schmiecher See, ein Steif-Seggen-Ried von großer Bedeutung für den Vogelschutz - Die Umgestaltung des Siegentalbachs soll eine Reduktion von Nährstoff- und Sedimenteinträgen in den See bewirken (Aufn.: Klepser 1983).

biologischen Gewässeranalyse in Bayern (BLW 1990) verwendet. Desweiteren wurde der Gütelängsschnitt nach KNÖPP (1955) durchgeführt. Neben den biologischen wurden auch chemisch-physikalische und bakteriologische Gewässeruntersuchungen durchgeführt.

Insgesamt wurden bei der Wiederholungsuntersuchung neun Probennahmestellen untersucht. Ihre Auswahl richtete sich nach einer Arbeit von GROSS (1990), in der bereits nach Abschluß der ersten Bauphase (1987) limnologische Erhebungen vorgenommen wurden. Um die Veränderungen, die sich seit 1984 ergaben, aufzuzeigen, wurde ein Vergleich mit den früheren Untersuchungen vorgenommen (GRIMM 1993).

Die limnologischen Gutachten, die vor der Umgestaltung durchgeführt wurden, weisen auf die hohen Belastungen durch die Kläranlage Altheim hin. Das ein bis zwei Jahre nach den Baumaßnahmen durchgeführte Gutachten (GRIMM 1993) stützt sich v.a. auf chemische Untersuchungen, wobei eine deutliche Verbesserung nach der Umgestaltung besonders bei den Phosphat- sowie Ammonium- und Nitritkonzentrationen, aber auch beim biochemischen Sauerstoffbedarf festzustellen ist. Beim Saprobienindex wurden an sieben der insgesamt neun Probenstellen Werte zwischen 1,8 und 2,2 ermittelt, d.h. es liegt die Gewässergüte II (mäßig belastet) vor. An vier

Probenstellen (oberhalb und unterhalb der Kläranlage Altheim, am Meßwehr oberhalb des unteren Absetzbekens sowie vor der Einmündung in den Schmiecher See) konnte der Saprobienindex aufgrund zu geringer Artenzahl nicht bestimmt werden.

Ein Vergleich des Inventars der nach der Umgestaltung nachgewiesenen Makrozoobenthon-Organismen mit demjenigen vor der Umgestaltung liegt nicht vor. Es wird darauf hingewiesen, daß die Artendiversität seit der Untersuchung von GROSS (1988) zugenommen hat. Als Ursache werden die verbesserten Lebensbedingungen für die Makroinvertebraten aufgrund der durch die Umgestaltungsmaßnahmen entstandenen vielfältigen Habitate genannt.



Abb. 62: Neu angelegter Schönungsteich an der Kläranlage Altheim (Aufn.: Klepser 1993).

### Fische

Elektrobefischungen wurden vor der Umgestaltung im September 1988 und Februar 1989 durchgeführt (NESS 1989). Eine Wiederholungsuntersuchung wurde bislang nicht vorgenommen.

Bei den Befischungen 1988/89, vor der Umgestaltung des zweiten Bauabschnitts, konnten keine Fische festgestellt werden. Aufgrund der hohen Sauerstoffdefizite infolge der Abwassereinleitungen der Kläranlage Altheim war eine dauerhafte Besiedlung durch die typischen Bachfischarten nicht möglich. Daneben ist eine Besiedlung des Siegentalbachs auf natürliche Weise erschwert, da er keine oberirdische Verbindung mit dem Flußsystem der Donau besitzt, sondern in den abflußlosen Schmiecher See mündet. Im Schmiecher See selbst kommen Rotfedern und Schleien vor - Arten, die eutrophe, pflanzenreiche Riedseen mit Schlammgrund bevorzugen. Zumindest die Rotfeder wurde nach der Umgestaltung des Unterlaufes dort häufig beobachtet.



Abb. 63: Neu errichteter, naturnah ausgebildeter Schlammfang im Unterlauf des Siegentalbachs (Aufn.: Klepser 1993).

### Bodenkäfer

Zur Voruntersuchung am noch nicht umgestalteten Siegentalbach wurden 1986 (1. Bauabschnitt) und 1988 (2. Bauabschnitt) in insgesamt zehn Arealen Bodenproben in der Uferböschung und in angrenzenden Agrarflächen entnommen.

Die Wasserwechselzone wurde 1988 untersucht. Hierbei wurden fünf Schwemmanalysen im noch nicht umgestalteten Bereich (2. Bauabschnitt) durchgeführt. Sieben Schwemmanalysen erfolgten im bereits umgestalteten 1. Bauabschnitt.

Die erste Erfolgskontrolle wurde 1992 im 1. Bauabschnitt vorgenommen (KONZELMANN & WOLF-SCHWENNINGER 1992). Hierzu wurden in drei Untersuchungsarealen Bodenprobenuntersuchungen durchgeführt. Es konnte nur an einer Untersuchungsfläche eine den Voruntersuchungen vergleichbare Probenanordnung gewählt werden, da im Rahmen einer Nachbesserung ein Lehmschlag und darüber Schotter in das Bachbett eingebracht worden waren, so daß eine Probennahme im engeren Böschungsbereich nicht vorgenommen werden konnte.

Vor der Umgestaltung wurden die bedeutendsten Käferbestände am Ufer eines noch am ehesten als „naturnah“ zu bezeichnenden, relativ ungestört inmitten von Grünland liegenden Bachabschnitts festgestellt.

Der 1992 eingebrachte Lehmschlag, der die Versickerung des Siegentalbachs verhindern soll, läßt keine Durchfeuchtung der ufernahen Bereiche zu. Die abgegrabene „Ersatzaue“ ist nicht feuchtebetont, hier wurden teilweise ausgesprochen trockenpräferente Käferarten nachgewiesen. Die vorgefundenen phytophagen Arten leben vorwiegend an der zur Initialsicherung eingesäten Vegetation (z.B. an Kleearten). Pflanzenfressende Käferarten der feuchten Bachaue fehlen hier noch völlig. Auf eine ausgeprägte Feuchte deuten nur die vegetationsreichen, dicht mit Wasserschwadern bewachsenen Ufer des im Hochsommer ausgetrockneten Sedimentationsbeckens hin. Dieses dient offenbar als Refugium für Schwimmkäfer, Wasserkäfer und andere an nasse oder sehr feuchte Biotope gebundene Käferarten. Obwohl die Bachsohle zumindest oberflächlich ausgetrocknet ist, blieb offenbar noch eine ausreichende Restfeuchte vorhanden, die vielen „Hygrophilien“ die Existenz sichert.

Die Ergebnisse der 1988 am „neuen“ und „alten“ Siegentalbach parallel durchgeführten Schwemmanalysen deuten darauf hin, daß die in der Wasserwechselzone siedelnden Käfer am neuen Siegentalbach möglicherweise bessere Existenzbedingungen erhalten haben.

## Vegetation

Im Rahmen der Umgestaltungsplanung wurden Vegetationsaufnahmen durchgeführt, deren Ergebnisse in kommentierten Pflanzenlisten vorliegen (KLOSE & SCHMIDT 1988).

Nach der Umgestaltung wurden in den 1988 bearbeiteten Bereichen acht Transekte festgelegt und Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET durchgeführt (ALAND 1992/93). Neben der Darstellung der Transekte wurden die Daten mit Hilfe von Zeigerwerten nach ELLENBERG (1992) ausgewertet.

Zwei Jahre nach Fertigstellung des 2. Bauabschnitts ist das Bachbett außerordentlich dicht mit Wasserpflanzen, Bach- und Uferrohrriechen besiedelt. Dies ist für naturnahe Fließgewässer untypisch und Folge des hohen Nährstoffeintrags durch die Kläranlage Altheim, Nährstoffmobilisierung durch die Baumaßnahme sowie der fehlenden Beschattung. Durch die starke Verkräutung wird die Sedimentation im Bachbett gefördert. Im Hinblick auf das Ziel, den Nähr- und Schwebstoffeintrag in den Schmiecher See zu verringern, übt das vollbesonnte und zugewachsene Bachbett während der Vegetationsperiode allerdings eine optimale Funktion aus. Demgegenüber ist damit zu rechnen, daß im Winter durch das Absterben der Pflanzen und durch Mobilisierung der abgelagerten Feinsedimente bei Hochwasser dennoch eine Belastung des Schmiecher Sees erfolgt. Das dichte Röhricht aus Brunnenkresse, Gefaltetem Schwaden und Rohrglanzgras ist allerdings auch für die weitere morphologische Differenzierung des Bachbettes von Bedeutung. Solange die neu gepflanzten Gehölze die strukturbildende Funktion noch nicht ausüben, fördern die durch das Röhricht entstandenen abwechslungsreichen Strömungsmuster die Entstehung von Kleinstrukturen.

An den Ufern dominieren die nitrophilen Säume. Wahrscheinlich wird das Rohrglanzgras in Zukunft das vorherrschende Röhricht bilden. Trotz der flachen Uferausbildung sind feuchte Ufersäume meist kaum breiter als 1 bis 1,5 m. Bei stärkerer Beschattung durch Ufergehölze in ein paar Jahren wird sich wahrscheinlich die schattenertragende Große Brennnessel weiter ausbrei-

ten. Die Gewässerschutzstreifen sind stark durch Nährstoffe belastet (angrenzende Ackernutzung). Anstelle der im Entwicklungsziel formulierten wiesenartigen Vegetation mit blütenreichen Hochstaudensäumen finden sich nährstoffliebende Ruderalfluren. Ein nicht bzw. nur einseitig umgestalteter Bachabschnitt, der durch Wiesengelände fließt, weist aus vegetationskundlicher Sicht den interessantesten Ufersaum auf. Hier kommen eine Reihe mesotrophenter Pflanzenarten und -gesellschaften vor, die am übrigen Siegentalbach fehlen.



Abb. 64: Vegetationstransect T 2 im Juli 1993: Bestand aus Brunnenkresse, Rohrglanzgras und Blut-Weiderich (Aufn.: Aland 1993).

Die neu gepflanzten Schwarzerlen am Siegentalbach haben aufgrund des hohen Kalkgehaltes der Böden (Weißjura) offensichtlich Wachstumsprobleme. Schwarzerlen sind an Gewässern im südlichen Teil der Schwäbischen Alb von Natur aus kaum vertreten. Sie sollten folglich dort auch nicht gepflanzt werden. Ein Teil der Schwarzerlen wurde als Großbäume verpflanzt. Diese hatten besondere Wachstumsprobleme. Sie wurden zwischenzeitlich auf den Stock gesetzt. Vermutlich wird das Weidengebüsch zukünftig die dominierende Rolle im Gehölzsaum des Siegentalbachs einnehmen. Die in den Jahren 1992 und 1993 erfaßten Aspekte stellen lediglich Initialstadien dar. Zwar wurden durch die Umgestaltung des Siegentalbachs Lebensräume geschaffen, in denen sich bachtypische Pflanzengesellschaften entwickeln können, jedoch wird dieser Prozeß noch viele Jahre in Anspruch nehmen.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7
Veg. - Aufnahme	A1	A3.1	A3.2	A3.3	A3.4	A3.5	A5
Veg. - Bedeckung	98	80	90	85	99	95	99
Artenzahl	24	2	4	5	11	19	23
<i>Cirsium arvense</i> (Acker-Kratzdistel)	4	.	.	+	.	+	+
<i>Urtica dioica</i> (Brennnessel)	+	.	.	+	.	1	2b
<i>Nasturtium officinale</i> (Echte Brunnenkresse)	.	5	+	+	1	.	.
<i>Agropyron repens</i> (Kriechende Quecke)	2b	.	.	.	.	1	2a
<i>Galium aparine</i> (Kletten-Labkraut)	1	.	.	.	.	+	1
<i>Rumex obtusifolius</i> (Stumpfbältriger Ampfer)	+	.	.	.	+	+	.
<i>Holcus lanatus</i> (Wolliges Honiggras)	+	.	.	.	.	1	+
<i>Agrostis stolonifera</i> (Weißes Straußgras)	.	.	4	.	+	+	.
<i>Ranunculus repens</i> (Kriechender Hahnenfuß)	.	.	3	.	.	2a	+
<i>Phalaris arundinacea</i> (Rohrglanzgras)	.	.	.	5	.	+	+
<i>Scrophularia umbrosa</i> (Geflügelte Braunwurz)	.	.	.	+	2a	2a	.
<i>Bromus inermis</i> (Unbegrannte Trefse)	2a	.	.	.	.	.	3
<i>Arrhenatherum elatius</i> (Glatthafer)	+	.	.	.	.	.	+
<i>Chenopodium album</i> (Weißer Gänsefuß)	+	.	.	.	.	.	+
<i>Dactylis glomerata</i> (Wiesen-Knäuelgras)	+	.	.	.	.	.	+
<i>Deschampsia cespitosa</i> (Rasen-Schmiele)	+	.	.	.	.	.	+
<i>Sonchus asper</i> (Rauhe Gänsedistel)	+	.	.	.	.	.	+
<i>Alnus glutinosa</i> juv. (Schwarzzerle)	+	.	.	.	.	.	r
<i>Phleum pratense</i> (Wiesen-Lieschen)	+	.	.	.	.	.	r
<i>Trifolium pratense</i> (Roter-Wiesen-Klee)	+	.	.	.	.	.	r
Grünalgen	.	1	.	.	.	2a	.
<i>Lythrum salicaria</i> (Blut-Weiderich)	.	.	.	.	3	3	.
<i>Epilobium</i> c.f. <i>parviflorum</i> (Kleinblüt. W.rös.)	.	.	.	.	2b	+	.
<i>Cirsium oleraceum</i> (Kohldistel)	.	.	.	.	+	1	.
<i>Galeopsis tetrahit</i> (Stechender Hohlzahn)	.	.	.	.	+	1	.
<i>Poa trivialis</i> (Gewöhnliches Rispengras)	.	.	.	.	+	1	.
<i>Knautia arvensis</i> (Wiesen-Knautic)	1	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum convolvulus</i> (Winden-Knöterich)	+	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i> (Rot-Schwingel)	+	.	.	.	.	.	.
<i>Scabiosa columbaria</i> (Tauben-Skabiose)	+	.	.	.	.	.	.
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (Gerl. Kamille)	+	.	.	.	.	.	.
<i>Tussilago farfara</i> (Huflattich)	+	.	.	.	.	.	.
<i>Leucanthemum vulgare</i> (Margerite)	r	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i> (Gewöhnl. Nachtkerze)	r	.	.	.	.	.	.
<i>Silene dioica</i> (Rote Lichtnelke)	r	.	.	.	.	.	.
<i>Epilobium</i> c.f. <i>roseum</i> (Rotes Weidenröschen)	.	.	+	.	.	.	.
<i>Epilobium tetragonum</i> (Vierkantiges Weidenr.)	.	.	.	.	2a	.	.
<i>Glyceria plicata</i> (Gefalteter Schwaden)	.	.	.	.	+	.	.
<i>Petasites albus</i> (Weiße Pestwurz)	.	.	.	.	.	1	.
<i>Glyceria fluitans</i> agg. (Flutender Schwaden)	.	.	.	.	.	+	.
<i>Juncus inflexus</i> (Blaugrüne Binse)	.	.	.	.	.	+	.
<i>Bromus secalinus</i> (Roggen-Trefse)	.	.	.	.	.	.	+
<i>Convolvulus arvensis</i> (Ackerwinde)	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lotus corniculatus</i> (Gewöhnl. Hornklee)	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus acris</i> (Scharfer Hahnenfuß)	.	.	.	.	.	.	+
<i>Vicia cracca</i> (Vogel-Wicke)	.	.	.	.	.	.	+
<i>Carduus crispus</i> (Krause Distel)	.	.	.	.	.	.	r
<i>Galium mollugo</i> (Wiesen-Labkraut)	.	.	.	.	.	.	r

Tab. 5: Vegetationstabelle Transekt 2, Gehölze gepflanzt: *Alnus glutinosa* (Schwarzzerle), *Salix* c.f. *fragilis* (Bruch-Weide), *Corylus avellana* (Hasel) nach Aland (1993).



Abb. 65: Siegentalbach: Oberlauf im Winter 1993/94 (Aufn.: Klepser 1994).



Abb. 66: Siegentalbach: Oberlauf im Oktober 1992: Starke Verkrautung - gleicher Standpunkt wie Abb. 65 (Aufn.: Klepser 1992).

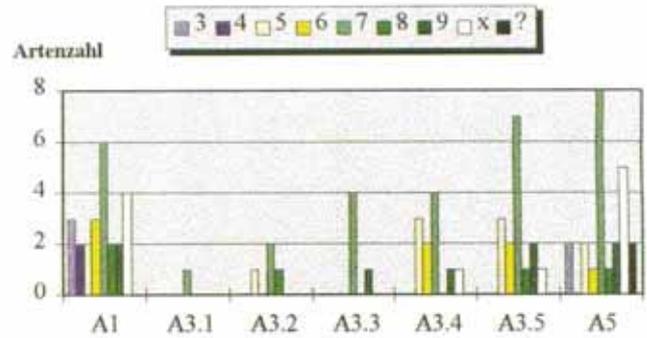


Abb. 68: Verteilung der Stickstoffzahlen (N) nach Ellenberg (1992) am Siegentalbach in Transekt 2 (nach Aland, 1993) - Skalierung von N=1 (stickstoffärmste Standorte anzeigend) bis N=9 (an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert).

Die im Bereich der Gewässersohle (Vegetationsaufnahme A 3.1 bis A 3.5) auftretenden hohen Stickstoffwerte signalisieren die stark erhöhten Nährstofffrachten des Siegentalbachs. Nährstoffliebende Röhrichte und Sumpfpflanzen haben sich weiter ausgebreitet.

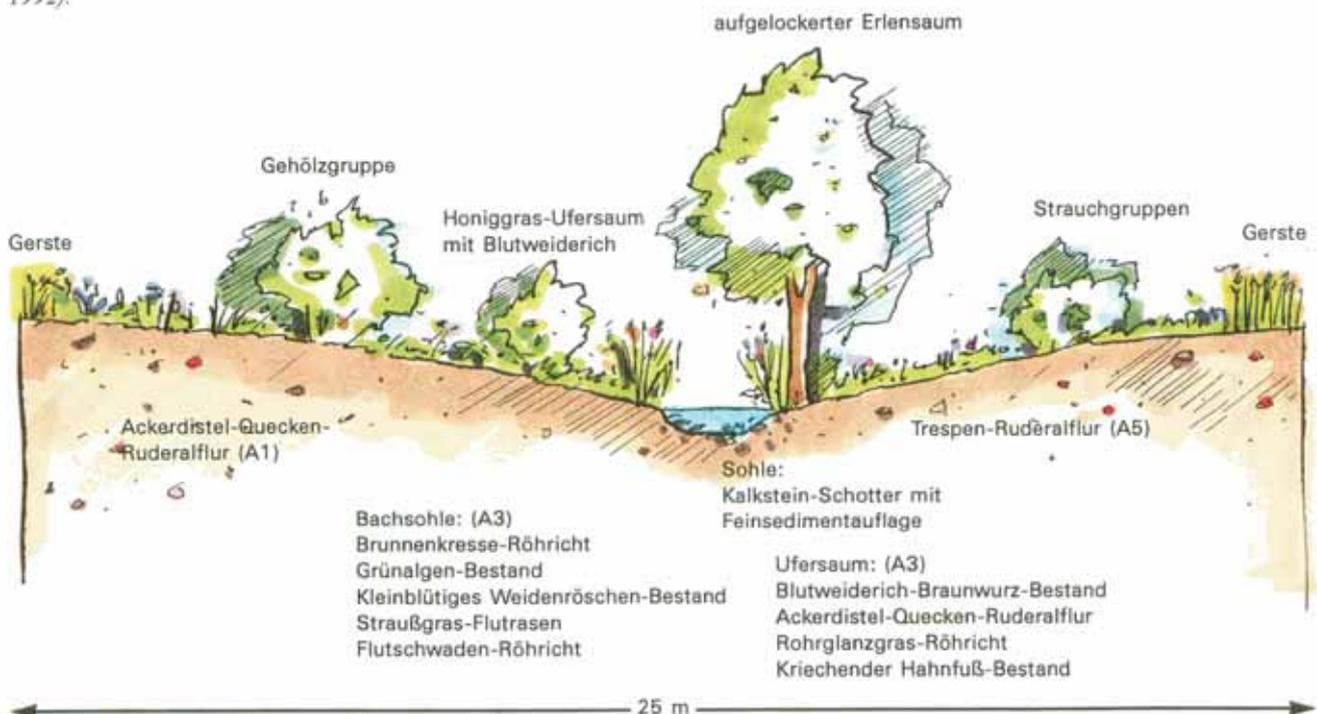


Abb. 67: Querprofil Transekt 2, verändert nach Aland (1993).



Abb. 69: Siegentalbach, Oberlauf im Juni 1995: Die Gehölze haben sich bereits gut entwickelt - gleicher Standpunkt wie Abb. 65 und 66 (Aufn.: Klepser 1995).

#### 4.3.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung

Hinsichtlich einer naturnahen Bachentwicklung ist ein weitgehend geschlossener Ufergehölzsaum anzustreben, um eine zu starke Verkrautung der Bachsohle zu verhindern. Die kränkenden großen Erlen wurden zwischenzeitlich auf den Stock gesetzt. Auch die Gewässerrandstreifen sollten vermehrt mit Gehölzen bepflanzt werden, um ihre Pufferwirkung gegenüber Nährstoffeinträgen aus den angrenzenden Ackerflächen zu verstärken. Lediglich der nicht bzw. nur einseitig umgestaltete Abschnitt, der als typischer Wiesenbach gestaltet ist, sollte seinen völlig offenen Charakter bewahren. Allerdings sollte eine Extensivierung der Wiesennutzung bzw. Wiederaufnahme einer extensiven Nutzung der brachgefallenen Wiesen angestrebt werden. (ALAND 1993).

Solange keine ausreichende Beschattung durch Gehölze besteht, sollten Wasserpflanzen teilweise aus dem Gewässer entfernt werden (z.B. absterbende Teile am Ende der Vegetationszeit, Abfischen von Wasserlinsen aus den Absetzbecken und dem Schönungsteich). Auch oberhalb der Kläranlage ist eine naturnahe Umgestaltung oder zumindest Ausweisung von mindestens 10 m breiten Gewässerrandstreifen anzustreben. Die betreffende Gemeinde faßt die Realisierung eines weiteren Bauabschnittes ins Auge.

Die Meßwehre stellen für Wasserorganismen ein beträchtliches Hindernis dar und sollten durch herausnehmbare, nur zur Probenahmezeit verwendete Vorrichtungen ersetzt werden.



Es ist darauf zu achten, daß die beiden Absetzbecken im Bereich des ersten Bauabschnitts nie gleichzeitig aus-geräumt werden, da sie in trockenem Jahren als wichtige Refugien für viele im Wasser lebende Insektenarten dienen. Eine Entkrautung des Bachbetts - solange sie sich als erforderlich erweist - sollte ebenfalls nie vollständig,

Abb. 70: Siegentalbach: Die angepflanzten Gehölze sind optisch bereits gut wirksam (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 72: Siegentalbach: Oberlauf - gleicher Standort wie Abb. 71, 4 Jahre später (Aufn.: Klepser 1995).



Abb. 71: Siegentalbach: Oberlauf kurz nach Umgestaltung (Aufn.: Klepser 1991).



sondern nur abschnittsweise bachaufwärts erfolgen, damit eine Neubesiedlung von oben gelegenen Bachabschnitten stattfinden kann.  
Der Unterlauf wächst mehr und mehr mit Gehölzen zu; Unterhaltungsmaßnahmen werden bewußt nicht vorgenommen. Am Oberlauf dominieren Röhrichte aufgrund der noch geringen Beschattung. Mit Ausnahme der Unterhaltung der einzelnen Becken sind keine Unterhaltungsmaßnahmen vorgesehen. Das Gewässer soll sich selbst überlassen werden. Der untere Schlammfang wurde allerdings schon beseitigt, da er nicht mehr erforderlich erschien.

## Gewässerbeschreibung

TK 26 Nr.: 7214/7314

**Gewässer: Kleines Sulzbächle / Rungsbächle**

**Hauptgewässer/Flußgebiet: Sulzbach/Rhein**

**Regierungsbezirk: Karlsruhe**

**Landkreis: Rastatt**

**Gemeinde: Stadt Bühl**

**zust. Gewässerdirektion: Rhein, Bereich Karlsruhe**

**Träger der Unterhaltung: Stadt Bühl**

**Umgestaltungsstrecke: Ortsrand Bühl (Kreiskrankenhaus) bis  
Mündung in den Sulzbach**

**Länge: 4,9 km      Höhe ü.NN.: 140 - 126 m**

**Einzugsgebiet: 5,5 km<sup>2</sup>**

**Gewässertyp: Silikat-Bergbach in der Vorbergzone; Flach-  
landbach im Unterlauf**

**Naturraum: Oberrheinebene, Untereinheit Renchen-Bühler-  
Niederung**

**Geologie:**

- Einzugsgebiet: Granitschotter, Löß

- Gewässerstrecke: Auensedimente, Niederterrassenschotter

**Bodenprofil: Grundwasserböden: Braunerde-Gley, Gley,  
Naßgley, Anmoorgley, Niedermoortorf; Sand,  
lehmiger Sand, schluffiger Lehm**

**Potentielle natürliche Vegetation:**

- Überflutungsbereich: Hainmieren-Schwarzerlen-Auwald

- Umgebung: Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald,  
Schwarzerlen-Eschen-Auwald, Erlenbruchwald

**Gewässergüte: II (mäßig belastet)**

**Abflußwerte:**

$Q_{\text{max}}$  = ca. 7 m<sup>3</sup>/s,  $HQ_{10}$  = 10 m<sup>3</sup>/s,  $HQ_{20}$  = 12 m<sup>3</sup>/s,  
(aus Regionalisierungen)

Fließgeschwindigkeit bei MQ = 0,5 - 0,8 m/s

**Nutzung des Talraumes: Siedlung (Industrie und Sportanla-  
gen), vorwiegend Landwirtschaft (Äcker und Wiesen)**

**Letzter Ausbau: 1966/67**

**Ökologische Defizite:**

- aquatischer Bereich: Sohle unnatürlich, strukturlos, nicht  
besiedelbar

- amphibischer Bereich: kaum ausgebildet, kaum besiedelbar,  
strukturarm

- terrestrischer Bereich: steile Böschung, Gehölze fehlen voll-  
ständig

**Naturnahe Umgestaltung: BA I 1989**

BA II 1991

BA III 1993

### 4.4 Pilotprojekt Kleines Sulzbächle

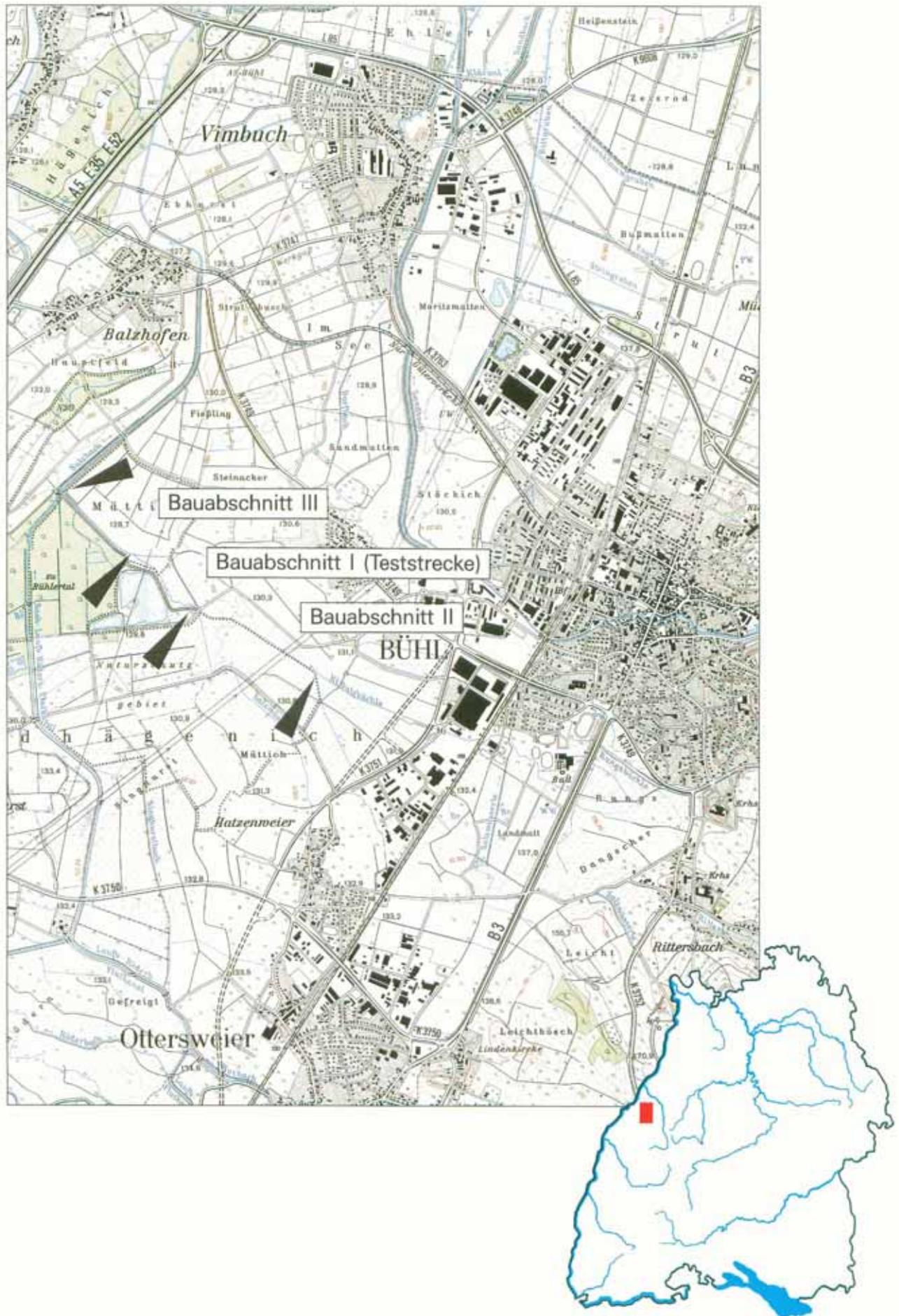




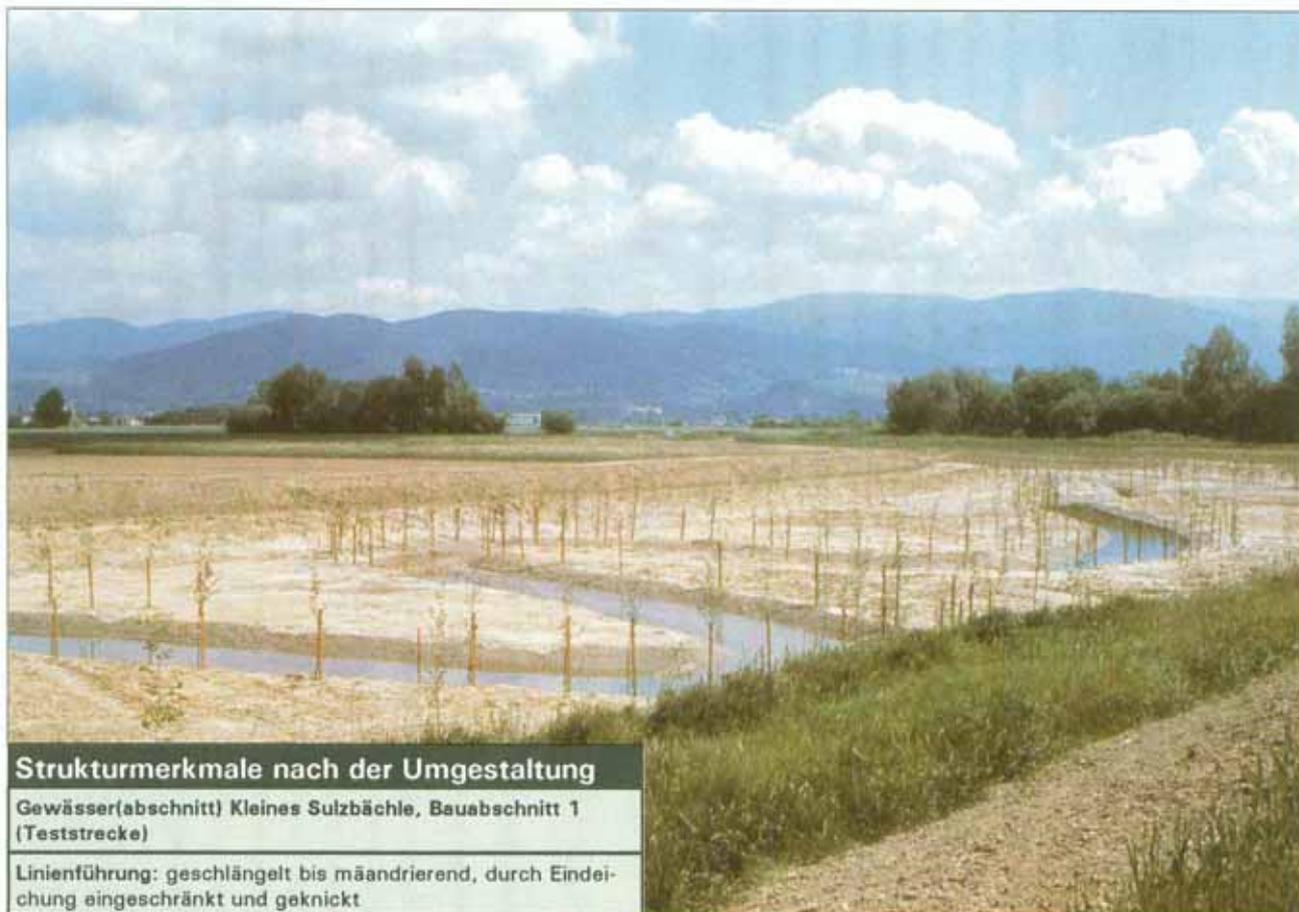
Abb. 74: Das Sulzbächle und seine Nebengewässer waren vorher extrem begradigt, das einheitliche Trapezprofil z.T. mit Sohlschalen ausgelegt (Aufn.: LfU 1991).

#### Strukturmerkmale vor der Umgestaltung

<b>Linienführung:</b> verlegt und vollständig begradigt
<b>Längsprofil/Tiefenvarianz:</b> Gefälle 1,0 - 1,5 ‰, extrem gleichförmige Wassertiefe (MQ 0,20 - 0,30 cm)
<b>Querschnitt/Breitenvarianz:</b> Trapezprofil, gleichförmige Breite, Gesamtbreite des Gewässerstreifens 10 m
<b>Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:</b> Betonseitenplatten, anstehender Boden, Verzahnung fehlt
<b>Sohlbeschaffenheit/Substrat:</b> Betonschalen, Feinsandablagerungen, Fadenalgen, z.T. Wasserstern
<b>Fließverhalten:</b> träge fließend, geringe Strömungsdiversität
<b>Gehölzstruktur:</b> gehölzfrei
<b>Vegetationszonierung:</b> z.T. Wasserpflanzen, Bachröhricht, Nitrophile Hochstaudenflur
<b>Kleinstrukturen im Gewässer:</b> ebenes Relief, z.T. Wasserpflanzen



Abb. 75: Im ausgebauten Gewässer konnten sich nur schwerlich bachtypische Vegetationsstrukturen ausbilden (Aufn.: LfU 1992).



**Strukturmerkmale nach der Umgestaltung**

**Gewässer(abschnitt) Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 1 (Teststrecke)**

**Linienführung:** geschlängelt bis mäandrierend, durch Eindeichung eingeschränkt und geknickt

**Längsprofil/Tiefenvarianz:** Tiefenvarianz weitgehend gleichförmig, einzelne Flachwasserzonen

**Querprofil/Breitenvarianz:** MW-Bett leichtes Wechselprofil, vereinzelt abweichend breite Vorländer, Breitenvarianz gleichförmig

**Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:** enges Gehölzgalerie-Ufer im Bereich des MW-Bettes, Vorländer z.T. Gehölze, Sukzessionsflächen, extensive Rasen, Böschungen mit Gehölzen; z.T. gute Verzahnung (Flachwasserzonen)

**Sohlbeschaffenheit/Substrat:** feinsandig bis kiesig, z.T. schluffig, Detrituslaub, Totholz, Sedimentdiversität gering

**Fließverhalten:** träge bis gemächlich fließend, Strömungsdiversität mäßig

**Ufererosion:** kleinere Uferabbrüche, Uferabrieb im Bereich des MW-Bettes

**Sohleintiefung:** größtenteils Sedimentation

**Gehölzstruktur:** insgesamt zu dichte Bepflanzung (1 Reihe Erlen/Weiden, dahinter Sträucher), im BA I z.T. Pappelsämlinge, sehr starke Beschattung

**Vegetationszonierung:** aufgrund der starken Beschattung mäßig ausgebildet

**Strukturen im Gewässer:** Wurzelvorhänge von Weiden und Erlen; Beginn der Ausbildung kleinerer Unterstände; Hinter-spülung von Erlen

**Bemerkungen:** Gehölzpflanzungen im Bauabschnitt 2 und 3 lockerer und variabler, krautige Vegetation in diesen Abschnitten vielfältiger; Differenziertere Vegetationszonierung; Strömungsdiversität dort größer wegen Wasserpflanzen und Röhricht

Abb. 76: Kleines Sulzbächle: Bauabschnitt 1 (Teststrecke) kurz nach erfolgter Umgestaltung (Aufn.: Zink 1990).



Abb. 77: Kleines Sulzbächle: Bauabschnitt 1 (Teststrecke) im Juli 1993 - Eine deutliche Vegetationszonierung ist erkennbar (Aufn.: Aland 1993).



Abb. 78: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 1: Schon bei leicht erhöhten Wasserständen ist das Vorland großflächig überflutet (Aufn.: LfU 1995).

#### 4.4.1 Umgestaltungsziel

Das vor etwa 25 Jahren naturfern ausgebaute Kleine Sulzbächle durchfließt größtenteils intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen und Siedlungsbereiche. Beim Ausbau wurde der Lauf vollständig begradigt, mit Trapezprofil versehen und mit Betonsohlschalen sowie -seitenplatten ausgelegt. Demzufolge kann die Gewässer-  
sohle nicht besiedelt werden, die amphibischen Uferbereiche sind kaum ausgebildet und die Böschungen sind steil. Der gewässermorphologische Zustand wurde als „naturfremd, übermäßig beeinträchtigt“ klassifiziert (UM 1992).

Das Kleine Sulzbächle soll entsprechend seiner Gewässertypologie - der Unterlauf ist als Flachlandbach der Oberrheinebene einzuordnen - zu einem überwiegend gehölzbestandenen, mäandrierenden Gewässer umgestaltet werden. Als Referenzgewässer wurde der Laufbach bei Ottersweier im Rahmen der Leitbildentwicklung herangezogen. Dieser Bach verfügt über ein naturnahes Profil mit vielfältigen Mikro- und Mesostrukturen. Bachbegleitend finden sich streckenweise naturnahe Erlen-Eschenwälder.

Das Umgestaltungskonzept sieht das Entstehen von

- ▶ Uferabbrüchen und Auskolkungen,
- ▶ Bachröhrichten an strömungsärmeren Uferbereichen,
- ▶ sandige Anlandungen,
- ▶ sowohl beschatteten als auch besonnten Abschnitten,
- ▶ bachbegleitenden Hochstaudenfluren
- ▶ und eines Bachsaumwaldes

vor. Darüber hinaus soll in der Umgebung eine extensive Wiesennutzung und das Umwandeln von Acker- in Wiesflächen angestrebt werden (WWF 1988).

#### 4.4.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse

##### Makrozoobenthon und Gewässergüte

Vor der Umgestaltung wurden im Rahmen der Vorplanung an fünf Untersuchungsstellen limnologische Erhebungen durchgeführt (WWF 1988). Es sind Tabellen mit Häufigkeitsklassen der nachgewiesenen Organismen vorhanden. Rohdaten über Untersuchungen an zwei Probenstellen aus dem Jahr 1992 stehen zur Verfügung.

Bei den Untersuchungen am ausgebauten Kleinen Sulzbächle (WWF 1988) wurden an vier der fünf Probenstellen Saprobitäts-Indices nach PANTLE & BUCK von 1,8 bis 1,9, an einer Probestelle ein Saprobitäts-Index von 2,25 ermittelt. Hieraus ergibt sich eine Zuordnung zur Gewässergüteklasse II bzw. II-III. Die Zusammensetzung des Makrozoobenthons wurde nicht ausgewertet. Die Untersuchung zweier Probenstellen, jeweils am 1. und 2. Bauabschnitt im Jahre 1992, ergab die Gewässergüte II-III.

Da im Jahre 1993 bereits Substratveränderungen im Gewässerbett festzustellen waren, sollten an den betreffenden Gewässerabschnitten Untersuchungen des Makrozoobenthons vorgenommen werden.

Bei den Bestandserhebungen im Rahmen der Voruntersuchung wurde im Gebiet das Vorkommen der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*), eine in Baden-Württemberg stark gefährdeten Art (BUCHWALD et al. 1992), festgestellt (WWF 1988). Die Larven dieser Libelle entwickeln sich bevorzugt in Fließgewässern. Sie brauchen kiesigen oder sandigen und vegetationsarmen Untergrund. Künftig sollte untersucht werden, ob diese Rote-Liste-Art das naturnah umgestaltete Kleine Sulzbächle besiedelt.



Abb. 79: Kleines Sulzbächle: Bauabschnitt 2 während der Bauphase (Aufn.: LfU 1991).

### Fische

Die Fischfauna wurde im September 1988 und im Februar 1989 erfaßt. Die Methodik entspricht den beim Kehrgraben gemachten Angaben (siehe NESS 1989). Insgesamt wurden zwölf Befischungstrecken untersucht, von denen drei innerhalb der Renaturierungsstrecke liegen.

Neben hoher Abwasserbelastung im Oberlauf trug der massive Verbau von Ufer und Sohle zur Beeinträchtigung der Fischfauna am Kleinen Sulzbächle bei. Der Ausbau mit Sohlshalen stellte eine extreme Situation dar, die nur von Stichling, Schmerle und evtl. Elritze gemeistert werden kann. Von fünf Fischarten wurden nur juvenile Tiere nachgewiesen. Diese wandern aus dem artenreicheren Sulzbach in das Kleine Sulzbächle ein, da sie hier, im gleichmäßig flachen Wasser, nicht mehr dem Jagddruck durch räuberische Arten ausgesetzt sind.

Der Natürlichkeitsgrad des Fischbestandes wurde mit Klasse 3 (stark beeinträchtigt) bewertet. Hierbei wurde die Einwanderungsmöglichkeit der Jungfische aus dem Sulzbach berücksichtigt. Ohne die Funktion als „Kinderstube“ müßte die Natürlichkeitsklasse 4 („naturfern“) vergeben werden.

Eine Bestandserhebung im Rahmen der Erfolgskontrolle wurde bisher nicht vorgenommen.

### Bodenkäfer

Im Jahre 1988 wurde die Wasserwechselzone der gesamten Projektstrecke mit Hilfe von zwölf Schwemmanalysen untersucht. 1990 wurden in sechs terrestrischen Uferbereichen unterhalb der Bundesstraße Bodenproben entnommen. Bei der Auswahl der Bodenprobenareale wurden Flächen möglichst unterschiedlicher Art hinsichtlich des Pflanzenbewuchses und der Ufermorphologie berücksichtigt.

Um die Entwicklung nach der Umgestaltung zu verfolgen wurden 1992 im 1. Bauabschnitt drei Bodenprobenareale wieder untersucht (KONZELMANN & WOLFSCHWENNINGER 1992). Erhebungen in der Wasserwechselzone wurden nicht vorgenommen. Aufgrund des re-

duzierten Untersuchungsumfangs können lediglich die ersten Auswirkungen der bisher durchgeführten Maßnahmen dargestellt werden.

Im Untersuchungsmonat Mai 1992 waren die untersuchten Vorlandbereiche noch spärlich bewachsen. Diese neu entstandenen Flächen wurden von Pionierarten besiedelt. Dies sind ausbreitungstüchtige, in der Mehrzahl wärme- und lichtliebende Käferarten, die bevorzugt vegetationsarme Rohböden aufsuchen. Bei den Voruntersuchungen am ausgebauten Kleinen Sulzbächle wurden diese Pionierarten nicht nachgewiesen.

Einige Arten, die im Zuge der Voruntersuchungen in den dicht bewachsenen Uferböschungen festgestellt wurden, konnten sich 1992 bereits wieder ansiedeln. Vor der Umgestaltung wurde stellenweise in den Ufersäumen eine hohe Artendiversität und faunistische Qualität festgestellt. Hier konzentrierten sich die Bodenkäferarten der vor der großflächigen Entwässerung im Gebiet vorhandenen, ehemaligen Feuchtbiotope (Sumpfwiesen, Bruchwald), die in den meliorierten und intensiv ackerbaulich genutzten Flächen der Umgebung keine Existenzmöglichkeit mehr finden. Das Ufer des Kleinen Sulzbächle diente somit als Refugiallebensraum, in welchem diese Arten - sicherlich unter beeinträchtigten ökologischen Bedingungen - überleben konnten.

Mit fortschreitender Vegetationsentwicklung wird sich auch die Käfergesellschaft verändern. Ob sich die biotoptypischen und wertgebenden Arten am naturnah umgestalteten Kleinen Sulzbächle etablieren können, muß eine Wiederholungsuntersuchung zeigen. Voraussetzung für diese Arten ist das Vorhandensein ungestörter Feuchtflächen, wobei sowohl besonnte als auch schattige Gewässerabschnitte erforderlich sind.



Abb. 80: Das Kleine Sulzbächle fiel zu Beginn der Entwicklungsphase des öfteren trocken, was eine rasche Besiedlung des Makrozoobenthos verhinderte (Aufn.: LfU 1992).

### Vegetation

Im Zuge der Vorplanung wurde die aktuelle Vegetation im Untersuchungsgebiet flächendeckend kartiert. Im Gewässerbereich wurden in einzelnen Abschnitten Querprofile untersucht. In den angrenzenden Wiesen wurden stichprobenartig pflanzensoziologische Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET vorgenommen (WWF 1988).

Nach Abschluß der Umgestaltungsmaßnahmen erfolgten unabhängig voneinander Vegetationsaufnahmen des Instituts für Landschaftsökologie und Naturschutz, Bühl (1990, 1991, 1992, 1993) und der Arbeitsgemeinschaft Landschaftsökologie, Karlsruhe (ALAND 1992, 1993). Die Beobachtungsflächen der unterschiedlichen Bearbeiter liegen in verschiedenen Vorlandbereichen und ergänzen sich daher.

Im umgestalteten Bereich wurden sowohl 1992 als auch 1993 jeweils drei Transekte kartiert, 1993 wurde zusätzlich ein viertes Transekt oberhalb der Umgestaltungstrecke in die Untersuchungen aufgenommen, das als Referenz für den Zustand vor der Umgestaltung dienen soll (ALAND 1992, 1993). Bei der Untersuchung 1993 wurden nur diejenigen Transekte erneut bearbeitet, bei denen eine deutliche Veränderung gegenüber dem Vorjahr festzustellen war. Von jedem Transektabschnitt wurde eine Aufnahme nach BRAUN-BLANQUET angefertigt. Die Auswertung erfolgte mittels der Zeigerwerte nach ELLENBERG (1992).

Um den Sukzessionsverlauf zu erfassen, richtete das INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ, BÜHL (1990, 1991, 1992, 1993) auf dem neugeschaffenen Vorland des Kleinen Sulzbächle zwei Probequadrate à 25 m<sup>2</sup>, jeweils auf einem Rohbodenstandort und auf einem mit Oberboden abgedeckten Standort, ein. Innerhalb dieser Flächen wurden Individuenzahl und Bedeckungsgrad jeder Pflanzenart erfaßt. Eine pflanzensoziologische Einordnung der Arten erfolgte nach OBERDORFER (1983).



Abb. 81: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 1: Im Bereich der Vorländer bildete sich eine reichhaltige Ruderalflora aus (Aufn.: Aland 1993).

Die Ergebnisse der Vegetationsuntersuchungen von ALAND (1992, 1993) lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Im älteren Bauabschnitt hat sich besonders im Abschnitt mit engen Mäanderbögen schon ein recht naturnah strukturiertes Bachbett entwickelt (stellenweise Auflagen aus Feinkies, flache Ufer- und Mittelbänke, Prall- und Gleitufer, erste flutende Wurzelbärte der Ufergehölze). Noch fehlen die Sohlstrukturen von Bächen mit Jahrzehnte alten Ufergehölzen. Höhere Wasserpflanzen sind nicht vorhanden. Im jüngeren, noch weitgehend unbeschatteten Bauabschnitt, ist starker Algenwuchs festzustellen.

Die Ufersäume im ersten Bauabschnitt sind durch spontan entstandene Weidengalerien gekennzeichnet. Der Planung zufolge sollten hier Gehölzsäume aus Schwarzerlen entstehen, allerdings wurden die Erlen ungünstigerweise nicht nah am Mittelwasserbett, sondern auf der Böschung gepflanzt. Im zweiten Bauabschnitt sind keine spontanen Gehölzansiedlungen zu verzeichnen. Auch hier wurden die Erlen sehr weit vom Gewässer entfernt gepflanzt.

In den Vorlandbereichen des ersten Bauabschnitts ist ebenfalls eine spontane Entwicklung von Junggehölzen zu beobachten. Sofern keine Pflegemaßnahmen erfolgen, ist mit einem Zusammenschluß zu dichten Pioniergebüschen und der Bildung eines Vorwaldstadiums für einen Bachauenwald zu rechnen. Diese Entwicklung wäre aus vegetationskundlicher Sicht zu begrüßen.

Im zweiten Bauabschnitt entwickelten sich auf den Vorländern üppige und artenreiche Ruderalfluren, in denen allerdings aufgrund der 1993 bereits zu 90% geschlossenen Vegetationsdecke nunmehr Gehölze nur schwerlich aufkommen können. Neophyten haben sich erfreulicherweise bisher nicht bestandsbildend angesiedelt.

Zwei Vorlandflächen wurden vom INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (1990, 1991, 1992, 1993) untersucht. Vier Jahre nach der Umgestaltung des Kleinen Sulzbächles ist in den Untersuchungsflächen eine Stagnation bezüglich der Sukzession

der Pflanzengesellschaften eingetreten. Die anfänglich hohen Artenzahlen sind zurückgegangen. Dies war auch zu erwarten, da die Vegetationsdecke sich schließt, so daß die Neuansiedlung von Pflanzenarten eingeschränkt ist. Konkurrenzstarke und ausbreitungsfreudige Arten setzten sich durch. Die mit Oberboden abgedeckte Fläche wies, im Gegensatz zur Rohbodenfläche, bereits im zweiten Untersuchungsjahr eine 100%ige Deckung auf. Da die Pioniergehölze noch keine Beschattung liefern und sie zudem durch eine Mahd entfernt wurden, ist damit zu rechnen, daß sich - abhängig von Überschwemmungshäufigkeit und -dauer - lichtliebende Nitrophytenfluren ausbreiten (z.B. Brennessel, Rohrglanzgras, Indisches Springkraut, Blutweiderich). Wenn die Vorländer relativ trocken bleiben, ist eine Ausbreitung von Goldrute und Ackerkratzdistel zu erwarten.



Abb. 82: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 2: Vegetationstransect T 1 im Juli 1992 (Aufn.: Aland 1992).



Abb. 83: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 2: Vegetationstransect T 1 (wie Abb. 82) ein Jahr später - Ausbildung einer vielfältigen Ruderalflora (Aufn.: Aland 1993).



Abb. 84: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 1 (Teststrecke): Dichtes Weidengebüsch, naturnahe Profilausbildung mit ausgeprägtem Gleitufer (Aufn.: Aland 1992).



Abb. 86: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 2: Hochstaudensäume; dichter Algenbewuchs durch geringe Beschattung. Mobilisierung von Nährstoffen nach der Umgestaltung (Aufn.: Aland 1993).

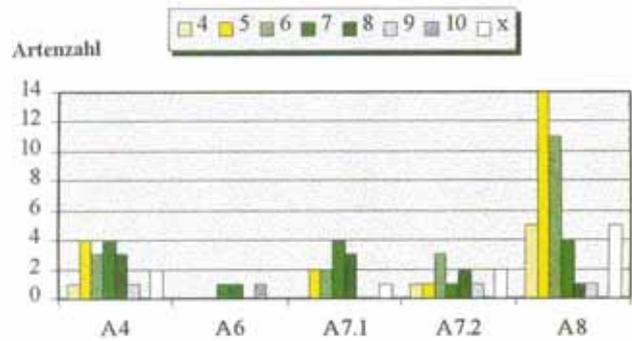


Abb. 87: Verteilung der Feuchtezahlen (F) nach Ellenberg (1992) am Kleinen Sulzbächle in Transekt 1, nach Aland (1993) - Skalierung von F=1 (Starktrockniszeiger) bis F=12 (Unterwasserpflanze).

Im unmittelbaren Uferbereich (Vegetationsaufnahme A 6) hat sich ein Wasserpflanzenbestand aus Bachbunge bzw. ein Feuchte anzeigender Saum aus Flutterbinsen ausgebildet. Im Vorland überwiegen trockenere bis frische Böden anzeigende Pionierfluren (Vegetationsaufnahme A 8).

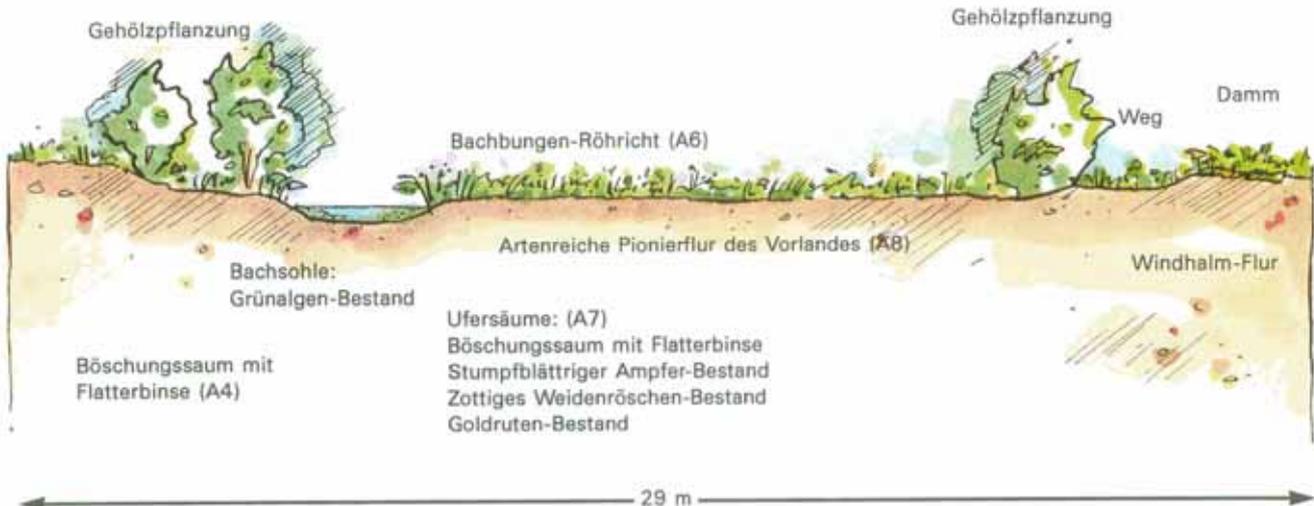


Abb. 85: Querprofil Transekt 1, verändert nach Aland (1993).

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
Veg. - Aufnahme	A5	A4	A6	A7.1	A7.2	A8
Veg. - Bedeckung	99	98	65	60	95	90
Artenzahl	1	18	3	12	12	42
<i>Agrostis stolonifera</i> (Weißes Straußgras)	.	2a	+	2a	.	+
<i>Lythrum salicaria</i> (Blut-Weiderich)	.	2a	.	1	2a	+
<i>Juncus effusus</i> (Flutterbinse)	.	4	.	1	4	.
<i>Rumex obtusifolius</i> (Stumpfbldt. Ampfer)	.	2a	.	4	+	1
<i>Trifolium repens</i> (Weiß-Klee)	.	1	.	.	1	4
<i>Erigeron annuus</i> (Einjähriger Feinstrahl)	.	1	.	.	1	2b
<i>Solidago canadensis</i> (Kanadische Goldrute)	.	+	.	1	+	+
<i>Festuca arundinacea</i> (Rohrschwengel)	.	+	.	+	.	+
<i>Epilobium adenocaulon</i> (Drüsiges Weidenr.)	.	+	.	r	.	1
<i>Poa trivialis</i> (Gewöhl. Rispengras)	.	2b	.	1	.	.
<i>Holcus lanatus</i> (Wolliges Honiggras)	.	+	.	.	.	1
<i>Plantago major</i> (Breit-Wegerich)	.	+	.	.	.	1
<i>Plantago lanceolata</i> (Spitz-Wegerich)	.	+	.	.	.	+
<i>Lotus corniculatus</i> (Gewöhl.-Horn-Klee)	.	r	.	.	.	2a
<i>Scrophularia nodosa</i> (Knoten-Braunwurz)	.	.	.	+	.	r
<i>Scirpus sylvaticus</i> (Wald-Simse)	.	.	.	r	r	.
<i>Apera spica-venti</i> (Gemainer Windhalm)	.	.	.	.	1	2a
<i>Oenothera biennis</i> (Gewöhl. Nachtkerze)	.	.	.	.	+	1
<i>Lycopus europaeus</i> (Ufer-Wolfstrapp)	.	.	.	.	+	+
<i>Salix cinerea</i> (Graul-Weide)	.	.	.	.	+	+
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (Gerl. Kamille)	.	.	.	.	r	+
Fadenalgen	5	.	.	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i> (Roter Wiesenklee)	.	1	.	.	.	.
<i>Juncus articulatus</i> (Glieder-Binse)	.	+	.	.	.	.
<i>Epilobium hirsutum</i> (Rauhh. Weidenr.)	.	+	.	.	.	.
<i>Valeriana officinalis</i> (Echter Baldrian)	.	r	.	.	.	.
<i>Polygonum mite</i> (Milder Knöterich)	.	.	.	1	.	.
<i>Galeopsis tetrahit</i> (Stechender Holzzahn)	.	.	.	r	.	.
<i>Veronica beccabunga</i> (Bachbunze)	.	.	4	.	.	.
<i>Rorippa palustris</i> (Gewöhl. Sumpfkresse)	.	.	r	.	.	.
<i>Agrostis tenuis</i> (Rotes Straußgras)	.	.	.	.	.	1
<i>Ranunculus repens</i> (Kriechender Hahnenfuß)	.	.	.	.	.	1
<i>Agropyron repens</i> (Kriechende Quecke)	.	.	.	.	.	+
<i>Artemisia vulgaris</i> (Gewöhl. Beifuß)	.	.	.	.	.	+
<i>Crepis capillaris</i> (Kleinköpfiger Pippau)	.	.	.	.	.	+
<i>Dactylis glomerata</i> (Wiesen-Knäuelgras)	.	.	.	.	.	+
<i>Dianthus armeria</i> (Rauhe-Nelke)	.	.	.	.	.	+
<i>Festuca pratensis</i> (Wiesen-Schwengel)	.	.	.	.	.	+
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i> (Rot-Schwengel)	.	.	.	.	.	+
<i>Hypericum spec.</i> (Johanniskraut)	.	.	.	.	.	+
<i>Linaria vulgaris</i> (Gewöhl. Leinkraut)	.	.	.	.	.	+
<i>Lychnis flos-cuculi</i> (Kuckucks-Lichtnelke)	.	.	.	.	.	+
<i>Myosotis arvensis</i> (Acker-Vergißmeinnicht)	.	.	.	.	.	+
<i>Prunella vulgaris</i> (Gewöhl. Brunelle)	.	.	.	.	.	+
<i>Sagina procumbens</i> (Liegendes-Mastkraut)	.	.	.	.	.	+
<i>Scleranthus annuus</i> (Einjähriges Knäuelkraut)	.	.	.	.	.	+
<i>Taraxacum officinale</i> agg. (Gem. Löwenzahn)	.	.	.	.	.	+
<i>Tussilago farfara</i> (Huflattich)	.	.	.	.	.	+
<i>Vicia hirsuta</i> (Rauhaarige Wicke)	.	.	.	.	.	+
<i>Vicia tetrasperma</i> (Viersammige Wicke)	.	.	.	.	.	+
<i>Campanula patula</i> (Wiesen Glockenblume)	.	.	.	.	.	r
<i>Cerastium holosteoides</i> (Gewöhl. Hornkraut)	.	.	.	.	.	r
<i>Juncus tenuis</i> (Zarte Binse)	.	.	.	.	.	r
<i>Poa annua</i> (Einjähriges Rispengras)	.	.	.	.	.	r

Tab. 6: Vegetationstabelle Transekt 1 nach Aland (Juli 1993); Gehölze: Schwarzerle (als Erlenreihe, gepflanzt).



Abb. 88: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 1: kurz nach der Umgestaltung - Erste Rohboden-Pioniere (Aufn.: Zink 1990).



Abb. 89: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 1: Standort wie Abb. 88, ein Jahr später (Aufn.: Aland 1991).



Abb. 90: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 1 (Teststrecke): Extensiv unterhaltenes Vorland (Aufn.: Aland 1993).

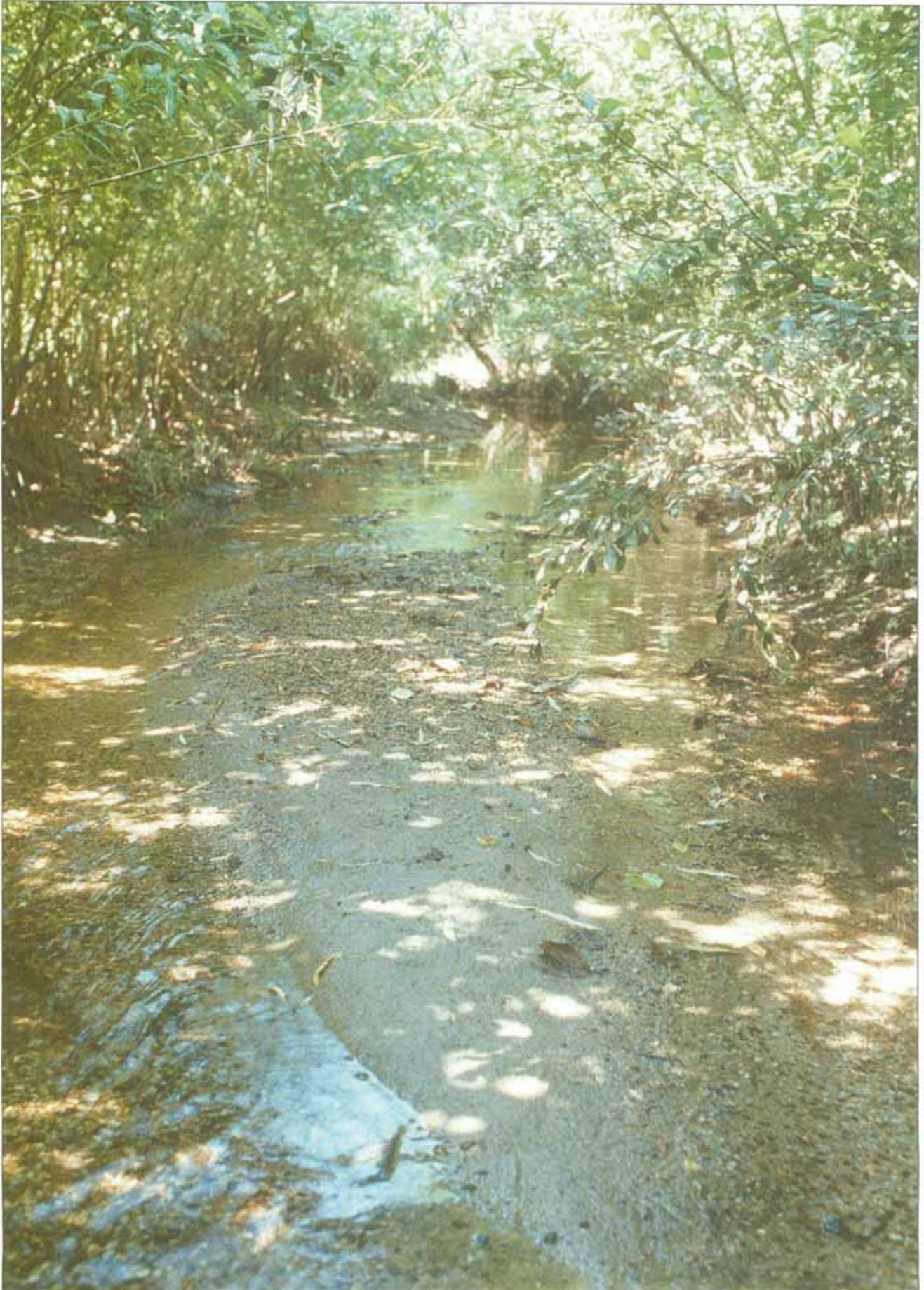


Abb. 91: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 1 (Teststrecke): Strauchvegetation im Vorwaldstadium. Der Bach weist bereits einen relativ naturnahen Flachlandbach-typischen Charakter auf (Aufn.: Aland 1993).

#### 4.4.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung

Die Ausführung der Umgestaltungsmaßnahmen in mehreren, zeitlich aufeinanderfolgenden Bauabschnitten hat sich am Kleinen Sulzbächle bewährt. Der 1. Bauabschnitt galt als Musterstrecke. Erkenntnisse, die bei der Ausführung der Musterstrecke gewonnen wurden, konnten in die Planung der nachfolgenden Abschnitte einfließen und trugen zur Optimierung des gesamten Projektes bei. Beispielsweise hat sich bei der Ausführung der Musterstrecke gezeigt, daß eine Sohlsicherung mit größerem Steinmaterial aus hydraulischer Sicht nicht erforderlich ist und eine Einbringung von Kies 0 - 32 ausreicht, sofern anstehendes Material nicht vorhanden ist.

Die Linienführung des umgestalteten Kleinen Sulzbächles erscheint aufgrund des Abknickens der Bögen stellenweise etwas „konstruiert“. Die anschließende natürliche Laufentwicklung wird diese Formen vermutlich etwas abrunden.

Der Verzicht auf eine Einsaat der Vorländer zugunsten einer natürlichen Vegetationsentwicklung brachte im Bereich der Musterstrecke sowohl was den Erosionsschutz als auch die ökologische Vielfalt anbelangt gute Ergebnisse und wurde daher in den noch umzugestaltenden Abschnitten weiterverfolgt.

Die Entwicklung des 1. Bauabschnitts zeigt, daß die vorgenommenen Gehölzpflanzungen zu dicht sind und die Schwarzerlen zu weit entfernt vom Mittelwasserbett gepflanzt wurden. Ersteres wurde bereits beim 2. und 3. Bauabschnitt berücksichtigt.

Aus vegetationskundlicher Sicht sollten keine umfangreiche Pflegemaßnahmen erfolgen, damit die natürliche Weiterentwicklung hin zu einem auwaldähnlichen Gehölzbestand beobachtet werden kann. Dies dürfte den im Bereich des Waldhägenschicht vorkommenden Brachvogel, der auf eine lückige Vegetation angewiesen ist, nicht beeinträchtigen, da nur bandförmige Gehölzstrukturen vorgesehen sind und die Wiesen offen gehalten werden sollen. Außerdem befindet sich der zukünftige Gehölzsaum des Sulzbächles in unmittelbarer Nähe eines bereits



Abb. 92: Gehölzpflanzungen bedürfen einer Fertigstellungs- und Entwicklungspflege, damit derartige Schäden vermieden werden (Aufn.: LfU 1992).

bestehenden, sehr hohen und weithin sichtbaren Waldes. Lediglich ein stellenweises behutsames Auslichten der sehr dichten, weidenreichen Ufergehölzsäume könnte vorgenommen werden, da die amphibischen Bereiche aufgrund einer zu starken Beschattung nahezu vegetationsfrei sind. Hierbei sollten, wie bereits geschehen, bevorzugt die nicht-einheimischen Pappelsämlinge entfernt werden. Vorlandbereiche mit Gehölzanflug sollten weitgehend nicht gemäht werden. Besonnte Uferstellen, insbesondere im Bereich größerer Stillwasserzonen, sollten andererseits erhalten werden und gehölzfreie Vorlandbereiche vereinzelt bestehen bleiben, um den in offenen Feuchtbiotopen siedelnden Insekten die Existenz zu ermöglichen. Zur Förderung der Strukturvielfalt (und damit der Artenvielfalt) sollten die Böschungen nur abschnittsweise gemäht werden. Für unterschiedliche Struktur-Habitattypen sollten verschiedene Mahdintervalle festgelegt werden (KONZELMANN & WOLF-SCHWENNINGER 1992).



Abb. 93: Kleines Sulzbächle: Bereits 2 Jahre nach der Umgestaltung hat das Gewässer relativ naturnahe Mesostrukturen, wie das abgebildete Gleitufer, ausgebildet (Aufn.: Aland 1992).

## Gewässerbeschreibung

TK 25 Nr.: 6620/21

**Gewässer:** Wiesenbächle

**Hauptgewässer/Flußgebiet:** Hagenbach/Trienzbach/  
Neckar

**Regierungsbezirk:** Karlsruhe

**Landkreis:** Neckar-Odenwald-Kreis

**Gemeinde:** Fahrenbach

**zust. Gewässerdirektion:** Rhein, Bereich Heidelberg

**Träger der Unterhaltung:** Gemeinde

**Umgestaltungsstrecke:** Wiesenbächle östlich von Robern von  
den Quellen bis zum Hagenbach

**Länge:** 1300 m mit Zuläufen **Höhe ü.NN.:** 390 - 360 m

**Einzugsgebiet:** ca. 10 ha und Quellschüttungen

**Gewässertyp:** Silikat-Bergbach

**Naturraum:** Sandstein-Odenwald, Untereinheit Zertaler  
Sandstein-Odenwald

**Geologie:**

- Einzugsgebiet: Oberer Buntsandstein

- Gewässerstrecke: Oberer Buntsandstein

**Bodenprofil:** Braunerdegley, Pseudogley, Anmoorgley

**Potentielle natürliche Vegetation:**

- Quellbereich: Quell-Erlenwald

- Überflutungsbereich: Hainmieren-Schwarzerlen-Auwald

- Umgebung: bodensaurer Buchen- und Buchen-Eichenwald

**Gewässergüte:** nicht erhoben, da verrohrt

**Abflußwerte:**

Quellschüttungen schwanken saisonal deutlich

Quelle 1: ca. 1 l/s, Quelle 2: ca. 2 -3 l/s, Quelle 3: ca. 1 l/s  
(Schätzwerte Sommer 1987), zusätzlich bis zu 1,2 m<sup>3</sup>/s  
durch Einleitung aus einem angrenzenden Einzugsgebiet

**Nutzung des Talraumes:** Landwirtschaft, extensive und mäßig intensive Mähwiesen (frische bis feuchte Glatthaferwiesen und Feuchtwiesen)

**Ökologische Defizite:**

- Bachlauf vollständig verrohrt

**Naturnahe Umgestaltung:** 1991

### 4.5 Pilotprojekt Wiesenbächle

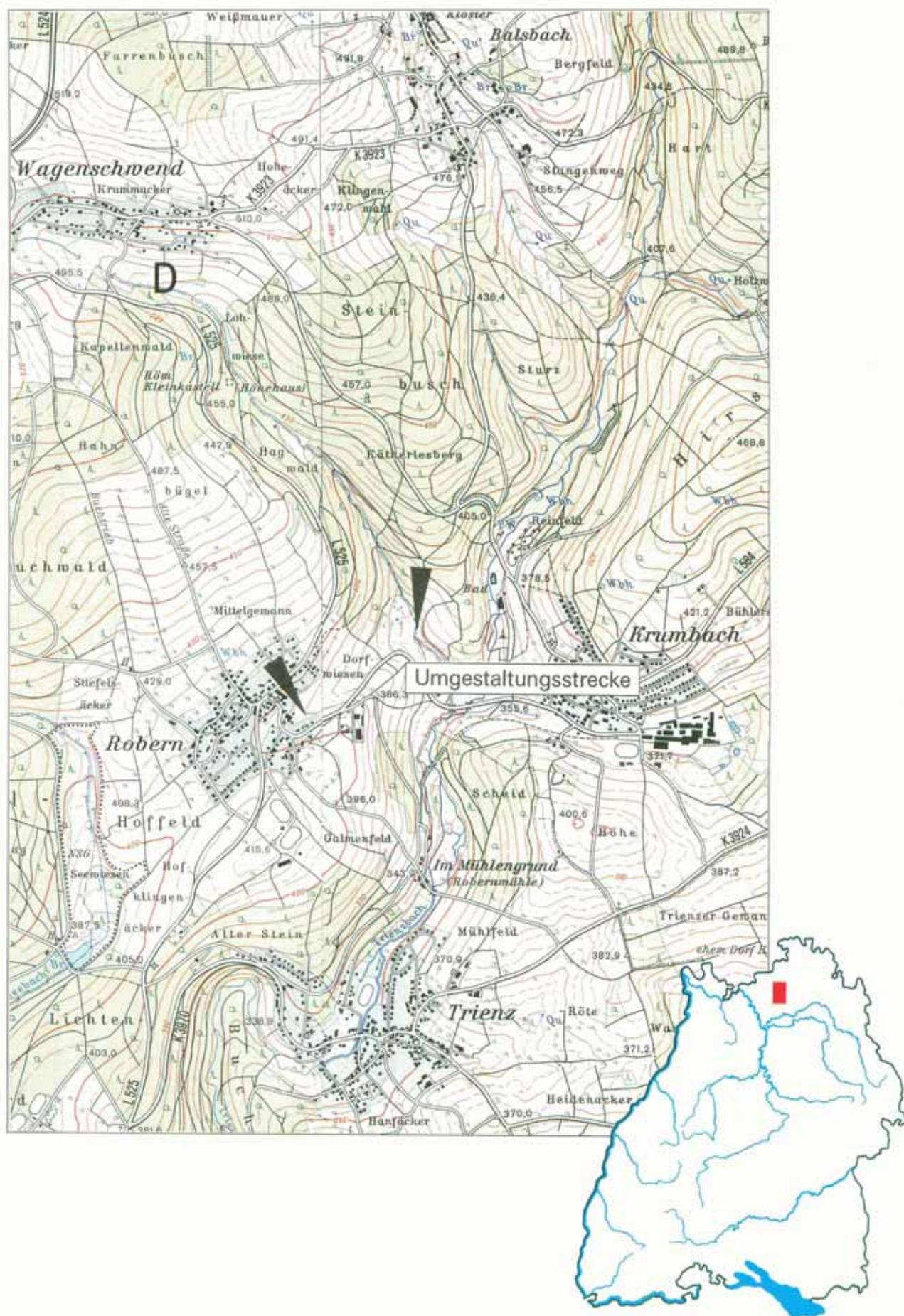




Abb. 95: Wiesenbächle, im Jahr der Umgestaltung: Im Vordergrund kleine Schwelle zur Sohlsicherung (Aufn.: Aland 1991).



Abb. 96: Wiesenbächle: Der Bach ist von blütenreichen Hochstaudensäumen umgeben - Rauhaariges Weidenröschen (Aufn.: IJU 1995).

### Strukturmerkmale nach der Umgestaltung

#### Gewässer(abschnitt) Wiesenbächle

**Linienführung:** geschwungen bis schwach gekrümmt

**Längsprofil/Tiefenvarianz:** starkes Gefälle, Tiefe variierend (z.T. auch aufgrund von Querriegeln)

**Querprofil/Breitenvarianz:** Wechselprofil in HW-Mulde, ungleichförmige Breite, Aufweitungen unterhalb von Querriegel

**Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:** vorwiegend Hochstauden und Röhrichtufer, gute Verzahnung durch breitere Wasserwechselzonen

**Sohlbefchaffenheit/Substrat:** schluffig bis sandig (Strömungsschatten) sonst Kies und eingebrachte Steinblöcke

**Fließverhalten:** Stillen und Schnellen, örtlich plätschernd, große Strömungsdiversität

**Ufererosion:** bisher gering

**Sohleintiefung:** nicht vorhanden

**Gehölzstruktur:** allgemein spärlich bepflanzt (Wiesenbachcharakter soll erhalten bleiben), Gehölzpflanzungen (Strauchgruppen) besonders im Bereich größeren Gefälles

**Vegetationszonierung:** sehr differenziert, Binsen-, Simsen- und Seggenbestand im Bereich der Quellmulden, Hochstaudenfluren, Bachröhricht (Rohrglanzgras), Glatthaferwiesen

**Strukturen im Gewässer:** bachtypisches Substratmosaik z.T. bis ins Bachbett vorgedrungene krautige Vegetation

**Bemerkungen:** Stillwasserbiotop im Bereich des Quellaustritts („Kolksee“)

#### 4.5.1 Umgestaltungsziel

Das Wiesenbächle, ursprünglich ein Quellbach, wurde, wie viele Bäche im Odenwald in den fünfziger oder sechziger Jahren, im Zuge des Baus der Abwasserkanalisation verdolt, zum Spülen der Kanalisation benutzt und der Kläranlage zugeführt. Auch die nördlich zufließenden Quellaustritte wurden teilweise verrohrt. Durch die Verdolung ging der Lebensraum für viele quellbachtypische Tier- und Pflanzenarten sowie ein wesentliches landschaftsprägendes Element verloren.

Das Umgestaltungsgebiet repräsentiert in typischer Weise das Inventar kleiner Wiesentäler im Odenwald: Nährstoffarme Quellsümpfe, mäßig gedüngte Feuchtwiesen, frische, gut gedüngte Glatthaferwiesen. Der kleinflächige Wechsel der natürlichen Standortbedingungen bewirkte in Verbindung mit der teilweise noch extensiven Mähwiesenbewirtschaftung ein Mosaik quell- und stauwasserbeeinflusster Pflanzengesellschaften. Insgesamt stellt das Wiesentälchen ein traditionelles Siedlungsbild der Odenwald-Landschaft dar, das in der heutigen Zeit in dieser Ausprägung nur noch selten zu finden ist. Die Erhaltung dieses Landschaftsteils ist das Ziel der Renaturierung des Wiesenbächles und der Quellstandorte.

Die Umgestaltungsplanung orientierte sich an einem Leitbild, das unter Berücksichtigung der besonderen landschaftlichen und kulturhistorischen Bedingungen des Wiesentälchens aus der Untersuchung anderer naturnaher Odenwald-Quellbäche entwickelt wurde. Das Ziel, quellbachtypische Lebensräume und Lebensgemeinschaften zu entwickeln, wurde insofern jedoch in Frage gestellt, als das offengelegte Wiesenbächle nicht nur das Wasser der bisher in die Kanalisation eingeleiteten Quellen (ca. 5 l/s), sondern auch den Abfluß eines oberhalb liegenden, ackerbaulich genutzten Einzugsgebietes abführen soll. Dadurch sind Abflußspitzen bis zu 1200 l/s zu erwarten, deren Abführung eine größere Dimensionierung und Sicherung des Gewässerbetts erfordern, als ein Wiesen-Quellbach aufweist. So mußte zumindest am unteren, steilen Gewässerabschnitt ein beidseitiger Ufergehölzsaum vorgesehen werden, wodurch in diesem Teil des Wiesentales der angestrebte, offene Landschaftscharakter nicht bewahrt werden kann. Auch die quelltypische Aus-

geglichenheit des Abflusses sowie eine von Nährstoffeinträgen und Bodenabschwemmungen unbeeinflusste Wasserqualität sind mithin nicht mehr gegeben.

Die wesentlichen Grundzüge der Planung für das Wiesenbächle sind nach ALAND (1991) bzw. UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1992):

- ▶ Gestaltung eines überwiegend für Wiesenbäche typischen kastenförmigen Gewässerbetts, das durch Buchten, kleine Schnellen und andere Elemente dennoch reich strukturiert ist;
- ▶ Anordnung beidseitiger Gewässerrandstreifen (>10 m) zur Entwicklung blütenreicher Hochstauden- und Feuchtwiesensäume;
- ▶ Verzicht auf eine durchgehende Gehölzpflanzung, um den offenen Charakter des Wiesentälchens zu erhalten, mit Ausnahme des unteren Bachabschnitts vor der Mündung in den Hagenbach;
- ▶ Abschnittsweise, naturnahe Querschnittsgestaltung und Hochstauden-Ufersäume von ca. 3 m Breite auch an den von Norden zufließenden Quellrinnen.



Abb. 97: Wiesenbächle: Ziel der Umgestaltung war die Entwicklung eines für die Gegend typischen offenen Wiesentales - Im Vordergrund Knäuel-Binse, Blut-Weiderich (Aufn.: LfU 1995).

#### 4.5.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse

##### Makrozoobenthon und Gewässergüte

Da der Lauf des Wiesenbächles verrohrt war, konnten vor der Umgestaltung keine gewässerökologischen Untersuchungen durchgeführt werden.

Eine erste Untersuchung nach der Freilegung wurde im Oktober 1992 vorgenommen (WBA HEIDELBERG 1993). Die Erhebungen erfolgten methodisch entsprechend der Arbeitsanleitung der LfU zur Gewässergütekartierung. Es wurden drei Probenstellen untersucht:

- ▶ 200 m unterhalb dem Austritt aus der Verrohrung,
- ▶ am linken Zufluß von der Fischteichanlage, 20 m vor Einmündung in das Wiesenbächle,
- ▶ am Wiesenbächle, 20 m vor Einmündung in den Hagenbach.

Hierbei wurden einige typische Vertreter der Güteklasse I-II festgestellt, die das Wiesenbächle als oligo- bis mesosaprobies Gewässer mit guter Sauerstoffversorgung und einer geringen Belastung mit biologisch abbaubarer organischer Substanz charakterisieren. Lediglich ein Zufluß aus einer Fischteichanlage mit der Gewässergüte II führt zu einer geringen Belastung, die jedoch aufgrund der hohen Selbstreinigungskraft des Wiesenbächles schon nach kurzer Fließstrecke nicht mehr nachweisbar ist. Insgesamt wurden im Wiesenbächle (ohne Quellzuflüsse) 16 Taxa ermittelt. Die höchste Arten- und Individuenzahl wurde im unteren Bachabschnitt vorgefunden, da hier bereits eine Einwanderung aus dem Hagenbach stattfindet.



Abb. 98: Das Wiesenbächle zeigt bereits wenige Jahre nach der Umgestaltung günstige Güteverhältnisse und Besiedlungsstrukturen (Aufn.: LfU 1994).

##### Fische

Anstelle des noch verrohrten Wiesenbächles wurde bei der Voruntersuchung (NESS 1989) im September 1988 und im Februar 1989 der Hagenbach unmittelbar unterhalb der Einmündung des Wiesenbächles befischt. In dieser steinigen, in Stillen und Schnellen gegliederten Gewässerstrecke wurden Bachforellen und Groppen aller Altersklassen nachgewiesen. Dies entspricht der typischen Besiedlungsstruktur eines nicht versauerten Silikatbaches, so daß die Untersuchungsstrecke in die Natürlicheitätsklasse I (natürlich bis leicht beeinträchtigt) eingeordnet werden konnte.

Das offengelegte Wiesenbächle wurde bislang noch nicht untersucht. Inwieweit es für die Fischfauna eine Bedeutung hat, hängt von der Wasserführung ab. Eine zu geringe Wasserführung in den Sommermonaten könnte die Entwicklung einer Fischpopulation erschweren.

##### Bodenkäfer

Zwei Jahre nach Abschluß der Umgestaltungsmaßnahmen erfolgte 1993 eine Bodenkäferuntersuchung zur Erfolgskontrolle (KONZELMANN et al. 1993b). Es wurden vier repräsentative Gewässerabschnitte untersucht: Ein unbeschattetes, flaches Ufer mit lückigem Bewuchs, ein durch ältere Weiden mäßig beschattetes, flaches Ufer mit lückigem Bewuchs, ein unbeschatteter Abschnitt mit stärkerem Gefälle, Uferbefestigung und dichtem Grasbewuchs (v.a. Süßgräser) und als Vergleichsgewässer ein unbeschatteter Quellgraben am Talhang mit sumpfigem Ufer und dichtem Pflanzenbewuchs. In jedem der vier Untersuchungsareale erfolgte eine Bodenprobenentnahme im unmittelbaren Uferbereich nach der Methode von BUCK & KONZELMANN (1985, 1991).

Die drei Bodenkäfer-Untersuchungsareale am neugestalteten Wiesenbächle werden hinsichtlich der Arten- und Biotopschutzrelevanz unterschiedlich bewertet. Während das am spärlichsten bewachsene Uferareal eine monotone Habitatstruktur aufweist und daher nur von relativ wenigen Käferarten mit einem niedrigen Anteil an faunistischen Besonderheiten besiedelt wird, steigen mit zunehmender Vegetationsdichte in den Untersuchungsarealen die faunistische Qualität und insbesondere die Arten-

diversität an. Im Gegensatz zu den lückig bewachsenen Flächen ist hier eine größere Habitatvielfalt vorhanden, verursacht durch einen höheren Anteil an vertikalen oder horizontalen Vegetationsstrukturen und durch langsames und ungleichmäßiges Austrocknen des Bodens. So konnte auf einer vergleichsweise kleinen Fläche eine große Anzahl von Bodenkäferarten, darunter auch wertgebende, geeignete Existenzbedingungen vorfinden. Dem durch Weiden mäßig beschatteten Uferabschnitt wurde die Bewertung „artenschutzrelevant“ attestiert. Das am unteren, steilen Abschnitt des Wiesenbächles untersuchte Ufer weist bereits eine hohe Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz auf.

Es ist davon auszugehen, daß am Wiesenbächle mit zunehmender Ausbildung der uferbegleitenden Hochstaudenfluren Bedingungen geschaffen werden, aufgrund derer sich ökologisch anspruchsvolle, biototypische Käfergesellschaften etablieren können. Die Untersuchungen am Vergleichsgewässer, einem Quellgraben mit versumpften Uferbereichen, ergaben eine hochwertige, arten- und individuenreiche Käfergemeinschaft, die mittelfristig auch teilweise am Ufer des Wiesenbächles siedeln kann. Im Hinblick auf die Bodenkäferfauna ist die Umgestaltung insgesamt positiv zu bewerten. Bei Beibehaltung des weitgehend offenen Bachverlaufs mit stellenweise abgeflachten Ufern dürfte die weitere Besiedlung mit wertgebenden und biototypischen Käferarten gewährleistet sein.

### Vegetation

Die Aufnahme der Vegetation des Untersuchungsgebiets erfolgte erstmals 1987 im Rahmen der Bestandserhebung für die Umgestaltungsplanung. Die Ergebnisse der pflanzensoziologischen Erhebungen (Systematik nach OBERDORFER 1977, 1978, 1983) wurden kartographisch und tabellarisch dargestellt (ALAND 1988).

Die Dokumentation der Vegetationsentwicklung des offengelegten Gewässers einschließlich seiner Schutzstreifen wurde bereits im Spätsommer 1991, unmittelbar nach Abschluß der Bauarbeiten begonnen. Hierzu wurden Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964) angefertigt (ALAND 1991).

1992 und 1993 erfolgten weitere vegetationskundliche Untersuchungen zur Erfolgskontrolle, die sich methodisch nach den Empfehlungen von BOSTELMANN (1990) richteten (ALAND 1992, 1993). Hierbei wurden fünf Transekte untersucht, zwei an einer Quellrinne, die in das Wiesenbächle mündet, drei am Wiesenbächle selbst.

Die Vegetationsentwicklung einer freigelegten Quellrinne und des Wiesenbächles wurde in den Jahren 1991, 1992 und 1993 beobachtet. Insgesamt wird der Entwicklungstrend sehr positiv eingeschätzt. Die zu Beginn der Untersuchung eingetretenen, unerwünschten Erscheinungen sind mittlerweile auf natürliche Weise zurückgegangen. Die folgenden Entwicklungen werden als besonders erfreulich beurteilt (ALAND 1993):

- ▶ Rückgang der Dominanzbestände des eingesäten Weißen Straußgrases (*Agrostis alba*), das zur Sofortsicherung der Ufer im oberen Abschnitt des Wiesenbächles eingesät wurde.
- ▶ Rückgang der dichten Lieschgras-Bestände (*Phleum pratense*) im unteren Gewässerabschnitt. Die niedrigwüchsigen, für den Naturschutz interessanten Binserasen konnten sich behaupten und z.T. sogar ausdehnen;
- ▶ Rückgang ruderaler Pflanzenarten im Gewässerschutzstreifen des oberen Wiesenbach-Abschnitts. Das weitgehende Fehlen ruderaler Pflanzenarten ist ein Zeichen für die rasche Entwicklung binsenreicher, versumpfter Quellwiesen und wiesenbachtypischer Hochstaudenfluren;
- ▶ Ausbreitung von Pflanzenarten der blütenreichen Mädesüßfluren - insbesondere am oberen Wiesenbächle;
- ▶ Gute Entwicklung der gepflanzten Ufergehölze;
- ▶ Die Gewässersohle der Quellrinne wird zunehmend von einer Reihe typischer, feuchteliebender Pflanzenarten besiedelt (z.B. Bitteres Schaumkraut, Dunkelgrünes Weidenröschen, Quellstermiere).

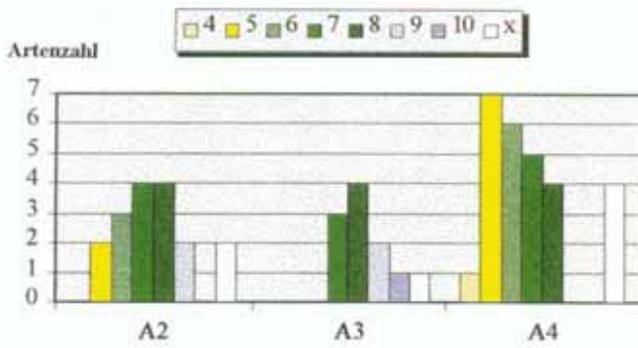


Abb. 99: Verteilung der Feuchtezahlen (F) nach Ellenberg (1992) am Wiesenbächle in Transekt 3, nach Aland (1993) - Skalierung von F=1 (Starktrockniszeiger) bis F=12 (Unterwasserpflanze).

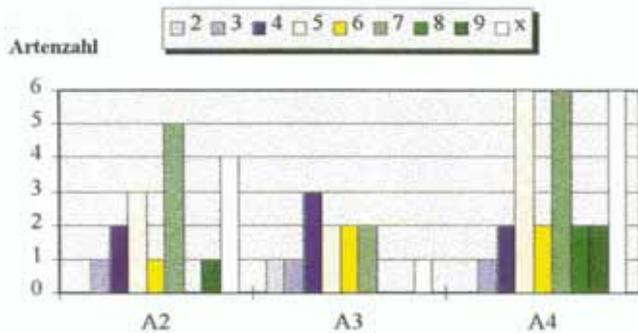


Abb. 100: Verteilung der Stickstoffzahlen (N) nach Ellenberg (1992) am Wiesenbächle in Transekt 3, nach Aland (1993) - Skalierung von N=1 (stickstoffärmste Standorte anzeigend) bis N=9 (an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert).

Die Verteilung der Feuchtwerte (hoher Anteil feuchtigkeitspräferenter Arten der Quellfluren, siehe Abb. 99) und die Verteilung der Stickstoffwerte (großer Anteil von Arten nährstoffärmerer Standorte, siehe Abb. 100) deuten bereits 2 Jahre nach Durchführung der Umgestaltungsmaßnahmen auf weitgehend naturnahe Verhältnisse hin.

Laufende Nummer	1	2	3
Veg. - Aufnahme	A2	A3	A4
Veg. - Bedeckung	100	45	90
Artenzahl	17	12	28
<i>Lotus uliginosus</i> (Sumpf-Hornklee)	5	+	2a
<i>Agrostis alba</i> (Weißes Straußgras)	2a	2a	2a
<i>Juncus conglomeratus</i> (Knäuel-Binse)	1	3	1
<i>Ranunculus repens</i> (Kriechender Hahnenfuß)	3	2a	2b
<i>Glyceria fluitans</i> (Flutender Schwaden)	+	2a	.
<i>Carex vesicaria</i> (Blasen-Segge)	r	+	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> (Gewönl. Ruchgras)	2a	.	2a
<i>Rumex obtusifolius</i> (Stumpfblättriger Ampfer)	1	.	2a
<i>Cynosurus cristatus</i> (Wiesen-Kammgras)	1	.	1
<i>Arrhenatherum elatius</i> (Glatthafer)	+	.	2a
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i> (Rot-Schwingel)	+	.	1
<i>Lychnis flos-cuculi</i> (Kuckuks-Lichtnelke)	+	.	1
<i>Holcus lanatus</i> (Wolliges Honiggras)	+	.	+
<i>Lythrum salicaria</i> (Blut-Weiderich)	+	.	+
<i>Phleum pratense</i> (Wiesen-Lieschen)	+	.	+
<i>Polygonum bistorta</i> (Wiesen-Knöterich)	+	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i> (Rohrglanzgras)	+	.	.
<i>Veronica beccabunga</i> (Bachbunge)	.	1	.
<i>Ranunculus flammula</i> (Bren. Hahnenfuß)	.	1	.
<i>Epilobium tetragonum</i> Bastard (V. Weidenr.)	.	+	.
<i>Juncus bufonius</i> (Kröten-Binse)	.	+	.
<i>Stellaria alsine</i> (Moor-Sternmiere)	.	+	.
<i>Plantago lanceolata</i> (Spitz-Wegerich)	.	r	.
<i>Trifolium pratense</i> s. str. (Roter Wiesen-Klee)	.	.	1
<i>Trisetum flavescens</i> (Gewönl. Goldhafer)	.	.	1
<i>Achillea millefolium</i> (Wiesen-Schafgarbe)	.	.	+
<i>Artemisia vulgaris</i> (Gewönl. Beifuß)	.	.	+
<i>Cerastium holosteoides</i> (Gewönl. Hornkraut)	.	.	+
<i>Filipendula ulmaria</i> (Mädesüß)	.	.	+
<i>Prunella vulgaris</i> (Gewönl. Brunelle)	.	.	+
<i>Symphytum officinale</i> (Gemeiner Beinwell)	.	.	+
<i>Tanacetum vulgare</i> (Rainfarn)	.	.	+
<i>Trifolium repens</i> (Weiß-Klee)	.	.	+
<i>Urtica dioica</i> (Brennessel)	.	.	+
<i>Agropyron repens</i> (Kriechende Quecke)	.	.	+
<i>Poa trivialis</i> (Gewöhnliches Rispengras)	.	.	+
<i>Myosotis palustris</i> agg. (Sumpf-Vergißmeinn.)	.	.	+
<i>Glechoma hederacea</i> (Gundelrebe)	.	.	+

Tab. 7: Vegetationstabelle Transekt 3 (Aufnahme Juli 1993) nach Aland (1993); Gehölze: Rechte Uferseite Mantelgehölz mit Wasserschneeball; gepflanzte Erlenreihe am Ufersaum, Linke Uferseite gepflanzte Erlenreihe am Ufersaum.



Abb. 101: Querprofil Transekt 3, verändert nach Aland (1993).

#### 4.5.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung

Strukturell hat sich das Wiesenbächle schon nach wenigen Jahren gut entwickelt. Die Gewässersohle weist eine für Berglandbäche typische Gliederung mit sehr weiten Korngrößenverteilungen auf. Das z.T. eingebrachte Steinmaterial hat sich zu differenzierten Sohlmosaiken umgelagert. Unterschiedliche Fließstrukturen, wie z.B. Stillen und Schnellen wechseln auf kürzesten Entfernungen einander ab. Es ist bemerkenswert, wie schnell sich am Wiesenbächle ein dynamischer Gleichgewichtszustand aus Erosion und Sedimentation eingestellt hat. Eine Sohlsicherung durch mehrere „Sohlgurte“ ist aus jetziger Sicht nicht unbedingt erforderlich, andererseits wirken diese nicht als Wanderhindernisse und stören insofern nicht. Schon bei kleineren Hochwässern verläßt das Wiesenbächle kurz vor der Feldwegbrücke sein Bett und bahnt sich einen neuen Lauf quer über die Wiese. In diesem Abschnitt verläuft das Gewässer nicht im Tiefpunkt. Sofern sich keine Schwierigkeiten mit den Grundstücksbesitzern ergeben, sollte diese Laufverlagerung toleriert werden.

Das Wiesenbächle hat sich aus vegetationskundlicher Sicht nach der Umgestaltung sehr positiv entwickelt. Hervorzuheben sind die binsen- und simsensreichen Quellmulden und die bereits gut entwickelten Hochstaudenfluren. Dem Betrachter vermittelt das Wiesenbächle bereits einen sehr natürlichen Eindruck. Es ist heute kaum vorstellbar, daß der Bach vorher verdolt war.



Abb. 102: Wiesenbächle, umgestaltete Quellmulde mit Seggen, Binsen und Wald-Simse - Ein für diese Gegend typisches Landschaftselement (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 103: Wiesenbächle: Es ist kaum vorstellbar, daß dieses herrliche Bächlein vor wenigen Jahren noch verdolt war (Aufn.: LfU 1995).

Die Uferbereiche der Quellrinnen sollten auf einer Breite von beidseitig jeweils ca. 2 m nicht mehr gedüngt werden. Auch sollten diese Flächen nur einmal im Jahr gemäht werden, wobei eine alternierende Mahd (das eine Ufer bei der ersten Mahd der angrenzenden Wiesen, das andere Ufer bei der zweiten) empfohlen wird, so daß immer ein ungemähter Saum vorhanden bleibt. Die eingesäten Randbereiche des Wiesenbächles, welche als Klee-säume ausgebildet sind, sollten bis auf weiteres wie eine zweischürige Mähwiese jedoch ohne Düngung bewirtschaftet werden (ALAND 1993). Der offene Landschaftscharakter des Wiesentals sollte erhalten bleiben.

Für die Insektenfauna, z.B. Bodenkäfer, wäre das Stehenbleiben von ungemähten Bereichen über zwei oder mehrere Jahre förderlich. Wie die Bodenkäferuntersuchung gezeigt hat, kommt in einem Untersuchungsareal, in dem wie in einer ungestörten Wiesenbrache eine dichte Vegetationsdecke und alte, vertrocknete Gräser vorhanden sind, auf relativ kleiner Fläche eine artenreiche Käfergesellschaft vor. Zur Schonung der bodenlebenden Organismen ist das Befahren der Wiesengraben mit dem Traktor zu vermeiden. Es ist bekannt, daß starke Bodenverdichtung zu einer drastischen Reduktion der edaphischen Käfer führt.

## Gewässerbeschreibung

TK 26 Nr.: 7918/0018

**Gewässer:** Krähenbach

**Hauptgewässer/Flußgebiet:** Donau

**Regierungsbezirk:** Freiburg

**Landkreis:** Tuttlingen

**Gemeinde:** Stadt Tuttlingen

**zust. Gewässerdirektion:** Donau, Bereich Rottweil

**Träger der Unterhaltung:** Stadt Tuttlingen

**Umgestaltungsstrecke:** von der Eßlinger Mühle bis zum Ortsrand Möhringen

**Länge:** 3,5 km      **Höhe ü.NN.:** 687 - 664 m

**Einzugsgebiet:** 24,3 km<sup>2</sup> (Pegel)

**Gewässertyp:** Karbonat-Bergbach

**Naturraum:** Baaralb, Untereinheit Geisingen-Spaichinger-Waldberge

**Geologie:**

- Einzugsgebiet: Weiß- und Braunjura

- Gewässerstrecke: Auensedimente

**Bodenprofil:** 50 - 80 cm sandig-kiesige Deckschicht, darunter Lehm

**Potentielle natürliche Vegetation:**

- Überflutungsbereich: Mandelweidengebüsch

- Umgebung: Seggen-Buchenwald, Platterbsen-Buchenwald

**Gewässergüte:** II (mäßig belastet)

**Abflußwerte:**

MQ = 0,26 m<sup>3</sup>/s, HQ<sub>1</sub> = 5,8 m<sup>3</sup>/s, HQ<sub>5</sub> = 7,6 m<sup>3</sup>/s,

HQ<sub>10</sub> = 8,9 m<sup>3</sup>/s, HQ<sub>20</sub> = 12,0 m<sup>3</sup>/s, HQ<sub>100</sub> = 13,3 m<sup>3</sup>/s,

NM<sub>Q<sub>5</sub></sub> = 0,015 m<sup>3</sup>/s, Pegelbeobachtung 1959 - 1985

Fließgeschwindigkeit bei MQ = 0,6 - 1,0 m/s

**Nutzung des Talraumes:** Landwirtschaft, vorwiegend Grünland, einige Brachflächen

**Letzter Ausbau:** nicht bekannt

**Ökologische Defizite:**

- aquatischer Bereich: besiedlungsfeindliche Sohle ohne Strukturierung, einheitliche Fließstruktur, Unterbrechung des Fließgewässers durch ein Staubecken

- amphibischer Bereich: steile Böschungen, daher kaum ausgeprägt, besiedlungsfeindlich

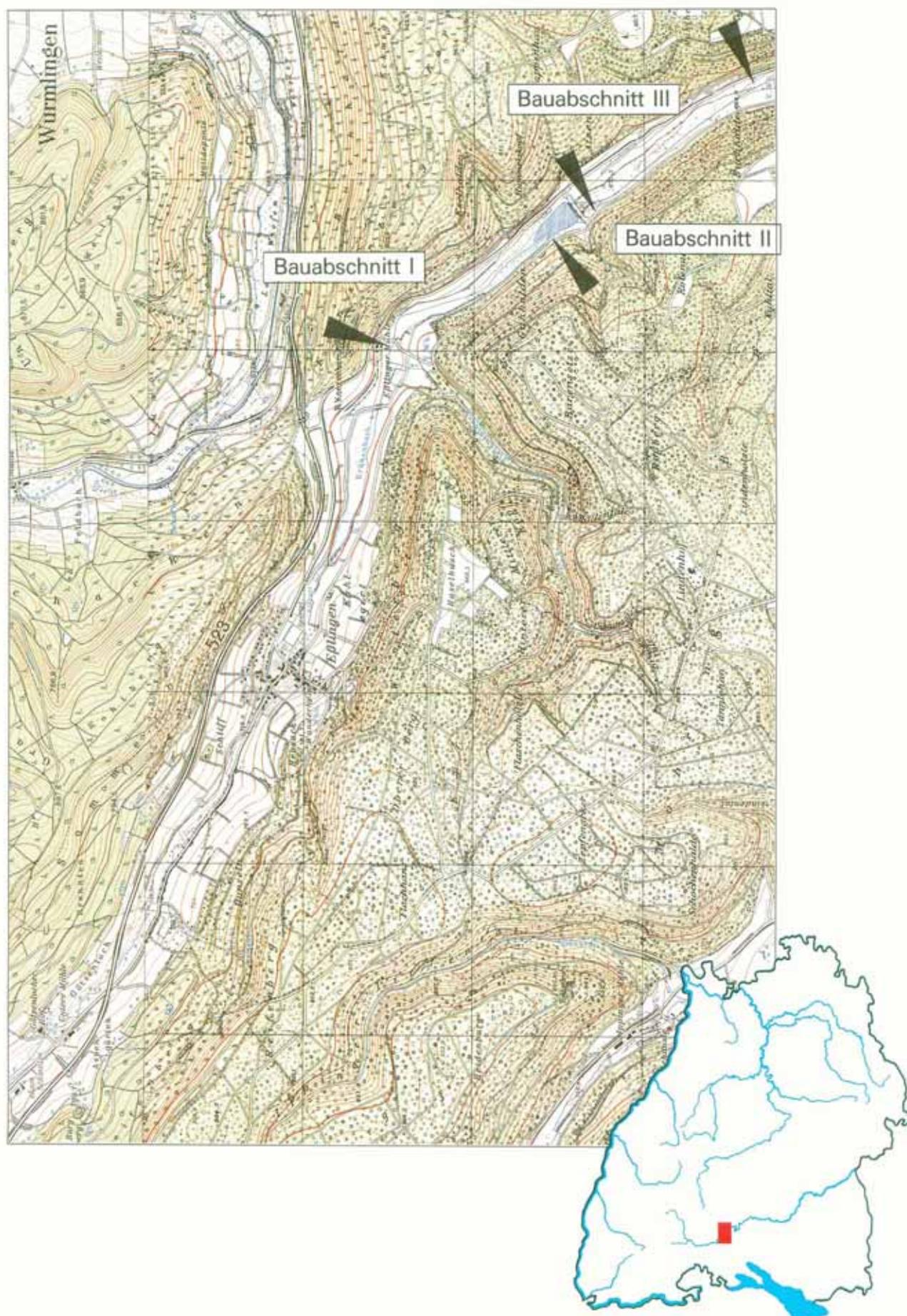
- terrestrischer Bereich: Gehölzsaum fehlt vollständig

**Naturnahe Umgestaltung:** BA I 1991

BA II 1992/93

BA III 1994/95

## 4.6 Pilotprojekt Krähenbach



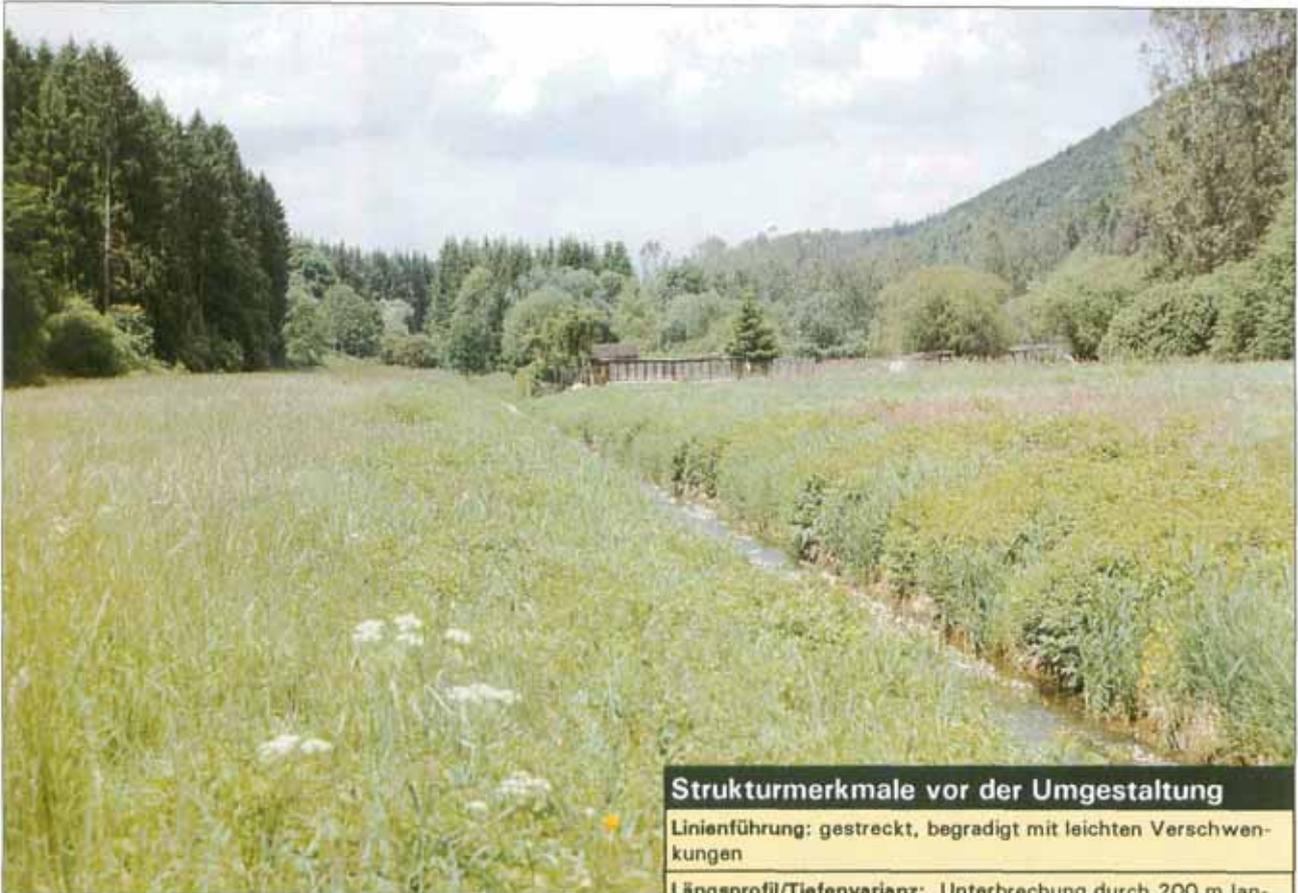


Abb. 105: Krähenbach vor der Umgestaltung: Extrem begradigt, ausgebautes Profil (Aufn.: Klink 1988).

#### Strukturmerkmale vor der Umgestaltung

**Linienführung:** gestreckt, begradigt mit leichten Verschwenkungen

**Längsprofil/Tiefenvarianz:** Unterbrechung durch 200 m langes Staubecken, Gefälle 9 - 17 ‰, lediglich zwei Tiefenstufen, relativ gleichmäßige Wassertiefe bei ca. 10 - 20 cm

**Querprofil/Breitenvarianz:** geringe Breitenvarianz

**Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:** steile, gleichmäßige, hart verbaute Ufer, amphibische Zone fehlt

**Sohlbeschaffenheit/Substrat:** Sohlbefestigung mit Natursteinpflaster, z.T. Algenmatten

**Fließverhalten:** bei MQ schnell fließend z.T. mit Turbulenzen, Fehlen von strömungsarmen Bereichen, extrem monotones Strömungsbild

**Gehölzstruktur:** Gehölzsaum fehlt vollständig

**Vegetationszonierung:** durch steile befestigte Böschungen nicht ausgeprägt

**Kleinstrukturen im Gewässer:** strukturarm



Abb. 106: Krähenbach vor der Umgestaltung: Uferverbau mit Steinsatz; Flutender Hahnenfuß zeigt hohe Nährstoffeinträge an (Aufn.: Klink 1988).



Abb. 107: Krähenbachtal: Aufgrund der geringen Siedlungsdichte und naturnaher Landschaftselemente ein aus naturschutzfachlicher Sicht entwicklungsfähiges Tal (Aufn.: LfU 1995).



**Strukturmerkmale nach der Umgestaltung**

Gewässer(abschnitt) Krähenbach, Bauabschnitt 1, Bereich Esslinger Mühle

Linienführung: schwach gekrümmt

Längsprofil/Tiefenvarianz: differenziertes Längsprofil mit ausgeprägten Stillen, Schnellen, größere Kolke und Furten

Querprofil/Breitenvarianz: sehr unterschiedliches Profil, Erosions-/Wechselprofil, Breitenvarianz hoch, Gewässerbett jedoch überwiegend zu eng dimensioniert

Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land: Strauch-, Röhricht- und Hochstaudenufer, naturgemäße Bauweisen, Verzahnung z.T. mäßig wegen tiefer Lage und steiler Ufer

Sohlbeschaffenheit/Substrat: Kalkschotter, Flußsediment (Zugabe), Schluff-, Lehmauflage z.T. Steine aus altem Pflaster

Fließverhalten: große Strömungsdiversität, schnell fließend bis träge, Strömungsbild z.T. durch Wasserpflanzen und Röhricht aufgelockert

Ufererosion: sehr starke Krümmungserosion mit größeren Abbrüchen

Sohleintiefung: punktuell tiefe, großflächige Kolke

Gehölzstruktur: sehr dichte starre Bepflanzung mit zu großem Grauerlenanteil, z.T. aufgeastetes Baumschulmaterial, z.T. nicht standortgerechtes Pflanzenmaterial (z.B. Silberweide)

Vegetationszonierung: überwiegend mäßige Zonierung, da abrupter Übergang Wasser/Land (Steilufer)

Strukturen im Gewässer: Wasserpflanzen (z.B. Bachbunze, Brunnenkresse), Uferbänke, Prall-/Gleitufer, Furten, Kolke

Bemerkungen: die vorhandenen Strukturen sind größtenteils Folge des extremen Frühjahrshochwassers 1994

Abb. 108: Krähenbach, Bauabschnitt 1: 4 Jahre nach der erfolgten Umgestaltung (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 109: Krähenbach, Bauabschnitt 1: Uferbank - ein naturnahes Strukturelement (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 110: Neu geschaffenes „Umgebungsgewässer“ am Stausee zur Förderung der Durchgängigkeit (Aufn.: Klink 1993).

#### 4.6.1 Umgestaltungsziel

Der Krähenbach war vor seiner Umgestaltung fast vollständig begradigt, sein Bachbett trapezförmig ausgebaut. Die Gewässersohle wies keine besiedlungsfreundliche Strukturierung auf, auch der amphibische Bereich war aufgrund steiler Uferböschungen besiedlungsfeindlich. Ein Gehölzsaum fehlte vollständig.

Der Fließgewässercharakter wurde durch einen 200 m langen Stausee unterbrochen. Unterhalb des Stausees sind negative Einflüsse der Stauhaltung auf den Krähenbach an der Erhöhung von Wassertemperatur und Nährstoffzunahme erkennbar. Für Fische (Fließgewässer-Arten) bildete der See eine Wanderungsbarriere.

Als Referenzstrecken für die Umgestaltung wurden naturnahe Bachabschnitte oberhalb des Stausees und oberhalb der Esslinger Mühle herangezogen sowie zwei Vergleichsgewässer (Weißbach und Lippach). Wichtigstes Ziel der Renaturierung ist die Wiederherstellung eines durchgängigen Fließgewässers (DIETRICH 1990). Der Stausee sollte daher abgekoppelt und alle vorhandenen Schwellen im Gewässer beseitigt werden. Die hart ausgebauten Bachabschnitte sollten mit neuer Linienführung und ungleichmäßig gestaltetem Querprofil innerhalb eines 20 bis 30 m breiten Randstreifens versehen werden. Gehölzpflanzungen sollten sich zu einem ungleichaltrigen, mehrstufigen Bestand entwickeln. Unterhalb des Stausees sollte der neue Bachlauf in das alte Bett von 1860/70 verlegt werden. Die Talaue mit Großseggenrieden, Mädesüß-Hochstaudenfluren und Weidengebüsch sollte als Überschwemmungsgebiet einbezogen werden.

#### 4.6.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse

##### Morphologie

Um zu überprüfen, wie sich die Strömungskräfte und Turbulenzbedingungen seit der naturnahen Umgestaltung des Krähenbachs entwickelt haben, wurden morphologische Untersuchungen anhand der Halbkugelmethode nach STATZNER durchgeführt (Methodik siehe Kap. 3.2). Es wurden folgende Gewässerabschnitte hinsichtlich der sohnahen Hydraulik untersucht (AG DIETRICH & KLINK 1992, 1993, 1994):

- ▶ Als Referenzstrecke ein bereits in naturnahem Zustand befindlicher Gewässerabschnitt oberhalb der Esslinger Mühle (Juli 1992, November 1993 und September 1994),
- ▶ Bauabschnitt 1, unterhalb der Esslinger Mühle (Juli 1992, November 1993 und September 1994),
- ▶ Bauabschnitt 2, Umleitungsstrecke um den See (November 1993 und September 1994),
- ▶ mit Sohlpflaster ausgebauter Abschnitt unterhalb des Sees (noch nicht begonnener Bauabschnitt 3) (Juli 1992 und November 1993).

In den Jahren 1992, 1993 und 1994 wurden auf den Untersuchungsabschnitten zudem Tiefenprofile und die Substratverteilung aufgenommen. 1993 und 1994 wurde zusätzlich die Varianz der Maximaltiefen und Profilbreiten ermittelt. Die Ergebnisse der durchgeführten Halbkugelmessungen, Profil- und Substratkartierungen, lassen sich nach AG DIETRICH & KLINK (1994) wie folgt zusammenfassen:

Die Referenzstrecke oberhalb der Esslinger Mühle weist ein abwechslungsreiches sohnahes Strömungsmuster auf. Die ausgeprägten Stillwasserbereiche sind nicht auf die Randzonen beschränkt, sondern ziehen sich als tiefe Gumpen über den gesamten Querschnitt. Das Tiefenprofil und die Substratverteilung der naturnahen Referenzstrecken ist im Vergleich zu den Werten der beiden Vorjahre stabil geblieben.

Die renaturierte Strecke unterhalb der Esslinger Mühle (Bauabschnitt 1) zeigt hinsichtlich der Verteilungsmuster der sohnnahen Schubspannungen keine signifikanten Unterschiede zur Referenzstrecke. Die Hochwasserdynamik der letzten beiden Jahre scheint die junge Gewässerstrecke weiter zu einem naturnahen Gewässerbett geformt zu haben.

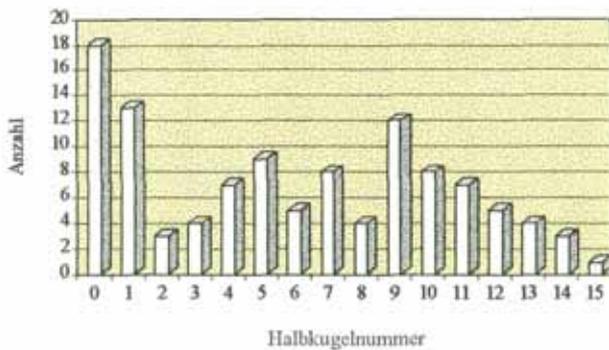


Abb. 111: Verteilung der Halbkugeln im renaturierten Bauabschnitt 1 unterhalb der Esslinger Mühle, 1994, nach Dietrich & Klink (1994).

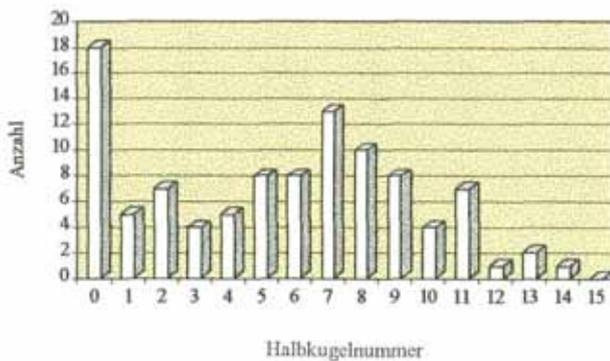


Abb. 112: Verteilung der Halbkugeln im natürlichen Krähenbachabschnitt oberhalb der Esslinger Mühle (Referenzstrecke), 1992, nach Dietrich & Klink (1993).

Der Verlauf der Tiefenlinien hat sich im 1. Bauabschnitt deutlich verändert. Flache Aufweitungen des Gewässerbettes oberhalb der Sohlschwelle und eine Auffüllung des 1993 kartierten Kolkes waren feststellbar. Die Substratverteilung hat sich bis auf die Sohlschwellen, die sich gegen die dynamischen Prozesse behaupten konnten, stark verändert. Die mosaikartige Verteilung der eingebrachten künstlichen Substrate ist immer noch deutlich.

Insgesamt ist eine Angleichung der Gewässerbettstrukturen des 1. Bauabschnittes an die naturnahe Referenzstrecke feststellbar. In mehreren Parametern (Vielfalt der Breiten und Maximaltiefen sowie der Verteilung der Sohl Schubspannung) zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung der beiden untersuchten Strecken.

Die Konstanz, die die naturnahe Referenzstrecke hinsichtlich der Substratanordnung und dem Verlauf der Tiefenlinien als Maß für die Sohlstabilität aufweist, wird vom 1. Bauabschnitt nicht erreicht. Es ist noch nicht absehbar, wann für die renaturierte Strecke eine Abnahme der Sohlumlagerungen zu erwarten ist.

Die Varianz der Maximaltiefen und der Breiten auf einem charakteristischen 200 m Abschnitt, als Ausdruck für die Vielfalt der Abweichungen von einer geregelten Form, zeigt für 1994 erstmals eine große Ähnlichkeit der naturnahen Referenzstrecke oberhalb der Esslinger Mühle mit dem 1. Bauabschnitt.

Der wegen der beengten Verhältnisse trapezförmige Querschnitt des 2. Bauabschnittes (Umgehungsgerinne) bewirkt eine monotone Verteilung der sohn nahen Schubspannungskräfte. Niedrigere Sohl Schubspannungen traten nur in einem schmalen randlichen Saum auf. Bereiche größerer Strömung fehlten gänzlich. An der unnatürlichen, bandförmigen Tiefengestaltung des 2. Bauabschnittes hat sich keine Veränderung ergeben. In der Substratverteilung nahm der Anteil der Schlamm/Lehmfraktion um die Hälfte ab. Im 2. Bauabschnitt, vor allem im Umleitungsgerinne, fehlen außerdem unterschiedliche Breiten und Flachwasserzonen. Insgesamt macht dieser Krähenbachabschnitt eher einen naturfernen Eindruck (AG DIETRICH & KLINK 1994).



Abb. 113: Krähenbach, Bauabschnitt 1: Das Profil war für die auftretenden Abflüsse zu eng dimensioniert - Folge: Uferabbrüche, große Umlagerungen (Aufn: Klink 1992).

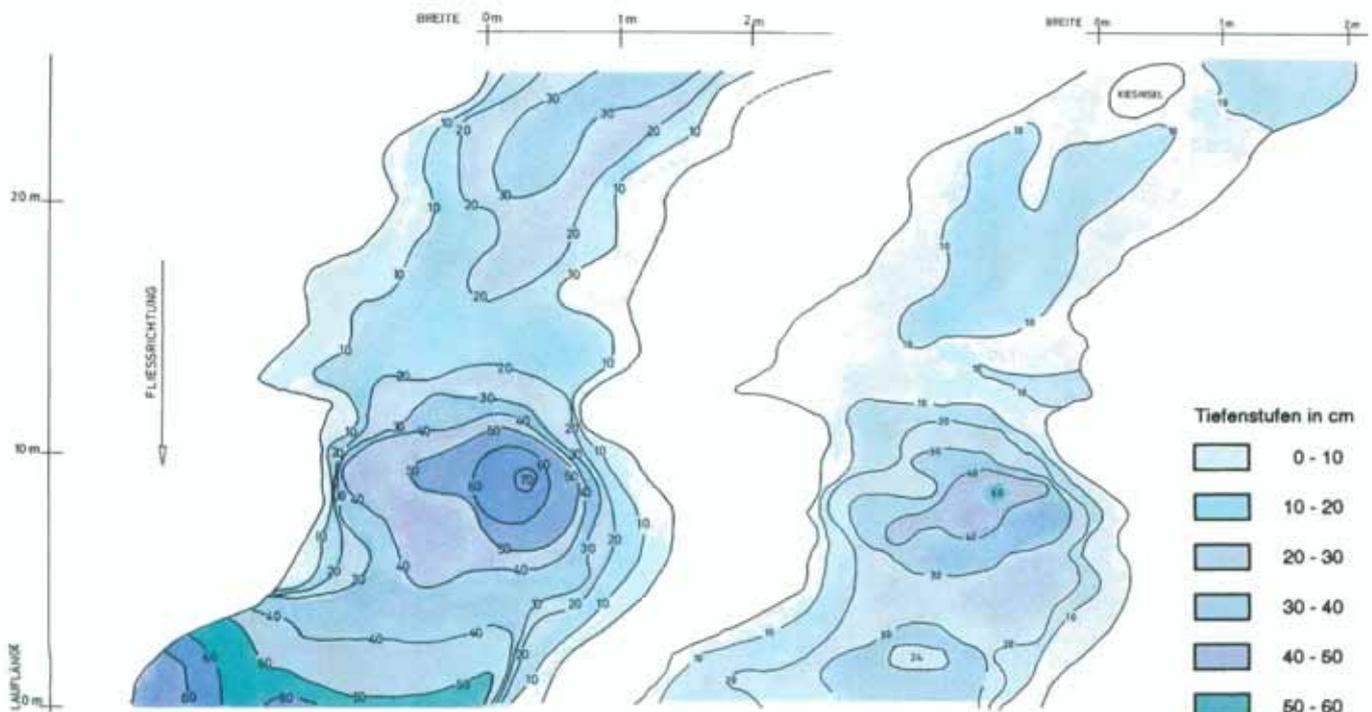


Abb. 114

Abb. 115

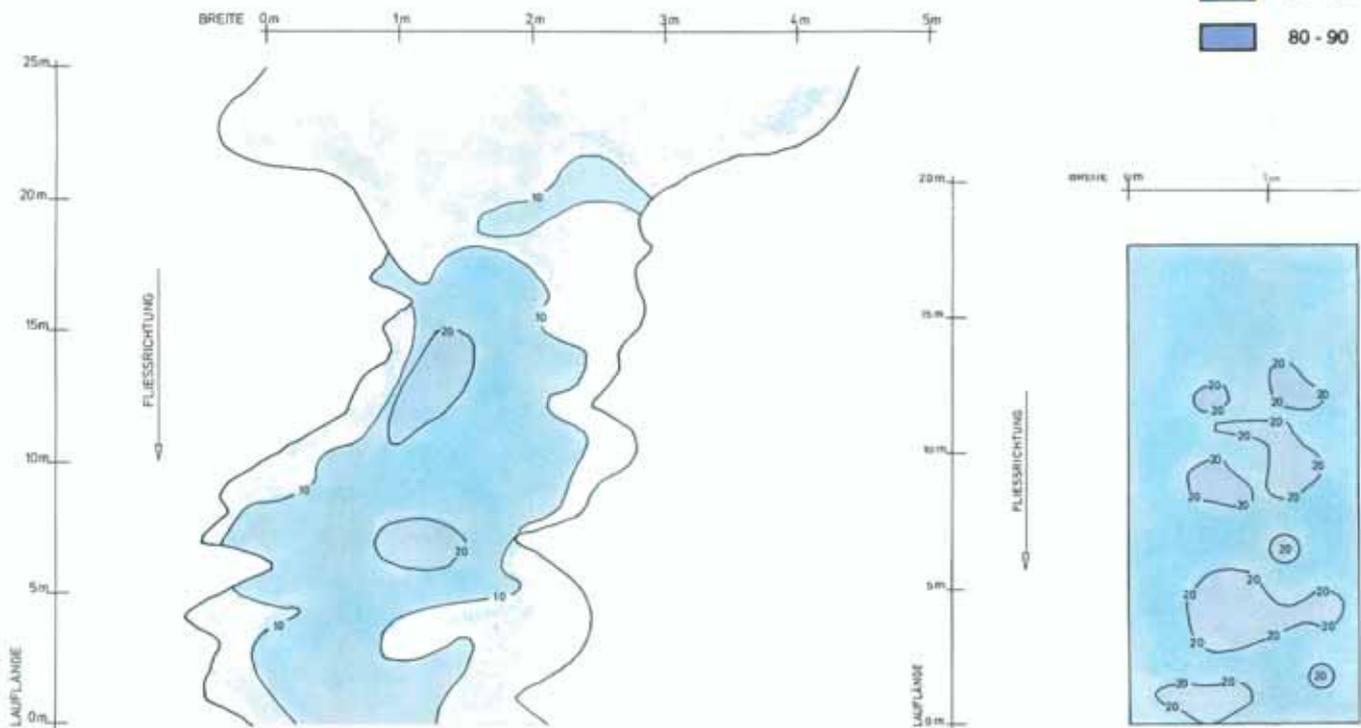


Abb. 116

Abb. 117

Abb. 114 bis 117 Tiefenprofile des Krähenbachs: Abb. 114 im umgestalteten 1. Bauabschnitt 1992, Abb. 115 im umgestalteten 1. Bauabschnitt 1993, Abb. 116 im umgestalteten 1. Bauabschnitt 1994 und Abb. 117 im ausgebauten 3. Bauabschnitt vor der Umgestaltung, nach Dietrich & Klink (1992, 1993, 1994).

Der Verlauf der Tiefenlinien hat sich im 1. Bauabschnitt stark verändert. Die eingebrachten Substrate haben sich nach mehreren Hochwässern verteilt, das Relief wurde hierdurch etwas nivelliert. Das Tiefenprofil des 1. Bauabschnitts vom Jahre 1994 unterscheidet sich in seiner Strukturierung dennoch wesentlich von der Ausbaustrecke vor der Umgestaltung (vgl. Abb. 117). Eine Angleichung an die naturnahe Referenzstrecke ist feststellbar.

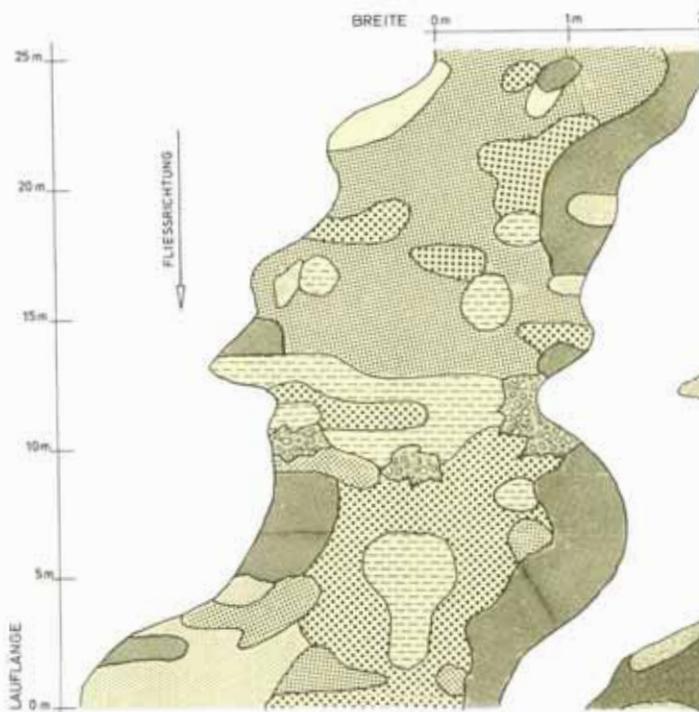


Abb. 118

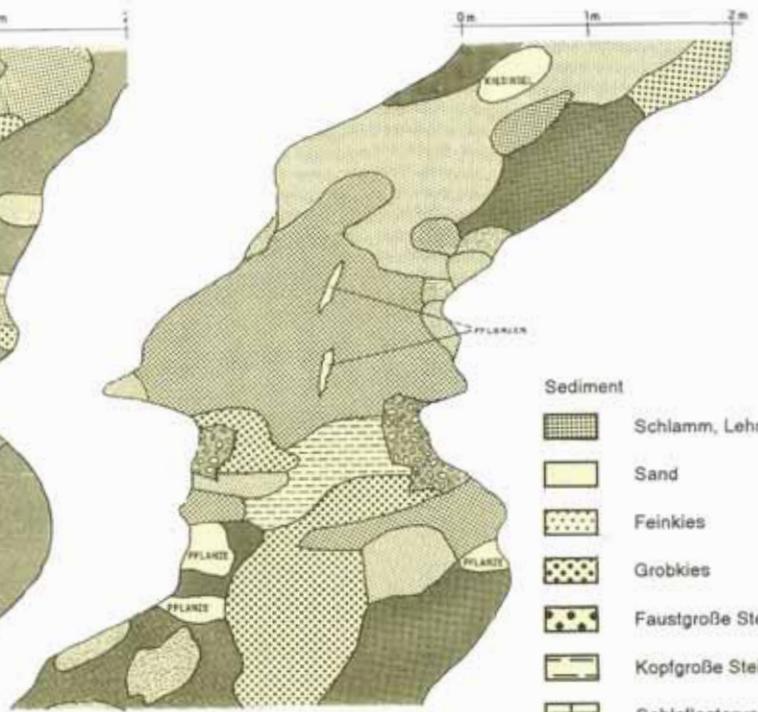


Abb. 119

- Sediment
- Schlamm, Lehm
  - Sand
  - Feinkies
  - Grobkies
  - Faustgroße Steine
  - Kopfgroße Steine
  - Sohlpflasterung
  - Felsblöcke
  - Algen

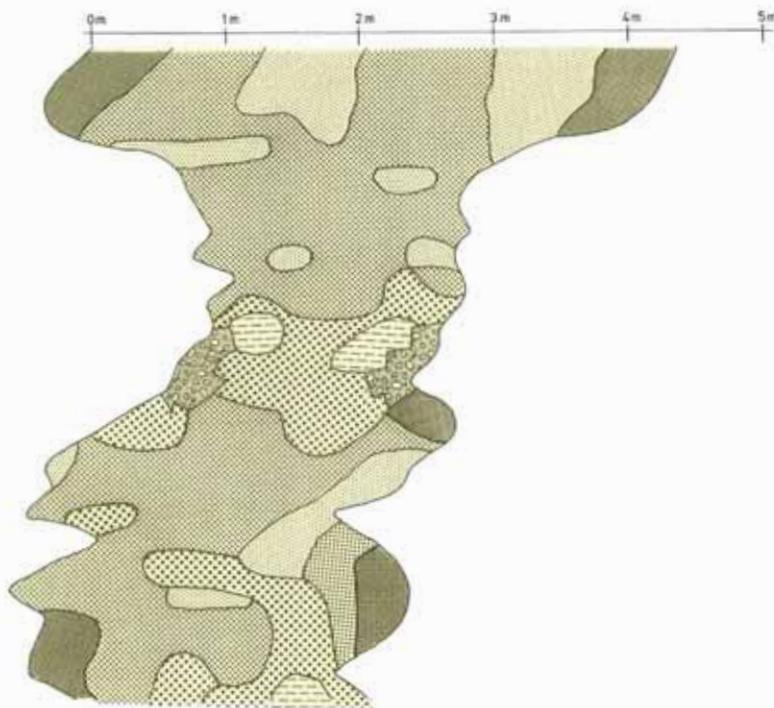


Abb. 120

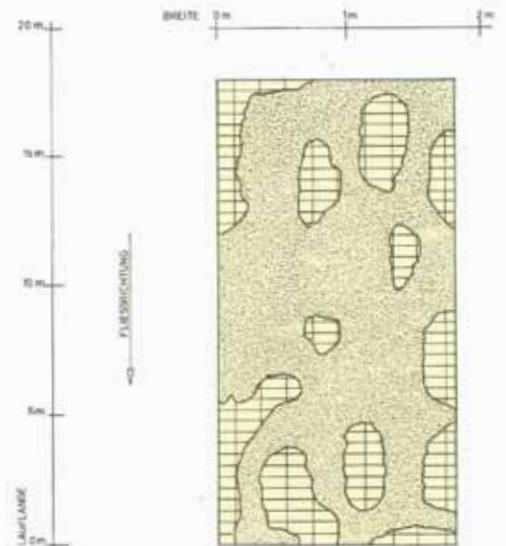


Abb. 121

Abb. 118 bis 121 Substratrelief des Krähenbachs: Abb. 118 des umgestalteten 1. Bauabschnitts 1992, Abb. 119 des umgestalteten 1. Bauabschnitts 1993, Abb. 120 des umgestalteten 1. Bauabschnitts 1994 und Abb. 121 der sohlbefestigten Krähenbachstrecke 1993, nach Dietrich & Klink (1992, 1993, 1994).

Im umgestalteten 1. Bauabschnitt ist der Anteil an Feinsedimenten (Lehm, Sand) zugunsten von besiedlungsfreundlichem Grobkies und Steinen zurückgegangen. Das Substratrelief kommt naturnahen Verhältnissen bereits sehr nahe (vgl. demgegenüber Abb. 121, Substratrelief der sohlbefestigten Ausbaustrecke).

### Makrozoobenthon und Gewässergüte

Für die Ausführungsplanung wurden Voruntersuchungen am Krähenbach sowie an zwei Vergleichsbächen vorgenommen. Für die erste Erfolgskontrolle wurden sieben Probenstellen untersucht (WBA ROTTWEIL 1993). Die Probennahme erfolgte flächenbezogen im November 1992. Es wurden sowohl die Bachmitte als auch zusätzlich alle vorhandenen Kleinbiotope auf einer Länge von ca. 20 m oberhalb und unterhalb der Probestelle untersucht. Zur Auswertung wurden ermittelt:

- ▶ Saprobienindex,
- ▶ Diversität nach SHANNON-WEAVER und SIMPSON,
- ▶ Ähnlichkeitsparameter nach SOERENSEN, SPEARMAN und BRAY-CURTIS.

Die Makroinvertebratenfauna im ausgebauten Krähenbach setzt sich aus relativ ubiquitären und anspruchslosen Taxa zusammen. Auffällig ist, daß strömungsangepaßte (rhithrale) Eintagsfliegen praktisch vollständig fehlen. Die Anzahl der Taxa ist mit Ausnahme des naturnahen Abschnitts als gering anzusehen. Bezüglich der Gewässergüte wurde knapp Güteklasse II ermittelt. Die offensichtlich bestehenden Defizite sind neben dem naturfernen Ausbau auf die vorhandene Abwasserbelastung aus den oberhalb gelegenen Ortschaften zurückzuführen.



Abb. 122: Krähenbach, Bauabschnitt 1: Die Kleinstrukturen im Gewässer sind in den ersten Jahren noch relativ instabil, die Wiederbesiedlung mit Makroinvertebraten dauert noch an (Aufn.: Klink 1993).

Der naturnahe Bachabschnitt oberhalb des Stausees wurde aufgrund der hohen Taxazahl am besten bewertet. Er diente als Leitbild für den zu renaturierenden Bachlauf. Aufgrund der Vielgestaltigkeit seiner Kleinlebensräume und deren mosaikartigen Verteilung waren hier die höchsten Taxazahlen zu verzeichnen.

In den ersten Jahren nach Durchführung der Umgestaltungsmaßnahmen sind die Kleinstrukturen im Bachbett des ersten Bauabschnittes noch relativ instabil. Die Wiederbesiedlung mit Makroinvertebraten ist noch nicht abgeschlossen, weshalb eine Beurteilung dieses Gewässerabschnitts derzeit noch nicht vorgenommen werden kann. Im Vergleich mit dem ausgebauten Gewässerlauf schneiden die umgestalteten Bereiche jedoch bereits günstiger ab.

### Fische

Vor der Umgestaltung wurden in sechs verschiedenen Abschnitten des Krähenbachs Elektrofischungen durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten im August 1988 und im Februar 1989. Die Erhebungen nach den Umgestaltungsmaßnahmen stehen noch aus.

Bei den Untersuchungen vor den Umgestaltungsmaßnahmen ergaben sich erwartungsgemäß Beurteilungen von „natürlich bis nicht beeinträchtigt“ (Natürlichkeitsklasse 1) für die naturnahen Abschnitte des Krähenbachs, während die hart ausgebauten Gewässerstrecken als „naturfern“ (Natürlichkeitsklasse 4) bewertet wurden. Auf die fehlende Tiefenvarianz wurde hingewiesen (NESS 1989).

Bei den morphologischen Untersuchungen zeigte sich, daß die Tiefenvarianz im umgestalteten Abschnitt wesentlich höher ist als im naturfern ausgebauten. Sie hat nach dem Frühjahrshochwasser 1994 noch zugenommen (AG DIETRICH & KLINK 1994). Demzufolge dürften die Siedlungsbedingungen für Fische im fertiggestellten ersten Bauabschnitt bereits wesentlich günstiger sein als vor der Umgestaltung.

### Vegetation

Von Mai bis August 1989 wurde im Zusammenhang mit der Erstellung des landschaftspflegerischen Begleitplans zur naturnahen Umgestaltung des Krähenbachs eine Bestandsaufnahme der Vegetation durchgeführt (PIEPER & KLINK 1990). Die unterschiedlichen Vegetationseinheiten in der Talaue wurden flächendeckend kartiert. Es erfolgte eine Bestandsbeschreibung anhand von Artenlisten, Vegetationseinheiten, Biotopausbildung und Nutzungsintensität. Weiterhin wurde eine Biotopbewertung nach einem eigenen Bewertungsrahmen vorgenommen. Das Bewertungsmodell enthält vier Wertigkeitsstufen. Kriterien für die Zuordnung sind Artenzusammensetzung, Gesellschaftsausbildung, Standortgerechtigkeit, Biotopwert, Gefährdungsgrad des Bestandes, kultur- und landschaftshistorische Bedeutung.

Die erste Kontrolluntersuchung erfolgte 1992 nach Fertigstellung des 1. Bauabschnitts. Hierbei wurde nicht mehr flächendeckend untersucht, sondern anhand von Dauerbeobachtungsflächen in Form von Transekten, die die Standortvielfalt des Gewässers repräsentieren. Innerhalb der Transekte wurden die unterschiedlichen Vegetationseinheiten kartiert und pflanzensoziologisch bewertet.

Vor Beginn der Baumaßnahme, bei der Kartierung 1989, wurden Reste gewässerbegleitender Auwälder unterhalb des Stausees festgestellt, von denen insbesondere

ein Erlenbruch mit Schwarz- und Grauerlen als floristisch und vegetationskundlich wertvoll hervorgehoben wird. Extensiv bewirtschaftetes sowie brachliegendes Grünland des Krähenbachtals (Feuchtwiesen, Seggenriede und Hochstaudenfluren z.T. mit Grauweidengebüsch) weisen eine sehr hohe Vielfalt an Pflanzenarten und -gesellschaften auf, bedingt durch den differenzierten Wasser- und Nährstoffhaushalt. Aus floristischer Sicht bemerkenswert ist das Vorkommen der Bachdistel (*Cirsium rivulare*), Trollblume (*Trollius europaeus*), Davall-Segge (*Carex davalliana*) und der Blauen Himmelsleiter (*Polemonium caeruleum*). Die gehölzfreien Uferbereiche des Krähenbachs sind charakterisiert durch Rohrglanzgrasröhrichte, Mädesüß-Fluren und Zaunwinden-Gesellschaften. Im Krähenbach selbst zeigen die vorkommenden Wasserpflanzenbestände mit Flutendem Hahnenfuß hohe Nährstoffeinträge an.

Nach Fertigstellung des ersten Bauabschnitts wurde die erste Vegetationsuntersuchung zur Erfolgskontrolle vorgenommen. Die neugestalteten Ufer weisen an den breiteren Wasserwechselzonen bereits erste Rohrglanzgras- und Schlankseggenbestände auf. Von Bedeutung sind die als „Altarme“ belassenen, nicht aufgefüllten Abschnitte des ehemaligen Bachbettes. Hier kommen weitere Röhricht- und Riedarten sowie eine artenreiche Hochstaudenflur vor. Die größten Flächen des umgestalteten Wasserwechselbereichs werden noch von Pioniergesellschaften eingenommen. Das aus Baumschulen bezogene Gehölzmaterial ist leider z.T. nicht standortheimisch.



Abb. 123: Blütenreiche Naßwiesen mit zahlreichen gefährdeten bzw. seltenen Arten, die durch die Umgestaltungsmaßnahmen am Krähenbach gefördert werden. Im Vordergrund Trollblume und Bach-Kratzdistel (Aufn.: Klink 1988).

Im Bereich des 1. Bauabschnitts wurden umfangreiche ingenieurbioologische Sicherungsmaßnahmen vorgenommen, insbesondere Spreitlagen an exponierten Prallufeln. Beim extremen Hochwasserereignis vom Mai 1994 wurden die Spreitlagen z.T. unter- bzw. hinterpült. Eine Unterspülung war vor allem bei Spreitlagen ohne Fußsicherung feststellbar. Die Wuchskraft der Weiden spreitlagen schien im Folgejahr hierdurch jedoch nicht beeinträchtigt.

Im 3. Bauabschnitt kamen vor allem Jutegewebe mit dazwischen gepflanzten Weidenstecklingen zum Einsatz. Über ihre Bewährung läßt sich zur Zeit noch keine Aussage treffen.

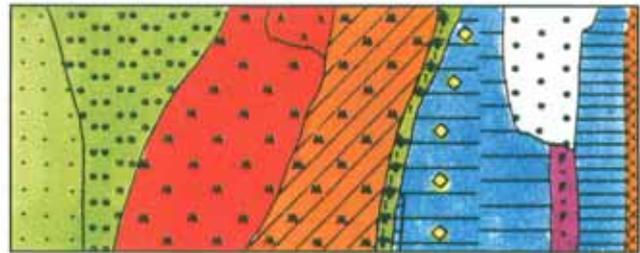
Aufgrund der bisherigen Untersuchungen innerhalb der Transekte zeichnen sich folgende Entwicklungen ab (AG DIETRICH & KLINK 1993):

- ▶ Bereits im Zeitraum der Bestandsaufnahme 1993 hat sich der Gewässerlauf durch Sedimentumlagerung geändert, nach dem Frühjahrshochwasser 1994 hat sich der Lauf stellenweise stark verlagert. Es wurden zahlreiche Pionierstandorte geschaffen;
- ▶ die Pioniervegetation im Wasserwechselbereich wird zunehmend durch Röhrichte wie Rohrglanzgras, Seggen und Waldsimse sowie Hochstauden ersetzt werden;
- ▶ im Flachwasserbereich kann sich Brunnenkresseröhricht entwickeln;
- ▶ eine wirksame Beschattung des Gewässers durch die gepflanzten Gehölze ist erst in einigen Jahren zu erwarten;
- ▶ die „Altwässer“ werden aufgrund der hohen Biomasseproduktion verlanden.

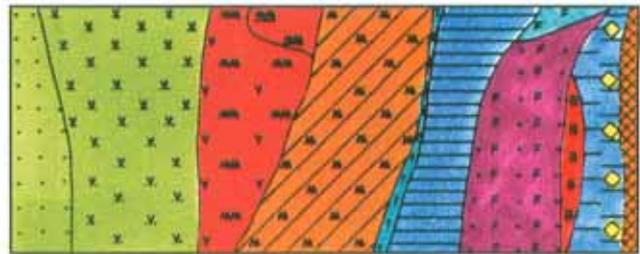


Abb. 124: Bestände der Blauen Himmelsleiter im Umfeld des Krähenbachs - Eine stark gefährdete Art der Kalk-Flachmoore (Aufn.: Klink 1988).

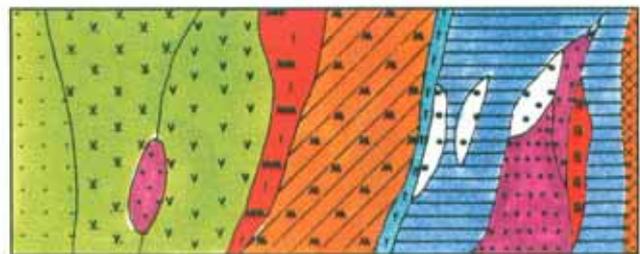
Vergleich der Vegetation in Transekt 2, nach Dietrich & Klink (1994).



Bestand 1992



Bestand 1993



Bestand 1994

#### Legende zu Vegetationskarten

offenes Wasser (Krähenbach)	Fuchschwanz-Glatthaferwiese (Arrhenatheretum alopec.)
periodisch wasserführendes Gewässerbett mit Pioniervegetation (Deckung > 5%), Zweizehler-Gesellschaften (Verb. Sidenton tripartitae)	versauerte Fuchschwanz-Glatthaferwiese (brachlegend)
Brunnenkresseröhricht	feuchte Koldübel-Glatthaferwiese (Arrhenatheretum distansum)
Rohrglanzgrasröhricht rein	Koldübel-Feuchtwiese (Cirsietum olivacei) im beginnenden Versauungsstadium
Rohrglanzgrasröhricht mit Arten der feuchten Hochstaudenfluren	Ansaat-Grasmischung mit Jutegewebe
Rohrglanzgrasröhricht rein, lockig	Schilfen-Weißdorngebüsch (Prunocraetagium) an Prallufer
Ruderaler Befuß-Gesellschaften (Verb. Ariflex leppae) Deckung bis 60%	Pflanzung mit Grauweide, Weidenarten über Befuß-Gesellschaft; Deckung 20-40% auf Rindennulch
Ruderaler Befuß-Gesellschaften Deckung bis 100%	vegetationsfreie Kiesfläche
feuchter Hochstaudensaum (Zwischen-Gesellschaften) mit dominierendem Mädesüß	
Mädesüß-Flur (Verb. Filipendula) z.T. mit Arten Rohrglanzgras und Arten der Feuchtwiesen	

Veg. - Aufnahme	6	7	20	30	36
Aufnahmefläche / m <sup>2</sup>	7	15	13	6	90
Artenzahl	7	8	15	16	31
<i>Fillipendula ulmaria</i> (Mädestüß)	.	2	2	2	1
<i>Cirsium oleraceum</i> (Kohldistel)	.	1	1	1	2
<i>Phalaris arundinacea</i> (Rohrglanzgras)	2	3	.	2	.
<i>Carex gracilis</i> (Schlanke Segge)	.	3	2	1	.
<i>Scirpus sylvaticus</i> (Wald-Simse)	.	.	+	2	2
<i>Angelica sylvestris</i> (Wald-Engelwurz)	.	.	1	1	1
<i>Juncus conglomeratus</i> (Knäuel-Binse)	.	.	2	1	.
<i>Phleum pratense</i> (Wiesen-Lieschen)	.	.	.	1	2
<i>Deschampsia cespitosa</i> (Rasen-Schmiele)	.	.	.	+	2
<i>Achillea millefolium</i> (Wiesen-Schafgarbe)	.	.	+	.	1
<i>Lysimachia vulgaris</i> (Gilb-Weiderich)	.	.	.	1	+
<i>Myosotis palustris</i> (Sumpf-Vergißmeinnicht)	+	.	.	.	+
<i>Geum rivale</i> (Bach-Nelkenwurz)	.	r	.	.	+
<i>Nasturtium officinale</i> (Echte Brunnenkresse)	3	.	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i> (Wiesenfuchsschwanz)	.	.	.	.	2
<i>Sanguisorba officinalis</i> (Großer Wiesenknopf)	.	.	.	.	2
<i>Urtica dioica</i> (Brennnessel)	.	.	2	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i> (Wiesen-Kerbel)	.	.	.	.	1
<i>Arrhenatherum elatius</i> (Glatthafer)	.	.	.	.	1
<i>Artemisia vulgaris</i> (Beifuß)	.	.	1	.	.
<i>Chenopodium album</i> (Weißer Gänsefuß)	.	.	1	.	.
<i>Crepis biennis</i> (Wiesen-Pippau)	.	.	.	.	1
<i>Festuca rubra</i> (Rot-Schwingel)	.	.	.	.	1
<i>Galium mollugo</i> (Wiesen-Labkraut)	.	.	.	1	.
<i>Glyceria fluitans</i> (Flutendes Süßgras)	1	.	.	.	.
<i>Juncus inflexus</i> (Blaugrüne Binse)	.	1	.	.	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i> (Kuckucks-Lichtnelke)	.	.	.	.	1
<i>Mentha longifolia</i> (Roß-Minze)	1	.	.	.	.
<i>Pimpinella major</i> (Großer Pimpernell)	.	.	.	.	1
<i>Plantago major</i> (Breit-Wegerich)	.	.	1	.	.
<i>Poa pratensis</i> (Wiesen-Rispengras)	.	.	.	.	1
<i>Polygonum bistorta</i> (Wiesen-Knöterich)	.	.	.	.	1
<i>Ranunculus repens</i> (Kriechender Hahnenfuß)	.	1	.	.	.
<i>Scrophularia nodosa</i> (Knotige Braunwurz)	.	.	1	.	.
<i>Symphytum officinale</i> (Arznei-Beinwell)	.	.	.	.	1
<i>Trifolium pratense</i> (Roter Wiesenkleee)	.	.	.	.	1
<i>Valeriana procurrens</i> (Kriechender Baldrian)	.	.	.	1	.
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> (Gau.-Ehrenp.)	1	.	.	.	.
<i>Veronica beccabunga</i> (Bachbunze)	1	.	.	.	.
<i>Caltha palustris</i> (Sumpfdotterblume)	.	.	.	.	+
<i>Cerastium holosteoides</i> (Gewöhnl. Hornkraut)	.	.	.	.	+
<i>Cirsium vulgare</i> (Gewöhnl. Kratzdistel)	.	.	+	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> (Wiesen-Knäuelgras)	.	.	.	+	.
<i>Epilobium hirsutum</i> (Rauhaariges Weidenr.)	.	.	+	.	.
<i>Festuca pratensis</i> (Wiesen-Schwingel)	.	.	.	.	+
<i>Galium album</i> (Weißes Labkraut)	.	.	.	.	+
<i>Knautia arvensis</i> (Witwenblume)	.	.	.	.	+
<i>Poa trivialis</i> (Gewöhnl. Rispengras)	.	.	.	.	+
<i>Rorippa amphibia</i> (Wasserkresse)	.	+	.	.	.
<i>Rubus caesius</i> (Kratzbeere)	.	.	.	+	.
<i>Rumex obtusifolius</i> (Stumpfblättriger Ampfer)	.	.	+	.	.
<i>Trifolium repens</i> (Weißkleee)	.	.	.	.	+
<i>Geranium palustre</i> (Sumpf-Storchschnabel)	.	.	.	r	.
<i>Lamium album</i> (Weiße Taubnessel)	.	.	.	r	.
<i>Lythrum salicaria</i> (Blut-Weiderich)	.	.	.	.	r
<i>Silau silau</i> (Wiesensilau)	.	.	.	.	r

Tab. 8: Vegetationstabelle Transekt 2 (1994), verändert nach Dietrich & Klink (1994).



Abb. 128: Krähenbach, Bauabschnitt 1: Spreitlage zur Ufersicherung, stark unterspült, da fehlende Böschungsfußsicherung (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 129: Krähenbach, Bauabschnitt 1: Entwickelter Gehölzsaum mit vorherrschender Silberweide und Grauerle (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 130: Blütenreiche Hochstaudensäume - Blut-Weiderich (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 131: Krähenbach, Bauabschnitt 1: Der Bach zeigt bereits einen relativ naturnahen Charakter - linksseitig unterspülte Spreitlage (Aufn.: LfU 1995).

### Vögel

Kurz nach der Fertigstellung des 1. Bauabschnittes, während der Brutzeit 1992, wurde der Krähenbach und seine Aue bis zu den angrenzenden Waldrändern avifaunistisch untersucht.

Die Erhebungen wurden in den Brutzeiten 1993 und 1994 sowie im Spätwinter 1994 fortgeführt. Durch Begehungen wurden alle optisch und akustisch nachweisbaren Vögel im Gebiet erfaßt und kartiert (DIETRICH & KLINK 1994)

Wie schon DIETRICH und KLINK im 1. Statusbericht 1992 vermuten, belegen die Ergebnisse, daß viele Vogelarten bzw. -individuen aufgrund von Störungen durch Baustellenlärm aus dem Bereich der Umgestaltungstrecke und des Stausees flohen und daraufhin in die weniger verlärmte Aue des noch begradigten Abschnittes auswanderten. Die damals abgegebene Prognose, wonach die Unterschiede sich in den Folgejahren nach und nach ausgleichen, wurde durch die Untersuchungen 1993 und 1994 bestätigt.

Die Besiedlung des Krähenbachs und seiner Uferbiotoppe nahm von 1992 bis 1994 im Bereich der Umgestaltungstrecke hinsichtlich seiner Artenzahl zu. Das kontinuierliche Vorkommen der Gebirgsstelze seit der Brutzeit

1993 im umgestalteten Bereich kann als erster Erfolg der Maßnahme gewertet werden. Die Art fehlt am begradigten Abschnitt, wo nur Ubiquisten nachgewiesen wurden.

Im Bereich des Stausees wurden 1992 zwei Arten, 1993 drei, im Winter 1994 vier und in der Brutzeit 1994 wieder drei Arten nachgewiesen. Deutliche Schwankungen der Artenzahlen wurden im begradigten Abschnitt des Krähenbachs festgestellt.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen darauf schließen, daß die dynamische Entwicklung des Gewässerbetts und der Ufer bereits deutliche Fortschritte gemacht hat: In Bereichen der Umgestaltung ist eine Anreicherung von wertvollen morphologischen Strukturen, z.B. Kiesufer und -bänke, zu verzeichnen, was z.B. der Gebirgsstelze zugute kommt. Die Selbstreinigungskraft des Krähenbachs wird allerdings weiterhin durch Kläranlageneinleitung und intensive Landwirtschaft negativ beeinflusst. Dies wirkt sich ungünstig auf die Entwicklung des Makrozoobenthon, der Fischfauna und somit auch auf am Fließgewässer lebende Vogelarten aus. Das Strukturangebot wäre für die Ansiedlung der Wasseramsel und des Eisvogels - beides Leitarten der Berglandgewässer - ausreichend. Das Nahrungsangebot an Kleinfischen erscheint zumindest für den Eisvogel zur Zeit als noch nicht ausreichend. Sofern dieses Defizit behoben wird, ist auch mit Wasseramsel und Eisvogel zu rechnen (DIETRICH und KLINK 1994). Die Artenzahl in der Aue wird in den kommenden Jahren in dem Umfang zunehmen wie die Gehölzpflanzungen dichter und höher werden.



Abb. 132: Die Gewässerdynamik schuf zahlreiche Steilufer. Sofern sich die Güteverhältnisse verbessern, ist die Wiederansiedlung des Eisvogels nur noch eine Frage der Zeit (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 133: Aus den gewonnenen Erfahrungen des 1. und 2. Bauabschnitts entwickeltes, neues Umgestaltungskonzept für Bauabschnitt 3 - Breiteres Profil, weniger Feinmodellierung, keine aufwendigen Sicherungsmaßnahmen (Aufn.: LfU 1995).

#### 4.6.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung

Für die weitere Gewässerentwicklung könnte das Massenwachstum der Grünalgen ungünstig sein. Daher sollte der Nährstoffeintrag aus der Kläranlage sowie auch aus der Landwirtschaft verringert werden. Ggf. müssen die Algenbestände ausgeräumt werden. Die aus Resten des alten Krähenbachs entstandenen Stillgewässer sollten als Amphibien-Laichhabitate offengehalten werden.

Im letzten Bauabschnitt wurde das Bachbett mit einem wesentlich breiteren Regelquerschnitt ( $> 3$  m) versehen. Die Gleitufer wurden v.a. in Abschnitten mit geringem Gefälle noch flacher gestaltet als im 1. Bauabschnitt, wo im Hochwasserfall extreme hydraulische Belastungen auftreten. Stillwasserzonen wurden vermehrt über die gesamte Gewässerbreite geschaffen. Die Breiten- und Tiefenvarianz sollte entsprechend dem naturnahen Vergleichsabschnitt größer werden (AG DIETRICH & KLINK 1993).

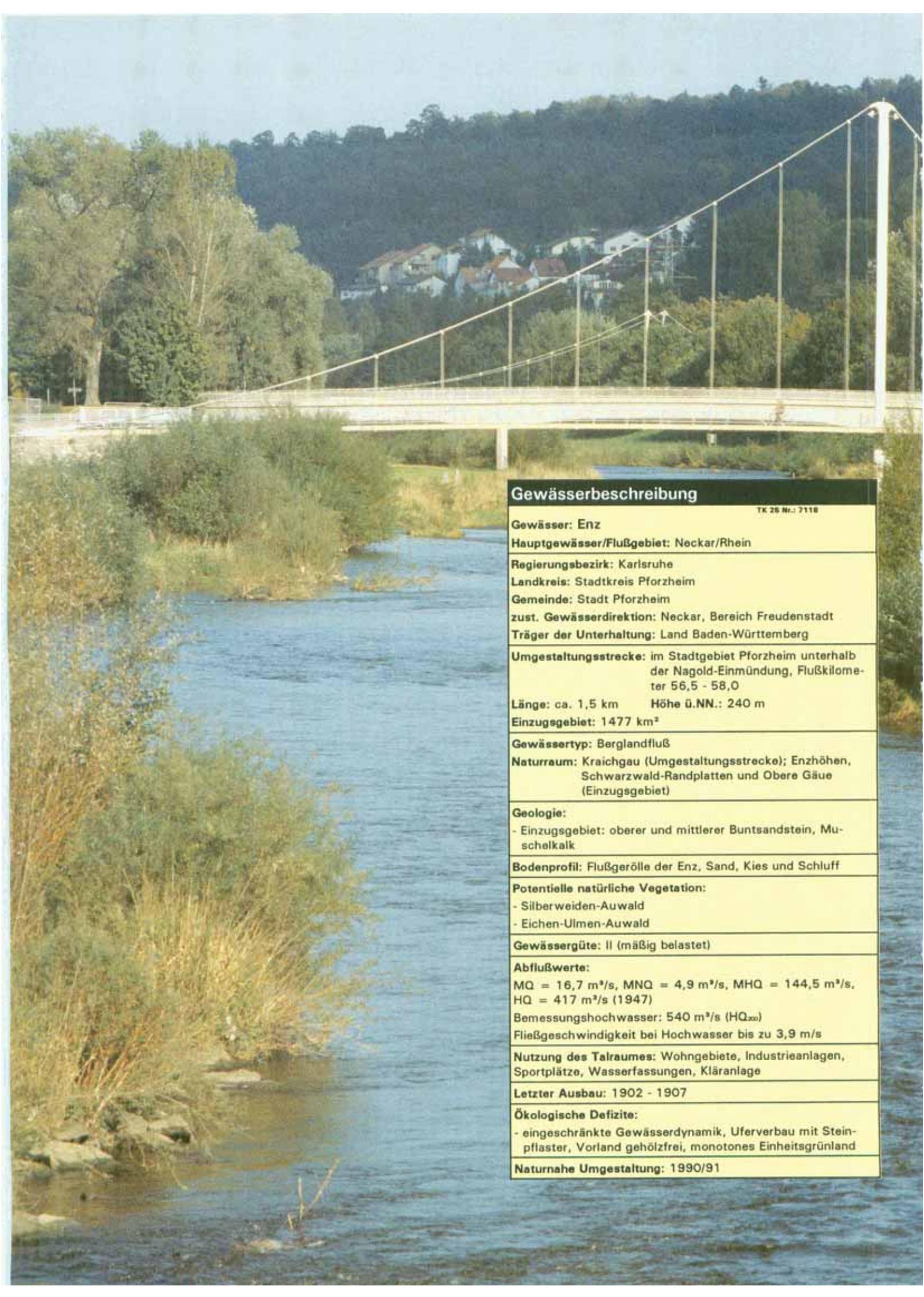
Die etwas zu dichten, starren Pflanzungen im Bereich unterhalb der Esslinger Mühle müßten durch kontinuierliche Gehölzpflege strukturiert, nicht-standortheimische

Gehölze entfernt werden, was durch die Aufstellung eines Pflegeplanes gewährleistet ist.

Die gewonnenen Erkenntnisse aus dem 1. Bauabschnitt wurden im Umgestaltungskonzept des 3. Bauabschnitts konsequent umgesetzt. Im 3. Bauabschnitt wurde das Bachbett nur grob ausgeformt und Geschiebe zugeführt. Die gewässereigene Dynamik wird hier gezielt zur Umgestaltung eingesetzt. Ein Vergleich der völlig unterschiedlichen Bauabschnitte 1 und 3 läßt für die Zukunft interessante Ergebnisse erwarten.



Abb. 134: Vorhandene naturnahe Strukturen, wie dieser Erlenbruch mit Schwarz- und Grauerle, werden durch die Umgestaltungsmaßnahmen gefördert (Aufn.: Klink 1988).



## Gewässerbeschreibung

TK 25 Nr.: 7118

**Gewässer:** Enz

**Hauptgewässer/Flußgebiet:** Neckar/Rhein

**Regierungsbezirk:** Karlsruhe

**Landkreis:** Stadtkreis Pforzheim

**Gemeinde:** Stadt Pforzheim

**zust. Gewässerdirektion:** Neckar, Bereich Freudenstadt

**Träger der Unterhaltung:** Land Baden-Württemberg

**Umgestaltungsstrecke:** im Stadtgebiet Pforzheim unterhalb der Nagold-Einmündung, Flußkilometer 56,5 - 58,0

**Länge:** ca. 1,5 km      **Höhe ü.NN.:** 240 m

**Einzugsgebiet:** 1477 km<sup>2</sup>

**Gewässertyp:** Berglandfluß

**Naturraum:** Kraichgau (Umgestaltungsstrecke); Enzhöhen, Schwarzwald-Randplatten und Obere Gäue (Einzugsgebiet)

**Geologie:**

- Einzugsgebiet: oberer und mittlerer Buntsandstein, Muschelkalk

**Bodenprofil:** Flußgerölle der Enz, Sand, Kies und Schluff

**Potentielle natürliche Vegetation:**

- Silberweiden-Auwald  
- Eichen-Ulmen-Auwald

**Gewässergüte:** II (mäßig belastet)

**Abflußwerte:**

MQ = 16,7 m<sup>3</sup>/s, MNQ = 4,9 m<sup>3</sup>/s, MHQ = 144,5 m<sup>3</sup>/s, HQ = 417 m<sup>3</sup>/s (1947)

Bemessungshochwasser: 540 m<sup>3</sup>/s (HQ<sub>200</sub>)

Fließgeschwindigkeit bei Hochwasser bis zu 3,9 m/s

**Nutzung des Talraumes:** Wohngebiete, Industrieanlagen, Sportplätze, Wasserfassungen, Kläranlage

**Letzter Ausbau:** 1902 - 1907

**Ökologische Defizite:**

- eingeschränkte Gewässerdynamik, Uferverbau mit Steinpflaster, Vorland gehölzfrei, monotones Einheitsgrünland

**Naturnahe Umgestaltung:** 1990/91

### 4.7 Pilotprojekt Enz

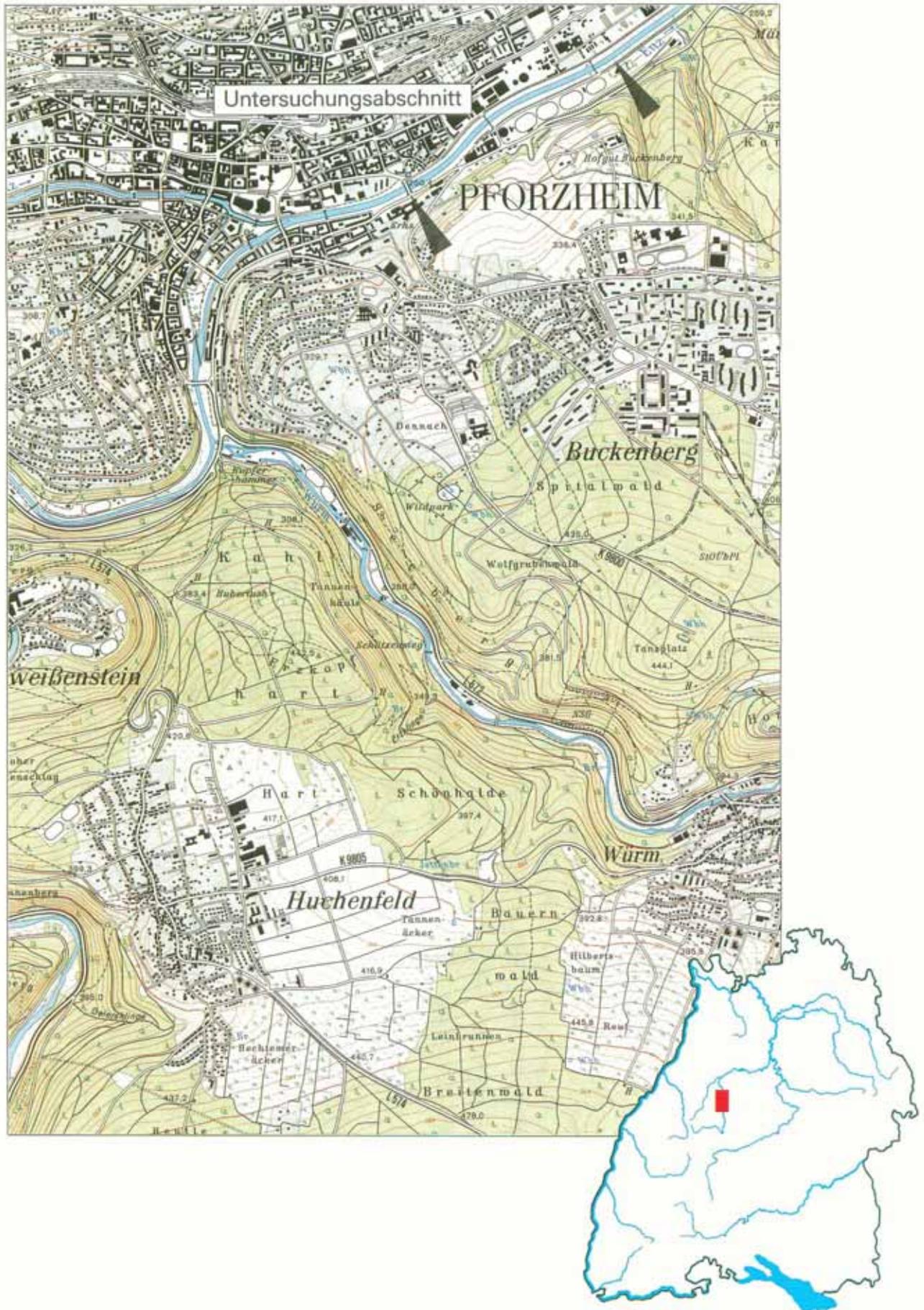




Abb. 136: Enz in Pforzheim vor naturnaher Umgestaltung: Begradigte Linienführung, einheitliches Doppeltrapezprofil (Auf.: LfU 1989).

#### Strukturmerkmale vor der Umgestaltung

**Linienführung:** gestreckt bis gerade

**Längsprofil/Tiefenvarianz:** Gefälle 2,7 ‰, Tiefenvarianz mäßig

**Querprofil/Breitenvarianz:** eingedeichtes Doppeltrapezprofil, extrem gleichförmig

**Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land:** abrupter Übergang, da amphibische Zone fehlt; Abkopplung des Gewässers von der Aue durch HW-Dämme

**Sohlbeschaffenheit/Substrat:** hohe Substratdiversität (Schluff, Sandgrobschotter)

**Fließverhalten:** bei MQ schnell fließend bis schießend, z.T. auch Stillwasserbereiche

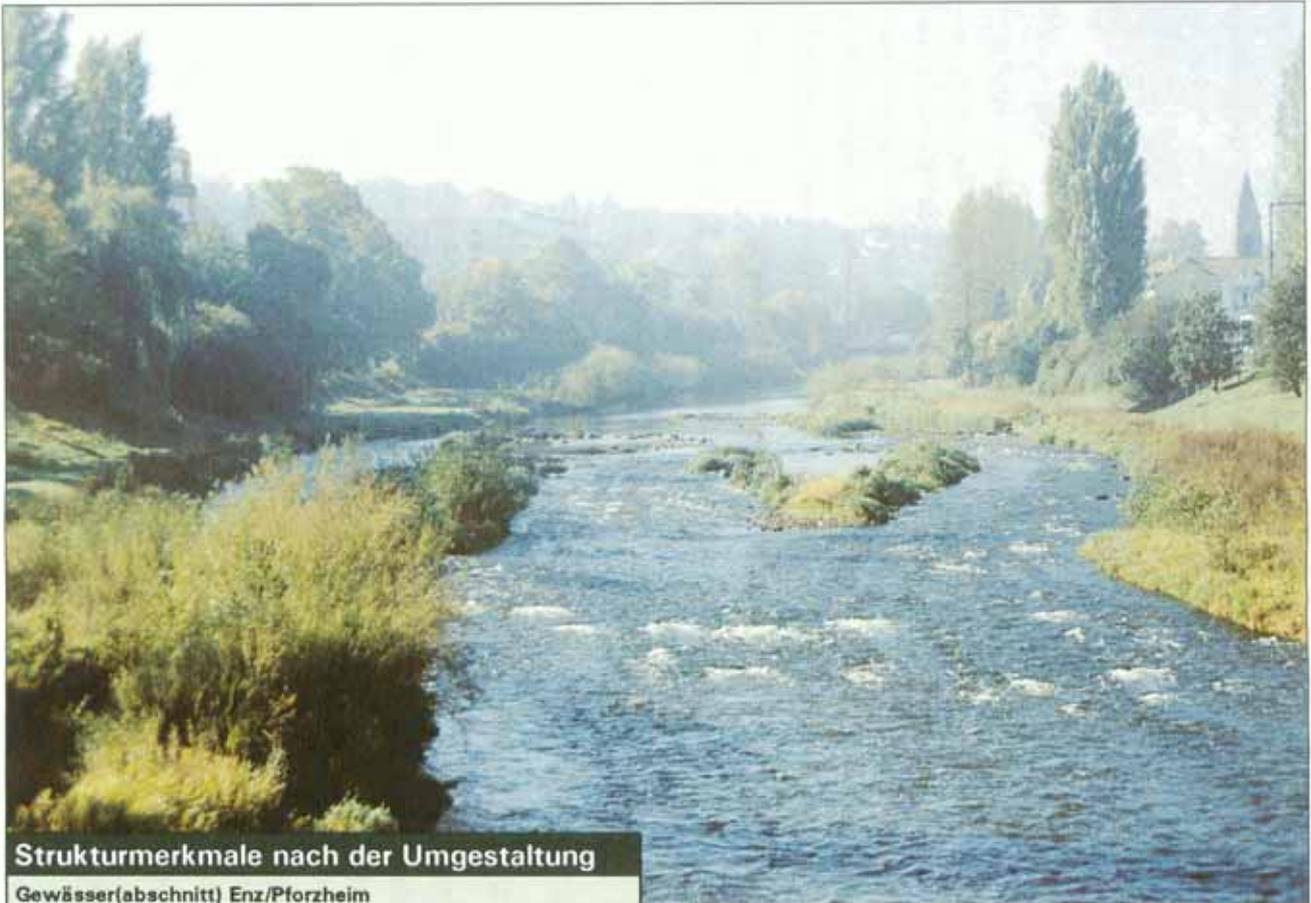
**Gehölzstruktur:** im Vorland fehlend, auf Deichschulter Pappeeln

**Vegetationszonierung:** Zonierung kaum vorhanden, schmaler Rohrglanzgras- bzw. Nitrophytenstreifen

**Kleinstrukturen im Gewässer:** Fischunterstände, vielfältiges Geschiebemosaik



Abb. 137: Enz in Pforzheim: Reststrecke des Altausbaus an der Pegelschwelle, im Hintergrund umgestalteter Lauf (Aufn.: LfU 1992).



**Strukturmerkmale nach der Umgestaltung**

Gewässer(abschnitt) Enz/Pforzheim

Linienführung: MW-Bett geschwungen und z.T. verzweigt, HW-Bett gestreckt

Längsprofil/Tiefenvarianz: unterschiedliches Gefälle, große Tiefenvarianz

Querprofil/Breitenvarianz: unterschiedliche Bettbreiten, MW-Bett mit Wechselprofil, trapezförmiges HW-Bett z.T. modelliert, Breitenvarianz eingeschränkt durch Dämme

Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land: Strauchufer (naturgemäße Bauweisen), Röhrichtufer, Hochstaudenufer, Verzahnung z.T. eingeschränkt durch Steinwurf, z.T. gute Verzahnung (Flachwasserzonen)

Sohlbeschaffenheit/Substrat: vielfältiges Substratmosaik (Sand, Kies bis Blöcke)

Fließverhalten: langsam fließend bis schießend (Rampe), große Strömungsdiversität

Ufererosion: am MW-Bett punktuell, z.T. größere Abbrüche

Sohleintiefung: keine Eintiefung, Anlandungen auf Vorländern, z.T. auch Abtrag

Gehölzstruktur: z.Z. Strauchvegetation (Weiden werden am MW-Bett langfristig durch Erlen abgelöst), Gehölzgruppen im Vorland und an den Dämmen

Vegetationszonierung: durch Umgestaltungsmaßnahmen Grobzonierung in Röhrichtzone, Weichholz-, Hartholzzone und nitrophile Hochstaudenfluren

Strukturen im Gewässer: ergeben sich vorwiegend durch Substrat, Umlagerung der Inseln z.T. Anlandungen

Bemerkungen: Außergewöhnliches HW-Ereignis (1993) verursachte größere strukturelle Veränderungen, ohne jedoch die im Stadtgebiet von Pforzheim geforderte Stabilität des Gewässerbettes zu beeinträchtigen und den Abfluß wesentlich zu behindern.

Abb. 138: Naturnah umgestaltete Enz in Pforzheim: Flußverzweigungen mit Inseln (Aufn.: LfU 1994).



Abb. 139: Inselverlagerungen, Pioniervegetation (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 140: Naturgemäße Bauweisen, Weidenfaschine am Mittelwasser (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 141: Die Inseln haben sich insbesondere nach dem Hochwasserereignis vom Dezember 1993 stark verändert - im Vordergrund ein größerer Uferabbruch - Neue Lebensräume für Pflanzen und Tiere (Aufn.: LfU 1995).

#### 4.7.1 Umgestaltungsziel

Die ausgebaute Enz im Stadtgebiet Forzheim wies vor der Umgestaltung ein in Hochwasserdämme eingefabtes, naturfern ausgebautes Doppeltrapezprofil auf. Ihre Ufer waren mit einem durchgehenden Brennessel-Saum bewachsen, die Vorländer erschienen als monotonen Einheitsgrünland ohne jeglichen Gehölzanteil. Nach Pro Aqua (1994) war der Gesamtzustand der Enz vor der Umgestaltung „gewässermorphologisch stark geschädigt“. Im Hinblick auf eine Bewertung hinsichtlich des Arten- und Biotopschutzes wurden nach KAULE (1986) die Wertstufen 3 und 4 vergeben (KNOLL 1989), d.h. es handelte sich überwiegend um eutrophe Einheitsstandorte die von Ubiquisten der Siedlungen angenommen wurden.

Die naturnahe Umgestaltung der Enz im Stadtgebiet Forzheim ist eine Teilmaßnahme der Landesgartenschau 1992. Neben der ökologischen Verbesserung des Gewässers wurde mit der Umgestaltung der Enz im wesentlichen eine Aufwertung stadtnaher Erholungsflächen durch freiraumplanerische Maßnahmen verfolgt. Im Maßnahmenkatalog des Landschaftspflegeplans Begleitplans finden sich folgende Hinweise zur Biotopenentwicklung. Ein Leitbild wurde lediglich impliziert:

- ▶ Durch Buhnenbauwerke bei fast allen Abflusssituationen gewundener Lauf,
  - ▶ Zonen unterschiedlichster Fließgeschwindigkeit und Sohlrauhigkeiten,
  - ▶ Überwasser- und Unterwasserinseln,
  - ▶ Verwendung gewässertypischer Steinarten und -größen,
  - ▶ heterogene Uferausbildung, jedoch vorwiegend mit flachen Neigungen,
  - ▶ Ufersicherung mit ingenieurbioologischen Bauweisen, hohe Standortdiversität im amphibischen und terrestrischen Bereich,
  - ▶ Pflanzung von standortgerechten Gehölzen und Röhrichten,
  - ▶ Ansaat von standortgerechten Gräsern und Kräutern, „Tabubereiche“ für ungestörte Sukzession,
  - ▶ Verwendung von möglichst autochthonem Stein- und Pflanzenmaterial,
  - ▶ Substratumlagerung.
- Für die Pflanzenisten wurden die bei den Vegetationsaufnahmen im Rahmen des ökologischen Gutachtens zur Landesgartenschau 1992 (OKOPLAN/AG TIERÖKOLOGIE UND PLANUNG 1988) in einem naturnahen Einzugsbereich bei Eutingen erfaßten Pflanzenarten zugrunde gelegt.

#### 4.7.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse

##### Makrozoobenthon und Gewässergüte

An fünf Untersuchungspunkten erfolgten qualitative und quantitative Benthonuntersuchungen (PRO AQUA 1994). Die Untersuchungen wurden vor den Umgestaltungsmaßnahmen (September 1990) und 1½ Jahre nach Abschluß der Maßnahmen (November 1992) sowie 2 Jahre nach Abschluß der Maßnahmen (Mai/Juni 1993) durchgeführt. Hierbei wurden jeweils ein Untersuchungspunkt oberhalb und unterhalb der Renaturierungsstrecke sowie drei Untersuchungspunkte innerhalb der Renaturierungsstrecke beprobt (PRO AQUA 1994).

Hinsichtlich der aquatischen Wirbellosenfauna ist eine deutlich positive Entwicklung zwischen 1990 und 1993 zu verzeichnen. Ersichtlich wird dies an der Zunahme der Gesamtzahl nachgewiesener Taxa, insbesondere eine Zunahme der Taxazahl der Eintags- und Köcherfliegen. Positiv zu bewerten ist das Auftreten neuer Taxa sowie die Zunahme standorttypischer und gefährdeter Arten. Weiterhin ist eine Verbesserung der Güteverhältnisse festzustellen.

Allerdings sind sowohl bei den Veränderungen der Wirbellosen-Taxa als auch der Gewässergüte keine grundlegenden Unterschiede zwischen den Resultaten innerhalb und außerhalb der Renaturierungsstrecke zu erkennen. Ursache für die faunistisch-ökologischen und die Güteverbesserungen stellt die Verminderung der stofflichen Belastung der Enz mit leicht abbaubaren organischen Substanzen, Stickstoff- und Phosphorverbindungen sowie Schwermetallen bei gleichzeitiger Verbesserung der Sauerstoffversorgung im Untersuchungszeitraum dar. Eine Verbesserung der Situation aufgrund der Renaturierungsmaßnahmen konnte nicht nachgewiesen werden.



Abb. 142: Flachufer mit naturnaher Strukturierung des Geschiebes. Lebensräume für Makroinvertebraten (Aufn.: LfU 1994).



Abb. 143: Elektrofischung 1992 an der Enz: Bachforelle (Aufn.: Pro Aqua 1992).

##### Fische

Die Fischfauna wurde mit Hilfe der Elektrofischung untersucht. Es wurden fünf Gewässerabschnitte befischt, drei Abschnitte innerhalb der Renaturierungsstrecke und zwei Vergleichsabschnitte jeweils oberhalb und unterhalb der Renaturierungsstrecke. Die Befischungen fanden im September 1990 (vor der Umgestaltung) und im Oktober 1992 (Nachuntersuchung) statt. Die Fische wurden in Längensklassen eingeteilt, die Biomassen wurden über Längen-Gewichts-Beziehungen ermittelt. Die Bestände wurden in absoluten Fangzahlen sowie flächenbezogen angegeben. Es wurden Ortsvergleiche und Zeitvergleiche (1990/1992) vorgenommen. Darüber hinaus wurden Informationen des Pforzheimer Fischerklubs 1875 e.V. und der Fischereibehörde des RP Karlsruhe berücksichtigt.

Bei der Zusammensetzung der Fischfauna zeigten sich keine Veränderungen im Artenspektrum vor und nach den Umgestaltungsmaßnahmen. Bereits die ausgebaute Enz wies einen hohen Natürlichkeitsgrad und eine hohe Wertigkeit (sieben zumindest potentiell gefährdete Arten) auf. Das Strukturangebot im ausgebauten Zustand war zwar insgesamt geringer, doch waren alle Strukturelemente (flache, sandige, ausgesprochen lenitische und stark turbulente Bereiche sowie offene Wasserwechselzonen) vorhanden. Die Umgestaltung bewirkte lediglich Bestandsumlagerungen, d.h. die strukturellen Veränderungen im Gewässerbett förderten die Entstehung von Laich- und Aufwuchshabitaten für die bereichstypischen Fischarten. Die für Fische bedeutsamen morphologischen Defizite an der Enz bestehen weiterhin in Form von Wehren und Stauhaltungen.



Abb. 144: *Bembidion elongatum*, ein Laufkäfer der die Wasserwechselzone bewohnt (Aufn.: Wolf-Schwenninger 1994).

### Bodenkäfer

Bodenkäferuntersuchungen wurden erst drei Jahre nach Abschluß der Renaturierungsmaßnahmen im Mai, Juni und August 1994 vorgenommen. Hierzu wurden an der naturnah umgestalteten Gewässerstrecke vier Ufersäume und ein Vorland-Areal mittels Bodenproben untersucht. An sieben Stellen in der Wasserwechselzone der Renaturierungsstrecke wurden Schwemmanalysen an verschiedenen Ufersubstraten durchgeführt. Zum Vergleich wurden ein nicht umgestaltetes naturnahes Areal sowie ein im Zuge der Errichtung des Flußkraftwerks Eutingen umgestaltetes Uferareal mit Hilfe von Bodenprobenausslesen und Schwemmanalysen beprobt (WOLF-SCHWENNINGER 1994).

Bei den Bodenkäfern konnte bislang noch keine positive Bestandsentwicklung festgestellt werden. Zwar fehlen die Voruntersuchungen zur Bewertung des ausgebauten Zustands, doch können die Verhältnisse drei Jahre nach der Umgestaltung durch den Vergleich mit gleichzeitig untersuchten naturnahen Referenzbiotopen beurteilt werden.

So entspricht die Artendiversität der Bodenkäfer in den Ufersäumen nicht den Erwartungswerten für naturnah, vegetationsreiche Uferbiotope (z.B. Hochstaudenfluren und Röhrichte). Auch der Anteil an seltenen und/oder gefährdeten Arten ist an allen Untersuchungsstellen in der Wasserwechselzone und den Ufersäumen vergleichsweise niedrig. Lediglich eine in Baden-Württemberg als gefährdet geltende Laufkäfer-Art kommt mit hohen Individuenzahlen vor (*Bembidion elongatum*). Aufgrund des begrenzten Vorkommens von Pionierstandorten (offene Sand-, Kies- oder Schotterflächen) sind an diese Habitate gebundene wertgebende Arten nur sehr vereinzelt zu finden. Feuchtstandorte im Vorland fehlen infolge des gestörten Wasserhaushaltes.

Eine Interpretation der Ergebnisse wird jedoch erschwert, da infolge des Jahrhunderthochwassers im Untersuchungs-jahr (1994) die Bodenkäfergesellschaften - auch die der Vergleichsbiotope - möglicherweise stärker beeinflußt wurden als in Jahren mit durchschnittlichen Hochwasserereignissen.

### Vegetation

Eine Vegetationskartierung des Gebiets vor Durchführung der Renaturierungsmaßnahmen wurde im Rahmen des ökologischen Gutachtens zur Landesgartenschau Pforzheim vorgenommen (ÖKOPLAN/AG TIERÖKOLOGIE UND PLANUNG 1988).

Nach Abschluß der Umgestaltungsmaßnahmen wurde mit der wissenschaftlichen Begleituntersuchung begonnen. Im Juni und September 1992 wurden eine flächen-deckende Vegetationskartierung sowie die Aufnahme von Dauerbeobachtungsflächen durchgeführt (KONOLD & HOHMANN 1993). Hierbei wurde nach ELLENBERG (1956) und BRAUN-BLANQUET (1964) verfahren. Die 17 Dauerbeobachtungsflächen wurden als Transekte durch Ufer und Vorland angeordnet. Als Aufnahmemethode wurde ein feanalytisches Verfahren nach FISCHER (1985) angewandt. Dieses zeichnet sich durch seine einfach zu handhabende Schätzskaala aus (siehe Kap. 3.6). Auf den Inseln wurde entlang von Linientransekten kartiert.

Nach der Umgestaltung wurden die Pionierstandorte zunächst von gewässertypischen Pflanzenartengemeinschaften besiedelt (Binsenreiche Pionierflur, Kriechstraußgras-Rasen). Gleichzeitig erfolgte eine spontane Ansiedlung von Gehölzen, zumeist linear entlang der Geschwemmsellinie, an welcher zu über 90% die Schwarzerle beteiligt ist. Weiterhin konnten sich sechs verschiedene Wuchsgemeinschaften der gewässerbegleitenden Röhrichte und Hochstauden etablieren. Vier dieser Pflanzengemeinschaften sind auf eine spontane Ansiedlung zurückzuführen (Rohrglanzgras-Röhricht, Bestände des Zottigen Weidenröschens, Brennessel-Springkraut-Flur und Beifuß-Rainfarn-Flur). Die entsprechenden Arten sind aus dem Oberlauf der Enz eingewandert oder haben sich innerhalb der Umgestaltungsstrecke regeneriert (KONOLD & HOHMANN 1993).

Zur Ufersicherung wurde lebendes Pflanzenmaterial in Form von Hochstauden/Röhrichtwalzen eingebracht. Hieraus entstanden v.a. Brennesselsäume mit Roßminze in größerer Ausdehnung. Aus dem zum Lebendverbau verwendeten Weidenmaterial entwickelten sich gebüschartige Säume. An exponierten Uferbereichen wurde Steinwurf aus besonders grobkörnigem Material (bis zu 50 bzw. 80 cm Kantenlänge) verwendet. In Verbindung mit der hohen Strömungsbelastung führte dies in jenen Bereichen zu einer verminderten Besiedlung standortge-

rechter Pflanzenarten und zu abrupten Übergängen zur Vegetation der Vorländer. So ist an Uferabschnitten mit einem feinkörnigeren Substrat und einer flach ausgebildeten amphibischen Zone eine größere Artenvielfalt und ein höherer Anteil an fließgewässertypischen Arten vorhanden.

Die Röhricht- und Hochstaudenpflanzungen in den Vorländern konnten sich aufgrund der durch den Altausbau entstandenen Trockenheit im Vorlandbereich (Begradigung, Tieferlegung des Mittelwasserbettes, Entfernung der Wehre) z.T. nur schlecht entwickeln. In den Vorlandflächen breiteten sich überwiegend anspruchslosere Arten des Grünlandes oder der Ruderalflora aus. Die Kartierungen ergaben, daß die unbegrünten Vorlandbereiche, ein größeres Artenpotential aufweisen als die eingesäten Flächen.

Wie sich bei den Wiederholungskartierungen 1993 herausstellte, nahmen die unmittelbar nach der Umgestaltung entstandenen fließgewässertypischen Pioniergemeinschaften (z.B. Kriechstraußgras-Rasen, Binsenreiche Pionierfluren) schnell ab, da sie von konkurrenzstarken Arten wie Rohrglanzgras, Brennessel und Indisches Springkraut verdrängt wurden. Neue Pionierstandorte



Abb. 145: Binsen-Röhricht an der Enz - Pioniervegetation auf Anlandungen (Aufn.: Hohmann 1992).

wurden infolge der eingeschränkten Gewässerdynamik kaum geschaffen. Der Rückgang der gewässertypischen Pioniergemeinschaften ging mit einem Artenrückgang einher.

Die spontan angesiedelten Schwarzerlen entwickelten sich gut, so daß diese schon bald die durch naturgemäße Bauweisen eingebrachten Weidenarten zurückdrängen und mit Unterstützung von Pflegemaßnahmen zur bestimmenden Baumart im Gehölzsaum werden. Die vom Hochwasser stark beeinflussten ufernahen Einsaatflächen sind im Gegensatz zu den übrigen Einsaatflächen gekennzeichnet durch die Ausbreitung ruderaler Arten, z.B. Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), Gewöhnlicher Beifuß (*Artemisia vulgaris*).

Die Auswertung der Dauerbeobachtungsflächen der eingesäten Vorländer ergab einen durchschnittlichen Artenzuwachs um 3-4 Arten pro Aufnahmequadrat. Es handelt sich bei den neu angesiedelten Wildarten um zumeist anspruchslosere Arten des Grünlandes oder ruderalisierter Standorte. Der Rückgang des Weidelgrases (*Lolium perenne* bzw. *multiflorum*) und des Weißklee (*Trifolium repens*), einhergehend mit der Zunahme der Wiesenrispe (*Poa pratensis*) spiegelt die extensive Unterhaltung innerhalb der Umgestaltungstrecke wider. Trotz gegenüber dem Vorjahr angestiegener Bestandsdichte des Indischen Springkrauts wird der Verdrängungseffekt gegenüber anderen Uferpflanzen als nicht erheblich eingestuft (KONOLD & HOHMANN 1993).

Zusammenfassend betrachtet, sind die Entwicklungsbedingungen für fließgewässertypische Pflanzenarten im engeren Uferbereich günstiger zu beurteilen als in den uferferneren Vorländern. Inwieweit der derzeit als noch weitgehend naturnah zu bezeichnende Aufbau der Ufervegetation - sich abwechselnde Pflanzenbestände aus Röhrichten, Uferstauden und standortgemäßen, jungen Gehölzen - erhalten bleibt, oder ob durch die Durchsetzungskraft der robustesten Arten eine Monotonisierung erfolgt, muß in nachfolgenden Untersuchungen überprüft werden. Ein Defizit ist sicherlich die nicht ausreichende Dynamik, die z.T. durch den groben Blockwurf, bedingt durch die insgesamt begrenzte Fläche, die der Enz zwischen den Hochwasserdämmen zur Verfügung steht, behindert wird. Die durch die Umgestaltung erwünschte Eigendynamik ist daher nur in begrenztem Umfang möglich.

Einzubeziehen sind die noch nicht vorliegenden vegetationskundlichen Untersuchungen von KONOLD und HOHMANN nach dem extremen Hochwasserereignis des Dezembers 1993. Morphologische Veränderungen durch das Hochwasser, wie punktuelle Ufererosionen, Sandablagerungen im Vorlandbereich und wesentliche Veränderungen der Inselstrukturen schufen in größerem Umfang wie bisher neue Standorte für die flußtypischen Pioniergesellschaften, die vor dem extremen Hochwasserereignis im Rückgang begriffen waren.

Nach Angaben von HOHMANN betreffen die wesentlichen Veränderungen durch das Hochwasserereignis vom Dezember 1993 bzw. die langandauernden hohen Wasserstände im Frühjahr 1994 die Vegetation im Uferbereich. Die Vegetationsentwicklung auf den Vorländern wird vor allem durch sich ändernde Konkurrenzverhältnisse in den eingesäten Flächen bzw. durch die hohen Wasserstände im Frühjahr 1994 bzw. durch ein Hochwasser im April 1994 erheblich verzögert, was nach HOHMANN zu einem Rückgang der Artenzahlen in jenen Flächen führte. Neuangesiedelt haben sich insbesondere Kriechpflanzenrasen, z.B. mit Quecken und Pionierfluren aus Einjährigen. Die Bestände des Rohrglanzgras-Röhrichts konnten sich trotz größter hydraulischer Belastungen halten, z.T. haben sie sich sogar ausgedehnt.



Abb. 146: Anpflanzung von Röhricht in einem Stillwasserbereich (Aufn.: LfU 1992).



Abb. 147: Vorland der Enz: Bedingt naturnahe Vegetationsstrukturen, insbesondere im Bereich des Mittelwasser-Bettes (Aufn.: LfU 1994).

Binsenreiche Pionierflur	
Höhe	50cm
Aufnahmefläche / m <sup>2</sup>	1,5
Veg. - Bedeckung	60 %
Artenzahl	15
<i>Juncus effusus</i> (Flutter-Binse)	2b
<i>Juncus tenuis</i> (Zarte Binse)	2a
<i>Juncus articulatus</i> (Glieder-Binse)	1
<i>Juncus inflexus</i> (Blaugrüne Binse)	1
<i>Juncus bufonius</i> (Kröten-Binse)	+
<i>Agrostis stolonifera</i> ssp. <i>prorepens</i> (W. Straußgras)	2a
<i>Rorippa palustris</i> (Gemeine Sumpfkresse)	+
<i>Ranunculus repens</i> (Kriechender Hahnenfuß)	3
<i>Lythrum salicaria</i> (Gemeiner Blutweiderich)	2a
<i>Lycopus europaeus</i> (Ufer-Wolfstrapp)	+
<i>Plantago major</i> (Breit-Wegerich)	+
<i>Scirpus sylvaticus</i> (Wald-Simse)	+
<i>Veronica beccabunga</i> (Bach-Ehrenpreis)	+
<i>Alnus glutinosa</i> juv. (Jung-Schwarzerle)	+
<i>Salix cinerea</i> juv. (Jung-Grau-Weide)	+

Tab. 9: Vegetationstabelle vom 18.09.1992

Rohrglanzgras-Röhricht	
Höhe	180cm
Aufnahmefläche / m <sup>2</sup>	4
Veg. - Bedeckung	85 %
Artenzahl	10
<i>Phalaris arundinacea</i> (Rohrglanzgras)	4
<i>Lythrum salicaria</i> (Gemeiner Blutweiderich)	2b
<i>Agrostis stolonifera</i> ssp. <i>prorepens</i> (W. Straußgras)	2a
<i>Lycopus europaeus</i> (Ufer-Wolfstrapp)	1
<i>Juncus effusus</i> (Flutter Binse)	1
<i>Bidens frondosa</i> (Schwarzfrüchtiger Zweizahn)	+
<i>Epilobium hirsutum</i> (Rauhaariges Weidenröschen)	+
<i>Plantago major</i> (Breit-Wegerich)	+
<i>Juncus articulatus</i> (Glieder-Binse)	+
<i>Alnus glutinosa</i> juv. (Jung-Schwarzerle)	+

Tab. 10: Vegetationstabelle vom 25.08.1993

Bestandsumwandlung von der Binsenreichen Pionierflur zum Rohrglanzgras-Röhricht (Vegetationsaufnahme im Uferbereich einer Anlandungsfläche, 1992 und 1993) nach Konold & Hohmann (1993).

### Naturgemäße Bauweisen

Zur Stabilisierung der zahlreichen, neu geschaffenen Strukturelemente im Mittelwasserbereich, wie z.B. Inselgruppen, Aufweitungen und Vorsprünge, wurden verschiedene naturgemäße Bauweisen eingesetzt. Es handelt sich hierbei um Steinwurf verschiedener Größen mit und ohne Weidenstecklinge, Rauhpäckwerk, Faschinenwalzen aus ausschlagfähigem Material, Röhricht- bzw. Hochstaudenwalzen, Spreitlagen, etc. Die Fahrwege wurden teilweise mit Schotterrasen befestigt und teilweise als Rasenwege belassen.

Da über das Stabilisierungsverhalten der einzelnen Bauweisen bisher keine ausreichenden Kenntnisse vorliegen, konnten bei der Planung nur Schätzwerte aus der Fachliteratur zugrunde gelegt werden. Im Rahmen einer bei der UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KULTURTECHNIK in Auftrag gegebenen Untersuchung wurde daher die Entwicklung naturgemäßer Bauweisen sowie deren Veränderung nach dem Hochwasser vom Dezember 1993 dokumentiert und bewertet. Es wurde nachgewiesen, daß die Ausformung der Uferlinie insgesamt auf die Stabilität bzw. Instabilität einer bestimmten Stelle einen großen Einfluß ausübt. Unabhängig von der jeweiligen Ufersicherungsmaßnahme sind geradlinige Streckenabschnitte, an denen sich die Vegetation erwartungsgemäß entwickelt hatte, nach dem Hochwasser im Dezember 1993 in gutem baulichem Zustand, während an exponierten Ufervorsprüngen und Flußbettverengungen, an denen sich die eingebrachten Faschinenwalzen oder Weidenstecklinge unterdurchschnittlich entwickelt hatten, mittlere bis große Erosionen auftraten.



Abb. 148: Rollierung mit Weidenfaschine: Bei naturnahen Gewässern bereitet das Auffinden der „Mittelwasserlinie“ als Standort für naturgemäße Bauweisen Schwierigkeiten (Aufn.: LfU 1991).



Abb. 149: Die Weidenfaschinen haben knapp 2 Jahre nach der Umgestaltung bereits eine Höhe von bis zu 3 m erreicht (Aufn.: LfU 1992).

Neben der Gestalt der Uferlinie und dem Entwicklungszustand spielen jedoch auch plötzliche Rauheitswechsel eine große Rolle, beispielsweise von Rasen zu Schotterrasen (siehe Schäden am Unterhaltungsweg) sowie am Ende oder Beginn von Walzen. Die Inseln sind aufgrund der ständig hohen Strömungsbelastung nur sehr schwer längerfristig zu sichern, da sich auf ihnen im allgemeinen kein schützender Gehölzsaum entwickeln kann.



Für die angreifenden Kräfte sind offenbar nicht die Schubspannungen oder die Fließgeschwindigkeiten allein repräsentativ, sondern vielmehr die Kombination aus diesen beiden Faktoren sowie der Winkel zwischen der Geschwindigkeit und der Uferlinie.

Weidenstecklinge und Faschinenwalzen haben eine ähnlich hohe Stabilität und können bei paralleler Anströmung und durchschnittlicher Schubspannung von  $80 \text{ N/m}^2$  Fließgeschwindigkeiten bis zu maximal  $3,5 \text{ m/s}$  aufnehmen. An Ufervorsprüngen reduziert sich diese Geschwindigkeit auf maximal  $3 \text{ m/s}$ . Totfaschinen besitzen eine geringere Stabilität als Faschinenwalzen aus ausschlagkräftigem Material und können daher auch an geraden Uferlinien nicht mit Geschwindigkeiten über  $3 \text{ m/s}$  und überdurchschnittlichen Schubspannungen von mehr als  $70 \text{ N/m}^2$  belastet werden. Röhricht- bzw. Hochstaudenwalzen sind bekanntlich wesentlich weniger belastbar



Abb. 150: Die Faschinen werden bei erhöhtem Wasserstand umströmt (Aufn.: LfU 1994).

als Weidenstecklinge oder Faschinenwalzen. Selbst an geraden Streckenabschnitten können bereits durchschnittliche Schubspannungen von  $70$  bis  $80 \text{ N/m}^2$  Schäden hervorrufen. Der im Handbuch Wasser 2 angegebene Richtwert für die maximal zulässige Belastung von  $2 \text{ m/s}$  scheint jedoch etwas zu niedrig zu liegen.

Steinwurf, insbesondere auf Rauhpäckwerk, hat eine sehr hohe Stabilität. Er kann den Uferbereich jedoch längerfristig nicht ausreichend befestigen und ist daher als alleinige Ufersicherungsmaßnahme nicht geeignet (UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KULTURTECHNIK, 1994).

Die Untersuchungen beschäftigen sich außerdem mit dem Einfluß der Vegetation auf die Veränderungen der Wasserspiegellagen bei verschiedenen Abflüssen.



Abb. 151: Gepflanzte Strauch- und Baumgruppen im Vorland: Aus Gründen des Hochwasserschutzes ist eine Entwicklungspflege bei den Gehölzstrukturen erforderlich (Aufn.: LfU 1995).

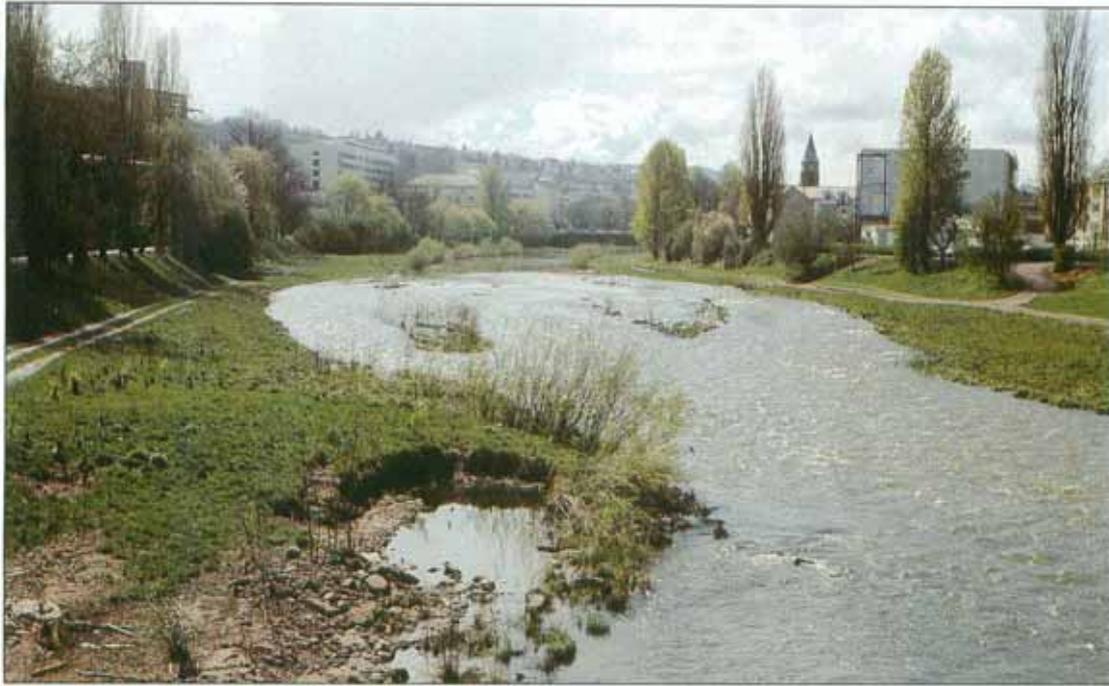


Abb. 152: Enz in Pforzheim: Inselbereich mit großem Uferabruch - Ein neues Stillwasserbiotop! (Aufn.: LfU 1994).

#### 4.7.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung

Wenn möglich sollte bei der Begrünung von Vorländern zugunsten der un gelenkten Sukzession auf eine Einsaat verzichtet werden. An besonders erosionsgefährdeten Stellen wird die Verwendung einer reduzierten Saatmenge (ca. 2 g Saatgut/m<sup>2</sup>) vorgeschlagen, so daß auch innerhalb der Saatfläche noch Wildarten aufkommen können. Im städtischen Bereich müssen aber auch nutzbare Grünflächen, z.B. zum Spielen und Ruhen angeboten werden. Es empfiehlt sich daher eine Aufteilung der Uferbereiche, je zur Hälfte in Flächen für spontane Sukzession und angelegte Grünflächen (KONOLD & HOHMANN 1993).

Aus limnologischer Sicht stellt bei größeren Fließgewässern, welche wie die Enz gewässerintern noch ein hohes Maß an natürlichen Strukturelementen aufweisen, die Verbesserung der Wasserqualität zumeist ein geeigneteres Mittel zur ökologischen Aufwertung dar als die strukturelle Optimierung von Teilstrecken (PRO AQUA 1994).



Abb. 153: Die sich neu entwickelten Vegetationsstrukturen im Vorland fördern die Sedimentablagerung. Es bleibt zu hoffen, daß die Vorländer nicht in einigen Jahren geräumt werden müssen! (Aufn.: LfU 1994).

Für die Zönosen von Ufer- und Auebiotopen - von ihnen wurden stellvertretend die Bodenkäfergesellschaften untersucht - sind Renaturierungsmaßnahmen nur dann eine Verbesserung, wenn die entsprechenden Habitate geschaffen werden bzw. ihnen die Möglichkeit zur Entwicklung gegeben wird. Aufgrund der derzeitigen Einschätzung der Situation an der umgestalteten Enz ist die Entstehung größerer Feuchtlebensräume kaum möglich. Entsprechend den Befunden bei der vegetationskundlichen Erfolgskontrolle wird sich die ökologische Aufwertung im wesentlichen auf einen schmalen Bereich (Wasserwechselzone, Ufersaum) beschränken.

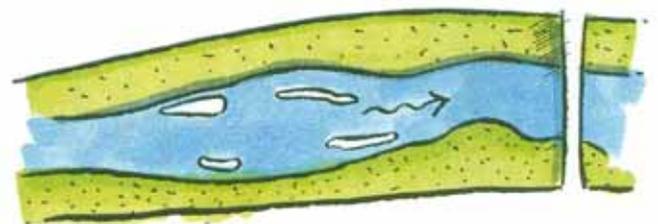
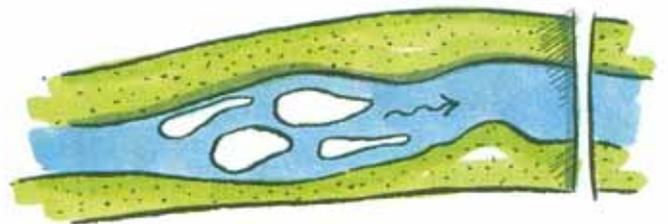
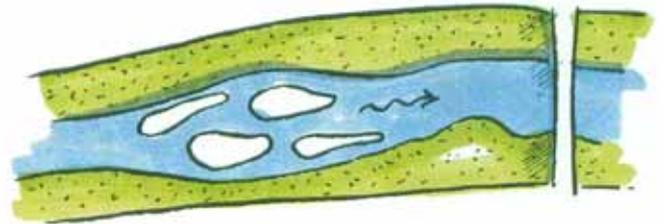
Die bei Hochwasser auftretenden hohen Schleppspannungen innerhalb des eingedeichten Enzbettes erforderten z.T. eine aus ökologischer Sicht nachteilige Uferfixierung mit grobem Steinmaterial (Kantenlänge bis 80 cm) und ingenieurb biologischen Sicherungsbauweisen (Weidensteckhölzer, Faschinen etc.). Aufgrund der stattgefundenen Landesgartenschau, bei der die naturgemäßen Bauweisen ein Schwerpunktthema darstellten, wurden umfangreiche Sofortsicherungsmaßnahmen ausgeführt, um das Risiko von Hochwasserschäden am Gewässerbett gering zu halten. Durch den zu gewährleistenden Hochwasserschutz in Form von Dämmen, Uferbefestigungen und der Sicherung von Abflußkapazitäten, wird auch in Zukunft eine naturnahe Entwicklung des Gewässers nur in begrenztem Umfang zugelassen werden können. Andererseits wurden trotz der eingeschränkten Fließgewässerdynamik zumindest naturnahe Einzelelemente geschaffen bzw. haben sich diese entwickelt, z.B. ein größerer Uferabbruch und Anlandungen, die Pionierbiotope darstellen.

Das Abwägen zwischen erforderlichem Hochwasserschutz und der Entwicklung naturnaher Elemente im Rahmen der durchzuführenden Gewässerunterhaltung stellt zumindest in der Anfangsphase nach der Umgestaltung, wenn Erfahrungen noch fehlen, eine sehr schwierige Aufgabe dar. Durch ein aufgestelltes Unterhaltungskonzept wurde der Versuch unternommen, nach praktikablen Lösungen für die Gewässerunterhaltung zu suchen.

Das Projekt muß neben ökologischen und wasserbau-lichen Aspekten auch aus freiraumplanerischer Sicht betrachtet werden: Das Gewässerbild der umgestalteten Enz hat sich gegenüber dem alten Ausbauzustand erheblich verbessert. Die Attraktivität der zentrumsnahen Grünzone wurde durch die Umgestaltungsmaßnahme wesentlich gesteigert.



Abb. 154: Reste ehemaliger Inseln, die von Rohrglanzgras eingenommen werden (Aufn.: LfU 1995).



## Gewässerbeschreibung

TK 26 Nr.: 7021

**Gewässer:** Murr

**Hauptgewässer/Flußgebiet:** Neckar

**Regierungsbezirk:** Stuttgart

**Landkreis:** Rems-Murr-Kreis

**Gemeinde:** Murr, Steinheim

**zust. Gewässerdirektion:** Neckar, Bereich Besigheim

**Träger der Unterhaltung:** Land Baden-Württemberg

**Ausbaustrecke:** unterhalb Schweißbrücke bis Murr

**Länge:** ca. 5 km      **Höhe ü.NN.:** 200 - 190 m

**Einzugsgebiet:** 500 km<sup>2</sup>

**Gewässertyp:** Karbonat Berglandfluß

**Naturraum:** Neckarbecken

**Geologie:**

- Oberer Muschelkalk, Auesedimente

**Bodenprofil:** Grobsand/Kies, Schluff, Auelehm

**Potentielle natürliche Vegetation:**

- Silberweiden-Auwald

- Johannisbeer-Schwarzerlen-Auwald

**Gewässergüte:** II (mäßig belastet)

**Abflußwerte:**

HQ<sub>∞</sub> = 200 m<sup>3</sup>/s bordvoll

**Nutzung des Talraumes:** Siedlungsflächen, Ackerbau und Grünlandwirtschaft

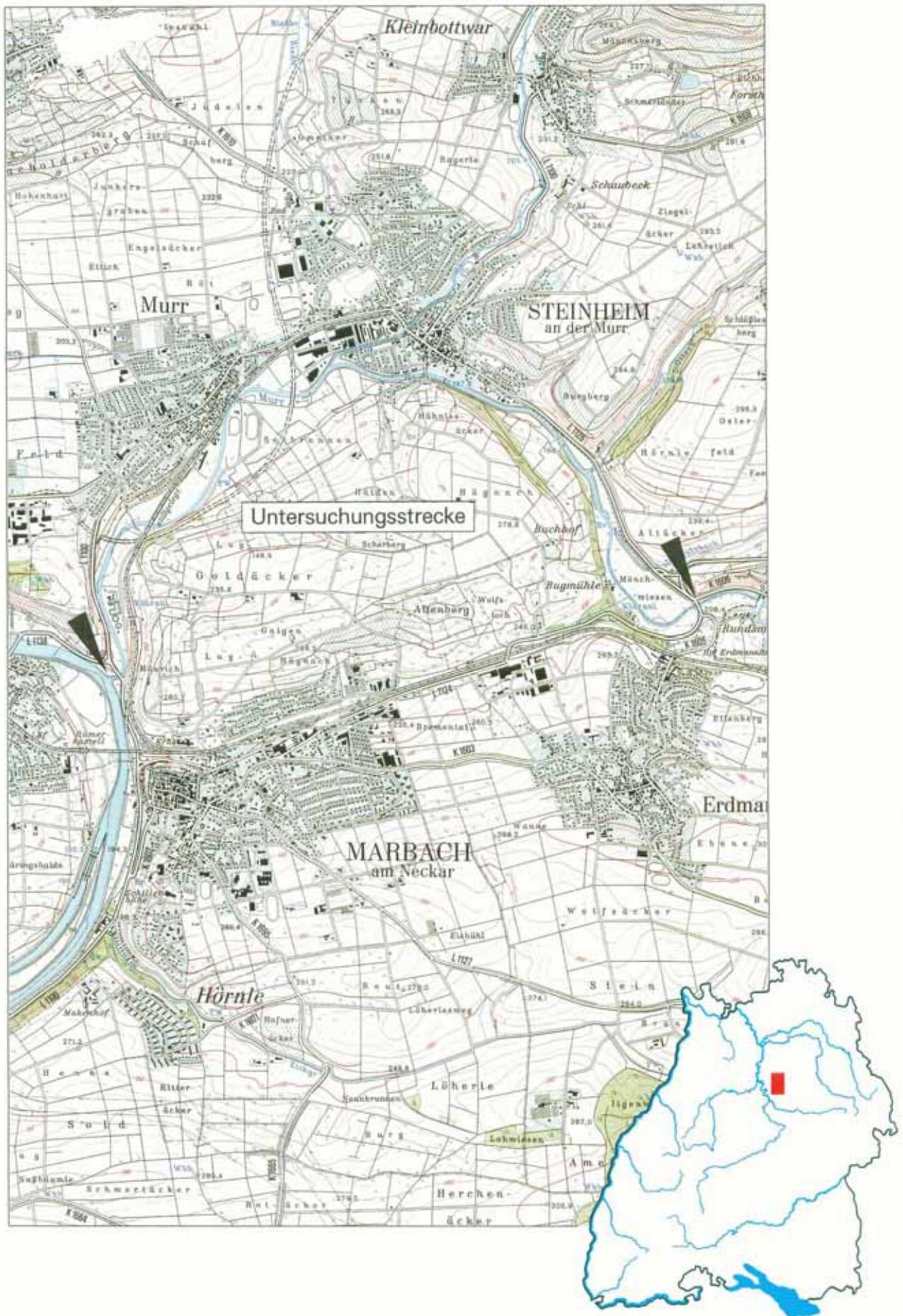
**Ausbau:** 1975 - 1980

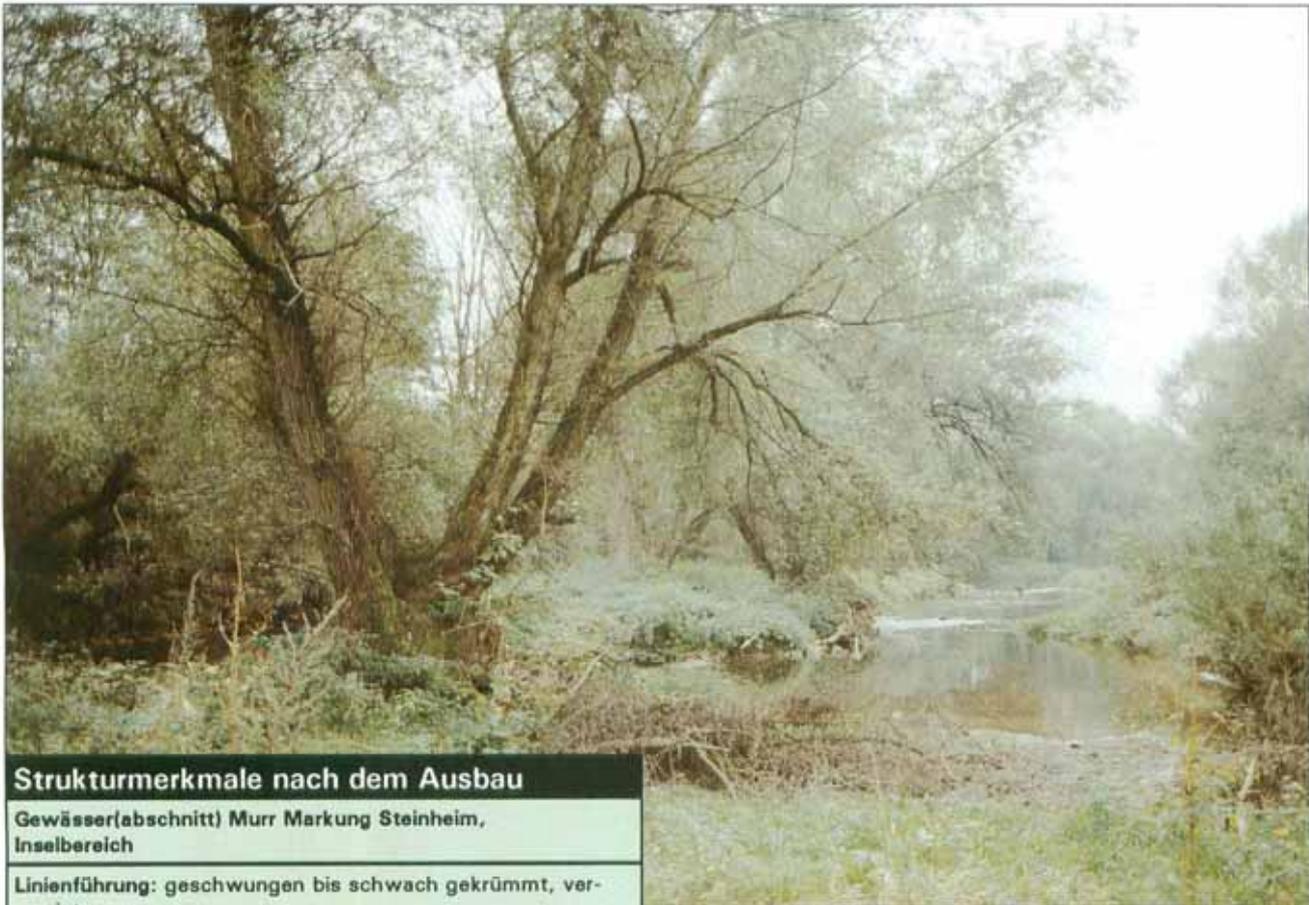
**Strukturmerkmale vor dem Ausbau**

**Linienführung:** Unterhalb der Schweißbrücke mäandrierend, sonst geschwungen bis gestreckt

**Gehölzstruktur:** schmaler, lückiger Gehölzsaum

### 4.8 Pilotprojekt Murr





### Strukturmerkmale nach dem Ausbau

Gewässer(abschnitt) Murr Markung Steinheim, Inselbereich

Linienführung: geschwungen bis schwach gekrümmt, verzweigt

Längsprofil/Tiefenvarianz: große Tiefenvarianz, Tiefenrinnen und Furten

Querprofil/Breitenvarianz: MW-Bett extrem unterschiedlich breit, HW-Böschung z.T. gleichförmig

Uferbeschaffenheit/Verzahnung Wasser-Land: Strauchufer (Strauchweiden), Gehölzufer (Auwaldreste), breite Flachwasserzonen, sehr gute Verzahnung

Sohlbefchaffenheit/Substrat: z.T. anstehender Fels (Muschelkalk), sandig bis feinkiesig, in strömungsberuhigten Zonen sandig bis schluffig, Schotterblöcke, sehr große Substratdiversität

Fließverhalten: träge bis schnell fließend, sehr unterschiedliches Strömungsbild

Ufererosion: Umlagerungstrecke (sowohl Sedimentation als auch Erosion), Uferbänke

Sohleintiefung: -

Gehölzstruktur: alter Silberweidenbestand mit Auwaldcharakter, Mandelweidengebüsch, oberhalb der Hochwasserböschung gepflanzte Hartholzgalerie

Vegetationszonierung: Flutrasen, Pestwurzflur, Annuellenfluren, Weich- und Hartholzau

Strukturen im Gewässer: reichhaltiges Substratmosaik, sehr unterschiedliches Strömungsbild mit Stillen und Schnellen, Flachwasser und Tiefenrinnen, mächtige Uferbänke

Bemerkungen: Die HW-Ereignisse im Frühjahr 1994 ließen im Bereich der Buchten und Inseln z.T. völlig neue Strukturen entstehen. Die beschriebene Strukturvielfalt beschränkt sich im wesentlichen auf die Buchten und den Inselbereich sowie den Bereich der Bottwarmündung. Die anderen ausgebauten Abschnitte, insbesondere in Ortslagen, sind in jeder Hinsicht wesentlich strukturärmer.

Abb. 157: Murr bei Steinheim. Inselbereich mit Auwaldcharakter (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 158: Die Murr, ein Gewässer mit großer Geschiebedynamik: Entstandene Schotterbänke werden sogleich von Pioniervegetation eingenommen (Aufn.: LfU 1995).

#### 4.8.1 Ausbauziel

Im Gegensatz zu den anderen, in der vorliegenden Schrift dargestellten Fließgewässer, handelt es sich bei der Murr nicht um eine naturnahe Umgestaltung, d.h. die Maßnahmen dienen nicht primär der ökologischen Verbesserung, sondern um einen Ausbau mit folgenden Zielen (SCHADE 1985):

- ▶ Verbesserung des Hochwasserschutzes der Stadt Steinheim und der Gemeinde Murr,
- ▶ Stabilisierung des Gewässerbettes und der Ufer,
- ▶ Verminderung der Überschwemmungshäufigkeit der anliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Allerdings sollten seinerzeit bei der Planung sowohl die Grundsätze der Bautechnik als auch der Ökologie gleichermaßen berücksichtigt werden. So wurden beispielsweise im 4. Bauabschnitt

- ▶ einige ältere Baumgruppen sowie beim Durchstich zweier Schlingen die angeschnittenen Reste des alten Flußlaufs als seitliche Buchten erhalten,
- ▶ Geschiebepänke zu drei Flußinseln umgestaltet,
- ▶ die Böschungen des Mittelwassergerinnes mit naturgemäßen Bauweisen gesichert, Steinschüttungen kombiniert mit der Einsatz von Rohrglanzgras vorgenommen, Pflanzungen von Sumpf-Segge oder mit Weidenstecklingen,
- ▶ zur Sohlstabilisierung und zur Auflockerung der Wasserbewegung durchgängige Sohlrampen eingebaut.

Die Begrünung der Vorländer erfolgte mit standortgerechten Grasmischungen, durch Pflanzung von Ufer- und Schlank-Seggen, Schwertlilien und Weiden. In den oberen Böschungsabschnitten wurden vorwiegend Gehölze gepflanzt.



Abb. 159: Ausbauziel war unter anderem die Verbesserung des Hochwasserschutzes in Ortslagen - Murr an der Murr (Aufn.: LfU 1994).

#### 4.8.2 Durchgeführte Untersuchungen und Zwischenergebnisse

##### Morphologie

Die von den Hochwässern vom 17. und 21.12.1993 sowie vom 13.4.1994 hervorgebrachten beachtlichen morphologischen Veränderungen wurden im Zuge der vegetationskundlichen Erhebung dokumentiert (MÜLLER 1993, 1994).

Die erheblichen Schlepptensionen führten an vielen Stellen zu flächenmäßigem Abtrag. Im Anschluß daran wurden diese Flächen z.T. wieder mit Grobmaterial aus flußaufwärts anstehendem groben Muschelkalk bzw. Flußbausteinen überschüttet. Flach überflutete, strömungsberuhigte Zonen, wie z.B. die Buchten, wurden mit Sand und Schluff überdeckt. Auf mehreren Abschnitten bildeten sich Ufer- und Inselbänke mit der typischen Materialsortierung, am oberen Ende Blöcke und Grobkies, in der Mitte der Anlandungen Sand, danach im Strömungsschatten schluffiges Material. Ein im Bereich unterhalb der Schweißbrücke erfolgter größerer linksseitiger Uferabbruch und kurz darauffolgend ein rechtsseitiger deuten auf ein großes dynamisches Entwicklungspotential der Murr hin. Insbesondere im Bereich der Bucht I fanden größere gewässerdynamische Umlagerungsprozesse statt:

- ▶ Auflandungen im Bereich des Silberweiden-Auwaldes,
- ▶ am Ufer sind mehrere Abbrüche zu verzeichnen,
- ▶ neue Rinnen wurden gebildet, alte zugeschüttet,
- ▶ in der Mitte der Bucht wurde sandiges Material bis zu 1 m Höhe abgelagert.

Insel 3 wurde durch die Auflandungen infolge des Hochwassers mit dem linken Ufer verbunden. Im Bereich der Bottwarmündung hat sich eine größere, bis 1,5 m hohe Schotterbank gebildet. Dort wo dem Gewässer ein großzügiger Entwicklungsspielraum zugestanden wurde, ergibt sich in Folge der Hochwasserereignisse eine Vielzahl neuer flußtypischer Mesostrukturen, die Pionierarten wiederum vielfältige Lebensräume bieten.



Abb. 160: Inselbereich mit Ansammlung von Totholz - Lebensraum vieler Kleinlebewesen (Aufn.: LFU 1995).

#### Makrozoobenthon und Gewässergüte

Im Rahmen des Intensivprogramms wurde die untere Murr seit 1974 mindestens einmal jährlich gewässerökologisch und chemisch untersucht. Die Entwicklung der Gewässergüte von 1954 bis 1990 ist in den beiden Murr-Dokumentationen (BUCK 1985 und 1991) dargestellt.

Ab 1974 wurde die Kopplungsanalyse (SCHMITZ & ILLIES 1980, BUCK 1986) angewendet. Zusätzlich wurden Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen den vorkommenden Makrozoen-Lebensgemeinschaften untersucht (Ähnlichkeitsquotient nach SOERENSEN, Rangkorrelationskoeffizient nach SPEARMAN).

Die Güteentwicklung von 1984 bis 1990 verlief positiv. So konnte in den Jahren 89 und 90 an beiden Meßstellen (Murr und Steinheim) die Güteklasse II ermittelt werden. Auch die Sauerstoffversorgung war mit Stufe II nun nicht mehr defizitär. Parallel dazu wurde eine Zunahme der Wirbellosen-Spezies festgestellt. Allerdings entsprach ihre Artenzahl (maximal 22 bei Murr und 26 bei Steinheim) nicht den Erwartungswerten für sommerwarme Gewässer im nördlichen Regierungsbezirk Stuttgart (30 bis 40 Arten bei Güteklasse II). Nach Abnahme der Belastungssituation ist eine Einwanderung von Arten

aus oberhalb gelegenen Gewässerabschnitten der Murr nicht möglich, da die Murr oberhalb Murrhardt sowie ihre Zuflüsse vorwiegend sommerkalt sind und die in ihnen lebenden Makroinvertebraten eine Bindung an niedrige Wassertemperaturen aufweisen. Außerdem konnten die neu eingewanderten Arten in der unteren Murr aufgrund des vorherrschenden feinkörnigen Substrattyps nur schwer größere Bestände ausbilden. Daneben waren Flachuferbereiche kaum vorhanden, weshalb besonders amphibische und lithophile Arten nur eine sehr geringe Siedlungsdichte erreichen konnten.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Verbesserung der Wasserqualität im Ausbauabschnitt nur unwesentlich auf den Ausbau selbst, sondern auf den Anschluß der Kläranlage Backnang zurückzuführen ist. Der physikalische Sauerstoffeintrag durch die eingebauten Sohlrampen ist zu vernachlässigen. Die Ausbaumaßnahmen bewirken eine verstärkte Ablagerung von sandigem Material auf der Gewässersohle, grobsandiges Material fehlt zum Teil. Dementsprechend sind die Entwicklungsmöglichkeiten für artenreiche und stabile Lebensgemeinschaften des Makrozoobenthon insgesamt nicht optimal.

### Fische

Zwischen 1978 und 1989 wurden alljährlich im Frühjahr und Herbst Elektrofischungen an acht Flußabschnitten innerhalb der Ausbaustrecke durchgeführt. Oberhalb wurden an einer Referenzstrecke ergänzende Stichproben vorgenommen.

Von allen gefangenen Fischen wurde die Art und Größe protokolliert, einige Exemplare wurden für weitere Untersuchungen (Individualmessungen, Wiegen, Altersklassenbestimmung, Analyse der Schwermetallgehalte, Darm- und Mageninhaltsuntersuchungen) entnommen (siehe KULLAK 1985, 1991).

Insgesamt wurden im Unterlauf der Murr 19 Fischarten nachgewiesen, davon drei zahlreich, zwei Arten sind mäßig und 14 nur vereinzelt vorhanden. Im Vergleich zu Kocher und Jagst ist die Artenzahl jedoch niedrig. Unter günstigen Bedingungen und bei ausreichender Wasserqualität könnte sich in der unteren Murr ein stabiler Fischbestand mit etwa 28 Arten etablieren. Für die meisten Fische war die Abwasserbelastung 1989 immer noch zu groß. Eine leichte Verbesserung ist daran zu erkennen, daß 1978 im Befischungsabschnitt 1, bei der Schweißbrücke, keine Fische, 1988 wenigstens 5 Fischarten festgestellt werden konnten.

Flußabwärts nahm die Anzahl der Arten zu. Als Ursache werden die Sauerstoffgehalte genannt, die im Befischungsabschnitt 8 vorwiegend höher sind als im Abschnitt 1, bewirkt durch vermehrte Selbstreinigungsprozesse im Fluß, mit zunehmender Entfernung von den Abwassereinleitungen.

Arten mit geringer Empfindlichkeit gegenüber Sauerstoffgehaltsschwankungen erreichten einen relativ großen Prozentanteil (Gründling, Rotauge, Ukelei, Döbel). Sie waren während der Laichzeit vorwiegend in den Abschnitten 5 und 6 oberhalb der Bottwarmündung zahlreich. Hier wurden im Sommer auch Brütlinge dieser Arten beobachtet. Von allen anderen Fischarten wurden keine Laichplätze und Brutaufkommen festgestellt, sie gelangten durch Besatzmaßnahmen und Zuwanderungen in die Murr.

Die durch den Besatz und durch Zuwanderung aus Nebenbächen stammenden Forellen waren in tieferen Gumpen hinter Steinrampen, Sohlswellen oder hinter Störsteinen zu finden. Dies kann als Hinweis dafür dienen, daß in den neu ausgebauten Murrabschnitten die geschaffenen Aufenthaltsräume von standorttypischen Arten (untere Äschenregion mit Übergängen zur Barbenregion) angenommen werden. Allerdings ist bisher (Stand 1989) der Besatz mit Äschen und Barben noch erfolglos geblieben. Der Wechsel von unterschiedlichen Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten sowie die unregelmäßigen Uferlinien bedeuten für Fische günstige Lebensbedingungen. Es ist zu erwarten, daß nach anhaltender Verbesserung der Wasserqualität in der Murr weitere Fischarten in ausgewogener Zusammensetzung und Individuendichte die vorhandenen Biotope besiedeln werden.

Die Groppe (*Cottus gobio*), eine gegen Verschmutzung sehr empfindliche Fischart, kam 1991 wieder in der Murr vor (BUCK 1991).



Abb. 161: Die Mühlkoppe, ein Indikator guter Wasserqualität und kiesigen Substratverhältnissen, ist im Unterlauf der Murr vereinzelt wieder anzutreffen (Aufn.: Pro Aqua 1992).

### Bodenkäfer

Im Rahmen der ökologischen Untersuchungen an der unteren Murr wurden von BUCK & KONZELMANN (1985, 1991) Methoden zur Erfassung und Analyse der Käfergesellschaften des Oberbodens entwickelt.

Die ersten Untersuchungen wurden 1977 vorgenommen, die jüngsten Ergebnisse stammen von 1993. Insgesamt wurden 23 unterschiedliche Untersuchungsareale mittels der Bodenprobenmethode, 19 von ihnen mit der Schwemm-Methode analysiert. Die Untersuchungen erfolgten in verschiedenen Zeitabständen, dabei wurden nicht immer alle Areale beprobt.

Der offensichtliche Verlust an Lebensraumqualität für Bodenkäfer ist hauptsächlich bedingt durch die zunehmenden Auflandungen in den Buchten und Bermen und den damit verbundenen Verlust an Bodenfeuchte. Wie auch der vegetationskundliche Beitrag zeigt, sind die Annuellen-Fluren der Pionierstandorte bis zum Hochwasserereignis 1993 verschwunden, hochwüchsige und ausdauernde Pflanzengesellschaften breiten sich aus (MÜLLER 1993). Der als Endstadium der Sukzession entstandene Auwald, der aus vegetationskundlicher Sicht hoch zu bewerten ist, erreicht anscheinend (noch?) nicht eine entsprechend hohe Bedeutung als Lebensraum für Bodenkäfer (z.B. in Bucht 1).

Stabil geblieben ist das „Blindkäferareal“, ein stark beschatteter, steiler Böschungsabschnitt innerhalb der alten Ausbaustrecke von 1908. Hier erfolgten im Verlauf von über 14 Jahren keine Verschiebungen, so daß nach wie vor eine hohe faunistische Qualität und eine hohe Artendiversität zu verzeichnen ist.

### Vegetation

Vegetationsaufnahmen nach ELLENBERG (1956) bzw. BRAUN-BLANQUET (1964) wurden von MÜLLER in folgenden Zeiträumen durchgeführt:

2. Bauabschnitt (Ausbau 1978-1980):

- ▶ vor dem Ausbau 1977,
- ▶ nach dem Ausbau 1981,
- ▶ linksseitige Anlandungen bei der Bottwarmündung und Bucht 3: 1981 und 1982;

3. Bauabschnitt (Altausbau 1906-1908):

- ▶ in den Jahren 1978, 1981 und 1982;

4. Bauabschnitt (Ausbau 1976/77):

- ▶ Inseln sowie die Buchten 1 und 2: jährlich von 1977 bis 1982,
- ▶ Wasserwechselzone und Bermen: 1977, 1978 und 1981.

Jährlich von 1983 bis 1987:

- ▶ Inseln sowie Buchten 1,2 und 3,
- ▶ Brückenbereich in Steinheim,
- ▶ Mündungsbereich Murr/Bottwar,
- ▶ linksseitige Anlandung bei Flußkilometer 2,4;

1993:

- ▶ Inseln, Buchten 1 und 2, Murrbrücke in Steinheim;

1994:

- ▶ Inseln, Buchten 1 und 2, Murrbrücke in Steinheim, Bottwarmündung, Bucht 3, linksseitige Anlandung bei Murr Flußkilometer 2,4.

In der zusammenfassenden Beurteilung der Untersuchungsjahre 1977 bis 1982 wird der Murr-Abschnitt „Schweißbrücke - Otterbachmündung“ (4. Bauabschnitt) als in ökologischer Hinsicht vorbildlich ausgebaut bewertet (MÜLLER 1985). Hier wurden Buchten und Inseln geschaffen und der Fluß derart gestaltet, daß seine Dynamik zu neuen Anlandungen und Abtragungen führte. So siedelten sich in diesem Abschnitt Pioniergesellschaften an (Flußknöterich-Flur, Kriechstraußgras-Flutrasen, Rohrglanzgras-Röhricht, Brunnenkresse-Röhricht). Die Möglichkeit der stetigen Neuentstehung von Pionierstandorten scheint in diesem Flußabschnitt gegeben.

Der 2. Bauabschnitt (Bottwarmündung - Bundesbahnbrücke) wird ungünstiger bewertet. Hier sind nur im Bereich der Bottwarmündung und an Bucht 3 umfangreiche dynamische Vorgänge zu verzeichnen. Die übrigen Uferbereiche unterliegen kaum einer Dynamik und weisen gleichförmig ausgebildete Bermen und Böschungen auf.

Auch der altausgebaute (1906-1908) Bereich zwischen Otterbach- und Bottwarmündung (3. Bauabschnitt) ist aufgrund der geringen Flußdynamik ökologisch weniger wertvoll. An den relativ steilen Ufern stockt ein Auwaldstreifen (Johannisbeer-Eschen-Schwarzerlen-Auwald), nur an wenigen Stellen bildeten sich nach dem Abbau des Wehres in Steinheim junge Anlandungen.

Im Bericht über die zweite Untersuchungsperiode (1983 bis 1987) werden diese Beurteilungen noch untermauert (MÜLLER 1991). In den von der Flußdynamik geprägten Murr-Abschnitten (4. Bauabschnitt) entwickelten sich charakteristische Pflanzengesellschaften, die dem Inventar von naturnahen Flüssen nahekommen. Der Ausbaubereich „Bottwarmündung - Bundesbahnbrücke“ schneidet wiederum schlechter ab. Hier ist die floristische Vielfalt geringer als vor dem Ausbau.

Bei den Vegetationsaufnahmen 1993 zeigte sich, daß eine Ausbreitung von ausdauernden oder hochwüchsigen Pflanzengesellschaften stattfindet, während die einjährigen oder niederwüchsigen Gesellschaften zurückgehen. Die einjährige Flußknöterich-Flur z.B. wurde im untersuchten Bereich (Inseln und Buchten 1 und 2, Brückenbereich in Steinheim) an keiner Stelle mehr nachgewiesen. An einigen Stellen konnte sich ein Silberweiden-Auwald entwickeln (MÜLLER 1993). Dies ist positiv zu werten, da Silberweiden-Auwälder zu den selteneren autotypischen Vegetationseinheiten gehören.

Die Hochwasserereignisse im Dezember 1993 und im April 1994 haben durch großflächige Sedimentumlagerungen die Standortverhältnisse z.T. erheblich verändert. MÜLLER (1994) spricht von einer „Verjüngung der Wuchsorte durch Auf- und Abtrag“. So wurde beispielsweise, die bei den vegetationskundlichen Untersuchungen 1993 nicht mehr nachgewiesene Flußknöterich-Flur nach den Hochwässern 1993/94 im Inselbereich von neuem gefunden. An einer Stelle konnte sogar die Zyperngrasgesellschaft festgestellt werden, die seit 1979 verschollen war.



Abb. 162: Bucht 1: Starke Sandauflandung nach Hochwasser vom April 1994 (Aufn.: Müller 1994).

Veg. - Bedeckung Artenzahl	<5 29
<i>Polygonum brittingeri</i> (Fluß-Knöterich)	1
<i>Polygonum lapathifolium</i> (Ampfer-Knöterich)	1
<i>Chenopodium polyspermum</i> (Vielsamiger Gänsefuß)	1
<i>Echinochloa crus-galli</i> (Hühnerhirse)	1
<i>Myosoton aquaticum</i> (Wassermiere)	+
<i>Solanum lycopersicum</i> (Tomate)	+
<i>Amaranthus powellii</i> (Fuchsschwanz)	r
<i>Sonchus asper</i> (Rauhe Gänsedistel)	r
<i>Matricaria inodora</i> (Geruchlose Kamille)	r
<i>Polygonum arenastrum</i> (Knöterich-Art)	1
<i>Chenopodium album</i> (Weißer Gänsefuß)	+
<i>Melilotus alba</i> (Weißer Steinklee)	r
<i>Atriplex patula</i> (Spreizende Melde)	r
<i>Stellaria media</i> (Vogel-Sternmiere)	r
<i>Carthamus tinctorius</i> (Färber-Saflor)	r
<i>Setaria viridis</i> (Grüne Borstenhirse)	r
<i>Poa annua</i> (Einjähriges Rispengras)	+
<i>Rumex obtusifolius</i> (Stumpfbältriger Ampfer)	r
<i>Phalaris arundinacea</i> (Rohrglanzgras)	r
<i>Polygonum dumetorum</i> (Hecken-Knöterich)	r
<i>Plantago major</i> (Breit-Wegerich)	r
<i>Agrostis stolonifera</i> (Weißes Straußgras)	r
<i>Amaranthus caudatus</i> (Garten-Fuchsschwanz)	r
<i>Saponaria officinalis</i> (Echtes Seifenkraut)	r
<i>Galeopsis tetrahit</i> (Stechender Hohlzahn)	r
<i>Solanum nigrum</i> (Schwarzer Nachtschatten)	r
<i>Solanum dulcamara</i> (Bittersüßer Nachtschatten)	r
<i>Barbarea vulgaris</i> (Echtes Barbara-Kraut)	r
<i>Taraxacum officinale</i> (Gemeiner Löwenzahn)	r

Tab. 11: Fluß-Knöterich-Flur mit Vogel-Knöterich auf neu angelandetem Kies, mit Sand am unteren Ende der ehemaligen Insel III. Aufnahme vom 04.08.94, nach Müller (1994).



Abb. 163: Giftbeere (*Nicandra physalodes*): Ein Bewohner von Pionierfluren an Flüssen und von Schuttunkrautfluren (Aufn.: Müller 1994).

Der im Bereich der Buchten z.T. aspektbildende Bestand an Indischem Springkraut wurde durch das Hochwasser fast vollständig zurückgedrängt. Vermutlich wurden die Samen der einjährigen Art abgeschwemmt. Dagegen konnten sich Rhizompflanzen wie Brennnessel und Topinambur auf Abtragsflächen halten. Topinambur hat sich auf neu aufgeschütteten Sandflächen sogar ausgedehnt. Das Mandelweidengebüsch wurde vielfach durch die starke Strömung zusammengedrückt. Die waagrecht liegenden Baumstämme treiben z.T. büstenartig wieder aus und bilden Wurzeln bei Bodenberührung. Eine generative Verjüngung der Weidenbestände findet nur auf wenigen über dem Mittelwasserstand aufgelandeten Stellen statt, die für die Keimung genügend feucht sind. Nach MÜLLER (1994) „sind die Wuchsorte des Silberweiden-Auwalds auf den Buchten inzwischen so hoch aufgelandet, daß hier ein Hartholzauwald wachsen könnte. Die Weiden sind hier heute Relikte.“

#### 4.8.3 Einschätzung und Empfehlungen zur weiteren Entwicklungslenkung

Am Beispiel der ausgebauten unteren Murr wird deutlich, daß auch im Rahmen von Ausbaumaßnahmen aus ökologischer Sicht positive Ergebnisse zu erzielen sind, sofern ausreichende Flächen zur Entfaltung der gewässereigenen Dynamik bereitgestellt werden und vorhandene Biotopstrukturen z.B. Auwaldrelikte, Geschiebepänke in die Ausbaumaßnahmen integriert werden. An der Murr trifft dies uneingeschränkt allerdings nur für die Abschnitte außerhalb der Ortslagen zu, zwischen Schweißbrücke bis Otterbachmündung (Inseln und Buchten) sowie im Bereich der Bottwarmündung (Bucht und Schotterbank). Innerhalb der Ortsbebauung lassen die eng bemessenen Regelprofile nur sehr bedingt naturnahe Elemente zu. Eine Ausnahme stellt die im Bereich der Murrbrücke in Steinheim gelegene Schotterbank dar, die, neben ihrer ökologischen Funktion als Pionierstandort, das historisch geprägte Ortsbild mitbestimmt.

Innerhalb der Ortslagen muß sich die Gewässerunterhaltung primär an den Belangen des Hochwasserschutzes orientieren, ohne ökologische Aspekte außer Acht zu lassen. Einer ökologisch orientierten Unterhaltung der unteren Murr ging ein schwieriger Abstimmungsprozeß vor-



Abb. 164: Inselbereich: Im Vordergrund die Pestwurzflur, die sehr guten natürlichen Erosionsschutz bietet (Aufn.: LfU 1995).

aus. Die sich ständig ändernden morphologischen Verhältnisse müssen stets bei der Unterhaltung einbezogen werden. Analog dem Vorgehen an der Enz ist auch für die untere Murr ein Unterhaltungskonzept vorgesehen, in dem die anstehenden Einzelmaßnahmen koordiniert und die noch offenen Fragen, z.T. mit ökologischen und hydraulischen Untersuchungen untermauert, geklärt werden müssen. Unterhaltungspläne werden an Enz und Murr, exemplarisch für die größeren ausgebauten Gewässer I. Ordnung zur Zeit erarbeitet.

Im Bereich der naturnah ausgebildeten Buchten und Inseln sind mit Ausnahme der Murrbrücke in Steinheim Unterhaltungsmaßnahmen nicht erforderlich. Diese Bereiche sollten für eine ungestörte gewässerdynamische Entwicklung und eine natürliche Sukzession reserviert bleiben. Da sich im siedlungsnahen Bereich eventuell Abflußbehinderungen durch Auflandungen ergeben, ist vorgesehen, diese Stellen beispielhaft hydraulisch zu untersuchen. Falls sich Engpässe im Abflußgeschehen erge-

ben sollten bzw. ein Bedarf aus hydraulischer Sicht nachgewiesen wird, soll über die Beseitigung größerer Anlandungen entschieden werden.

Nach BUCK (in LfU 1991) sind trotz der vielen wertvollen Kleinbiotope die ökologischen Defizite durch Einengung der ursprünglichen Gewässerbreite und steile Uferbereiche innerhalb des gegliederten Querschnitts beträchtlich. Zu den für die Käferfauna besonders wertvollen Bereichen gehören insbesondere Flachuferzonen sowie flache Böschungen ohne allzu dichten Gehölzbewuchs. Das „Blindkäferareal“ stellt ein höchstwertiges Bodenkäferbiotop dar.

Als Schwerpunktprogramm werden seit 1994 umfangreiche hydraulische Untersuchungen auf der Grundlage neuerer Vermessungen und vegetationskundlicher Erhebungen durchgeführt.

## 5 Auswertung der Zwischenergebnisse

### 5.1 Methodendiskussion

Die durchgeführten ökologischen Untersuchungen an naturnah umgestalteten Fließgewässern sollen darstellen, ob sich aufgrund der durchgeführten Maßnahmen bestimmte Strukturverhältnisse und Lebensbedingungen eingestellt haben, welche die Siedlungsmöglichkeiten für lebensraumtypische Lebensgemeinschaften verbessern (vgl. z.B. Morphologie - Halbkugelmethode).

Die im Rahmen der Pilotprojekte hierzu angewandten bzw. entwickelten Methoden verfügen z.T. über ein hohes Maß an Standardisierung und Reproduzierbarkeit (z.B. DIN-Verfahren bei der Gewässergütebestimmung, Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET, quantitative Bodenkäferuntersuchungen). Dagegen bestehen vor allem bei der Interpretation und Bewertung der Befunde z.T. noch erhebliche Defizite.

Es erfolgt oftmals keine Differenzierung bzw. Trennung zwischen einer „wertfreien“, wissenschaftlichen Begleituntersuchung, die das Ziel hat, die Entwicklung des Lebensraums und seiner Lebensgemeinschaften in Abhängigkeit von den vorgenommenen Umgestaltungsmaßnahmen zu dokumentieren, und einer Erfolgskontrolle, bei der eine Bewertung des umgestalteten Fließgewässers z.B. im Hinblick auf den Arten- und Biotopschutz (Naturschutzkonzepte) oder auf wasserbauliche Belange (Gewässerunterhaltung, Uferschutz etc.) im Vordergrund stehen.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ergibt sich insbesondere die Frage, ob das naturnah umgestaltete Gewässer ausreichend Dynamik aufweist, um an anderer Stelle wieder Pionierstandorte zu schaffen, so daß diese an den meist ausgebauten Fließgewässern nicht mehr existierenden Lebensräume immer wieder entstehen können. Eine wissenschaftliche Begleituntersuchung muß folglich in

zunehmendem Maße Hinweise für künftige Planungen geben, wie schnell und ob überhaupt strukturelle Verbesserungen mit Relevanz für die Ziel-Lebensgemeinschaften entstehen.

Die zugrundegelegten Leitbilder, an denen sich die Umgestaltungsplanungen orientieren sollen, begründen sich vorwiegend auf strukturellen und groben vegetationskundlichen Merkmalen. Auf die vorhandene und zu erwartende bzw. erwünschte Artenausstattung, insbesondere im zoologischen Bereich, wird wenig eingegangen. Bei den Bestandserhebungen zur Planung werden tierökologische Aspekte außerhalb des Gewässers unzureichend berücksichtigt. Vegetationskartierungen, die darauf hinweisen, daß eine Biotopstruktur möglicherweise eine Bedeutung für bestimmte Tierarten besitzt, ersetzen keine faunistische Untersuchungen und können - je nach Erfahrung des Bearbeiters - sogar falsch sein.

Davon ausgehend, daß das Leitbild für die naturnahe Umgestaltung, z.B. ein im Naturraum liegendes naturnahes Vergleichsgewässer oder ein historischer Gewässer- bzw. Landschaftszustand, eine höhere ökologische Funktion besitzt als das ausgebaute Fließgewässer, haben die ökologischen Nachuntersuchungen die Aufgabe zu prüfen, ob die Umgestaltungsmaßnahmen eine Entwicklung hin zum Leitbild in Gang gesetzt haben. Prüfsteine sind die gewässertypischen Artengemeinschaften, deren Zusammensetzung untersucht wird. Hierbei wird jedoch nicht eine vollständige Identität der Arteninventare von Leitbild und umgestaltetem Gewässer erwartet, sondern eine Annäherung im Hinblick auf die vorkommenden Anspruchstypen. In bestimmten Fällen kann aber auch die Ansiedlung einzelner gefährdeter oder seltener Arten, z.B. bei Libellen, Amphibien oder Fischen, das Ziel sein.

Die Pilotprojekte zur naturnahen Umgestaltung dienen in erster Linie der Weiterentwicklung des naturnahen Wasserbaus. Morphologische Untersuchungen sind folglich unerlässlich und im weiteren Verlauf des Pilotprogramms ggf. im Rahmen der vegetationskundlichen Untersuchungen durchzuführen. Dies würde eine differenzierte und vollständige Beurteilung aller Gestaltungselemente und Ufersicherungen ermöglichen.

Für eine effektive Erfolgskontrolle müssen unbedingt gleiche Erfassungs- und Auswertungsmethoden bei den verschiedenen zeitlich versetzten Untersuchungen angewandt werden. An einigen Fließgewässern konnten Vorher-Nachher-Vergleiche aufgrund der unterschiedlichen Methodik nur mit Einschränkungen vorgenommen werden.

Auch die kontinuierliche Untersuchung von nicht umgestalteten Gewässerabschnitten ist notwendig, um eintretende Veränderungen mit Sicherheit auf die Umgestaltungsmaßnahmen zurückführen zu können (vgl. PRO AQUA 1994).

Bei den Voruntersuchungen, in der Planungs- und Entwicklungsphase sollte eine enge Zusammenarbeit der beteiligten Fachdisziplinen (Planer, Ökologen, Verwaltung) zustande kommen. Für die tierökologischen Erhebungen z.B. sind die Ergebnisse der morphologischen und vegetationskundlichen Untersuchungen als Grundlage von großer Bedeutung. Auch sollten Informationen aus der Bestandserfassung des Ist-Zustands verstärkt in die Planung einfließen, z.B. sollten am ausgebauten Gewässer und dessen Umgebung noch vorhandene naturnahe Bereiche mit gewässertypischen Arten gesichert werden, um als Artenreservoir für eine Neubesiedlung des entsprechend umgestalteten Gewässers zur Verfügung stehen zu können. Eine enge Zusammenarbeit der beteiligten Fachdisziplinen ist zudem dann unabdingbar, wenn zu gegebener Zeit eine gesamtökologische bzw. wasserbauliche Beurteilung von Projekten bzw. des gesamten Programmes ansteht.

Besonders hinsichtlich der Unterhaltungsmaßnahmen ist ein intensiver Informationsaustausch zwischen Wasserwirtschaftsverwaltung, Planern, Gutachtern und der zuständigen Gemeinde erforderlich. Bei der Beauftragung von Kontrolluntersuchungen muß sichergestellt sein, daß nicht unmittelbar vorher Pflege- oder Baumaßnahmen erfolgen, da die Untersuchungen sonst nicht fachgemäß durchgeführt werden können.

## 5.2 Hinweise für künftige Umgestaltungsmaßnahmen

### 5.2.1 Grenzen des technisch Machbaren

Eine vollständige naturnahe „Wiederherstellbarkeit“ eines degradierten Fließgewässers durch Umgestaltungsmaßnahmen kann nicht erwartet werden. RIECKEN (1992) nennt als Gründe für die begrenzte Regenerierbarkeit, neben der räumlich-strukturellen Komponente, das z.T. noch unerforschte, komplexe ökologische Funktionsgefüge aus physikalisch-chemischen Rahmenbedingungen, den biologisch-ökologischen Gegebenheiten und der zeitlichen Dimension. Gute Erfolgsaussichten auf eine kurzfristige, wenn auch nicht vollständige Regenerierbarkeit werden allenfalls Pionierbiotopen und Lebensräumen mit annualer Vegetation eingeräumt (BLAB 1986a). Diese Biotopstrukturen sind jedoch für naturnahe Fließgewässer besonders charakteristisch. Ein wesentliches Ziel einer Umgestaltung müßte folglich die Förderung der Morphodynamik sein, damit sich die an Gewässern verschollenen Pionierarten von neuem ansiedeln und stets regenerieren können.

### 5.2.2 Entwicklungsziele

Die mit einer naturnahen Umgestaltung verfolgten Entwicklungsziele wurden bei den pilothaften Umgestaltungsmaßnahmen nicht immer hinreichend definiert, z.T. fehlen sie vollständig. Im Vorfeld der Umgestaltungsplanung sind sowohl das zugrundegelegte Leitbild, sich abzeichnende Einschränkungen für eine naturnahe Entwicklung sowie die daraus resultierenden Planungsziele zu konkretisieren und schriftlich darzulegen. Es wird empfohlen, die Leitbildfrage im Rahmen eines vorgeschalteten Gewässerentwicklungskonzeptes bzw. -planes zu behandeln. Die Umgestaltungsabsichten werden damit transparenter, Planungsfehler im Vorfeld besser erkannt. Bei der Leitbildfindung bzw. Zielbestimmung wird zunächst für eine strikte Trennung naturräumlicher von landschaftshistorischen und aktuell nutzungsorientierten Gegebenheiten plädiert. Anschließend müssen diese Einzelbausteine Schritt für Schritt zu konkreten Planungszielen zusammengefügt werden. Diese sollten sich möglichst an übergeordneten Entwicklungszielen, z.B. einem Biotopverbund orientieren.

### 5.2.3 Umsetzungsstrategien

Im Vorfeld von Maßnahmen der naturnahen Gewässerentwicklung muß die Frage nach der geeigneten Umsetzungsstrategie geklärt werden. Bisher stand im wesentlichen die naturnahe Umgestaltung im Vordergrund der Überlegungen. Die eigendynamische Entwicklung als Planungsstrategie bzw. eine naturnahe Gewässerunterhaltung sowie kombinierte Strategien fanden dabei kaum Beachtung (dies gilt nicht für das Pilotprojekt Kehrgraben, bei dem eine Extensivierung der Unterhaltung bereits kleine Erfolge zeigt und Umgestaltungsmaßnahmen nur punktuell als Initialmaßnahmen erfolgten!).

Auf dem Gebiet der eigendynamischen Entwicklung ausgebauter Gewässer besteht allerdings noch Forschungsbedarf. Bei der Wahl der geeigneten Entwicklungsstrategie stellt sich zunächst die Frage nach dem aufgrund der eigendynamischen Kräfte vorhandenen Rückentwicklungspotential, was zwangsläufig mit der Zeitfrage verbunden ist (In welcher Zeit schafft es ein



Abb. 165: Reichenbach bei Unterreichenbach Kreis Calw. Innerhalb von 15 Jahren hat der ehemals begradigte Bach wieder naturnahe Laufstrukturen ausgebildet. Eine derart rasche naturnahe Entwicklung ohne Umgestaltungsmaßnahmen kann für einen dynamischen Gebirgsbach, der zudem in ein extremes morphologisches Ungleichgewicht gebracht wurde (Verlegung aus dem Taltiefpunkt) erwartet werden (Aufn.: LfU 1995).

ausgebautes Gewässer, sich aus eigener Kraft wieder naturnah zu entwickeln, wenn die Unterhaltung extensiviert bzw. eingestellt wird, bzw. Anstöße durch kleinere Initialmaßnahmen gegeben werden?). Es ist vorgesehen, eine Anleitung zur Einschätzung des Rückentwicklungspotentials ausgebauter Fließgewässer, im Rahmen des Handbuchs Wasser 2 zu veröffentlichen.

## Konzept „Naturnahe Gewässer und Auen“



#### 5.2.4 Planungsgrundsätze und Gestaltungsprinzipien

► Bei naturnahen Umgestaltungsmaßnahmen sind bis ins Detail festgelegte Planungen sowie bei der Ausführung Feinmodellierungen im Uferbereich zum großen Teil nicht erforderlich. Die „Feinarbeit“ wird vom Gewässer selbst geleistet. Die Entwicklung im naturnahen Wasserbau zu mehr „Lassen“ statt „Machen“ kann an den verschiedenen Umgestaltungsvarianten der Pilotprojekte nachvollzogen werden. Z.T. wurde eine naturnahe Entwicklung nur durch kleinere punktuelle Maßnahmen initiiert (z.B. Kehrgraben, Krähenbach, Bauabschnitt 3).

► Meist sahen die Umgestaltungsmaßnahmen nur für das Mittelwasserbett eine naturnahe Linienführung vor. Die Trassierung des Gewässerverlaufs blieb z.T. in naturfernem, gestrecktem bzw. begradigtem Zustand (siehe insbesondere Speltach, Enz). Die Entwicklungsmöglichkeiten dieser Gewässer bleiben aufgrund der fehlenden Flächen bzw. der Fixierung durch Tieferlegung bzw. Eindeichung beschränkt.

► Bei der Wahl der Trassierungselemente bzw. der Festlegung des Korridors bietet sich neben der Verwendung historischer Karten und Erhebungen im Gelände auch die Auswertung von Luftbildern an. Zu diesem Zweck eignen sich besonders die im Rahmen der Erfolgskontrolle durchgeführten großmaßstäblichen „Einfachbefliegungen“. Auf diesen kostengünstigen Luftbildern lassen sich alte, aufgefüllte Schlingen anhand der sich ändernden Textur durch Änderungen im Pflanzenbestand gut erkennen.

► An einigen Pilotgewässern wurden naturgemäße Bauweisen in erheblichem Umfang ausgeführt, obwohl Uferschutzmaßnahmen nicht immer zwingend erforderlich erscheinen. Z.T. beruht dies auf den Befürchtungen des Planers, daß eine Renaturierungsmaßnahme schon durch ein kleineres Hochwasserereignis „zerstört“ werden kann und anschließend Regreßforderungen gestellt werden könnten. Diese Bedenken sind z.T. gerechtfertigt, allerdings sollte statt umfangreicher Sicherungen mit naturgemäßen Bauweisen besser auf besonders gewagte Gestaltungselemente, z.B. Schaffung eines extrem mäandrierenden Laufs bzw. extrem exponierte Ufervorsprünge

verzichtet werden. Arbeitsaufwendige, die Dynamik fast gänzlich unterbindende naturgemäße Bauweisen, z.B. Weidenspreitlagen an kleineren Gewässern sollten nur in Ausnahmefällen, z.B. bei fehlender Fläche, extremen hydraulischen Belastungen oder bei Objektschutzmaßnahmen, angewandt werden. Als Alternative bei erforderlicher Böschungssicherung wäre z.B. eine Fichtenspreitlage mit Zwischenpflanzung bzw. Geotextil mit zwischengepflanzten Weidenstecklingen zu empfehlen.

► Eine Vegetationsentwicklung durch natürliche Sukzession ist einer Bepflanzung vorzuziehen. Durch Pflanzungen läßt sich die naturnahe Entwicklung jedoch wirksam fördern, und beschleunigen. Bevor Gehölzpflanzungen vorgenommen werden, sollte abgewartet werden, ob sich standortgerechte Gehölze von selbst ansiedeln. Pflanzungen sind insbesondere dann erforderlich, wenn im Oberlauf kein Samenpotential vorhanden sein sollte und die Gehölzstrukturen im direkten Umfeld gänzlich ausgeräumt wurden. Es hat sich im Rahmen der Pilotvorhaben gezeigt, daß z.T. viel zu dicht gepflanzt wurde bzw. nicht-standortheimische Gehölzarten verwendet wurden (z.B. zu großer Anteil an Schwarzerlen am Siegentalbach, zu großer Anteil an Grauerlen bzw. nicht-standortheimische Weiden am Krähenbach). Über die natürliche Verbreitung der Gehölzarten an Fließgewässern in Baden-Württemberg ist eine Publikation der LfU in Vorbereitung.

Gehölzpflanzungen sorgen für eine rasche Beschattung des Gewässers und für eine eindeutige Abgrenzung gegenüber anderen Nutzungen. Es empfiehlt sich,

- die Vegetationsstrukturen der Umgebung bzw. des Oberlaufs genau in Augenschein zu nehmen,
- große Flächen unbepflanzt der natürlichen Sukzession zu überlassen, falls nötig ausschließlich landwirtschaftliche Flächen durch Gehölzpflanzungen abzupuffern und abzugrenzen,

- ▶ wechselseitige Gehölzgruppen, deren Pflanzabstand nicht unter 2 m liegen sollte, anzulegen. Es sollte möglichst autochthones Pflanzenmaterial verwendet werden, d.h. vegetativ vermehrbares Pflanzenmaterial wie z.B. Weiden sind im Rahmen von Unterhaltungsarbeiten aus der Umgebung zu gewinnen, ausschließlich schwer vermehrbare Gehölze sind über Forstbauschulen zu beziehen.
- ▶ Es hat sich gezeigt, daß Flächen, die nicht mit Oberboden abgedeckt der Sukzession überlassen wurden, ein größeres floristisches Artenpotential aufweisen als durch „Humusierung“ vereinheitlichte, nitrophile Sukzessionsflächen. Auf die Einsaat von Rasenmischungen zugunsten einer natürlichen Begrünung durch Samenflug bzw. -drift, was in den ersten Jahren i.d.R. zu einer ruderalisierten Flora führt, sollte verzichtet werden (vgl. Ergebnisse an der Enz und am Kleinen Sulzbächle).
- ▶ Zur schnelleren Wiederbesiedlung mit Pflanzen und Tieren nach den Umgestaltungsmaßnahmen sollten immer wieder Bereiche des Altausbaus in ihrem Verlauf und ihrer Profilausbildung erhalten bleiben, da Bodenverdichtung durch schweres Gerät bzw. Bodenumlagerungen in der Folge von Baumaßnahmen i.d.R. zunächst zur Vernichtung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere führen.
- ▶ Gewässer brauchen Entwicklungsraum. Bei naturnahen Umgestaltungsmaßnahmen ist ein ausreichend breiter Gewässerrandstreifen zu erwerben. Ein recht breiter Randstreifen wurde z.B. am Kleinen Sulzbächle angekauft. Dieser konnte als Ersatzauze weitgehend der eigenen Entwicklung überlassen werden.
- ▶ Die naturnahen Umgestaltungsmaßnahmen können den Ausbau von Kläranlagen zur Verbesserung der Wasserqualität nicht ersetzen. An keinem der in dieser Schrift dokumentierten Fließgewässer konnte bisher eine Verbesserung der Gewässergüte aufgrund der durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen nachgewiesen werden. Dennoch ist die Umgestaltung eines Fließgewässers auch bei unzureichender Gewässergüte notwendig, da nicht nur die Wasserorganismen, sondern ebenso ufer- und auetypische Arten, deren Vorkommen nicht unmittelbar von der Wasserqualität abhängt, gefördert werden müssen.
- ▶ Bei divergierenden Forderungen hinsichtlich der ökologischen Ansprüche einzelner Indikatorgruppen, etwa in Bezug auf Gewässerbeschattung, sollten Abschnitte unterschiedlich gestaltet werden. So sollte zugunsten wertgebender, lichtliebender Artengemeinschaften kein vollständig dichter Gehölzbestand entwickelt werden.



Abb. 167: Spreitlage am Krähenbach - eine relativ aufwendige naturnahe Bauweise, die mittelfristig in einen naturnahen Gehölzsaum (Zielbaumarten am Krähenbach, z.B. Baumweiden) übergeführt werden sollte (Aufn.: LfU 1995).

### 5.2.5 Bauausführung

► Sofern größere Gewässerabschnitte umgestaltet werden sollen, hat sich die Durchführung der Baumaßnahmen in mehreren Bauabschnitten bewährt. Auf diese Weise lassen sich Planung und Bauausführung optimieren. Eine gestaffelte, abschnittsweise Ausführung hat sich an den Pilotprojekten Kleines Sulzbächle, Kehrgraben und Krähenbach bewährt. Am Kleinen Sulzbächle diente der 1. Bauabschnitt als Teststrecke, in der verschiedene Ausführungsvarianten bezügl. der Sohl- und Ufersicherung zur Ausführung kamen. Nach Fertigstellung der Teststrecke wurde eine Entwicklungszeit von 2 Jahren abgewartet, bevor mit dem 2. Bauabschnitt begonnen wurde.

► Naturnahe Umgestaltungsmaßnahmen erfordern eine sehr intensive Bauüberwachung und örtliche Bauleitung. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß eine bis ins Detail festgelegte Ausführungsplanung bei der Umgestaltung von Gewässern nicht erforderlich erscheint, da die gewässereigene Dynamik für die Feinstrukturierung sorgt. Naturnahe Umgestaltungsmaßnahmen an Gewässern sind dementsprechend zunehmend mit weniger umfangreichen, lediglich impulsgebenden Maßnahmen verbunden. Der Planer sieht sich vor dem Problem, daß die anrechenbaren Kosten bei einer eher zurückhaltenden Planungsphilosophie eng bemessen sind, andererseits der Aufwand, z.B. im Bereich der Bauleitung, sehr groß ist. Die bei naturnahen Umgestaltungsmaßnahmen geltenden Bestimmungen der HOAI, Teil II (Freianlagen) bzw. Teil VII (Ingenieurbauwerke) haben beide den großen Nachteil, daß die Honorarermittlung anhand der anrechenbaren Kosten (Baukosten) erfolgt.

### 5.2.6 Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen

► Nach Beendigung der Umgestaltungsmaßnahmen, während der Entwicklungsphase, ergeben sich z.T. Schwierigkeiten bei der Festlegung der notwendigen Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen. Problematisch wird die Gewässerunterhaltung auf Umgestaltungstrecken innerhalb von Ortslagen, wo z.T. berechnete Interessen des Hochwasserschutzes die Grenzen für eine naturnahe Entwicklung aufzeigen (siehe Enz/Pforzheim,



Abb. 168: Naturnahe Umgestaltung eines Fließgewässers: Intensive Bauleitung erforderlich - Wiesenbächle im Bauzustand (Aufn.: Aland 1991).

Murr/Murr und Murr/Steinheim). Zumeist beruht die Unterhaltung derartiger Gewässerstrecken auf Erfahrungswerten. Erfahrungen müssen jedoch im Anschluß an die Umgestaltungsmaßnahmen zuerst noch gesammelt werden.

► Der Umfang von Unterhaltungsmaßnahmen sollte in diesen prekären Gewässerabschnitten in Form von Unterhaltungsplänen/Konzepten festgelegt werden. Diese müssen allerdings zu Beginn noch relativ flexibel gehandhabt werden. Eine ständige Anpassung der Unterhaltungspläne/-konzepte an die neuesten Erfahrungen ist notwendig.

► Fragen ergeben sich immer wieder über die hydraulische Wirkung des Bewuchses und von Anlandungen innerhalb von Ortslagen.

► Bei der Ausführung naturgemäßer Bauweisen mit Weidenmaterial ist zu überprüfen, ob bereits eine Hinterpflanzung bzw. Zwischenpflanzung mit Arten des Bestandsziels vorgenommen wurde. Sofern dies nicht erfolgt ist, sollte dies nachträglich vorgenommen werden.



Abb. 169: Wiesenbächle: Erhalt einer historischen Nutzungsform (Wiesenbach mit anschließender extensiver Grünlandnutzung) (Aufn.: LfU 1995).

► Vor allem bei größeren Renaturierungsmaßnahmen hat es sich als besonders nachteilig erwiesen, daß die Feststoffproblematik bei der Planung von Umgestaltungsmaßnahmen bisher kaum Beachtung fand.

► Die hydraulische Wirkung von Gehölzstrukturen, ebenso die Geschiebeproblematik müssen im Rahmen der Erfolgskontrolle an den Pilotprojekten noch näher untersucht werden. In bezug auf die Hydraulik naturnaher Gewässer hat die LfU an den Pilotgewässern Enz und Murr größere Untersuchungsprogramme in Auftrag gegeben.

► Außerhalb von Ortslagen können die umgestalteten Gewässer weitgehend einer natürlichen Entwicklung überlassen werden, es sei denn, landschaftshistorische Nutzungsformen (siehe Wiesenbächle) sollen erhalten bleiben. Probleme ergeben sich z.T. auch bei angrenzenden Ackerflächen, wenn es zu Beschwerden aufgrund von im Gewässerrandstreifen siedelnden Pionierfluren mit Ackerwildkräutern kommt. Ihr Vorkommen ist jedoch nur vorübergehend, da sie entweder durch spätere Beschattung oder durch Mahd großflächig zurücktreten.



### 5.2.7 Erfolgskontrolle

► Im Hinblick auf eine abschließende Beurteilung der Entwicklungen sollte eine Weiterführung der Untersuchungen zur Erfolgskontrolle über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren angestrebt werden. Die bisherigen Ergebnisse der Erfolgskontrolle haben gezeigt, daß Entwicklungstendenzen zwar prognostiziert werden können (z.B. Sukzessionsverlauf), andererseits Hochwasserereignisse Entwicklungen abrupt abbrechen, diese von neuem initiieren oder in eine andere, unvorhersehbare Richtung lenken können. Diese z.T. unkalkulierbare Dynamik, ein wesentliches Kennzeichen naturnaher Fließgewässer, macht die Effizienzkontrolle an naturnah umgestalteten Fließgewässern sehr zeitaufwendig.

► Im Bereich der Limnologie war eine wissenschaftlich fundierte Erfolgskontrolle z.T. nicht immer durchführbar, nämlich dann wenn sich mehrere Ursachen für den defizitären Zustand (sowohl Strukturprobleme als auch Gütedefizite unterschiedlichen Ursprungs) überlagerten. Aussagekräftige Ergebnisse können in diesen Fällen bei einem Ausbau der Kläranlagen erwartet werden.

► Sofern eine Aue vorhanden ist, die wie gefordert, in das Renaturierungskonzept einbezogen wird soll, ist gegebenenfalls eine Ausweitung der Untersuchungen auf andere Indikatorgruppen angebracht (z.B. Vögel für Au- und Bruchwälder, Wiesenvögel, Watvögel für offene Auen; Amphibien für Altwässer u.a. Kleingewässer; Tagfalter und Heuschrecken für Feucht- und Naßwiesen, Wildbienen für Hochstaudenfluren und Röhrichte). Auch bei Sonderstrukturen am Ufer und in der Aue können weitere Indikatoren wichtige Informationen liefern (z.B. Eisvogel, Uferschwalben und Wildbienen in Bezug auf Steilwände). Die Auswahl kann nicht im voraus festgelegt werden, sondern muß fallspezifisch geprüft werden.

► Aufgrund des begrenzten finanziellen Rahmens müssen noch stärker wie bisher gewässerspezifische Schwerpunkte im Untersuchungsprogramm gesetzt werden. Die Untersuchungsintervalle können nach einer anfänglich dichten Beprobung zunehmend vergrößert werden.

#### **Mögliche zukünftige inhaltliche Schwerpunkte der Untersuchungen zur Erfolgskontrolle:**

*Pilotprojekt Speltach:* Gewässermorphologie, Limnologie, Fische

*Pilotprojekt Kehrgraben:* Limnologie, Fische (sobald sich Güteverhältnisse verbessern), Vegetation, Bodenkäfer

*Pilotprojekt Siegentalbach:* Limnologie, Vegetation

*Pilotprojekt Kleines Sulzbächle:* Gewässermorphologie, Vegetation, Limnologie, Vögel, Bodenkäfer

*Pilotprojekt Wiesenbächle:* Vegetation

*Pilotprojekt Krähenbach:* Gewässermorphologie, Vegetation, Vögel, Limnologie

*Pilotprojekt Enz:* Hydraulik, naturgemäße Bauweisen, Feststoffhaushalt, Gewässerunterhaltung

*Pilotprojekt Murr:* Hydraulik, Vegetation, Feststoffhaushalt, Gewässerunterhaltung, Bodenkäfer

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Die im Rahmen eines Pilotprogramms des Landes Baden-Württemberg durchgeführten Begleituntersuchungen vor und nach Durchführung von naturnahen Umgestaltungsmaßnahmen an Fließgewässern dokumentieren die seither stattgefundenen Entwicklungen.

Zweck der Erfolgskontrolle ist die Überprüfung von bei der Planung zugrunde gelegten Leitbildern, Strategien und von speziellen Teilmaßnahmen mit dem Ziel, die gewonnenen Erfahrungen zur Optimierung zukünftiger Umgestaltungsprojekte einzubringen. Sofern erforderlich, können auf die Erfolgskontrolle gestützte Pflegemaßnahmen eingeleitet werden. Aufgrund des zum Teil noch lückenhaften Datenmaterials bzw. der noch relativ kurzen Entwicklungsdauer nach Beendigung der Baumaßnahmen können bisher lediglich Teilmaßnahmen einschätzend beurteilt werden. Eine zusammenfassende Bewertung des Pilotprogramms steht noch aus.



Abb. 170: Kleines Sulzbächle, Bauabschnitt 3, kurz nach der Umgestaltung: Künstlich angelegter „Altarm“ (Aufn.: Aland 1993).

An den Untersuchungen beteiligten sich mehrere Fachdisziplinen aus verschiedenen wasserwirtschaftlich-technischen sowie biologisch-ökologischen Bereichen. Die Untersuchungsmethoden wurden im Hinblick auf die erforderliche Reproduzierbarkeit der Untersuchungen ausgewählt. Bevorzugt angewendet wurden standardisierte Methoden.

Gesamtlich betrachtet, zeigen die beispielhaft untersuchten umgestalteten Gewässer bereits nach kurzer Zeit positive Ansätze für eine naturnahe Entwicklung. Andererseits verdeutlichen die Ergebnisse, daß erst nach längerer Entwicklungsdauer - sofern es die Rahmenbedingungen zulassen - mit aus ökologischer Sicht bedeutsamen Biotopstrukturen und dem dazugehörigen Arteninventar zu rechnen ist (vgl. Pilotprojekt Murr). Beste Voraussetzung für eine rasche naturnahe Entwicklung scheint die Bereitstellung breit bemessener Gewässerstrandstreifen, verbunden mit dem Verzicht auf umfangreiche, das Gewässerbett starr fixierende Sicherungsmaßnahmen. Eine Verbesserung der Gütesituation sollte an einigen, in dieser Schrift dokumentierten Fließgewässern angestrebt werden.

Damit eine abschließende Beurteilung der verschiedenen Teilmaßnahmen, Einzelprojekte und des gesamten Pilotprogramms vorgenommen werden kann, bedarf es der Fortsetzung der Untersuchungen an den umgestalteten Gewässern. Es ist vorgesehen, parallel zur Erfolgskontrolle an naturnah umgestalteten Gewässern auch Gewässer, die sich durch ihre eigenen dynamischen Kräfte wieder „von selbst“ naturnah entwickelt haben, in das Untersuchungskonzept mit einzubeziehen.

Es wäre wünschenswert, wenn die bisherigen Erfahrungen und Erkenntnisse in zukünftigen Umgestaltungsmaßnahmen an Fließgewässern Eingang finden würden.

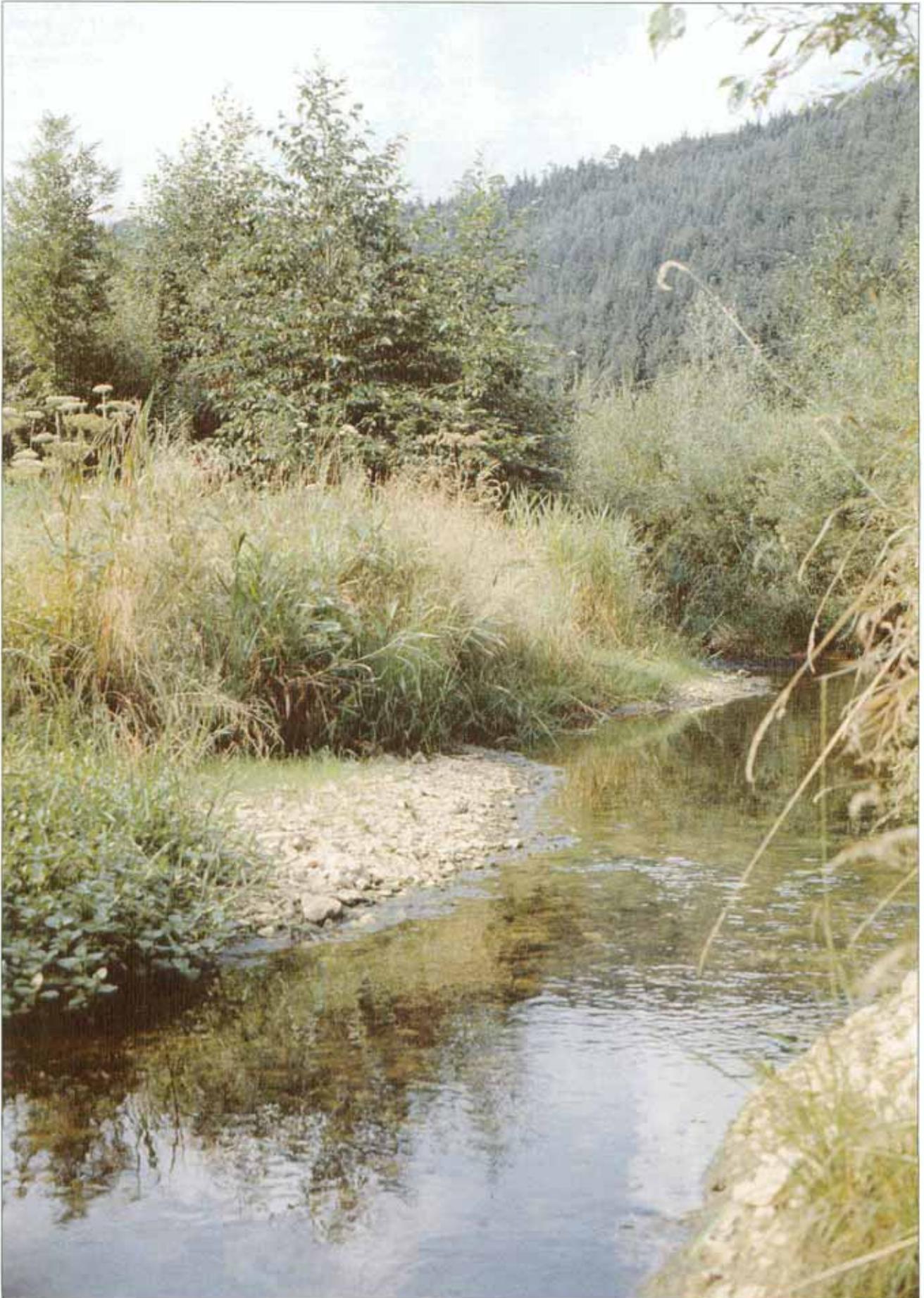


Abb. 171: Umgestalteter Krähenbach (Aufn.: LfU 1995).

## Literaturverzeichnis

### Veröffentlichungen

- ALF, A. (1990): Methodologische Untersuchungen zur Feuchteindikation von Biotopen auf der Basis von Bodenkäfergesellschaften. Handbuch Wasserbau Heft 4, Umweltministerium Baden-Württemberg, Stuttgart.
- BÄHR et al. (1993): Enzrenaturierung - Photogrammetrie - Veröffentl. PAÖ, Band 7, S. 215 - 230. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- BLAB, K. (1986): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 24, Bonn - Bad Godesberg.
- BLW (1990): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). Informationsberichte Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München.
- BÖCKER, R., KOWARIK, J. und BORNKAMM, R. (1983): Untersuchungen zur Anwendung der Zeigerwerte nach Ellenberg. Verh. Ges. Ökol. (Festschrift Ellenberg) 11, S. 35 - 56.
- BRAUKMANN, U. (1987): Zooöologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie - Ergebnisse der Limnologie 26, Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie, 3. Auflage XIV + S. 865; Wien.
- BUCHWALD, R., HEITZ, A., HEITZ, S., HÖPPNER, B., SCHMIDT, B. und STERNBERG, K. (1992): Rote Liste der Libellen in Baden-Württemberg (Stand: Februar 1992). Hrsg.: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- BUCK, H. (1985): Die Gewässergüte der unteren Murr. Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Band 1, S. 61 - 74. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- BUCK, H. (1991): Die Gewässergüte der unteren Murr. Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Band 2, S. 73 - 77. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- BUCK, H. und KONZELMANN, E. (1985): Vergleichende koleopterologische Untersuchungen zur Differenzierung edaphischer Biotope (I). Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Band 1, S. 195 - 310. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- BUCK, H. und KONZELMANN, E. (1991): Vergleichende koleopterologische Untersuchungen zur Differenzierung edaphischer Biotope (II). Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Band 2, S. 185 - 377. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1994): Flurbereinigung - Landentwicklung - Schutz der Lebensgrundlage Wasser. Flurbereinigung Allmendingen (Siegental), S. 38 - 43, Bonn.
- ELLENBERG, H. (1992): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 3. Auflage Scripta Geobot. 9: 248 S., Göttingen.
- FISCHER, A. (1985): Feinanalytische Sukzessionsuntersuchungen in Grünlandbrachen - Methode und Methodenvergleich. Münsterische Geographische Arbeiten 20, S. 213 - 233.
- HURCK, R., KESSLER, H. (1995): Der Dellwiger Bach - Erfolgskontrolle und Bewertung einer Umgestaltungsmaßnahme im Emschergebiet. In Wasser & Boden, 47 (9), S. 54 - 59.
- KAULE, G. (1986): Arten- und Biotopschutz. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- KLEPSE, H. (1992): Vom Siegengraben zum Siegentalbach. Schwäb. Heimatkalender, 103, S. 83 - 85.
- KNÖPP (1955): Grundsätzliches zur Frage biologischer Vorfluteruntersuchungen, erläutert an einem Gütelängsschnitt des Mains. Arch. Hydrobiol. Suppl. 22, S. 363 - 368.
- KONOLD, W. und HOHMANN, J. (1993): Naturgemäße Umgestaltung der Enz - vegetationskundlicher Teil Veröffentl. PAÖ, Band 7, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- KULLAK, E. (1985): Fischereibiologie. Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Band 1, S. 75 - 84. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- KULLAK, E. (1991): Fischereibiologie. Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Band 2, S. 79 - 111. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1985): Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Landkreis Ludwigsburg, 1977-1982, Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1991): Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Landkreis Ludwigsburg, 1983-1987, Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1991): Bauweisen des naturnahen Wasserbaus. Umgestaltung der Enz in Pforzheim. Handbuch Wasser 2, Heft 2, Karlsruhe.

- LAWA** (1976): Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Die Gewässergüte der Bundesrepublik Deutschland, Mainz.
- MAUCH, E.** (1986): Biologische Gewässeranalyse und Auswertung auf der Basis des Saprobiensystems. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, Band 40. Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, München, Wien.
- MÖLLER, H.** (1992): Zur Verwendung des Medians bei Zeigerwertberechnungen nach Ellenberg. *Tuexenia* 12, S. 25 - 28.
- MÜLLER, T.** (1985): Die Vegetation. In Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Band 1, S. 113 - 194. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- MÜLLER, T.** (1991): Die Vegetation. In Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Band 2, S. 113 - 183. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- OBERDORFER, E.** (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I, Stuttgart.
- OBERDORFER, E.** (1983a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II, Stuttgart.
- OBERDORFER, E.** (1983b): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III, Stuttgart.
- PANTLE, R. & BUCK, H.** (1955): Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas- und Wasserfach, 96.
- SCHADE, G.** (1985): Ausbau und Pflege der Murr auf den Markungen Erdmannhausen, Steinheim und Murr. Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Band 1, S. 49 - 60. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- SMUKALLA, R.** (1993): Ökologische Effizienz von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern. Im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- STADT BÜHL** (1992): Der Waldhagenich - Ein Führer durch das Natur- und Landschaftsschutzgebiet, S. 36 - 43, Bühl.
- STATZNER, B.** (1981): A method to estimate the population size of benthic macroinvertebrates in streams. *Oecologia* 51, S. 157 - 161.
- STEINECK, W. und SCHÖFFEL, S.** (1993): Limnologische Untersuchungen zur Effizienzkontrolle an der umgestalteten Enz in Pforzheim hinsichtlich der Entwicklung der Fischfauna, Wirbellosenfauna sowie der Gewässergüte. Veröffentl. PAÖ, Band 7, S. 247 - 254. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- STEINECK, W. und SCHÖFFEL, S.** (1994): Limnologische Untersuchungen zur Effizienzkontrolle an der umgestalteten Enz in Pforzheim hinsichtlich der Entwicklung der Fischfauna, Wirbellosenfauna sowie der Gewässergüte. 2. Statuskolloquium des Projektes „Angewandte Ökologie“. S. 245 - 264, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG** (1989): Gesamtkonzept Naturschutz und Landschaftspflege - Maßnahmen und Programme, S. 57 - 61, Stuttgart.
- UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG** (1992): Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern. Teil 1: Leitfaden. Teil 2: Dokumentation ausgeführter Projekte. Handbuch Wasserbau, Heft 2, Stuttgart.
- UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG** (1993): Naturgemäße Bauweisen. Ufer- und Böschungssicherungen. Handbuch Wasserbau, Heft 5, Stuttgart.
- UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG** (1994): Gehölze an Fließgewässern - Gehölzverwendung für die Entwicklung naturnaher Ufergehölzsäume, Handbuch Wasserbau, Heft 6, Stuttgart.
- UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND FERNERKUNDUNG** (1993): In LiU: Veröffentlichung PAÖ, Band 7, Karlsruhe.
- WEY, H., HAMMER, D., HANDWERK, J. und SCHOPPGUTH, A.** (1994): Möglichkeiten der Effizienzkontrolle von Naturschutzgroßprojekten des Bundes. In *Natur und Landschaft*, 69 (7/8), S. 300 - 306.

## Unveröffentlichte Gutachten

**AG DIETRICH & KLINK (1994a):** Erste Kontrolluntersuchung 1. Bauabschnitt und Zustandserfassung nach Durchführung 2. Bauabschnitt am Krähenbach. Im Auftrag des Regierungspräsidium Freiburg.

**AG DIETRICH & KLINK (1994b):** Zweite Kontrolluntersuchung 1. Bauabschnitt und erste Kontrolluntersuchung 2. Bauabschnitt 1994 am Krähenbach. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (Entwurf 1994):** Landentwicklung - Schutz der Lebensgrundlage Wasser.

**ALAND (1988):** Naturnahe Umgestaltung des Wiesenbächleins in Robern/Fahrenbach. Vorschläge zur Gestaltung und Entwicklung eines verrohrten Bachs und seines Wiesentals im südlichen Odenwald. Im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe.

**ALAND (1989):** Gewässerpflegeplan für den Kehrgraben in St. Leon-Rot. Im Auftrag des Regierungspräsidium Karlsruhe.

**ALAND (1991):** Pilotvorhaben zur naturnahen Umgestaltung des Kehrgrabens. Ökologische Begleitung 1991. Im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

**ALAND (1992):** Zur Vegetation naturnah umgestalteter Bäche. Untersuchungen zur Erfolgskontrolle ausgewählter Pilotvorhaben 1992. Kehrgraben, Kleines Sulzbächle, Siegentalbach und Wiesenbächle. Im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

**ALAND (1993):** Zur Vegetation naturnah umgestalteter Bäche. Untersuchungen zur Erfolgskontrolle ausgewählter Pilotvorhaben 1993. Kehrgraben, Kleines Sulzbächle, Siegentalbach und Wiesenbächle. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**AMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND BODENSCHUTZ HEIDELBERG (1993):** Pilotprojekt „Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer“. Untersuchungen zur Erfolgskontrolle am Kehrgraben und Wiesenbächlein-Wirbellosenfauna.

**AMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND BODENSCHUTZ ROTTWEIL (1993):** Ökologische Bestandsaufnahme zur Dokumentation und Erfolgskontrolle der Renaturierungsmaßnahmen am Krähenbach bei Möhringen/Tuttlingen. Zustandserfassung nach Durchführung 1. Bauabschnitt 1992/1993. Limnologische Erfolgskontrolle.

**AMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND BODENSCHUTZ SCHWÄBISCH HALL (1993):** Limnologische Untersuchungen an der Speltach.

**AMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND BODENSCHUTZ SCHWÄBISCH HALL & LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1994):** Vegetationskundliche Untersuchungen 1992/1993 am Pilotprojekt Speltach.

**BOSTELMANN, R. (1990):** Naturnahe Gestaltung von Fließgewässern. Pilotvorhaben Baden-Württemberg. Teil II: Ökologische Untersuchungen zur Erfolgskontrolle. Im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

**BUCK, H. (1993):** Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Landkreis Ludwigsburg. Fortschreibung der von 1977-1982 und 1983-1987 durchgeführten Untersuchungen an Bodenkäfergesellschaften. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**DEUTSCHER BUND FÜR VOGELSCHUTZ, ORTSGRUPPE BÜHL-ACHERN (1988):** Das Rungsbächle. Ergänzendes Gutachten zur Pilotstudie.

**DIETRICH, H.-R. (1990):** Renaturierung des Krähenbaches bei Möhringen. Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerischen Begleitplan.

**GÖTZE, S. (1993):** Unterhaltungskonzept für die ausgebauten untere Murr. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**GRIMM, S. (1993):** Limnologische Untersuchung des Siegentalbaches auf der Schwäbischen Alb bei Ulm unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen der naturnahen Umgestaltungsmaßnahmen. Dipl.-Arbeit Universität Tübingen.

**GROSS, A. (1988):** Bestandsaufnahme des Makrozoobenthons im Siegentalbach bei Ulm. Im Auftrag des Regierungspräsidiums Tübingen.

**HALLER, D. (1985):** Wasseranalytische und limnologische Untersuchung des Siegentalbaches bis zur Mündung in den Schmiecher See 1982 bis 1985. Dipl.-Arbeit Universität Tübingen.

**INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (1990, 1991, 1992, 1993):** Untersuchungen zur spontanen Besiedlung der Ufer naturnah ausgebauter Abschnitte von Sandbach und Kleinem Sulzbächle. 4 Teilberichte. Im Auftrag des Zweckverbands Hochwasserschutz Raum Baden-Baden/Bühl.

**KLOSE & SCHMIDT (1988):** Naturnahe Umgestaltung des Siegentalbaches auf der Gemarkung Allmendingen und Altheim. Gestaltungs- und Bepflanzungsplan, Pflege- und Unterhaltungsplan.

**KNOLL, S.** (1989): Landschaftspflegerischer Begleitplan zur geplanten Enzrenaturierung Pforzheim. Erläuterungsbericht. Im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Freudenstadt.

**KONOLD, W., JÖST, M. und PFEILSTICKER, R.** (1987): Naturnahe Umgestaltung der Speltach. Universität Hohenheim, Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie. Im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Schwäbisch Hall.

**KONOLD, W. & HOHMANN, J.** (1993): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung an der naturnah umgestalteten Enz in Pforzheim. Teil 1 und Teil 2. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**KONZELMANN, E. und WOLF-SCHWENNINGER, K.** (1992): Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer in Baden-Württemberg: Siegentalbach, Kleines Sulzbächle, Speltach. Im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

**KONZELMANN, E., WOLF-SCHWENNINGER, K. und SCHWENNINGER, H. R.** (1993): Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer in Baden-Württemberg: Koleopterologische Untersuchungen am Kehrgraben und Wiesenbächle. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**MÜLLER, T.** (1993): Pflanzensoziologische Untersuchung der ausgebauten unteren Murr 1993. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**MÜLLER, T.** (1994): Pflanzensoziologische Untersuchung der ausgebauten unteren Murr 1994. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**Ness** (1989): Pilotprojekt „Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer in Baden-Württemberg“. Untersuchungen zur Fischfauna. Im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

**ÖKOLPLAN/AG TIERÖKOLOGIE + PLANUNG** (1988): Ökologisches Gutachten. Landesgartenschau Pforzheim 1992.

**PIEPER & KLINK** (1990): Renaturierung des Krähenbachs bei Möhringen. Teil 2: Vegetationskartierung der Talaue.

**PRO AQUA** (1988): Qualitative ökologische Untersuchungen an der Speltach/Jagst, Kreis Schwäbisch Hall im Rahmen des Projekts „Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer in Baden-Württemberg“ im Dezember 1987. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg.

**PRO AQUA** (1989): Qualitative ökologische Untersuchungen an der Speltach/Jagst, Kreis Schwäbisch Hall im Rahmen des Projekts „Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer in Baden-Württemberg“ im Dezember 1987. Ergänzender Bericht zu den qualitativen ökologischen Untersuchungen. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg.

**PRO AQUA** (1994): Limnologische Untersuchungen zur Effizienzkontrolle an der umgestalteten Enz in Pforzheim hinsichtlich der Fischfauna, Wirbellosenfauna sowie der Gewässergüte. Abschlußbericht. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**SCHULZ, V.** (1993): Morphologische und vegetationskundliche Erhebung an ausgewählten Abschnitten von Enz, Nagold und Würm. Unveröffentl. Diplomarbeit am Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim.

**SMUKALLA, R.** (1993): Ökologische Effizienz von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern. Forschungsbericht 10204238. Im Auftrag des Umweltbundesamtes.

**UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND FERNERKUNDUNG** (1992, 1993): Photogrammetrische und terrestrische Vermessung der Enz in Pforzheim.

**UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KULTURTECHNIK & ARBEITSGEMEINSCHAFT LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (Aland)** (1988): Vorplanung zur naturnahen Umgestaltung des Kehrgrabens und zur Biotopentwicklung angrenzender Bereiche in St. Leon-Rot. Im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe.

**UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KULTURTECHNIK & GEOGRAPHISCHES INSTITUT** (1989): Untersuchungen zur Beurteilung des Geschiebehaushalts der Speltach hinsichtlich geplanter Umgestaltungsmaßnahmen. Im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Schwäbisch Hall.

**UNIVERSITÄT KARLSRUHE, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KULTURTECHNIK** (1994): Bewertung der naturnahen Bauweisen an der Enz nach dem Hochwasser vom Dezember 1993. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz.

**WIELAND, K.** (1993, 1994): Bestandsvermessung untere Murr km 0+000 bis 6+100. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

**WWF-AUENINSTITUT** (1988): Naturnahe Umgestaltung des „Kleinen Sulzbächle“ bei Bühl Landkreis Rastatt. Im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe.

## Handbuch Wasserbau Baden-Württemberg

Herausgeber: Umweltministerium Baden-Württemberg

Bd.	Titel	Jahr der Herausgabe (falls lieferbar)	Preis
1	<b>Gewässerausbau</b> Wasserbaumerkblatt* Beschreibung ausgewählter Gewässer- strecken	1986	vergriffen
2	<b>Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern</b> Teil I: Leitfaden Teil II: Dokumentation ausgewählter Projekte	1992	25,00 DM
3	<b>Naturgemäße Gestaltung von Fließgewässern</b> Kolloquium am 3. Mai 1990 in Karlsruhe	1990	vergriffen
4	<b>Methodologische Untersuchungen zur Feuchteindikation von Biotopen auf der Basis von Bodenkäfergesellschaften</b>	1990	20,00 DM
5	<b>Naturgemäße Bauweisen</b> Ufer- und Böschungssicherungen	1993	20,00 DM
6	<b>Gehölze an Fließgewässern</b> Gehölzverwendung für die Entwicklung naturnaher Ufergehölzsäume	1994	25,00 DM

\*) derzeit in Neubearbeitung

Diese Reihe wird fortgeführt als Veröffentlichungen des Zentralen Fachdienstes Wasser – Boden – Abfall – Altlasten bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg/Handbuch Wasser 2.

## Handbuch Wasser 2

Veröffentlichungen des Zentralen Fachdienstes Wasser – Boden – Abfall – Altlasten bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (ISSN 0941-780X), Handbuch Wasser 2 (ISSN 0946-0675)

Bd.	Titel	Jahr der Herausgabe (falls lieferbar)	Preis
1	<b>Gewässerkundliche Beschreibung</b> Abflußjahr 1990	1991	30,00 DM
2	<b>Bauweisen des naturnahen Wasserbaus Umgestaltung der Enz in Pforzheim</b>	1991	30,00 DM
3	<b>Gewässerentwicklungsplanung</b> – Leitlinien –	1992	30,00 DM
4	<b>Übersichtskartierung der morphologischen Naturnahe von Fließgewässern</b> – Vorinformation –	1992	vergriffen
5	<b>Regionalisierung hydrologischer Parameter für N-A-Berechnungen</b> – Grundlagenbericht – – Programmdiskette –	1992	50,00 DM 40,00 DM

6	<b>Ökologie der Fließgewässer</b> Niedrigwasser 1991	1992	40,00 DM
7	<b>Biologisch-ökologische Gewässer- untersuchung</b> – Arbeitsanleitung – – Programmdiskette –	1993	50,00 DM 40,00 DM
8	<b>Verkrautung von Fließgewässern</b> Einflußfaktoren, Wechselwirkungen, Kontrollmaßnahmen	1993	21,00 DM
9	<b>Gewässerkundliche Beschreibung</b> Abflußjahr 1992	1993	30,00 DM
10	<b>Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern</b> I. Erprobung ausgewählter Methoden	1994	30,00 DM
11	<b>Gewässerrandstreifen</b> Voraussetzung für die naturnahe Entwicklung der Gewässer	1994	30,00 DM
12	<b>Gewässerkundliche Beschreibung</b> Hochwasser Dezember 1993	1994	25,00 DM
13	<b>Handbuch der stehenden Gewässer in Baden-Württemberg</b> Regierungsbezirke Freiburg, Karlsruhe und Stuttgart	1994	25,00 DM
14	<b>Handbuch der stehenden Gewässer in Baden-Württemberg</b> Regierungsbezirk Tübingen	1994	25,00 DM
15	<b>Übersichtskartierung des morphologischen Zustands der Fließgewässer in Baden-Württemberg 1992/93</b>	1994	25,00 DM
16	<b>Umweltverträglichkeitsprüfung bei Wasser- bauvorhaben nach § 31 WHG.</b> Leitfaden Teil I: Verfahren	1994	25,00 DM
17	<b>Morphologischer Zustand der Fließgewässer in Baden-Württemberg</b> – Auswertung und Interpretation der Ergebnisse der Übersichtskartierung 1992/93	1995	25,00 DM
18	<b>Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern</b> II. Untersuchungen zu Biologie und Ökologie	1995	30,00 DM
19	<b>Gesamtkonzept Naturnahe Unterhaltung von Fließgewässern</b> Möglichkeiten, Techniken, Perspektiven	1995	15,00 DM
20	<b>Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern</b> Teil III Dokumentation der Entwicklung ausgewählter Pilotvorhaben. Erste Zwischenergebnisse der Erfolgskontrolle	1995	30,00 DM



LANDESANSTALT FÜR  
UMWELTSCHUTZ  
BADEN-WÜRTTEMBERG