

Erfahrungen des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim mit der Isarrückleitung

Brigitte LENHART, M. HANNWEBER, U. SCHMEDTJE und I. SCHLÖSSER



Dr. Brigitte Lenhart

Kurzbiografie:

- Studium Biologie/Chemie an der Technischen Universität München, Staatsexamen 1975,
- Promotion am Lehrstuhl f. Botanik (Prof. Dr. H. Ziegler) der TU München 1979, Fachrichtung Pflanzenphysiologie,
- 1.10.1979–31.12.1982: Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, Arbeitsgebiet: Seen, gestaute Fließgewässer,
- 1983/84: Werkverträge mit dem Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, Arbeitsgebiet: Gewässerversauerung,
- 1984–86: Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft/TU München, Arbeitsgebiet: Ammersee,
- 1986/87: Werkverträge, Arbeitsgebiet: Eutrophierung von Fließgewässern,
- 1.7.1987–31.3.1988: Bayer. Landesanstalt f. Wasserforschung, Arbeitsgebiet: Mittlere Isar/Beweissicherung zur Inbetriebnahme der Kläranlage München II,
- seit 1.4.1988: Wasserwirtschaftsamt Weilheim, Leiterin des Sachgebietes Biologie, Fachbereichsleiterin Technische Gewässeraufsicht.

1. Einleitung

Um die Verwirklichung der Teiltrückleitung der oberen Isar am Krüner Wehr wurde lange Jahre gekämpft und verhandelt. Die Anforderungen und Wunschvorstellungen einzelner Fach- und Interessengruppen, die mit der Teiltrückleitung verbunden waren, sind sehr vielfältig und kontrovers; entsprechend fallen auch die Bewertungen der Auswirkungen der Teiltrückleitung sehr unterschiedlich aus.

„Erfahrungen des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim mit der Teiltrückleitung“ – sind sie positiv oder negativ? Mit einer solchen Entweder-Oder-Entscheidung würde man dem komplexen Sachverhalt sicher in keiner Weise gerecht. Vielmehr ist es notwendig, möglichst alle von der Teiltrückleitung betroffenen Bereiche zu beleuchten, um zu einer ausgewogenen Bewertung zu kommen. Das Wasserwirtschaftsamt Weilheim hat in Zusammenarbeit und mit Unterstützung des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft die Teiltrückleitung der Isar mit einer Vielzahl von Untersuchungen begleitet, die dazu dienen sollen, ein möglichst umfassendes Bild der Auswirkungen zu zeichnen. Sie beschränken sich nicht nur auf den Fluß selbst und sein unmittelbares Umfeld, sondern berücksichtigen auch das gesamte von der Teiltrückleitung beeinflusste Gewässersystem der Isar. Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen wird im folgenden berichtet. Sie sind Grundlage für ein abschließendes Resümee aus wasserwirtschaftlicher und gewässerökologischer Sicht.

2. Allgemeine Daten zur Teiltrückleitung

Die Teiltrückleitung der oberen Isar beruht auf einem Vertrag zwischen der Bayer. Staatsregierung, vertreten durch das Bayer. Staatsministerium des Innern, und der Bayernwerk AG vom 3. August 1989 über eine Teiltrückleitung der Isar am Krüner Wehr ab 1. Mai 1990. Sie beinhaltet die folgenden Rückleitungsmengen:

- 3,0 m³/s in der Zeit von 1. November mit 30. April
- 4,8 m³/s in der Zeit von 1. Mai mit 31. Oktober

Der Freistaat Bayern verpflichtet sich in dem genannten Vertrag, während der Laufzeit des Wasserrechts (d. h. bis zum Jahr 2030) weitere Abflusshöhen in den von Ausleitungen betroffenen Gewässern im Bereich der oberen Isar (Isar, Rißbach, Finzbach, Fischbach, Kranzbach) nicht oder nur gegen Entschädigung anzuordnen oder zuzulassen. Die Bayernwerk AG ist außerdem berechtigt, am Krüner Wehr eine Turbine zur energiewirtschaftlichen Nutzung der dort abzugeben-

den Wassermengen einzubauen. Diese Turbine wurde nach Beginn der Teiltrückleitung installiert; sie dient neben der Stromerzeugung der Steuerung der Restwasserabgabe.

Die seit 1. Mai 1990 gültige Abflußregelung ist eine Kompromißlösung, die einen Ausgleich zwischen ökologischen und ökonomischen Belangen zu schaffen versucht. Sie entspricht der Variante 2 der vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft erstellten Nutzen-Kosten-Untersuchung zur Teiltrückleitung der oberen Isar, in der insgesamt 9 Rückleitungsvarianten in ihren Auswirkungen auf die folgenden Bereiche untersucht wurden (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1983; s. BECKER et al. 1992):

- Energiewirtschaft (Walchenseekraftwerk sowie die Kraftwerke Oberrach, Schönmühl, am Sylvensteinspeicher und Bad Tölz)
- Niedrigwasserverhältnisse (Isar vom Krüner Wehr bis Bad Tölz)
- Gewässergüte der Seen (Walchen- und Kochelsee, Sylvensteinspeicher)
- Landschaftsökologie (Isartal zwischen Krüner Wehr und Sylvensteinspeicher)
- Landschaftsästhetik (Isartal zwischen Krüner Wehr und Sylvensteinspeicher sowie am Speicher selbst)
- wasserorientierte Freizeit- und Erholungsnutzung (Isartal zwischen Krüner Wehr und Sylvensteinspeicher sowie am Speicher selbst).

Ein großer Teil der in der Nutzen-Kosten-Untersuchung für die einzelnen Rückleitungsvarianten getroffenen Aussagen beruht auf Modellen bzw. Annahmen auf der Basis des damals verfügbaren Wissens. Wie sieht nun die Realität nach sechs Jahren Teiltrückleitung aus? Welche Erwartungen haben sich erfüllt? Gibt es Entwicklungen, die in eine andere als die erwartete Richtung gegangen sind?

3. Auswirkungen der Teiltrückleitung

Im Vorfeld sowie seit Beginn der Teiltrückleitung der oberen Isar am Krüner Wehr am 01.05.1990 wurden vom Wasserwirtschaftsamt Weilheim sowie im Auftrag des WWA Weilheim umfangreiche Beweissicherungsuntersuchungen durchgeführt, um die mit der Teiltrückleitung zu erwartenden Veränderungen im Flußsystem der oberen Isar zu dokumentieren:

- Morphologische Entwicklung: Aufnahme von Querprofilen, Befliegungen, allgemeine Fotodokumentation;
- Entwicklung des Oberflächenabflusses: Wasserstands- und Abflußmessungen in der Isar an verschiedenen Meßpunkten;
- Entwicklung der Grundwasserverhältnisse: Wasserstandsmessungen an insgesamt 20 GW-Pegeln, physikalisch-chemische Untersuchungen an insgesamt 6 GW-Pegeln;
- Entwicklung der Wasserqualität der Oberflächengewässer: physikalisch-chemische Untersuchungen in der Isar, sowie in den von der Teiltrückleitung betroffenen Seen Walchensee, Kochelsee und Sylvensteinspeicher;
- Entwicklung der Gewässerökologie: biologische Untersuchungen in der Isar, sowie in den Seen Walchensee, Kochelsee und Sylvensteinspeicher.

Darüber hinaus wurden vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung vorgenommen. Derzeit werden im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft Erhebungen zur Bestandsentwicklung ausgewählter Vogelarten durchgeführt. Zur fischereibiologischen Entwicklung liegt eine Untersuchung der Fachberatung für Fischerei des Bezirks Oberbayern aus dem Jahr 1994 vor.

Im folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der genannten Untersuchungen dargestellt.

3.1 Entwicklung des Oberflächenabflusses

Das Einzugsgebiet der oberen Isar bis zur Loisachmündung beträgt rund 1733 km². Die natürlichen Abflüsse dieses Gebietes werden gegenwärtig durch vier Ausleitungen zur Erzeugung elektrischer Energie reduziert; die bedeutendste ist die Ausleitung am Krüner Wehr mit einem mittleren Überleitungsabfluß von 14,4 m³/s (bis zu Beginn der Teiltrückleitung) und einer maximalen Ausleitung von 25 m³/s. Vor der Teiltrückleitung waren die Abflußverhältnisse in der Isar unterhalb des Krüner Wehres gekennzeichnet durch ein Trockenfallen des Flußbettes in den Winterhalbjahren und während trockener Sommermonate auf einer Länge von mehreren Kilometern. In den Abflußjahren 1964 und 1971 trat in diesem Abschnitt z. B. ganzjährig kein Abfluß auf.

Für das Verständnis der ökologischen Entwicklung der Isar seit Beginn der Teiltrückleitung ist die Betrachtung der Abflußverhältnisse unerlässlich. Die Abflüsse der oberen Isar bis zum Sylvensteinspeicher werden an den folgenden Meßstellen erfaßt:

- Pegel Mittenwald, Fkm 257,2 (rd. 6,5 km oh. des Krüner Wehres): Beobachtungsreihe seit 1926;
- Pegel Krün, Fkm 249,6 (Ausleitungsstrecke, rd. 1,1 km uh. des Krüner Wehres): seit 1992;
- Pegel Rißbachdüker, Fkm 236,65 (Ausleitungsstrecke, rd. 14 km uh. des Krüner Wehres): Beobachtungsreihe seit 1980

Aus den vorliegenden Beobachtungen ergibt sich zusammenfassend folgendes Bild:

- Mit der Teiltrückleitung (TR) wurde das Ziel eines durchgehenden Abflusses in der Strecke unterhalb des Krüner Wehres verwirklicht. Das am Wehr abzugebende Restwasser von 3 bzw. 4,8 m³/s wird im Verlauf der Fließstrecke zunächst durch teilweise Versickerung in das Grundwasser reduziert; der Punkt mit den niedrigsten Abflüssen ist dabei etwa 5 km unterhalb des Krüner Wehres (sogen. kritischer Querschnitt, s. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1983). Im weiteren Verlauf erhöhen sich die Abflüsse durch zunehmenden Grundwasseranschluß und wasserführende Seitenbäche wieder.
- Nur ein Teil der Rückleitungsmengen spiegelt sich direkt im meßbaren Oberflächenabfluß wieder. Der restliche Abfluß findet im Untergrund statt und ist mit herkömmlichen Methoden nicht meßbar.
- Die Abflußkennwerte am Pegel Rißbachdüker vor und nach der Teiltrückleitung (in m³/s) stellen sich wie folgt dar (s. Tab. 1):

Tabelle 1

Abflußkennwerte des Pegels Rißbachdüker (Fkm 236,65)

m ³ /s	ohne TR (1980 – 1990)	mit TR (1990 – 1994)
MNQ _{Winter}	0,5	2,0
MNQ _{Sommer}	0,9	3,0
MQ _{Winter}	1,1	3,0
MQ _{Sommer}	4,0	5,8
MQ _{Jahr}	2,6	4,5
HQ ₁	63,3	63,3
MHQ	82,0	63,1
HQ	156 (20.07.81)	95,6 (10.07.90)

- Ein wesentliches Kennzeichen alpin geprägter Flüsse ist die hohe Abflußdynamik. Wichtig für die Beurteilung der Flußentwicklung ist nun, daß seit Beginn der Teiltrückleitung – wie schon in den Jahren davor – größere Hochwasserereignisse und damit auch größere Flußbetumlagerungen ausblieben (s. Abb.1). Erst das Juni-Hochwasser 1995 übertraf in seiner Gesamtfülle und mit einem maximalen Abfluß am Krüner Wehr von 68 m³/s (Tagesmittel) das Hochwasser von 1985 (Tagesmittel 62 m³/s; Daten: Bayernwerke). Aufgrund dieser Abflußbedingungen konnte in den ersten fünf Jahren nach Beginn der Teiltrückleitung eine weitgehend ungestörte Besiedlungsentwicklung in der Ausleitungsstrecke ablaufen (s. u.).

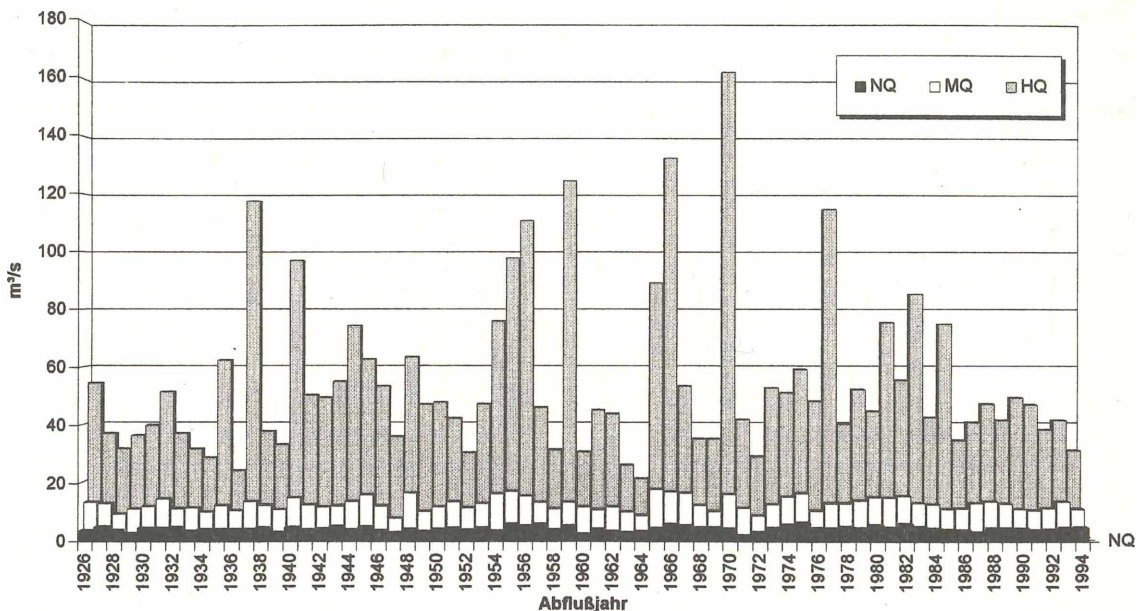


Abbildung 1

Abfluß-Hauptwerte (NQ, MQ, HQ) der Isar am Pegel Mittenwald in den Abflußjahren 1926–1994

- Festzuhalten ist außerdem, daß der Isar durch die Ableitung nach wie vor kleinere Abflußanschwellungen bis 2 x MQ fehlen. Gerade die kleineren Hochwasserabflüsse (Zuflüsse zum Krüner Wehr zwischen 30 bis 40 m³/s) werden durch die Isarausleitung stark gedämpft weitergegeben. Die Abflußdynamik der Isar in der Restwasserstrecke ist demnach durch extreme Wechsel zwischen längeren Niedrigwasserperioden mit gleichmäßigen Abflüssen und kurzen, sehr steilen HW-Spitzen gekennzeichnet. Aus ökologischer Sicht wäre ein Angleich an die natürlichen Abflußschwankungen, d. h. eine gewisse Dynamisierung der derzeitigen starren Regelung wünschenswert. Obwohl in dem vorgegebenen, vertraglich abgesicherten Rahmen dafür nur geringer Spielraum besteht, sollte man den noch über Variationsmöglichkeiten innerhalb dieses Rahmens nachdenken.
- Ein Aspekt der Teiltrückleitung ist schließlich noch zu nennen: Die vom Sylvensteinspeicher

zu leistende Aufgabe der Niedrigwasseraufbesserung der Isar im Abschnitt u. des Sylvensteinspeichers hat sich durch die Teiltrückleitung erleichtert.

3.2 Grundwasserverhältnisse

Vor der Teiltrückleitung waren die Grundwasserverhältnisse im Abschnitt unterhalb des Krüner Wehres, das eine tief reichende Dichtungsschürze aufweist und den Grundwasserzufluß von oberstrom unterbindet, durch eine starke Absenkung gekennzeichnet.

Das weite Tal zwischen Krüner Wehr und Wallgau („kritischer Querschnitt“) hat aufgrund seiner mächtigen Talauffüllung ein deutlich höheres Rückhaltevermögen als der schmale und wenig tiefe Grundwasserkörper von Wallgau bis Vorderriß. Während der ersten 21 Tage der Teiltrückleitung versickerte die Rückleitungs menge von 4,8 m³/s

daher vollständig im oberen, weiten Talbereich; dies entspricht einem Volumen von ca. 9 Mio m³ aufgefülltem Porenraum.

Die mittleren Grundwasserstände haben sich als Folge der Teilrückleitung deutlich erhöht und liegen unterhalb des „kritischen Querschnittes“ jetzt auf Höhe der Flußsohle. Selbst kleinere Hochwas-

sereignisse bewirken einen raschen und länger anhaltenden Anstieg des Grundwasserspiegels im verbliebenen Porenraum. Für die Grundwasserspiegel Krün (Fkm 249,4; repräsentativ für den oberen, weiten Bereich) und Schröfeln (Fkm 241,6; repräsentativ für den unteren, engen Bereich) sind folgende Veränderungen kennzeichnend (Stand 1/96; s. Tab. 2; Grundwasser-Ganglinien s. Abb. 2):

Tabelle 2

Veränderungen an den Grundwasserpegeln Krün und Schröfeln

GW-Pegel	Krün		Schröfeln 1	
	vor TR	nach TR	vor TR	nach TR
Bandbreite der GW-Schwankung in m	23,5	14,9	6,5	1,9
mittlerer GW-Stand (m NN)	838,6	846,1	813,9	815,1
mittlerer GW-Anstieg in m	–	7,5	–	1,2
mittlerer GW-Flurabstand zur Flußsohle	18,1	10,6	1,2	0

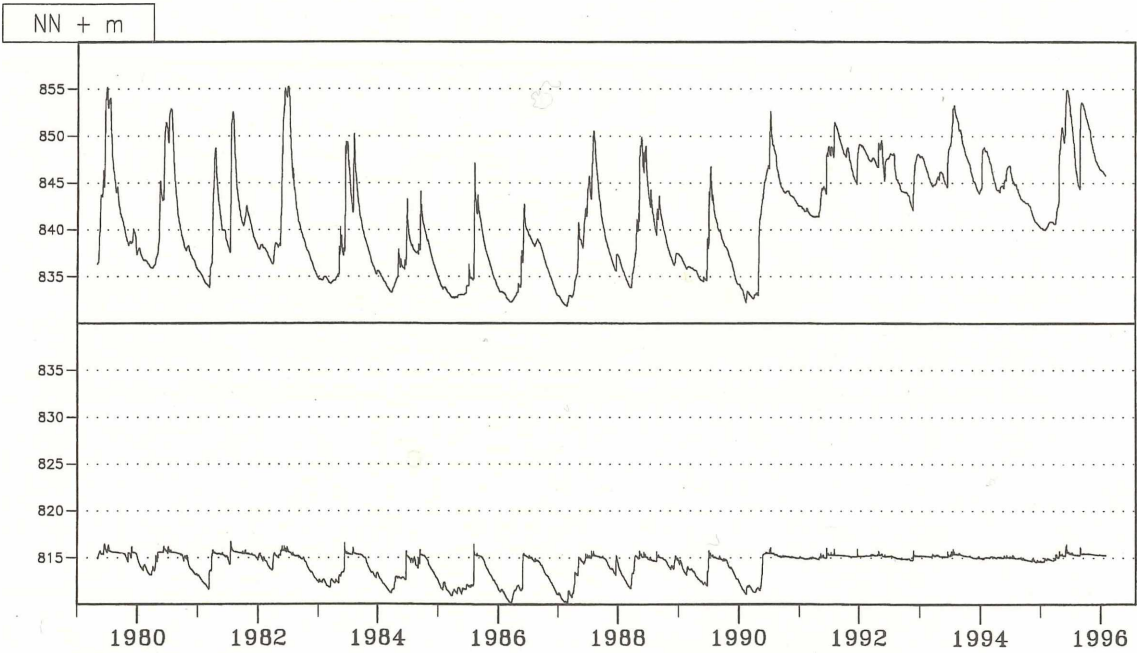


Abbildung 2

Wasserstandsganglinien des Grundwassers an den Meßstellen Krün (oben) und Schröfeln 1 (unten) im Beobachtungszeitraum 1980–1996

Veränderungen in der Beschaffenheit des Grundwassers als Folge der Teilrückleitung zeigen sich erwartungsgemäß an den GW-Pegeln, die dem Flußbett am nächsten stehen, wie z. B. am Pegel „Wallgau 3“ (Fkm 246,8). Hier wurden u. a. die folgenden Veränderungen festgestellt (s. Tab. 3):

Diese Veränderungen werden durch die Infiltration von Isarwasser hervorgerufen, das bezüglich der genannten Parameter niedrigere Werte bzw. Konzentrationen aufweist als das Grundwasser (z. B. Durchschnittswerte der Isar am Krüner Wehr im Jahr 1995: Leitfähigkeit 256 µS/cm, Chlorid 1,6 mg/l, Nitrat 2,7 mg/l).

Tabelle 3

Veränderungen in der Grundwasserbeschaffenheit am Pegel „Wallgau 3“

Parameter	vor TR	nach TR
Leitfähigkeit (µS/cm)	488	329
Chlorid (mg/l)	7,7	1,3
Nitrat (mg/l)	5,9	3,5
Calcium (mg/l)	91	52
Magnesium (mg/l)	24	14
Sulfat (mg/l)	28	14

3.3 Geschiebehaushalt

Die Geschiebedrift in der Isar ist im wesentlichen vom Hochwasserabfluß abhängig und wird von der Teilrückleitung kaum beeinflusst. Geschiebeumlagerungen prägen allerdings ganz entscheidend die Besiedlungsentwicklung der Flußsohle und der Ufer. Wie bereits dargelegt, gab es seit 1985 im Bereich der oberen Isar kein ausgeprägtes Hochwasserereignis, so daß Flußbettumlagerungen nur in relativ geringem Umfang stattfanden. Die Hochwasserereignisse des Sommers 1995 haben in Teilbereichen zu Umlagerungen geführt.

Am Krüner Wehr wird durch die Bayernwerk AG aus betrieblichen Gründen, d. h. wenn im Stauraum ein bestimmtes Auflandungsmaß erreicht ist, eine Geschiebedrift in Form einer Stauraumpülung durchgeführt. Sie erfolgt in der Regel – abhängig von der Größe des HW-Ereignisses – mit der anlaufenden HW-Welle. Während z. B. 1994 keine Stauraumpülung stattfand, gab es 1995 5 Stauraumpülungen; die letzte lief über drei volle Tage (28.08.–01.09.95). Sie hat sicher entscheidend zu den beobachteten Bettumlagerungen beigetragen.

Die Beobachtungen zeigen, daß der Geschiebehaushalt der Isar unterhalb des Krüner Wehres ausgeglichen ist, d. h. es besteht – im Gegensatz zur Flußstrecke unterhalb des Sylvensteinspeichers – keine Eintiefungstendenz; vielmehr ist in Teilbereichen eher eine Auflandung festzustellen.

3.4 Gewässerökologie (Makrozoobenthon)

Grundlegende Veränderungen durch die Teilrückleitung waren in der Besiedlung des Gewässerbettes zu erwarten, vor allem in den vorher (außer im Hochwasserfall) nicht wasserführenden Abschnitten unterhalb des Krüner Wehres.

Wie aus verschiedenen Untersuchungen bekannt ist (u. a. SCHWOERBEL 1961, BRETSCSKO 1981), befindet sich nur ein Teil der in einem Gewässer

lebenden wirbellosen Tiere (Makroinvertebraten) an der Oberfläche der Bettsedimente. Vor allem die Jugendstadien verschiedener Insektenlarven leben im Lückensystem (= Interstitial) der tieferen Schichten. Ein wesentlicher Teil der Untersuchungen zur Teilrückleitung befaßte sich daher mit der Besiedlungsentwicklung des Makrozoobenthons, insbesondere mit den im Lückensystem lebenden wirbellosen Kleintieren. Dazu wurde eine spezielle, von österreichischen Wissenschaftlern übernommene Probennahmetechnik, die sogen. Freeze-core-Methode nach BRETSCSKO & KLEMENS (1986) eingesetzt. Diese Methode gewährleistet eine tiefendefinierte und weitgehend ungestörte Probennahme über einen Tiefenbereich von 0 – 70 cm. Da mit dieser Technik nur eine relativ kleine Oberfläche erfaßt wird (ca. 10 x 10 cm), fanden begleitend halbquantitative Oberflächenuntersuchungen nach konventioneller Methodik (Kick-sampling) statt, wie sie normalerweise bei der Gewässergütebestimmung eingesetzt wird. Die Freeze-core-Untersuchungen wurden an fünf Stellen durchgeführt, die unterschiedliche Abflußverhältnisse aufwiesen (s. Abb. 3):

Referenzstellen (natürliches Abflußregime):

- Fkm 261: oh. Mittenwald, oberhalb der Leutaschmündung (M); es handelt sich um einen Flußabschnitt mit weitgehend natürlichem, teilweise verzweigtem Verlauf. Diese Stelle liegt nahe der amtlichen Gewässergüte-Hauptmeßstelle, von der lang-jährige biologische und physikalisch-chemische Meßwerte zur Verfügung stehen.
- Fkm 251,5: oberhalb des Krüner Wehres, oberhalb der Stauwurzel (K); dies ist die dem Krüner Wehr nächstgelegene Referenzstelle, der Flußlauf ist hier jedoch eingengt.

Probestellen in der Ausleitungsstrecke:

- Fkm 247: bei Wallgau, uh. der Finzbachmündung (W); an dieser Stelle war das Flußbett vor der Teilrückleitung außer in bzw. kurz nach Hochwasserereignissen fast ganzjährig trocken;

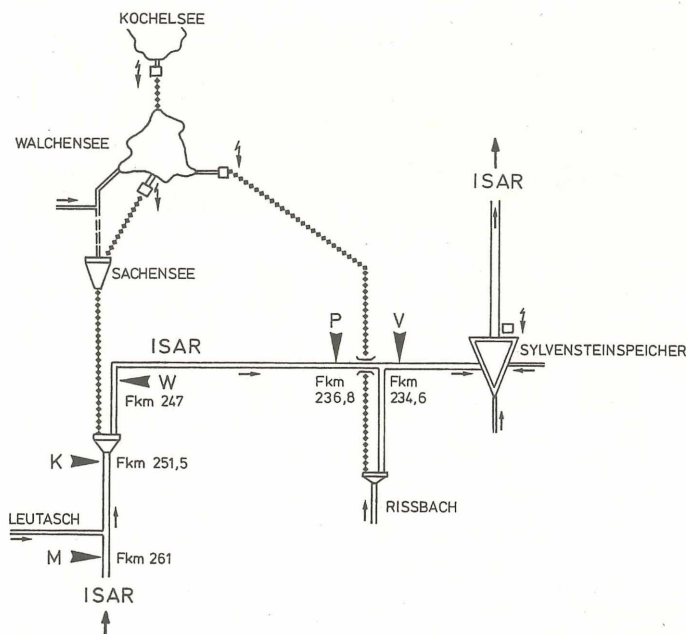


Abbildung 3

Fließschema für das Gewässersystem der oberen Isar; Lage der Makrozoobenthon-Probennahmestellen

- Fkm 236,8: oberhalb des Pegels Rißbachdüker (P); an dieser Stelle war bereits vor der Teiltrückleitung ganzjährig ein geringer Abfluß meßbar (s. 3.1);
- Fkm 234,6: uh. der Brücke bei Vorderriß (V); vor der Teiltrückleitung war die Isar hier nur zeitweise, insgesamt ca. die Hälfte des Jahres, wasserführend (intermittierende Wasserführung). Diese Stelle wird von der Wasser- und Geschiebeführung des oberstrom ausgeleiteten Rißbaches wesentlich beeinflusst.

Die insgesamt 8 Probennahmeserien (Frühjahr/Sommer/Herbst 1989, Frühjahr/Herbst 1990, Frühjahr/Herbst 1991, Frühjahr 1994) wurden gemeinsam mit dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft durchgeführt, das auch die Datenauswertung vorgenommen hat. Zusammenfassend ergibt sich daraus folgendes Bild:

- Die Besiedlung der vorher trockenen, für Gewässerorganismen unbewohnbaren Bereiche des Flußbettes hat sehr schnell stattgefunden. Die Lebensgemeinschaften der Flußsohle (Gewässersohle und Kieslückensystem) im Abschnitt unterhalb des Krüner Wehres hatten zunächst den Charakter von Pioniergesellschaften mit sehr einseitiger Zusammensetzung und extremer Entwicklung einzelner Tiergruppen (z. B. Dominanz von Chironomiden). Die Biozönose hat sich inzwischen weiterentwickelt und gleicht zunehmend dem Bereich oberhalb des Krüner Wehres.

- Die Artenliste umfaßt rund 180 Taxa aus allen wichtigen fließgewässertypischen Tiergruppen. Hervorzuheben ist der hohe Anteil an seltenen und gefährdeten Arten („Rote-Liste-Arten“) unter den Insekten, hier vor allem bei den Eintagsfliegen-, Steinfliegen- und Köcherfliegenlarven (13 RL-Arten, davon 4 Arten der Gefährdungsgruppe 1 = vom Aussterben bedroht, 3 Arten der Gefährdungsgruppe 2 = stark gefährdet).

- Im Verlauf der Restwasserstrecke sind deutliche Unterschiede in der Besiedlungsdichte erkennbar, wie ein Vergleich der Frühjahrs-Kerne von 1990, 1991 und 1994 zeigt (Abb. 4).

An den Stellen oberhalb des Krüner Wehres (Referenzstrecke) wurden größere Schwankungen der Individuendichten von rd. 200 bis 1100 Ind./dm² festgestellt. Sie sind eine Folge der naturgemäß höheren Abflußdynamik sowie der stärker wechselnden Substratverhältnisse. An der Stelle „Wallgau“ wurden nach Beginn der Teiltrückleitung mit bis zu 2800 Ind./dm² bei weitem die höchsten Individuendichten registriert. Die Individuendichten am Pegel Rißbachdüker sind mit rd. 200 – 300 Ind./dm² relativ konstant; sie entsprechen in etwa den 1991 an den Stellen „Mittenwald“ und „Krün“ ermittelten Dichten. Die Teiltrückleitung bewirkt hier vor allem eine Zunahme der besiedelbaren Fläche. In Vorderriß führt die Teiltrückleitung und der nunmehr durchgehende Abfluß erwartungsgemäß zu einer starken Zunahme der Besiedlungsdichte auf ca. 300 – 400 Ind./dm²; hier ist demnach eine deutliche Verbesserung der Besiedlung zu verzeichnen.

- Vergleicht man die über mehrere Probennahmen gemittelten Daten der Zeiträume vor und nach Beginn der Teiltrückleitung, zeigen sich für die einzelnen Probestellen die folgenden Entwicklungen (Abb. 5 – 8, Probestellen Krün, Wallgau, Pegel, Vorderriß):

An der Referenzstelle „Krün“ (Abb. 5) sind die Individuendichten in der Zeit nach Beginn der Teiltrückleitung deutlich reduziert, vor allem als Folge verminderter Dipteren- und Plecopterendichten. Diese Schwankungen müssen als „normal“ angesehen werden (s. o.). Die Tiefenverteilung bleibt im gesamten Beobachtungszeitraum jedoch im wesentlichen unverändert.

An der Stelle „Wallgau“ (Abb. 6) treten als Folge der Teiltrückleitung erwartungsgemäß die größten



Abbildung 4

Makrozoobenthon-Besiedlungsdichte der oberen Isar – Vergleich der Frühjahrs-Probennahmen an den Stellen Mittenwald, Krün, Wallgau, Pegel und Vorderriß 1990, 1991 und 1994

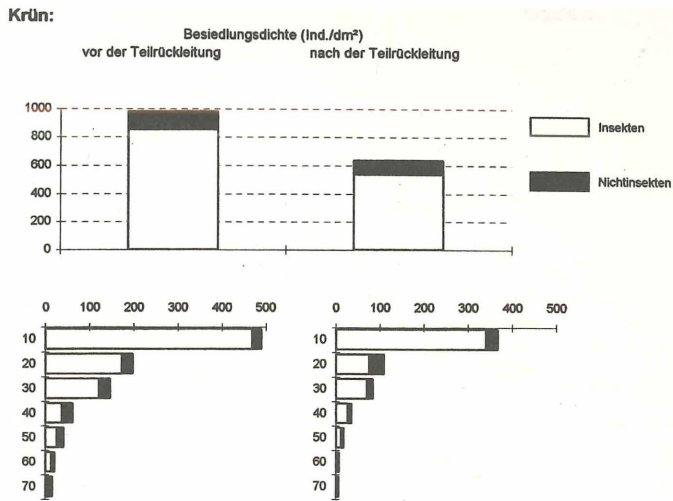


Abbildung 5

Mittlere Besiedlungsdichte und Tiefenverteilung des Makrozoobenthons an der Probestelle „Krün“ vor und nach Beginn der Teiltrückleitung

Veränderungen auf. Im Trockenzustand wurden in allen Tiefenstufen überwiegend feuchteliebende Springschwänze (Collembolen) in nur geringer Dichte gefunden. Nach der Teiltrückleitung fand eine schnelle Besiedelung mit aquatischen Organismen, vor allem mit Dipteren (Chironomiden) statt, die nach und nach ergänzt wurde durch die standorttypischen Plecopteren (Steinfliegen), sowie in geringerem Umfang Trichopteren (Köcherfliegen) und Ephemeropteren (Eintagsfliegen). Auffallend ist die im Vergleich zu Krün deutlich höhere Besiedlungsdichte der Tiefenbereiche von 20 – 40 cm, die nach den vorliegenden Beobachtungen offensichtlich auf einer stärkeren Durchströmung und einer anderen Korngrößenverteilung an dieser Stelle beruht.

Relativ gering sind die Auswirkungen der Teiltrückleitung auf das Makrozoobenthon am Pegel Reißbachtücker (Abb. 7), da hier bereits vor der Teiltrückleitung ein durchgehender Abfluß vorhanden war. Sowohl die Tiefenverteilung als auch die Individuendichten verändern sich nur wenig. Die besiedel-

bare Fläche hat sich allerdings wesentlich vergrößert. Darüber hinaus ist die prozentuale Zunahme der für die Isar typischen Insektenarten auffällig.

An der Stelle „Vorderriß“ (Abb. 8) war die Besiedelung vor der Teiltrückleitung in ihrer Individuendichte mit dem Pegel vergleichbar. Die Artenvielfalt war jedoch eingeschränkt und die Tiefenverteilung zeigte ein anderes Muster (höchste Dichte in der Schicht zwischen 20 – 30 cm). Mit der Teiltrückleitung wurde eine Steigerung der Individuendichten auf mehr als das Doppelte und eine Annäherung an die übliche Tiefenverteilung erreicht. Die Besiedelung der Schicht von 20 – 30 cm ist allerdings weiterhin auffallend hoch, so daß man wie an der Stelle „Wallgau“ besondere Strömungsverhältnisse in dieser Schicht annehmen muß.

Insgesamt hat sich in der Ausleitungsstrecke eine weitgehend standorttypische Besiedelung eingestellt, die sich in den kommenden Jahren weiter stabilisieren wird.

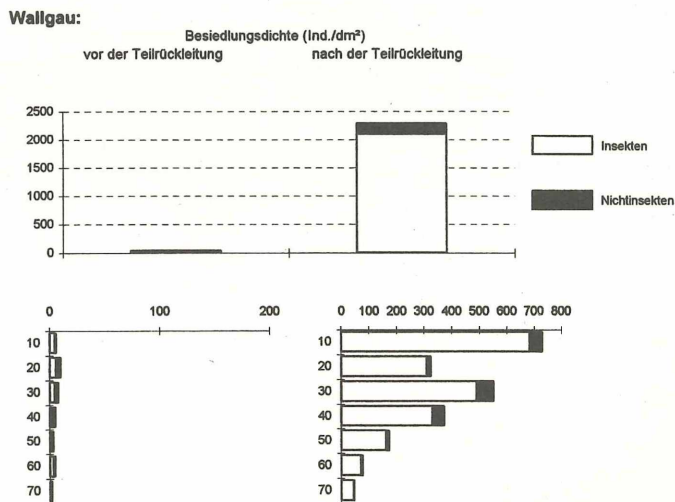


Abbildung 6

Mittlere Besiedlungsdichte und Tiefenverteilung des Makrozoobenthons an der Probestelle „Wallgau“ vor und nach Beginn der Teiltrückleitung

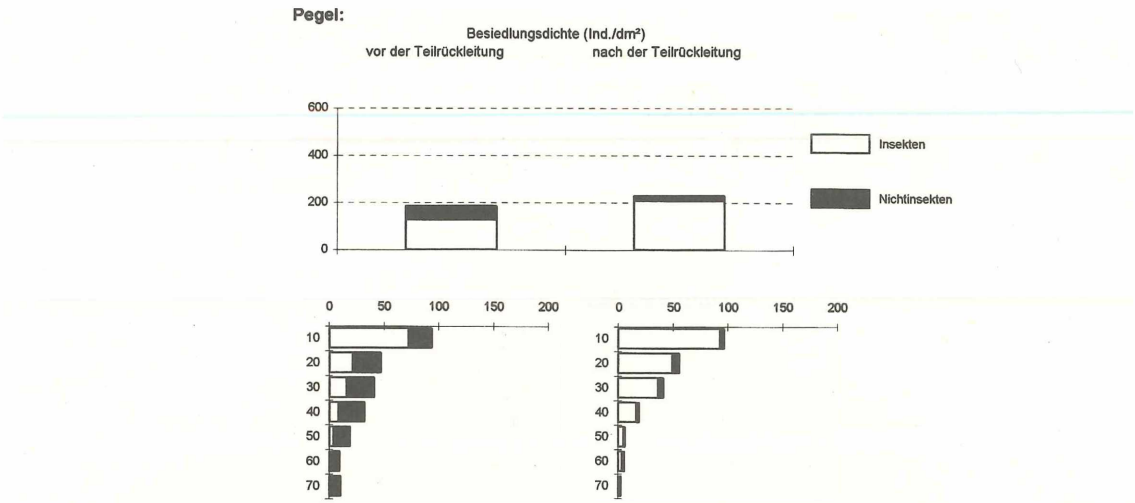


Abbildung 8

Mittlere Besiedlungsdichte und Tiefenverteilung des Makrozoobenthons an der Probestelle „Pegel“ vor und nach Beginn der Teiltrückleitung

3.5 Wasserqualität und Nährstoffhaushalt

In verschiedenen Veröffentlichungen zu den Auswirkungen der Teiltrückleitung wurde ein Teilaspekt immer wieder in den Vordergrund gestellt: Die Nährstoffverhältnisse bzw. konkreter: der angeblich (zu) hohe Nährstoffgehalt der Isar (z. B. PLACHTER 1993). Er wurde als wesentlicher Grund für die rasche Ausbreitung des Bewuchses auf den vormals freien Kiesbänken angesehen, und für das zeit- und stellenweise massive Algenwachstum in der Ausleitungsstrecke verantwortlich gemacht. Dies führte vor allem zu Beginn der Teiltrückleitung auch zu Klagen von Touristen und in der Folge zu Beschwerden der Anliegergemeinden Krün und Wallgau.

Um etwas mehr Klarheit in die Diskussion zu bringen, soll im folgenden der Nährstoffhaushalt der oberen Isar näher beleuchtet werden. Das Wasserwirtschaftsamt Weilheim führt seit 1981 regelmäßig Messungen zur Wasserqualität der Isar sowie weiterer Gewässer im System der oberen Isar durch; diese Untersuchungen wurden im Rahmen der Beweissicherung zur Teiltrückleitung z. T. erheblich intensiviert, mit dem Ziel einer möglichst vollständigen Nährstoffbilanzierung. Es liegen nunmehr Daten aus folgenden Untersuchungen vor:

- Isar oh. Mittenwald (Fkm 259,6): seit 1981, 26 x jährlich;
- Leutasch oh. Mittenwald (Pegel): seit 1987, 26 x jährlich;
- Isar/Krüner Wehr (Oberwasser): kontinuierliche Probennahme mit 24-Stunden-Mischproben von April 1990 bis Mai 1991, sowie von Januar 1993 bis Februar 1994;
- Isar/Kanal uh. Krüner Wehr: seit Januar 1994, 26 x jährlich;
- Isar-Überleitung zum Walchensee/Ablauf Sachsen-see: 1983 bis 1986 monatlich, seit 1987 26 x jährlich;
- Isar/Pegel Rißbachdüker, Pegel Vorderriß, Pegel Sylvenstein: kontinuierliche Probennahme 1990/91;
- Isar/Längsuntersuchung 1994 (4 Stellen im Bereich von Mittenwald bis zum Sylvenstein speicher): 26 x jährlich.

Die von der Teiltrückleitung der oberen Isar betroffenen Seen werden ebenfalls seit 1982 (Walchensee, Sylvensteinspeicher) bzw. 1987 (Kochelsee) regelmäßig beprobt.

Faßt man die Ergebnisse der einzelnen Messungen zusammen, so ergibt sich für die obere Isar die folgende Nährstoffbilanz, dargestellt am Beispiel des Schlüsselparameters Phosphor für die Zeit vor Beginn der Teiltrückleitung nach den Daten von 1987/88 sowie mit den Ergebnissen der 1992/93 durchgeführten Messungen (s. Tab. 4, Abb. 9):

Tabelle 4

Phosphorbilanz für den Bereich der oberen Isar		
Phosphorfracht (t/a)	1987/88	1992/93
– in den Walchensee	8	6,5
– in die Restisar	1	2,9

Die wasserchemischen Untersuchungen zeigen, daß auf der Fließstrecke zwischen Krüner Wehr und Sylvensteinspeicher eine deutliche Abnahme der Nährstoffkonzentrationen stattfindet. So verringern sich die P-Konzentrationen von durchschnittlich 0,013 mg/l bis 0,020 mg/l Gesamt-P (Probestelle Isar/uh. Krüner Wehr 1994 bzw. 1995) auf Werte < 0,005 mg/l (analytische Bestimmungsgrenze) am Pegel Rißbachdüker (s. Abb. 10), d. h. auf etwa ein Drittel bis ein Viertel der Ausgangswerte. Folgt man den als Hilfskriterien für die Trophiebestimmung von Fließgewässern genannten Wertebereichen für Phosphor, ist die Isar in der Ausleitungsstrecke zunächst als mesotroph und im weiteren Verlauf als oligotroph einzustufen (s. BAYER. STAATSMINISTERIUM F. LANDESENTWICKLUNG U. UMWELTFRAGEN 1996). Dieser Befund wird durch die Untersuchungen zum Algenaufwuchs der Isar bestätigt (s. 3.6). Von einem stark mit Nährstoffen belasteten Fließgewässer kann demnach keine Rede sein.

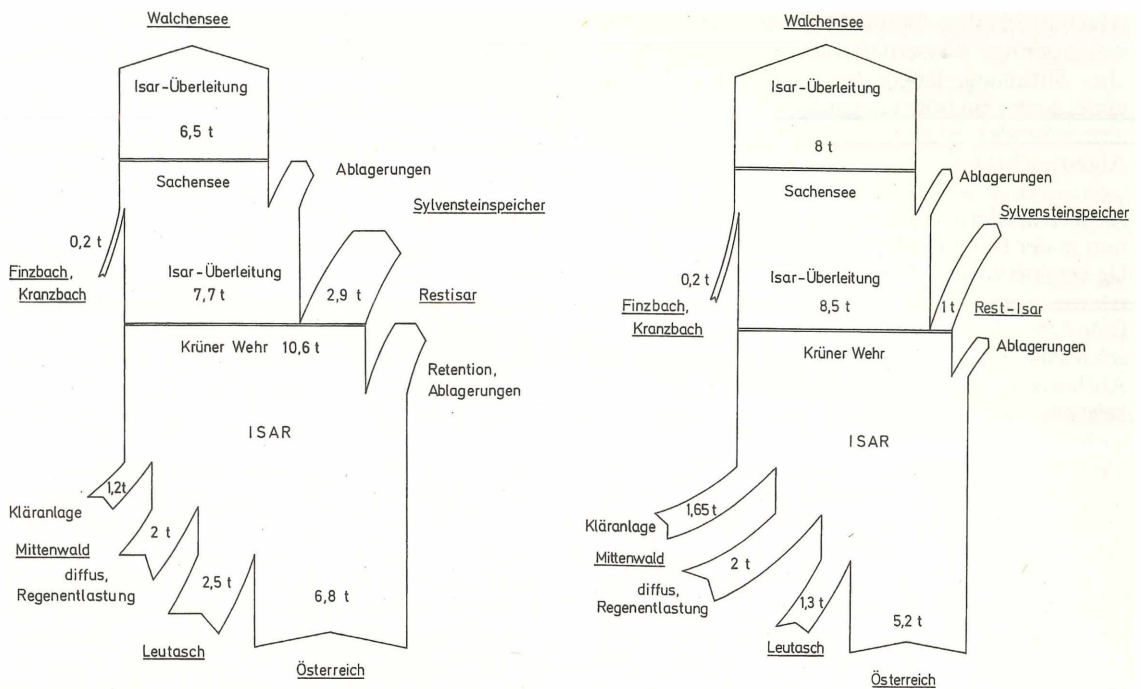


Abbildung 9

Bilanzierung der jährlichen Gesamt-Phosphor-Frachten der oberen Isar für die Jahre 1987/88 (links) und 1992/93 (rechts) in t/a

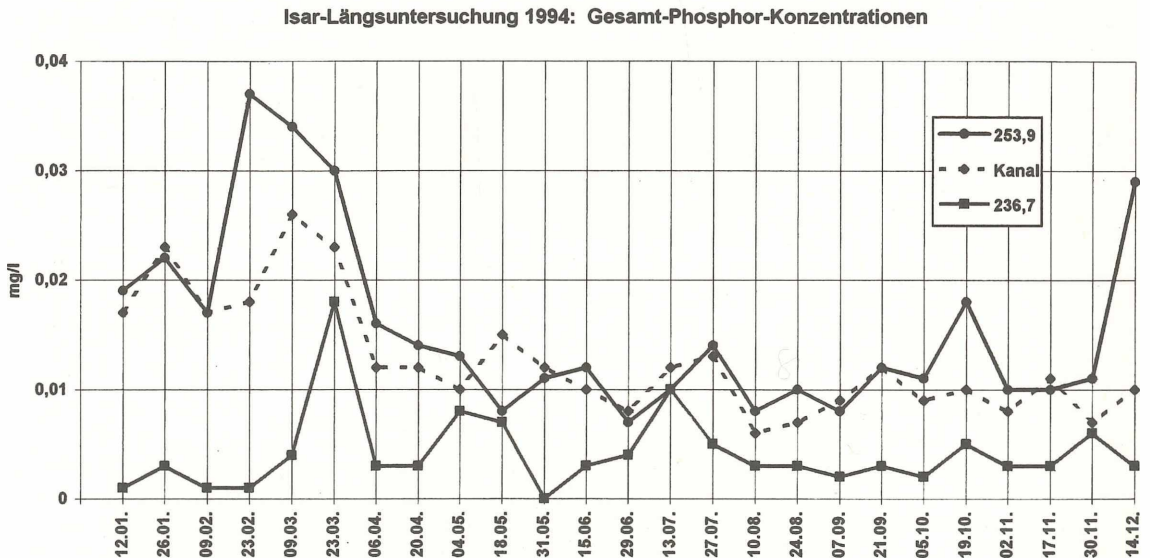


Abbildung 10

Gesamt-Phosphor-Konzentrationen in der oberen Isar 1994 an den Probestellen Isarseinsbrücke (Fkm 253,9), Isarkanal uh. Krüner Wehr und Pegel Rißbachdüker (Fkm 236,7)

Gleichlaufend mit der Nährstoffbelastung verbessert sich die Gewässergüte (biologisches Gütebild) der Isar im Verlauf der Restwasserstrecke von Güteklasse II (mäßig belastet) auf I-II (gering belastet).

In den von der Teilrückleitung betroffenen Seen sind als Folge der Teilrückleitung keine signifikanten Änderungen der Wasserqualität festzustellen. Die bereits vor Beginn der Teilrückleitung bestehenden Entwicklungstendenzen, die eine Folge der

verminderten Abwasserbelastung sind, haben sich fortgesetzt und stabilisiert. Der Walchensee und der Sylvensteinspeicher sind als oligotroph (nährstoffarm mit geringer Algenproduktion), der Kochelsee ist als mesotroph (geringer Nährstoffgehalt mit mäßiger Planktonproduktion) einzustufen.

3.6 Algenwachstum in der oberen Isar

Mit der Teilrückleitung wurden sehr günstige Voraussetzungen für die Ausbreitung von benthischen

Algen geschaffen: Optimale Lichtverhältnisse, teilweise geringe Wassertiefen bei gleichzeitig schwacher Strömung, langfristig stabile Abflußverhältnisse, sowie ein trotz der geringen Konzentrationen ausreichendes Nährstoffangebot begünstigen das Algenwachstum.

Angesichts der Klagen über massives Algenwachstum in der Isar entsteht u. U. der Eindruck, daß das Gewässerbett überall und während des ganzen Jahres mit Algen überwachsen ist. Dies trifft keinesfalls zu. Das Ausmaß des Algenwachstums schwankt von Jahr zu Jahr je nach Witterungs- und Abflußverhältnissen (Hochwasserhäufigkeit). Erhebliche Unterschiede im Verteilungsmuster sind auch im Flußquerschnitt zu beobachten, die vor allem in Abhängigkeit von den Strömungsverhältnissen zustandekommen. Die stärksten Algenbildungen sind, wenn man von der strömungsliebenden Art *Hydrurus foetidus* absieht, immer in den abflußberuhigten Zonen zu finden, meist auch in Verbindung mit der Ablagerung von Feinsedimenten. Starke Algenentwicklungen findet man auch in kleinen Tümpeln, die sich stellenweise im ufernahen Bereich gebildet haben.

Im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim wurden zwei Gutachten zur Algenentwicklung in der oberen Isar erstellt, deren Ergebnisse folgendes zeigen (HOFMANN 1995, ROTT & KEGELE 1995):

- Artenzusammensetzung und Arthäufigkeiten der Kieselalpengesellschaften weisen die obere Isar als organisch unbelastet bis mäßig belastet aus. Eine moderate Belastung wird von Fkm 260.8 bis Fkm 247.0 indiziert. Ab Fkm 242 ist eine Verbesserung der Gütesituation und eine Verringerung des Trophiegrades zu beobachten – eine Entwicklung, die sich im weiteren Verlauf der Ausleitungsstrecke (d. h. bis u. h. Vorderriß) deutlich verstärkt.
- Das weitere Algenspektrum der Isar weist quer durch die einzelnen Algengruppen Taxa mit Schwerpunkt in reinen schnellfließenden Gebirgsbächen (z. B. verschiedene *Chamaesiphon*-Arten) als auch Formen mit Schwerpunkt in Flüssen der Niederung (u. a. *Vaucheria spec.*) auf. Betrachtet man die Artenverteilung im Längsschnitt, sind von Stelle zu Stelle deutliche Unterschiede festzustellen. Im Verlauf der Restwasserstrecke kommt es zu einer in den Algenassoziationen ablesbaren Verringerung des Trophiegrades.
- Zur Frage nach den grünen Algenteppichen ist festzustellen, daß eine ähnlich starke Entwicklung wie in der Restwasserstrecke vom Gutachter in vergleichbaren und unbelasteten Bächen bisher nicht beobachtet wurde. Massive Entwicklungen von *Cladophora spec.* sind allerdings aus neu angelegten Entwässerungsgräben bekannt, so daß dies Verhalten als Ruderalstrategie (schnellwüchsige Formen besiedeln einen kargen freiwerdenden Lebensraum) bezeichnet werden kann. Es ist auch anzunehmen, daß die zeitweise massive Algenentwicklung durch die Konstanthaltung des Abflusses wesentlich begünstigt wird, die sonst durch häufigere Umlagerung der Algen, bei häufigeren Wasserstandsschwankungen oder auch stärker wechselnden Strömungsbedingungen nicht in gleichem Ausmaß stattfinden würde. Es ist wahrscheinlich, daß durch eine

Dynamisierung des Abflußregimes zumindest örtlich eine Reduzierung der Algenbildung erzielt werden kann.

3.7 Vegetationsentwicklung

Auffallend und für viele unerwartet war die nach Beginn der Teiltrückleitung einsetzende, sehr schnelle Vegetationsentwicklung auf den vormals freien Kiesflächen im Bereich der Ausleitungsstrecke. Sie ist eine Folge des nunmehr stark verbesserten Wasserangebots (Grund- und Infiltrationswasser) für die Pflanzen, sowie auch des Ausbleibens größerer Hochwasserereignisse in den letzten Jahren.

Die Abfolge der Sukzessionsstadien hat sich verkürzt. Die Pflanzenbedeckung – vor allem durch Feuchtearten – und die Anzahl typischer Alpenschwemmlinge auf den verbliebenen Schotterflächen hat zugenommen. Die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften ist jedoch nach den vorliegenden Untersuchungen bis zum Jahr 1994 weitgehend standorttypisch. Seit 1995 und vermehrt seit 1996 ist entlang der Uferstreifen des Hauptstromes oder auf Flächen mit hohem Feinkornanteil und Feinsedimenten eine Zunahme von Ruderalarten und Nährstoffanzeigern zu verzeichnen (SCHAUER, unveröffentlicht). Arten wie Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*), Roß-Minze (*Mentha longifolia*), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*), Wasserdost (*Eupatoria cannabinum*) und Huflattich (*Tussilago farfara*) erreichen stellenweise hohe Deckungsgrade und verdrängen dort infolge Konkurrenzdruck typische Arten der dealpinen Schwemmlingsfluren oder der mageren Pioniergesellschaften. Auch Neophyten wie z. B. die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*) finden sich vermehrt ein. Auf Flächen mit hohem Kies- und Geröllanteil treten die genannten Arten dagegen kaum auf. Vermutlich beruht die Zunahme der Nährstoffanzeiger und Ruderalarten auf einer relativen Zunahme des Feinkornanteils und einer stark eingeschränkten Umlagerungstätigkeit im Flußbett.

3.8 Fischereibiologie

Seit Beginn der Teiltrückleitung ist eine Wiederbesiedelung der vorher für Fische praktisch nicht bzw. nur in wenigen, eng begrenzten Abschnitten besiedelbaren Flußstrecke (Bereich oberhalb der Geschiebesperre) zu beobachten. Die meisten originären Fischarten (Bachforelle, Äsche, Elritze, Koppe, Bartgrundel/Schmerle, Steinbeißer) haben wieder einen Lebensraum gefunden und beginnen sich wieder auszubreiten (FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKS OBERBAYERN, unveröffentlicht). Nach den 1994 durchgeführten Untersuchungen hat die Bachforelle bereits einen deutlich altersgeschichteten Bestand ausgebildet. Für eine Wiederbesiedelung durch den Huchen, für den die obere Isar schon früher die Grenze seines Ausbreitungsgebietes darstellte, ist die Wasserabgabe am Krüner Wehr zu gering.

4. Ausblick

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Teiltrückleitung der oberen Isar aus wasserwirtschaftli-

cher und gewässerökologischer Sicht insgesamt positiv zu bewerten ist. Es gibt zwar für Teilbereiche durchaus negative Begleiterscheinungen (Abnahme freier Kiesbänke, stärkere Frequentierung des Isartales seit Beginn der Teiltrückleitung, zunehmender Erholungsdruck). Auch sollte über eine gewisse Dynamisierung der derzeitigen, starren Abflußregelung nachgedacht werden. In einer fachübergreifenden Gesamtbetrachtung überwiegen u. E. jedoch die positiven Effekte. An Stelle des vorher auf eine längere Strecke und über viele Monate hin trockenen Flußbettes unterhalb des Krüner Wehres ist – trotz eingeschränkter Abflußdynamik – ein belebtes, hochwertiges Fließgewässer entstanden. „Wasser ist Leben“ – dies sollte in der Diskussion um die Auswirkungen der Teiltrückleitung nicht vergessen werden!

Literatur

- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1983): Nutzen-Kosten-Untersuchung zur Teiltrückleitung der oberen Isar. – München, 155 S.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDES-ENTWICKLUNG U. UMWELTFRAGEN (1996): Flüsse und Seen in Bayern – Gewässergüte und Wasserbeschaffenheit 1995. – München, 48 S.
- BECKER, M., LENHART, B. & U. SCHMEDTJE (1992): Restwasserproblematik Obere Isar – Analytische Behandlung und Ergebnisse. – Landschaftswasserbau 13 (Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau, Technische Universität Wien, Hrsg.): 273-309.
- BRETSCHKO, G. (1981): Vertical distribution of zoobenthos in an alpine brook of the

- RITRODAT-LUNZ-study area. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 21: 873-876.
- BRETSCHKO, G. & W. KLEMENS (1986): Quantitative methods and aspects in the study of interstitial fauna of running waters. – Stygologica 2: 297-316.
- HOFMANN, G. (1995): Untersuchung der Diatomeengesellschaften des Aufwuchses ausgewählter Stellen der Oberen Isar. – Unveröff. Bericht an das Wasserwirtschaftsamt Weilheim, 25 S.
- ROTT, E. & M. KEGELE (1995): Untersuchungen der Benthosalgen (mit Ausnahme der Kieselalgen) in der Oberen Isar im Bereich Mittenwald bis Vorderriß. – Unveröff. Bericht an das Wasserwirtschaftsamt Weilheim, 26 S.
- SCHWOERBEL, J. (1961): Über die Lebensbedingungen und die Besiedlung des hyporheischen Lebensraumes. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 25: 182-214.
- PLACHTER, H. (1993): Alpine Wildflüsse. – Garten + Landschaft 4/1993: 47-52.

Anschriften der Verfasser:

- Dr. Brigitte Lenhart
und
M. Hannweber
Wasserwirtschaftsamt Weilheim
Püttrichstraße 15
D-82362 Weilheim
- U. Schmedtje
und
I. Schlößer
Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft
Lazarettstraße 67
80636 München

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: [4_1997](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Erfahrungen des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim mit der Isarrückleitung 99-109](#)