

# Die Isar

– ein Gebirgsfluß im Wandel der Zeiten –

## INHALT

Vorwort .....	2
1 Einführung. <i>Johann Karl</i> .....	4
2 Geologie, Flußläufe. <i>Joachim Mangelsdorf</i> Feststoffe. <i>Johann Karl</i> .....	8
3 Flußgeschichte und Gestaltungsvorgänge. <i>Karl Scheurmann</i> .....	20
4 Abfluß. <i>Karl Scheurmann</i> .....	46
5 Gewässergüte – Limnologie. <i>Brigitte Lenhart</i> und <i>Gunther Seitz</i> .....	50
6 Die Vegetationsverhältnisse. <i>Peter Jürging</i> und <i>Thomas Schauer</i> .....	61
7 Die Vogelwelt von der Quelle bis zur Mündung in die Donau. <i>Tino Mischler</i> .....	87
8 Fische und Fischerei. <i>Fritz Huber</i> .....	90
9 Käfer und einige andere Insekten. <i>Franz Hebauer</i> .....	93
10 Schmetterlinge. <i>Axel Hausmann</i> .....	102
11 Entwicklung und Entwicklungsmöglichkeiten aus heutiger Sicht. <i>Walter Binder</i> und <i>Wolfgang Gröbmaier</i> .....	107

Die 1977 im Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Alpenpflanzen und -Tiere e.V. erschienene Veröffentlichung „Die Isar – ein Gebirgsfluß im Spannungsfeld zwischen Zivilisation und Natur“ fand mit einer hohen Auflage von Sonderdrucken eine weite Verbreitung. Insbesondere trug sie bei Wasserbauingenieuren, Energiewirtschaftlern, Forstleuten und Naturschützern einiges zum Verständnis alpin geprägter, energiewirtschaftlich stark genutzter Flüsse am Alpenrand und im Alpenvorland bei.

In den seither vergangenen zwei Jahrzehnten traten an der Isar Veränderungen ein, die weitere Eingriffe unumgänglich machten, ihrerseits jedoch neue Methoden naturnahen, umweltbewußten Wasserbaues forderten und in die Tat umsetzen ließen. Dies war der Anlaß zur stark veränderten und erweiterten Neuauflage der Isar-Veröffentlichung von 1977 im Jahrbuch 1998 des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V.

An der oberen Isar wurde von der Ableitung von Isarwasser in den Walchensee bei Krün aus naturschützerischen Gründen eine erhebliche Restwassermenge abgezweigt, welche die bisher über lange Zeit trockengefallene verzweigte Isarstrecke bis zum Sylvensteinspeicher wieder zum Fluß macht.

Das Naturschutzgebiet Ascholdingner-Pupplinger Au leidet sehr deutlich unter dem durch den Sylvensteinspeicher und das Kraftwerk Bad Tölz verursach-

ten Geschiebemangel. Die vordem verzweigte Flußstrecke entwickelt sich zu einem sich eintiefenden gestreckten Einheitsgerinne. Es bleibt abzuwarten, wie weit die Kieszugaben bei Lenggries und aus dem Staauraum Bad Tölz diese Entwicklung verzögern können.

Die Forderung um eine größere Restwassermenge in der Isar bei der Erneuerung der Lizenz des Kraftwerkes Mühltal wird vor allem von der kämpferischen „Isar-Allianz“ mit Unterstützung einer Reihe von Umweltschutzverbänden vertreten.

Das flußmorphologisch und wasserbaulich einschneidendste Ereignis war die Eintiefung der Isar unterhalb von Dingolfing als Folge der Geschieberückhaltung im Oberlauf. Die rasche Entstehung eines 20 Meter tiefen Kolkes nach einem Sohldurchschlag war gewissermaßen der Warnschuß dafür, was weiter flußabwärts geschehen kann. Der dadurch dringend notwendige Bau der Stützkraftstufe Gottfrieding ließ angesichts der Dringlichkeit noch keine größeren ökologischen Überlegungen zu. Für die anschließenden 40 Flußkilometer bis zur Mündung der Isar in die Donau wurde jedoch eine umfangreiche ökotechnische Modelluntersuchung durchgeführt. Das Ergebnis war als einzig praktikable und dauerhafte Lösung die Errichtung von drei weiteren Stützkraftstufen bei Landau, Ettling und Pielweichs in Verbindung mit umfangreichen landschaftspflegerischen Begleitmaßnahmen. In enger Zusammenar-

beit von Ingenieuren und Ökologen wurden degradierte Auwälder in naturnahe Bestände zurückgeführt, zahlreiche Altwasser und Auebäche wieder bespannt, der Grundwasserspiegel angehoben und damit verlorengegangene oder geschädigte Lebensräume wieder geschaffen oder revitalisiert. Unvermeidbar war allerdings der durch den Aufstau der Isar verlorengangene Fließcharakter, ein Verlust, der allerdings durch das seit langem zu einem kanalartigen Gerinne deformiert gewesene Isarbett zu relativieren ist.

Ein Novum in der Geschichte des Flußbaues im Alpenraum war nicht nur die grundlegende interdisziplinäre Studie, sondern ein für den Stauraum und die Auen der Stufe Landau auf 10 Jahre ausgelegtes Untersuchungs- und Dokumentationsprogramm, an dem eine Reihe Botaniker und Zoologen teilnahmen. Dabei konnten wesentliche Erfahrungen gesammelt werden, die auf die nachfolgenden Stufen Ettlting und Pielweichs übertragen werden konnten. Im unver-

bauten Mündungsbereich unterhalb von Plattling wurden darüber hinaus umfangreiche Erhebungen durchgeführt. Dieses Gebiet ist ebenso wie die Stufe Landau als Naturschutzgebiet ausgewiesen.

Unabhängig von den flußmorphologischen und ökologischen Maßnahmen hat die Isar in den letzten 20 Jahren durch den Bau zahlreicher Klärwerke eine wesentliche Verbesserung ihrer Gewässergüte erfahren, die sich in vieler Hinsicht positiv auswirkt.

In der vorliegenden Arbeit haben sich wie bereits 1977 interdisziplinär Wissenschaftler und Praktiker zusammengefunden, um Entwicklungen und Zustände zu untersuchen und zu beschreiben, die zumindest in Teilbereichen neue naturnahe Lösungen für einen hochgradig zivilisatorisch in Anspruch genommenen Fluß aufzeigen. Sie lassen aber auch nicht die Grenzen vergessen, die eine hochentwickelte Gesellschaft einem von Natur aus ungebärdigen Gebirgsfluß in einer uralten Kulturlandschaft zwangsläufig zuweisen muß.

## 1 Einführung

*Johann Karl*

Die Flora und mit ihr die Fauna ist in jeder Flußlandschaft neben den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Fluß- und Grundwassers mehr oder weniger stark abhängig von den gestaltlichen Veränderungen des Flusses, von seiner Morphologie und Dynamik. Diese wiederum sind der Ausdruck der Landschaft, in der ein Fließgewässer seinen Ursprung hat oder von der es entscheidend geprägt wird. Und nicht zuletzt tritt der Mensch als gestaltender Faktor in Erscheinung.

Was die prägenden, die entscheidenden Einflüsse der Gesamtheit Landschaft, als da sind Klima, Relief, Geologie, Böden und Vegetation bei den Alpenflüssen anlangt, ist festzustellen, daß ihr Schwergewicht im alpinen Raum liegt. Hier fallen die hohen Niederschläge, die für eine reichliche Wasserführung und gelegentlich verheerende Hochwasser im Sommer sorgen, hier wird durch die Wildbäche in den Fluß das für ihn typische Geschiebe eingetragen. Die Einflüsse des außerhalb des alpinen Raumes durchströmten Voralpen- und Hügellandes sind daran gemessen verhältnismäßig gering, so daß man die Alpenflüsse im Vorland beinahe als extrazonal ansprechen kann und das gilt auch für eine Reihe von Florenelementen im unmittelbaren Wirkungsbereich des Flusses.

Damit stehen diese Flüsse im scharfen Gegensatz zu vielen anderen Fließgewässern des Raumes zwischen Alpen und Donau, die ihren Ursprung im eiszeitlich geprägten Alpenvorland, in der schwäbischen Riedellandschaft oder im Tertiär-Hügelland haben.

Dieser Unterschied macht sich vor allem in den äußeren Formen bemerkbar. Die Alpenflüsse weisen in ihrem ursprünglichen Zustand in breiten Talauen Verzweigungsstrecken, sogenannte „Wildflußlandschaften“ auf; in stark hügeligen Teilen des Alpenvorlandes entstanden tief eingeschnittene Talmäander. Charakteristisch für alle ist der hohe Feststoffanteil, in dem je nach Art der Feststoffherde Geschiebe oder Schwebstoffe überwiegen.

Die nicht alpinen südbayerischen Flüsse hingegen winden sich in gemächlichen Flußmäandern durch die

Talauen. Wir halten diese sehr reizvollen Mäanderstrecken heute vielfach für einen natürlichen oder zumindest naturnahen Zustand, müssen uns aber eingestehen, daß wir die ursprünglichen Formen dieser Flüsse nicht kennen. Sie werden spätestens seit dem Mittelalter wasserbaulich behandelt, dienen seit altersher der Wasserkraftnutzung und sind zum nahezu ausgewogenen Bestandteil dieser Kulturlandschaften geworden.

Ganz anders die Alpenflüsse. Sie haben sich bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts hinein als echte Wildflüsse behauptet und erst die technischen Möglichkeiten unseres Zeitalters haben die Möglichkeiten zu nunmehr allerdings gravierenden Umgestaltungen eröffnet. Die Isar hat dieses Schicksal in ganz besonderem Maß getroffen.

Der Verein zum Schutz der Bergwelt e.V., bis 1975 Verein zum Schutz der Alpenpflanzen und -Tiere e.V., hat eine lange Tradition, in seinen Jahrbüchern fachlich fundierte, allgemeinverständliche Darstellungen alpiner Flüsse und Bäche zu veröffentlichen. Er folgt damit seinem Vereinsziel, natur- und umweltschützerischen Bestrebungen und Aktivitäten solide naturwissenschaftliche Unterlagen an die Hand zu geben und darüber hinaus wasserbauliche, energiewirtschaftliche, sozioökonomische Interessen und Zwänge zu beleuchten.

Betrachtet man die lange Liste einschlägiger hier erschienener Arbeiten, dann fällt eine deutliche Zweigliederung auf. Bis in die siebziger Jahre sind es entweder Flußmonographien mit naturschützerisch-musealem Hintergrund (MICHELER 1953, 1956, 1959, 1961, 1965; SCHAUER, 1984), oder kämpferische Arbeiten gegen wasserbauliche, insbesondere energiewirtschaftliche Maßnahmen (BARSCH 1968; FREY 1961; GRUBER 1977; KRAUS 1955; SEPP 1954).

In diese Gruppe gehören auch die späteren Veröffentlichungen über den Tagliamento, ein in den Alpen einmalig gewordenes Relikt ehemals weitverbreiteter Wildflüsse sowie den Lech in Tirol, an dem sich auch heute noch Ingenieure mit wasserbaulichen Grundsätzen der letzten Jahrhundertwende zerstörerisch betätigen (BAUER 1990; HUEMER 1990; LANT-

SCHNER-WOLF 1990; LIPPERT et al. 1990; KUHN 1995; MÜLLER u. BÜRGER 1990; KRETSCHMER 1996; SCHEURMANN u. KARL 1990). Hierher gehört auch die Darstellung der Isar von KARL, MANGELSDORF und SCHEURMANN (1977).

Die zunehmende Sensibilität einer beachtlichen Öffentlichkeit für Umweltfragen und Ökologie hat in den letzten 20 Jahren auch in der Bayerischen Wasserwirtschaft Platz gegriffen. Dabei zeigte sich anfänglich eine Problematik, die ins Grundsätzliche hineinführte. Wasserbauingenieure und Energiewirtschaftler können die Auswirkungen ihrer Bauwerke oder des Verzichts auf sie hydrologisch und ökonomisch schlüssig quantifizieren. Die flußmorphologischen Grundlagen dafür liegen vor (MANGELSDORF u. SCHEURMANN 1980). Dem Ökologen und dem engagierten Naturschützer fehlen jedoch für quantitative Aussagen bei vernetzten Systemen alle Voraussetzungen. Ihre Objekte haben in der Regel keinen „Marktwert“ und der resignierende Vorwurf Horst Stern's „sie kennen den Preis von allem und den Wert von nichts“ bringt sie in der Argumentation nicht weiter. Es hat jedoch angesichts der immer wieder geforderten pekuniären Quantifizierung ökologisch oder naturschützerisch geforderter Maßnahmen nicht an Versuchen gefehlt, hierfür Zahlen zu nennen. Für die als notwendig erkannte Sanierung der Isar unterhalb von Landshut wurde in der von der Regierung von Niederbayern geforderten Ökotechnischen Modelluntersuchung Untere Isar (BAYER. LANDESAMT f. WASSERWIRTSCHAFT 1983) versucht, eine vergleichende Wertung der von den Maßnahmen betroffenen Vegetationseinheiten zu finden. Als Maß sollte die Innere Diversität anhand der Länge der Grenzlinien dienen. Der Versuch brachte kein brauchbares Ergebnis. Ähnlich erging es einem Unternehmen, die Seltenheit oder Gefährdung bestimmter Pflanzenarten, als Wertmaßstäbe zu verwenden (ZAHLHEIMER 1985).

Einvernehmliche Lösungen an der Unteren Isar gelangen allein durch intensive Gespräche und tragbare Kompromisse zwischen der Wasser- und Energiewirtschaft und den Landschaftsökologen. Das Ergebnis dieser Bemühungen führte bei der Stützkraftstufe Landau zu einem auf 10 Jahre ausgelegten vegetations-

und tierkundlichen Untersuchungsprogramm, an dem ein Vegetationskundler und zehn Zoologen und Limnologen teilnahmen. Das Ergebnis der ersten fünf Jahre liegt vor (BAYER. LANDESAMT f. WASSERWIRTSCHAFT 1991).

Die 1977 erstmals im Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Alpenpflanzen und -Tiere geübte Zusammenarbeit, damals noch ohne Zoologen, findet in der vorliegenden Arbeit ihre Fortsetzung. Der Verein zum Schutz der Bergwelt kann damit für sich in Anspruch nehmen, zur Erhaltung und vor allem zur Entwicklung naturnaher Zustände alpiner Flüsse und Bäche einen nicht unwesentlichen Beitrag geleistet zu haben und auch fortwirkend zu leisten.

Angesichts der Tatsache, daß die natürlichen Voraussetzungen und die menschlichen Eingriffe entscheidend für das Verständnis der heute vorgefundenen und der zu erwartenden Zustände des Fließgewässers Isar sind, war es selbstverständlich, daß 1977 ein Wasserbauingenieur den Hauptteil des Berichtes bestritt. Daran hat sich grundsätzlich nichts geändert. Ebenso gilt dies für die Geologie und Teile der Vegetationskunde. Landschaftsökologisch hat sich jedoch im Zusammenhang mit wasserbaulichen und wasserwirtschaftlichen Eingriffen einiges zum Besseren gewandelt. Dies gilt vor allem für die Auwälder unterhalb von Dingolfing und – mit Abstrichen – für die Umlagerungsstrecke unterhalb von Krün (BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT 1991; SCHAUER 1998).

Eines ist jedoch nach wie vor klar: Die technischen Eingriffe wirken sich an der Isar in weiten Bereichen unumkehrbar und zum Teil noch immer progressiv auf den empfindlichen „Indikator“ Vegetation aus. Dies gilt für die massive Eintiefung der Flußsohle in der Pupplinger-Ascholdinginger Au und die damit verbundene Zerstörung der Verzweigungsstrecke mit ihrer gesamtalpin höchstbedrohten Flora und Fauna ebenso wie für die bis zu acht Meter messende Eintiefung des Isarbettes zwischen München und Freising, die den Verlust der Auwälder zur Folge hatte. Die städtisch geprägten Strecken in München und Landshut seien hier außer Betracht, nicht jedoch die Ausleitung der Mittleren Isar, die eine Flußleiche und einen Kanal zur Fol-

ge hat. Der durch Stauhaltungen bedingte Geschiebeverlust und die dadurch verursachte Eintiefung der Flußsohle unterhalb von Landshut ließ zahlreiche Auenbäche und Altwasser versiegen und verführte wegen der seltener gewordenen Überflutungen bei Hochwasser zur Umwandlung der beeinträchtigten Auwälder in Maisäcker. Der Zwang zum Bau sohlestützender Kraftwerke brachte zwar den Auwäldern wieder höhere Grundwasserstände und den Maisäckern ungünstige Standortbedingungen, die Isar verlor damit jedoch ihren Fließcharakter und damit eine Reihe von Fischarten rasch fließender Gewässer.

Der seinerzeitige Ruf „Rettet die Isar jetzt!“ bleibt damit ebenso wie das Bemühen der „Isar-Allianz“ ein Nekrolog auf den „Wildfluß“ Isar. Die natürlichen Formen des Flusses und der davon bestimmten Lebensgemeinschaften begannen um die Mitte des 19. Jahrhunderts zu schwinden, ihr endgültiger Verlust begann mit dem Bau des Walchensee-Kraftwerkes 1923. Von einer Renaturierung, einer Rückführung in einen vom Menschen nicht oder nur unwesentlich beeinflussten Zustand kann auch für kleinste Abschnitte nie mehr die Rede sein. Allenfalls gelingt eine Revitalisierung, eine Herstellung von Standorten, die dem natürlichen Wildfluß Isar fremd sind, jedoch naturnähere Lebensräume bieten als die vorhandenen naturfernen Zustände (KARL 1994).

Wenn sich der Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. hier erneut mit der Isar befaßt, so hat dies seinen Grund in der Entwicklung dieses Flusses in den letzten 20 Jahren, die sich deutlich von der Zeit davor abhebt. Es wurde deshalb erfreulicherweise notwendig, den Zielsetzungen des Vereins entsprechend die derzeitigen hydrologischen und biologischen Verhältnisse der Isar neu darzustellen.

## 1.1 Literatur

- 1.1.1 Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Alpenpflanzen und -Tiere e.V., ab 1977 Verein zum Schutz der Bergwelt e.V.; jeweils Jahrgang **nn**. München.
- Barsch, D. (1968): Das Hochrheingebiet und das Problem der Rheinschiffahrt. **33**. S. 29-68.
- Bauer, U. (1990): Die Bedeutung der Vogelwelt am oberen Lech. **55**. S. 156-158.
- Frey, G. (1961): Wird die Breitachklamm zugemauert? Ein Sorgenkind aus dem Allgäu. **26**. S. 122-128.
- Gruber, H. (1977): Die Brandenberger Ache – in Zukunft lebendiger Gebirgsfluß oder totes Rinnsal. **42**. S. 73-86.
- Hampel, R. (1955): Wildbach- und Lawinerverbauung und Naturschutz. **20**. S. 97-105.
- Huber, R. (1992): Fische in Gebirgsbächen. **57**. S. 22-23.
- Huemer, P. (1990): Das nordtiroler Lechtal, ein Refugium bemerkenswerter Schmetterlingsarten. **55**. S. 154-161.
- Jerz, H.; Schauer, Th. und Scheurmann, K. (1986): Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Gebiet der Ascholding und Pupplinger Au. **54**. S. 87-151.
- Karl, J., Mangelsdorf, J. und Scheurmann, K. (1977): Die Isar – ein Gebirgsfluß im Spannungsfeld zwischen Zivilisation und Natur. **42**. S. 175-225.
- Karl, J. (1979): Ökologische Probleme bei der Nutzung alpiner Gewässer zur Energiegewinnung, **44**. S. 117-136.
- Karl, J. (1993): Unsere Umwelt Alpen. **58**. S. 13-38.
- Karl, J. (1994): Renaturierung und Revitalisierung alpiner Fließgewässer. **59**. S. 29-66.
- Kraus, O. (1955): Der Lech in neuen Fesseln? Erhaltung und Untergang einer Urlandschaft. **20**. S. 33-35.
- Kraus, O. (1961): Vom Ausverkauf der alpinen Gewässer. **26**. S. 43-45.
- Kretschmer, W. (1996): Hydrobiologische Untersuchungen am Tagliamento (Friaul, Italien). **61**. S. 123-144.
- Kuhn, K. (1995): Beobachtungen zu einigen Tiergruppen am Tagliamento. **60**. S. 71-86.
- Lantschner-Wolf, A. (1990): Bevölkerung und Wirtschaft im Oberen Lechtal. **55**. S. 85-104.
- Lippert, W.; Müller, N.; Rossel, S.; Schauer, Th. u. Vetter, G. (1995): Der Tagliamento-Flußmorphologie und Auenvegetation der größten Wildflußlandschaft in den Alpen. **60**. S. 11-70.
- Mägdefrau, H. (1987): Auswirkungen der bergtouristischen Abwässer – Beispiel Fließgewässer des Großen Ahornbodens. **52**. S. 72-92.
- Malitzky, H. (1973): Gebirgsbach und Gebirgsbachleben. **38**. S. 48-60.

- Micheler, A. (1953): Der Lech: Bild und Wandel einer voralpinen Flußlandschaft. **18.** S. 53-66.
- Micheler, A. (1956): Die Isar vom Karwendel-Ursprung bis zur Mündung in die Donau. **21.** S. 15-46.
- Micheler, A. (1959): Die voralpine Salzach: Naturbild ihres Laufes und Umlandes. **24.** S. 43-85.
- Micheler, A. (1961): Die Großachen: Naturbild eines tirolisch-bayerischen Gebirgsflusses. (Von der Quelle am Paß Thurn bis zur Mündung in den Chiemsee). **26.** S. 69-88.
- Micheler, A. (1965): Der außeralpine Inn: Naturerleben einer Flußlandschaft. **35.** S. 194-201.
- Müller, N. und Bürger, A. (1990): Flußmorphologie und Auenvegetation des Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft. **55.** S. 123-154.
- Pfeuffer, E. (1996): Bestandsentwicklung der Tagfalterfauna am Unteren Lech seit 100 Jahren. Der Wandel einer Wildflußlandschaft und seine Folgen. **61.** S. 13-40.
- Scheurmann, K. und Karl, J. (1990): Der Obere Lech im Wandel der Zeiten. **55.** S. 105-122.
- Sepp, K. (1954): Um den Sylvensteinspeicher. **19.** S. 77-84.
- Schauer, Th. (1984): Der Wandel des Gewässerlaufes und des Vegetationsbildes im Mündungsgebiet der Tiroler Achen seit 1810. **49.** S. 87-114.
- Schauer, Th. (1998): Die Vegetationsverhältnisse an der Oberen Isar vor und nach der Teilrückleitung. **63.**
- Schröder, W.; Wetzberger, H. und Lugmair, R. (1982): Ökologischer Vergleich zweier Gebirgsbäche im Naturschutzgebiet Ammergauer Berge. **47.** S. 241-257.
- ### 1.1.2 Sonstige einschlägige Literatur
- Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Hrsg. (1997): Die Isar – Problemfluß oder Lösungsmodell? Laufener Seminarbeitr. 4/97. 191 Seiten. Laufen.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Hrsg. (1983): Ökotechnische Modelluntersuchung Untere Isar. 316 Seiten. München.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Hrsg. (1991): Stützkraftstufe Landau a. d. Isar. Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt in den ersten fünf Jahren. BLFW Schriftenr. H. 24. 156 Seiten. München.
- Cipra; Martinet, F. und Dubost, M. (1992): Die letzten naturnahen Alpenflüsse. Comm. Int. pour la Prot. des Alpes - Cipra. Petite Serie Documentaire. 11/92. 69 Seiten. Vaduz.
- Deutsches Institut für Normung, Hrsg. (1985): DIN 19 663. Wildbachverbauung. Begriffe, Planung und Bau. 27 Seiten. Berlin.
- Mangelsdorf, J. und Scheurmann, K. (1980): Flußmorphologie. Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. 259 Seiten. R. Oldenbourg Verlag. München.
- Zahlheimer, W. (1985): Artenschutzgemäße Dokumentation und Bewertung floristischer Sachverhalte. Bayer. Akademie f. Naturschutz und Landschaftspflege. Berichte Beiheft 4. 143 Seiten. Laufen.

## 2 Geologie, Flußläufe, Feststoffe

*Joachim Mangelsdorf*

### 2.1 Einführung

Steht man heute an einem vom Menschen „gebändigten“, in ein mehr oder minder schmales Bett gezwungenen Fluß, so fällt es schwer, sich vorzustellen, wie er früher im Naturzustand ausgesehen haben mag. Das ungemein komplizierte Gebilde, das man als Fließgewässer bezeichnet, ist zunächst einmal das Resultat geologisch-tektonischer, klimatischer und physikalischer Vorgänge, zu denen noch der Einfluß der Vegetation kommt. Der Fluß fließt deshalb auch im Naturzustand nicht so frei oder gar wild, wie anzunehmen wäre, sondern nach einem zwar verwickelten, aber fein abgestimmten und sich gegenseitig bedingenden System der Kräfte.

Der Fluß strebt immer einen Gleichgewichtszustand dieser Kräfte an, z. B. ein den Geländegegebenheiten angepaßtes Längsprofil, ein sog. Ausgleichsgefälle, das oft genug schon von Natur aus gestört ist. In Gebieten stärkerer tektonischer oder klimatischer Ereignisse ist das Fließgewässersystem unausgeglichen und sind somit die fluvialen Umbildungsprozesse entsprechend heftig.

Der Fluß ist als Transportband zu verstehen. In unserem gemäßigt humiden Klima herrscht die rinnenförmige Erosion vor, flächenhafte Denudation findet hier im Großen und Ganzen nicht statt. Das heißt jedoch nicht, daß nicht bedeutende Materialmengen vom Wasser abtransportiert würden. Die Deltas in unseren Seen und im Meer, vor allem aber die großen Schwemmlandebenen der Flußniederungen in aller Welt sind ein eindrucksvolles Beispiel für die Transportleistung eines Fließgewässersystems. Dabei ist man geneigt, nur das Geschiebe und die Schwebstoffe zu berücksichtigen. Das Wasser als bestes Lösungsmittel führt obendrein eine beträchtliche Menge an gelösten Stoffen mit sich, die u.U. ein Mehrfaches der beiden anderen Komponenten ausmachen kann. Je nach der Gesteinszusammensetzung sind dies mehr Karbonate oder Silikate, aber auch noch eine Vielzahl anderer Stoffe. Diese natürlichen Stoffe stellen die sogenannte Grundlast eines Flusses dar, die der Chemiker bei seiner Wasseranalyse nach Möglichkeit berücksich-

tigt, die aber bei den meisten mitteleuropäischen Gewässern nicht mehr feststellbar ist. Diese Stoffe geben dem Wasser auch überwiegend seine charakteristischen Färbungen.

Geologisch gesehen ist der Fluß ein kurzzeitiges Gebilde, wenn auch meist nicht so kurzzeitig wie Seen. Ein Flußsystem ist, je kleiner, desto labiler, was tektonische oder klimatische Veränderungen betrifft. Es ist ein ständig sich wandelndes Netz von Rinnen. Erosion und Akkumulation liegen oft dicht beieinander. Aus einem in Hebung befindlichen Gebiet, wie etwa den Alpen, ist der Transportweg natürlich weiter, die Akkumulation findet erst richtig in geeigneten Becken statt. Eines dieser Becken im Umkreis der Alpen war das tertiäre Molassebecken mit seiner großräumig wechselnden Folge mariner und terrestrischer Schichten. Es kann hier nur angedeutet werden, daß es der Natur möglich ist, mit Hilfe unzähliger Flüsse einen Sedimentationszyklus über viele Jahrmillionen hinweg aufrecht zu erhalten, wenn ein Hebungsgebiet – in diesem Fall die aufsteigenden Alpen – und ein Senkungsgebiet – das Molassebecken, aber auch andere im Umkreis der Berge – gewissermaßen einander ergänzen. Die Obere Süßwassermolasse (OSM) als oberste Abteilung der Beckenfüllung, ist allein über 600 m mächtig und rein limnisch-fluvial, d. h. von einem System von Flüssen, Bächen und Seen aufgebaut worden, das insgesamt einige Millionen Jahre tätig war. Flußsysteme von der Größe der Isar, des Lech, sogar des Inn werden in diesen Zeiträumen vielfach in allen Varianten existiert haben.

Verschiedene Schüttungsmechanismen sind im Molassebecken zwar erkennbar, es ist jedoch hier kein einzelner Fluß rekonstruierbar. Nicht einmal für die Quartärzeit will die Rekonstruktion gelingen. Die älterzeitlichen Fließgewässer haben sehr wahrscheinlich andere Strecken durchmessen und mehrfach ihren Lauf gewechselt. Ihre Erforschung anhand hinterlassener Terrassen ist ebenso schwierig wie mehrdeutig. Die alpinen Flüsse, wie sie sich heute darstellen, entstanden sukzessive aus den Schmelzwasserströmen der würmzeitlichen Vorlandgletscher, sind also etwa 11.000 Jahre alt; und selbst in dieser Zeit sind sie mehrfach umgestaltet worden, weil sie einem durch die Vereisungsperioden gestörten Gleichgewichtszustand wieder

zustreben. Das bedeutet mit anderen Worten, so vielfältig und lang anhaltend fluviale Tätigkeit sein kann, der einzelne Fluß ist nur ein kleiner Teil davon, geboren aus dem Zusammenwirken und abhängig von zahlreichen Geofaktoren, die nicht in unserem Sinne zufällig sind, sondern von den natürlichen Gesetzmäßigkeiten gesteuert werden (MANGELSDORF u. SCHEURMANN 1980).

## 2.2 Der Geologische Rahmen

(siehe Abb. 2.2)

Zwei Bereiche gliedern das Einzugsgebiet der Isar: die Alpen, die ihren unmittelbaren morphologischen Auswirkungen bis nördlich von Bad Tölz reichen und das tertiäre Molassebecken (Abb. 1). Beide gehören zum Baustil des Gebirges, das Tertiärbecken ist ohne die Alpen nicht denkbar. Aus der Theorie der Platten tektonik heraus versteht man heute den komplizierten Aufbau der Alpen, die vielfachen Überschiebungsmechanismen, auch die am Gebirgsrand, besser. Die Überschiebungen ganzer Gebirgssteile auf andere sind schon lange bekannt, über die Überschiebungstrecken herrschte lange Zeit Uneinigkeit. Die Nördlichen Kalkalpen als Teil des ostalpinen Stockwerks haben beim Zusammenschub des Alpenkörpers nach Norden den anschließenden Flysch überfahren und dieser seinerseits das Helvetikum in Teilgebieten soweit, daß das Helvetikum gänzlich überdeckt ist und z.B. im Isareinzugsgebiet der Flysch unmittelbar an die Molasse stößt (im Bad Tölzer Raum). In Fortsetzung des Andrucks in nördlicher Richtung – der bis heute nicht aufgehört hat – wurde der in sich schon stark verfaltete Alpenkörper gegen die Vorlandsenke des Molassebeckens geschoben. Innerhalb der sogenannten Tonmergelschichten der Unteren Meeresmolasse wurde das ganze riesige darüberliegende Molasseschichtpaket abgesichert und an seinem Südrand aufgebogen. Die Molasseschichten unterhalb der Tonmergelerde, die gewissermaßen als Gleitfläche diente, blieben mehr oder weniger horizontal liegen und reichen heute scheinbar weit unter die Alpen; in Wirklichkeit wurde sie viele Kilometer von diesen überfahren. Im Westen, in der Schweiz und im Allgäu, wohin der Hebungs schwerpunkt während des Tertiärs gewandert war, wurde der aufgeschobene Molasserand noch selbst

zum Hochgebirge und so z. B. auch alte Schuttfächer einstiger Flüsse, die aus den damals aufsteigenden Alpen kamen, zu Gipfeln (der Napf bei Luzern, die Rigi am Vierwaldstätter See, der Hochgrat und das Rindalphorn im Allgäu).

Im Ostalpengebiet war der Andruck etwas schwächer, der Molassesüdrand wurde deshalb „nur“ zu großen Muldenzügen umgestaltet. Die Sättel zwischen den Mulden sind tektonisch ausgequetscht worden und inzwischen der Erosion zum Opfer gefallen; so liegen praktisch nur die Muldenzüge nebeneinander. Sie nehmen nach Osten zu an Zahl von vier auf einen sowie an der Anzahl der Gipfel ab; dieser Baustil endet etwa am Chiemsee. Dort ist, wie sonst nur noch vor der jeweils nördlichsten Mulde das Schichtpaket aufgerichtet und geht dann nach Norden zu in die Vorlandmolasse über. Man spricht (von S nach N) von der Faltenmolasse, der aufgerichteten Molasse und der Vorlandmolasse, bei der über weite Bereiche hinweg die Obere Süßwassermolasse die südbayerische Landschaft und somit auch den Unterlauf der Alpenflüsse – besonders den der Isar – bestimmt.

Im Zuge weiterer Hebungsvorgänge ist ab dem Pliozän auch das Molassebecken selbst gehoben und dabei seine oberen Schichtglieder z. T. abgetragen worden. Bis zum Beginn des Quartärs besteht also eine Sedimentationslücke. In dieser Zeit entstand aus dem einstigen Becken eine leicht gewellte Rumpflandschaft: das Tertiärhügelland.

Im Lauf des Tertiärs wanderte der Hebungs schwerpunkt der Alpen. Er lag zunächst in den Ostalpen um Salzburg. Die Flüsse dieses Raumes flossen im Molassebecken nach Westen und schließlich Südwesten, wo damals eine Verbindung zum alten Tethysmeer bestand. Infolge der Westverlagerung der stärksten Hebung in die Schweiz kehrte sich das Entwässerungsnetz nach Osten in die heutige Richtung um. Das heutige Donausystem ist also im jüngsten Tertiär angelegt worden und damit für ein Flußsystem sehr alt. Die Eiszeiten gestalteten dieses System zwar weitgehend um, änderten aber die Richtung auf das Schwarze Meer nicht mehr. Dem standen die nach wie vor wirkenden tektonischen Kräfte entgegen. Mit Sicherheit sind einzelne Abschnitte des heutigen Isarlaufes von verschiedenen

Vorgängern benutzt worden, die jetzige Isar ist ein Produkt der ausgehenden letzten Vereisung, der Würmeiszeit, wie alle Flüsse der Umgebung. Sie sind, gemessen an dem schon alten System, gewissermaßen bereits eine Enkelgeneration.

### 2.3 Entstehung der Flußläufe

Die klassischen vier Vereisungsperioden, die PENCK u. BRÜCKNER (1909) im Iller-Lech-Gebiet erkannten, machen etwa nur das letzte Viertel des gesamten Quartärzeitalters aus, dessen Dauer auf über 2 Millionen Jahre angenommen wird. Ein Zeitraum, innerhalb dessen erheblich mehr periodische Vereisungen stattfanden. Fünf bis sechs glaubt man anhand alter Sedimente im Alpenvorland unterscheiden zu können. Diese alten Schotter entstanden durch fließendes Wasser, von „normalen“ Flüssen während der Interglaziale, von Schmelzwässern während der Vereisungen, wobei der Rhythmus dahingehend interpretiert wird, daß während der Vereisungen im wesentlichen sedimentiert und während der Interglaziale mehr erodiert wurde und die Täler ausgestaltet wurden. Insgesamt tieften sich die Täler immer mehr ein, so daß heute eine Reliefumkehr vorliegt, d.h. die ältesten Sedimente liegen „oben“ (die Erosion ließ zumeist nur noch schmale Rücken davon stehen), die jüngsten – die Niederterrasse der Würmeiszeit – „unten“.

Im Lauf dieses Wechsels der Zeiten im Quartär entstand die tiefe und breite Rinne des unteren Isartales eingeschnitten in das weiche Tertiärmaterial. Angesichts der Ausmaße dieses Talzuges darf man nicht vergessen, daß dazu hunderttausende von Jahren zur Verfügung standen, für einen Fluß eine lange Zeit. Die in ihren einzelnen Phasen sehr schwierig zu deutenden Vorgänge der Erosion und Akkumulation, also des Einschneidens in das Tertiär beziehungsweise das Aufschütten und Wiedereinschneiden in die eigenen Sedimente in ständigem Wechsel haben zu vielen Hypothesen über die Ereignisse im Altquartär geführt. Ein Ur-Lech z. B., der zweifelsohne recht vital war, oder eine Ur-Loisach hätte die tiefe Isarfurche gegraben. Noch nicht befriedigend erklärt ist die unmittelbar östlich des Lechs mit der Paar einsetzende deutliche Wendung der Täler nach Nordosten und Osten, sie ist im Isartal besonders ausgeprägt (BADER 1982).

Aus alledem geht eines deutlich hervor: Der heutige Isarlauf, alles was gemeinhin als Isartal bezeichnet wird, ist in seiner Entstehung nicht einheitlich, er ist regelrecht zusammengestüekelt und das ist tektonisch wie quartärmorphologisch begründet. Dabei ist der untere Isarlauf, etwa von Freising an, das älteste vorgezeichnete Teilstück, weil dessen Anlage auf jeden Fall älter als die Würmeiszeit ist. Mindestens seit der Reißvereisung wird sie von den Schmelzwässern der Vorlandgletscher und den zwischeneiszeitlichen Flüssen als Rinne benutzt.

Mit dem Zurückweichen des würmeiszeitlichen Isar-Loisach-Vorlandgletschers beginnt die Geschichte des heutigen Isar-Flußsystems, rückschreitend wie das Eis. Aus den Schmelzwasserströmen der einzelnen Gletschertore ist es hervorgegangen: die Amper aus dem Lobus des Ammersee-Teilgletschers, die Würm aus dem des Starnbergersee-Teilgletschers, die Isar selbst, einer vielleicht schon vorgezeichneten Rinne folgend, südlich von München. Während der verschiedenen Vereisungsphasen der Würmeiszeit war großflächig im Alpenvorland die Niederterrasse geschüttet worden. Der Teilbereich im Münchner Raum wurde als die Münchner Schotterebene bekannt. Die dünnte nach Norden zu in ihrer Mächtigkeit allmählich aus. Moore konnten entstehen, vor allem dort, wo der Schotter infolge der Mächtigkeitsabnahme das Grundwasser nicht mehr zu fassen vermochte und die heute wegen der Moorkultivierung nicht mehr erkennbare Fontanilli-Zone sich bildete.

Im Spätglazial und noch bis in historische Zeiten hinein erfolgte die endgültige Ausräumung des Isartales südlich Münchens bis etwa Unterföhring. Der Ausräumung am Oberlauf ging eine Schuttfächerbildung am Mittel- und Unterlauf parallel, das heißt, ein Großteil des Materials wurde in Form sehr langgestreckter und für den Nichtfachmann schwer erkennbarer Schuttkegel wieder abgelagert.

Infolge des geringen Gefälles liegen diese Sedimentkörper flußabwärts von München mehr neben- als untereinander. Sie sind durch die menschliche Siedlungstätigkeit vielfach kaum noch selbst für den Fachmann unterscheidbar, haben jedoch flußmorphologische Auswirkungen. Unterhalb von Landshut z.B.

lag auf weite Strecken der Fluß im Naturzustand mit seinen Begleiterrassen etwas höher als der Talboden, weshalb große Moorflächen entstanden.

Wann genau das tiefe markante Isartal im Süden von München entstand, läßt sich nicht sagen, im wesentlichen ist ein Werk des ausgehenden Würmeiszeit. PENCK u. BRÜCKNER (1909) beschreiben das Profil, das an den Talhängen aufgeschlossen ist, sehr genau. Gut beschrieben ist die Situation auch bei MAYER und SCHMIDT-KAHLER (1997) sowie bei UNGER (1995).

Hinter den Endmoränenwällen des Würmvorlandgletschers staute sich zunächst das Schmelzwasser zu größeren Eisrandseen, die in dem Maß ausliefen, wie es im Spätglazial der Erosion gelang, die Wälle zu durchschneiden. Der Ur-Ammersee war etwa viermal so groß wie heute und auch der Starnberger See muß noch um einiges größer gewesen sein.

Bei Wolfratshausen bestand eine Zeit lang der von den Quartärforschern so benannte Wolfratshausener See, im Südwesten anschließend ein wesentlich größerer Ur-Kochelsee und zum Schluß im Gebirgsinnern mehrere fjordartige Seen, vor allem im Loisachtal. Man darf bei dieser Landschaft, die zunächst nur zögernd von der Vegetation wieder besiedelt wurde, ruhig ein wenig an Lappland denken, um eine Vorstellung von ihrem Aussehen zu bekommen.

Die inneralpinen und alpenrandnahen Täler, in die sich die Gletscher allmählich zurückzogen, wurden im Quartär (nicht nur durch die Gletscher der Würmeiszeit) stark übertieft, d. h. in Form von Trogtälern ausgehobelt und hunderte von Metern mit Seesedimenten, Sanden und Schottern, wahrscheinlich sehr verschiedenen Alters, wieder aufgefüllt. Die nächst jüngere Vereisungsperiode wird nicht immer wieder alles bis auf die Felssohle ausgeräumt haben. Im Loisachtal fand man über 400 m Sedimente, das Isarquertal zwischen Wallgau und dem Sylvenstein (im geologischen Sinne ein Längstal) ist über 100 m verschüttet. Die verschüttete Schlucht am Sylvenstein mit z. T. überhängenden Wänden wurde erst durch den Dammbau bekannt. Teilweise sind diese Talverfüllungen ergiebige Grundwasserträger (Loisachtal zwischen Garmisch-Partenkirchen und Eschenlohe).

Beim weiteren Rückzug der Gletscher begann, unterbrochen von verschiedenen Klimaschwankungen mit dem letzten Akt der Flußwerdung der Anschluß der Gebirgsbäche an den jeweils kräftigsten Vorfluter öfter erst, nachdem ein See aufgefüllt war. Insgesamt dürften die Flußsysteme einschließlich der Isar etwa in der Allerödzeit – 11.000 Jahre vor heute – vollständig entwickelt gewesen sein. Umgestaltungen durch Tiefen- und Seitenerosion (die oben erwähnten Schuttfächer und ihre Terrassierung im Mittel- und Unterlauf) fanden zwar weiterhin statt, gehören aber zum Bild des fließenden und damit gestaltenden Wassers.

Der größte Teil des Karwendelgebirges wird von Bächen entwässert, die der Isar tributär sind. Es ist mehr oder weniger eine Definitionsfrage, welchen Quellbach man mit dem Namen des Hauptflusses belegt. Bei der Isar hat er sich bei dem Bach eingebürgert, der vom Halleranger herabströmt, an der Kastentalalm in einer hohen Stufe herunterstürzt, um dann ein bereits tiefeingeschnittenes langes Tal bis zum Austritt aus dem Karwendel bei Scharnitz vorzufinden. Mit der gleichen Berechtigung könnte auch der gleich starke Karwendelbach Isar heißen oder dieser Name erst beim Zusammenfluß der beiden kräftigsten Quellbäche auftreten, denn erst ab hier ist der Fluß der Vorfluter für alle weiteren Bäche. Damit sind die wesentlichen Elemente der Entwicklung der Isar schon aufgezählt, wie sie sich ungefähr bis zum Mittelalter ergab.

## 2.4 Feststoffe und Feststoffherde

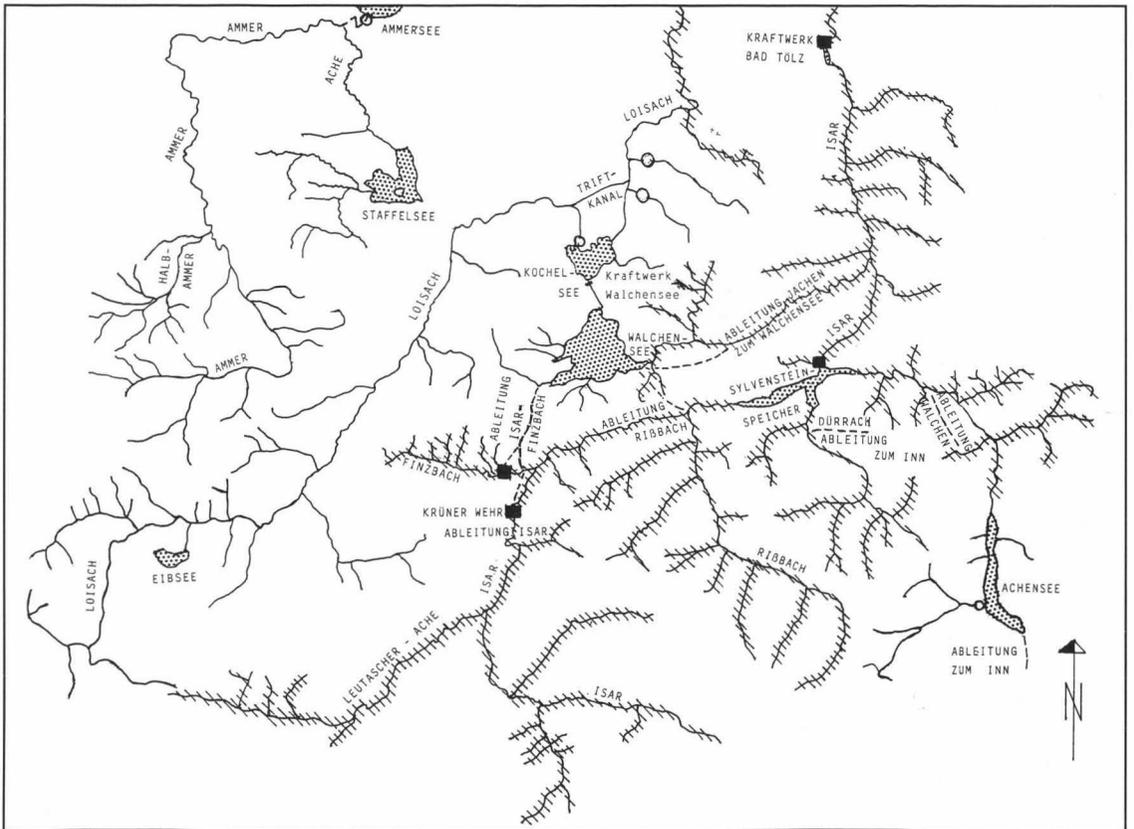
*Johann Karl*

Die Feststoffführung alpiner und alpin beeinflusster Fließgewässer setzt sich aus dem Geschiebe, den Schwebstoffen und dem Schwemmholz zusammen. Letzteres kann sich bei Hochwasser sehr störend bis zerstörend bemerkbar machen, wenn es an Engstellen und Brücken zu Verklausungen führt. Zerstörte Schutzdeiche und Brücken sowie Muren können dann verheerende Schäden zur Folge haben.

Die Schwebstoffe sind der feinkörnige Anteil der Feststoffe, der auch in langsam fließendem Wasser durch das Gleichgewicht der vertikalen Kräfte in Schwebe gehalten und in turbulentem Wasser über

größere Strecken transportiert wird. Bei hohen Fließgeschwindigkeiten können seine Korngrößen bis zu Sand reichen. Die Schwebstoffe in den rasch fließenden Gebirgsgewässern haben nur geringen Anteil an morphologischen Prozessen, wenn man von Sand- und Schluffablagerungen in strömungsarmen Abschnitten absieht. Die Herkunft der Schwebstoffe kann sehr unterschiedlicher Natur sein. Sie können aus dem Abtrag von Böden ebenso stammen, wie aus Schuttkörpern (Lockergesteinen) mit hohem Anteil an Feinmaterial. Ein quantitativer Zusammenhang zwischen Abfluß und Schwebstoffanteil ist nicht vorhanden, auch wenn Schwebstoff vor allem bei Hochwasser

transportiert wird. Er kann auch bei mittleren Abflüssen auftreten, wenn Gletscher oder kleine örtliche Ereignisse größere Mengen von Feinmaterial in den Vorfluter eintragen und dort eine starke Trübung verursachen, ohne den Abfluß stark zu vergrößern. Ein Teil der Schwebstoffe entstammt dem Abrieb des Geschiebes, der vor allem bei Hochwasser stattfindet. Die Anteile der verschiedenen Ausgangsmaterialien der Schwebstoffe läßt sich bei der Vielzahl der Herde – Böden, feinkörnige Sedimente, Gletschertrübe, Geschiebeabrieb – nur fallweise feststellen. Bei der Isar etwa, bleibt im Gegensatz zum Inn, die Gletschertrübe außer Betracht. (Abb. 2.1)



- Legende:
- geschiebeführende Fließgewässer ohne natürlichen Feststoffeintrag in die Isar
  - geschiebeführende Fließgewässer mit künstlich verhindertem Geschiebeeintrag in die Isar
  - Geschieberückhalt in natürlichen Seen und auf Schuttfächern
  - Geschieberückhaltung und/oder Geschiebeentnahme an Bauwerken

Abb. 2.1: Die geschiebeerzeugenden und -führenden Fließgewässer der Einzugsgebiete von Ammer, Loisach und Achensee liefern wegen der Geschieberückhaltung im Ammer-, Kochel- und Achensee von Natur aus kein Geschiebe in die Isar. Die verbleibende natürliche Geschiebefracht der Isar wird am Finzbach, an der Ausleitung in Krün (außer bei Hochwasser) und im Sylvensteinspeicher und am Kraftwerk Bad Tölz vollständig zurückgehalten.

Das Geschiebe wird in Korngrößen von Sand, Kies und Block gleitend, rollend und springend auf der Gewässersohle bewegt. Abgesehen von den kleinen Korngrößen findet der Geschiebetrieb bei Hochwasser statt. In Wildbachmuren kann der Anteil des Geschiebes bis zu einem Drittel des Abflusses betragen. Dabei werden in den Alpen Fließgeschwindigkeiten von mehr als 50 km/h erreicht und mehrere Kubikmeter große Blöcke über weite Strecken transportiert. Als Herkunftsorte des Geschiebes (Geschiebeherde) kommen im alpinen Einzugsgebiet der Isar sowohl jenseitliches (rezentes) Verwitterungsmaterial harter Kalke und Dolomite, als vor allem eiszeitlicher und nacheiszeitlicher Verwitterungsschutt unterschiedlichen Alters und Zusammensetzung infrage. Als rezente Geschiebeherde finden sich vor allem Steinschlagrinnen in Felsformationen, Erosionsrinnen in Schuttkegeln und vegetationslose Schutthalden. Die eiszeitlichen und frühnacheiszeitlichen Hangschuttkörper und Terrassen sind meist von Vegetation bedeckt und werden in Form von Erosionsrinnen, Ufer- und Feilanbrüchen vom Oberflächenwasser angegriffen und abtransportiert.

Neben diesen vom fließenden Wasser erzeugten Formen spielen die von Wasser am Hang ausgelösten Rutschungen als Geschiebeherde dort eine Rolle, wo die Rutschmassen unmittelbar in Fließgewässer gelangen, oder wo die vegetationslos gewordenen Rutschflächen von Oberflächenwasser erodiert werden. Eine Besonderheit der Mittleren Nordostalpen sind eiszeitliche Talverfüllungen, die während der Würmeiszeit von Talgletschern abgesperrt, mit Lockergesteinen verfüllt und nach dem Rückzug der Gletscher zertalt wurden. Diese jungen Täler weisen sehr instabile Flanken auf, die wegen ihrer wechselhaften Schichtung aus Kiesen, Sanden und Tonen gegenüber Hangwässern und erosiven Angriffen durch Oberflächenwasser sehr empfindlich sind und zu umfangreichen Translations- und Rotationsrutschungen und zu Uferanbrüchen neigen. Im Zusammenwirken dieser Instabilität mit hohen Niederschlägen entstehen in diesen Talverfüllungen bei Starkregen extreme Hochwasser mit der Gefahr von Muren (Abb. 2.3 - 2.8).

Zuletzt sei auf eine Gruppe von Geschiebeherden hingewiesen, die bei der Isar zunehmend an Bedeu-

tung gewonnen haben und gewinnen: Es sind die als Folge der Flußregulierungen und des Geschieberückhaltes in künstlichen Stauseen entstandenen Eintiefungsstrecken unterhalb der Stauhaltungen. Das dadurch gestörte Gleichgewicht zwischen dem Transportvermögen des fließenden Wassers und der Widerständigkeit der Flußsohle gegen Abtrag führt zu Sohleneintiefungen und letztlich zum gänzlichen Abtrag der Lockermaterialien. Wegen des vielerorts unter dem Kies liegenden tertiären Mergels, des Flinkes, kommt es dann zu Sohlendurchschlägen, die in der Isar bei Dingolfing zur raschen Entstehung eines 19 Meter tiefen Kolkes führten und die Errichtung von Stützkraftwerken erforderlich machten.

Der Geschiebehaushalt der Isar wird neben den Feststoffherden von der Durchgängigkeit des Flusses für Geschiebe bestimmt. Das heißt, davon, ob und wo das Geschiebe auf Dauer zurückgehalten wird. Dies kann auf Schuttkegeln ebenso der Fall sein wie in Seen; eine ähnliche Wirkung haben künstliche Stauräume, auch wenn sie gelegentlich gespült werden. Wie die Abbildung 2.1 zeigt, weist die Isar eine Reihe natürlicher Geschieberückhalteräume auf: Der Achensee hält das Geschiebe aus dem östlichen Karwendel zurück, im Kochelsee bleibt das Geschiebe der Loisach liegen, auf den Schuttkegeln des Loisachmoores (des ehemaligen Rohrsees) lagert sich das Geschiebe des stark geschiebeführenden Lainbaches und des Pessenbaches ab. Das Geschiebe der Ammer bleibt im Ammersee liegen.

Im ursprünglichen Zustand verblieb nur das aus dem oberen Isargebiet (mit Ausnahme des Einzugsgebietes des Achensees) stammende Geschiebe dem Fluß erhalten. Durch den Bau des Walchenseekraftwerkes und der damit verbundenen Isarableitung wird am Krüner Wehr das Geschiebe zurückgehalten und zum Teil gebaggert, der Hauptteil gelangt jedoch bei Hochwasser in das Unterwasser des Wehres, sodaß die Umlagerungsstrecke der Isar bis zum Sylvensteinspeicher nur wenig unter Geschiebemangel leidet. Gleiches gilt für das Geschiebe des aus dem bei Wallgau abgeleiteten, bei Hochwasser in die Isar einmündenden Finzbaches und für den bei Vorderriß mündenden Rißbach, dessen Mittelwasser ebenfalls zum Walchensee ausgeleitet wird; die Hochwasser transportieren jedoch das

Geschiebe ungehindert in die Isar. Der Sylvenstein-speicher hält allerdings das gesamte aus dem Oberlauf der Isar, sowie das von den Zubringern Dürrach und Walchen stammende Geschiebe auf Dauer zurück. Um die Verfüllung des Speicherraumes zu verzögern, wird das Geschiebe an der Stauwurzel des Sees in einer Vorsperre zurückgehalten und gebaggert. Zwischen dem Sylvensteinspeicher und dem Kraftwerk Bad Tölz münden zwar noch einige geschiebeführende Wildbäche in die Isar, die jedoch das durch den Sylvenstein-speicher verursachte Defizit nicht ausgleichen können. Ein Teil des im Stauraum des Kraftwerkes Bad Tölz liegendebleibenden Geschiebes wird gebaggert; neuerdings wurden auch Spülungen vorgenommen, deren Auswirkungen auf das Unterwasser jedoch nicht unproblematisch sind. In jüngster Zeit wurde Kies in die Eintiefungsstrecken bei Lenggries und in München am Föhlinger Wehr eingebracht. Die Wirkung dieser Maßnahmen auf die Stabilität der unterliegenden Strecken bleibt abzuwarten.

## 2.5 Geschiebezusammensetzung

*Joachim Mangelsdorf*

Die gesteinsmäßige Geschiebezusammensetzung eines Flusses spiegelt den geologischen Aufbau seines Einzugsgebietes nicht exakt wider. Die Gesteine bzw. auch Mineralkörner, wenn sie groß genug sind, um als Geschiebekorn zu gelten, besitzen sehr unterschiedliche Härtegrade und Zähigkeiten. Es gibt grobblockig verwitternde Gesteine, wie z.B. den Wettersteinkalk und solche, die sehr schnell zu feinen Stücken oder zu Grus zerfallen, dann aber u.U. längere Strecken transportiert werden können. Andere wiederum zerfallen sofort zu Sand und/oder Schwebstoffen. Sehr harte und schwer verwitterbare Gesteine wie Quarze, Radiolarite, bestimmte Basalte etc. reichern sich relativ auf dem Transportweg an, obwohl ihr Anteil am Aufbau des Einzugsgebietes verschwindend klein sein kann. Die Vollsotter und Quarzrestschotter des Tertiärhügellandes, die von tertiären Flüssen abgelagert wurden, sind z. B. ein mit derartigen festen Partikeln angereichertes Gestein, das seinerseits das Geschiebe der unteren Isar einseitig beeinflusste. Nicht unerheblich ist auch, ob der Fluß ein bestimmtes Gesteinsareal seines

Gebietes überhaupt direkt entwässert oder ob er bereits ausgesiebtes Material eines Seitenbaches erhält, ferner, ob der Zustrom permanent stattfindet oder wie bei manchen Schuttkegeln nur sporadisch.

Betrachtet man den Isarlauf unter diesen Aspekten, so werden schnell einige Zusammenhänge klar. Im Hochkarwendel herrscht der grobblockig verwitternde Wettersteinkalk vor, der im Wesentlichen von seitlichen Schuttkegeln und Sturzhalden unterhalb der großen Wände in das Bachbett gelangt. Durch die Leutacher Ache kommt eine Jurakalk- und -mergelkomponente aus einem kleinen Vorkommen in der südlichen Wettersteinwand hinzu. Im Talzug zwischen Wallgau und dem Sylvenstein mischt sich ein deutlicher Anteil von Plattenkalk und vor allem Hauptdolomit hinzu, der von dieser Strecke an, zusammen mit härteren Kalken verschiedenster Art die Charakteristik des Geschiebebandes bis unterhalb Münchens bestimmt. Interessant ist das Geschiebe des Reißbaches, der theoretisch einen Querschnitt durch alle im Karwendel vorkommenden Gesteinsarten bringen könnte, aber doch einige Schwerpunkte aufweist, wie z. B. Juragesteine aus dem Johannestal und vom Leckbach. Die Geschiebezufuhr zur Isar ist infolge der Reißbachableitung zum Walchensee sehr zurückgegangen. Material aus Talverfüllungen bringt der Fischbach, der von der Ableitung nicht betroffen ist. Die Menge ist jedoch meist nicht sehr groß.

Die Dürrach würde Hauptdolomit, Plattenkalk und etwas Jura- und Kreidekalke beisteuern, die aus der rezenten Verwitterung stammen, wenn nicht unterhalb der Ludernwände auf der Lerchkogelalm eine Talverfüllung wäre, die eine kräftige eiszeitliche Komponente hinzufügt. Die Walchen, der natürliche Auslauf des Achensees, zum Isargebiet gehörend, bringt keine neuen Anteile.

Weitere Geschiebestöße kommen aus einigen Seitenbächen (z. B. Hirschbach), die von den Tegernseer Bergen, sowie nördlich von der Benediktenwand herabfließen. Die linksseitige Jachen, der natürliche Auslauf des Walchensees, ist relativ geschiebearm. Durch den Hirschbach mischen sich Fleckenkalke und Mergel bei, so daß der dominierende Hauptdolomit vorübergehend etwas zurücktreten muß. Bei Bad Tölz tre-

ten die härteren Kieselkalke einiger Flyschschichten, ferner Sandsteine, sowie von der Faltenmolasse einige wenige Kalke, Sandsteine und Silikatgesteine hinzu. Nunmehr, nachdem der Fluß die Berge verlassen hat, macht sich der Abrieb, die Selektion nach der Härte, deutlicher bemerkbar. Der feinstückig verwitternde Hauptdolomit und härtere Kalke halten lange Strecken aus, ein kleiner, aber deutlicher Anteil an Kieselkalken, Hornsteinkalken und Radiolariten (verkielten Diatomeenpanzerchen) ist ab Tölz festzustellen.

Der im Urzustand die gesamte Teilbreite im tiefen Tal zwischen den Endmoränenwällen bei Schäflarn und München einnehmende Fluß hat die im Spät- und Postglazial entstandenen steilen Wände immer wieder angegriffen. Die bis in die Molasse (Flinz) hineinreichende Talfurche lieferte teilweise Geschiebe aus den darüber liegenden quartären Terrassenschottern und überwiegend Schwebstoffe aus dem tertiären Flinz, zuweilen auch von dort feinstückiges Geschiebe. Aus dem Hin- und Herpendeln der Isar ergaben sich zahlreiche Uferanbrüche. Große Gesteinspartien quartärzeitlicher Nagelfluh sind zeitweilig herabgebrochen und in den Fluß gestürzt. Der Georgenstein ist nur ein Beispiel dafür. Auch heute sind die Hänge in dem Talabschnitt nicht zur Ruhe gekommen. Ständig rutschen ganze Hangteile als mächtige Translationsrutsche ab. Gleitfläche ist der grundwasserführende tertiärzeitliche Flinz, der über der heutigen Talsohle austritt. In diesem Bereich trifft man allenthalben auf fossile Rutschungen. Die Vermischung des Geschiebes wird in diesem Teilstück etwas bunter. Die Selektion arbeitet bis zum Beginn des Tertiärhügellandes aber wieder in Richtung auf harte Kalke, Dolomite und wenige Kieselkalke.

Erst im Unterlauf, etwa bei Landshut, macht sich eine neue Komponente bemerkbar. In dieser Strecke treten wiederholt Quarzschotter und der sogenannte Vollsotter der Oberen Süßwassermolasse in Erscheinung. Das sind aus den Alpen stammende, im jüngsten Tertiär (Pliozän) von Südosten nach Nordwesten und Westen gerichtete Schüttungen starker Flüsse. Von hier ab bestimmen Quarze, Quarzite und andere Silikatgesteine, die aus den Zentralalpen stammen, das Geschiebebild bis zur Mündung in die Donau. Kalke

und Dolomite verschwinden bis auf einen Anteil von rund 20%, da die härteren Gesteine die weicheren zerreiben. Diese Wirkung scheint im Spät- und Postglazial nicht so stark gewesen zu sein, da in den älteren Terrassen der Anteil karbonatischer Gesteine noch stärker ist als im rezenten Flußgeschiebe.

Infolge der zahlreichen technischen Einbauten ist das Geschiebeband heute weder vollständig was die einzelnen Gesteinskomponenten, noch was die Materialzufuhr allgemein betrifft. Die Selektion wird damit, je nach Situation komplizierter oder findet nur noch unvollkommen statt.

## 2.6 Literatur

- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft; Hrsg. (1975-1994): Hydrographisch-morphologische Karte der Bayerischen Alpen 1:25000. 54 Blätter. München.
- Bayerisches Geologisches Landesamt (1959 ff.): Geologische Karte von Bayern 1:25.000; Blätter 8533, 8633 Mittenwald (1966); 8433 Eschenlohe (1976); 8434 Vorderriß (1993); 8335 Lenggries (1991); 8134 Königsdorf (1969); 8034 Starnberg-Süd (1987); 7934 Starnberg-Nord (1987); 7736 Ismaning (1964); 7636 Freising-Süd (1959); 7636 Freising-Nord (1962); 7439 Landshut-Ost (1973). Geologische Karte von Bayern 1:50.000; Blätter L 7934 München (1995); L 7538 Landshut (1991); L 7342 Landau (1983). München.
- Bunza, G. (1982): Systematik und Analyse alpiner Massenbewegungen. In: Geologisch-morphologische Grundlagen der Wildbachkunde. Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft. 2. Aufl., H. 17. S. 1-84. München.
- Bunza, G. und Karl, J. (1975): Erläuterungen zur hydrographisch-morphologischen Karte der Bayerischen Alpen 1:25.000. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft (Hrsg.) Sonderheft. 68 Seiten. München.
- Deutsches Institut für Normung (1985): Deutsche Norm DIN 19663 Wildbachverbauung, Begriffe, Planung und Bau. 27 Seiten. Beuth Verlag Berlin.
- Jerz, H.; Schauer, Th. und Scheurmann, K. (1986): Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Gebiet der Ascholdingen und Pupplinger Au. Jahrb. d. Vereins z. Schutz d. Bergwelt. 54. S. 87-151. München.
- Karl, J. und Mangelsdorf, J. (1975): Die Wildbachtypen der Ostalpen. Interpretent 1975, Innsbruck. Bd. 1. S. 397-406. Forschungsgesellschaft für vorbeugende Hochwasserbekämpfung (Hrsg.) Klagenfurt.

- Karl, J.; Mangelsdorf, J. und Scheurmann, K. (1975): Der Geschiebehaushalt eines Wildbachsystems, dargestellt am Beispiel der oberen Ammer. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen. 19. M. 5. S. 121-132. Koblenz.
- Mangelsdorf, J. und Scheurmann, K. (1980): Flußmorphologie. Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. 259 Seiten. R. Oldenbourg Verlag. München.
- Meyer, R. und Schmidt-Kahler, H. (1997): Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München. Wanderungen in die Erdgeschichte (8). Verlag Dr. Friedrich Pfeil. München.
- Penk, A. und Brückner, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. I. Leipzig
- Scheurmann, K. (1983): Flußgeschichte. In: Ökotechnische Modelluntersuchung Untere Isar. Bayer. Landesstelle f. Gewässerkunde (Hrsg.). S. 38-45. München.
- Unger, H. (1995): Geologische Karte von Bayern. 1:50.000. Blatt L 7934 München. Bayer. Geologisches Landesamt (Hrsg.). München.

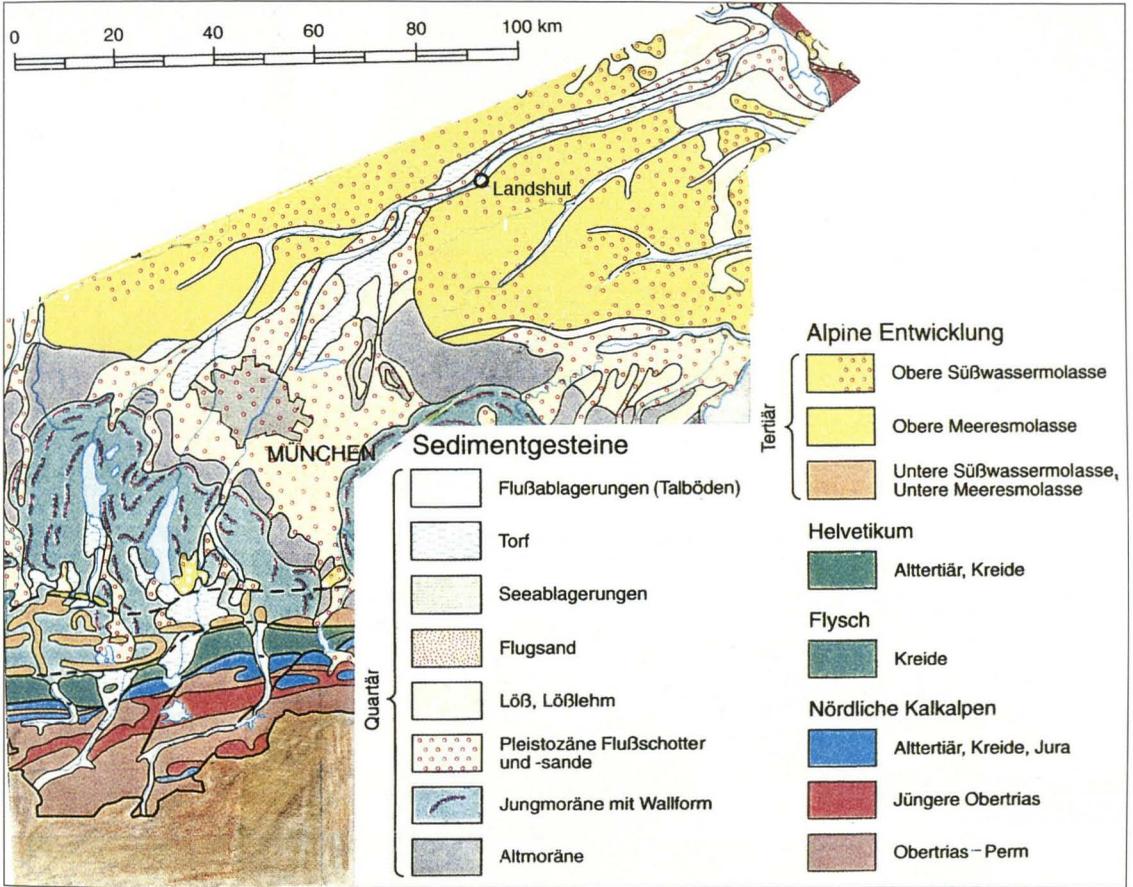


Abb. 2.2: Geologische Übersicht der Niederschlagsgebiete von Amper, Loisach und Isar.



Abb. 2.3: Die feinkörnigen Schwebstoffe stammen in den Alpen großteils aus Rutschungen in Böden und stark verwitterten Gesteinen.



Abb. 2.4: Die Schwebstoffführung von Wildbächen bei Starkregenereignissen wird besonders deutlich, wenn sie in Bäche einmünden, die nicht von solchen Ereignissen betroffen sind.



Abb. 2.5: Uferanbrüche sind häufige Feststoffereide für Geschiebe.



Abb. 2.6: Sehr ergiebige Feststoffherde sind Rotationsrutschungen in eiszeitlichen Schuttablagerungen. Sie können bei Hochwasser zu katastrophalen Vermurungen beitragen.



Abb. 2.7: Im Einzugsgebiet der Isar finden sich in den Wildbächen Korngrößen des Geschiebes von Sand bis zu Blöcken.



Abb. 2.8: Das hier an einer Wildbachsperre gefahrlos aufgefangene Wildholz könnte an Brücken und Engstellen durch Verkläusung schwere Schäden verursachen.

### 3 Flußgeschichte und Gestaltungsvorgänge

*Karl Scheurmann*

Die Gestaltungsvorgänge der Isar haben wie bei allen anderen Flüssen alpinen Ursprungs zweierlei Ursachen: Die natürlichen Kräfte der Bettbildung durch Abtragung und Aufschüttung und die menschlichen Eingriffe in das Flußsystem. Beide unterscheiden sich vor allem darin, daß die natürliche Bettbildung langsam voranschreitet, um den Aufriß des Flusses in einen Beharrungszustand zu überführen, während das Wirken des Menschen sich in kurzfristigen Änderungen des Flußregimes äußert. Trotzdem ist es nicht immer möglich, klar zu erkennen, wo augenfällige Umbildungen ihren Ursprung haben, weil sich die Spuren der ältesten Bemühungen unserer Vorfahren der Wassernot zu wehren, oft im Dunkel der Vergangenheit verlieren.

Von einem Beharrungs- oder Gleichgewichtslängsprofil spricht man, wenn sich im freien Spiel der Kräfte ein dynamischer Gleichgewichtszustand zwischen der Schleppspannung des fließenden Wassers und den Widerständen der beweglichen Sohle eingestellt hat. Mit anderen Worten: Abgesehen von Verlusten durch den Abrieb der Kieskörner halten sich Geschiebezu- und Abfuhr in einem Flußabschnitt über längere Zeit die Waage. Mit Recht werden deshalb Flüsse oder Teile davon mit ausgeglichenem Geschiebehaushalt auch als Umlagerungsstrecken bezeichnet.

Von einigen Ausnahmen abgesehen – etwa der Fallerkamm – darf der gesamte alte Isarlauf auf bayerischem Boden als Kette von Umlagerungsstrecken angesehen werden. Wie haben wir uns ihr ursprüngliches Erscheinungsbild vorzustellen?

Es gab nirgends ein begrenztes Bett mit starren Ufern. In vielen Rinnen zerspalten durchzog die Isar das Gelände und verlagerte bei jeder Anschwellung ihren Lauf. Während eine Rinne zugeschüttet wurde, bahnte sich das Wasser seitlich einen neuen Weg, bis das nächste Hochwasser auch diesen wieder verkümmern ließ und eine andere, vorher unbedeutende Rinne zum Hauptarm erweiterte. Dazwischen waren meist vegetationslose und in dauerndem Umbau begriffene Kiesbänke eingestreut. Spärliche Ansätze einer Begrünung der Kiesbänke wurden von Hochwässern

immer wieder abgeräumt. Es gab kein Flußbett im heutigen Sinn, sondern die Isar beanspruchte zum Abfluß einen Geländestreifen mit wechselnder Breite, innerhalb dessen sich ein verzweigtes und ständigem Wandel unterworfenes Flechtwerk von Rinnen entfaltete. Dort, wo nicht die seitlich einfallenden Hänge dem Wasser seine Grenze setzten, waren die blanken Kiesflächen meistens von beiderseitigen Auwaldgürteln unterschiedlicher Tiefe begleitet. Kurzum, die Isar zeigte das typische Bild eines alpinen Wildflusses, der sein breites Kiesbett bei Niedrigwasser nur zum kleineren Teil ausfüllte.

Der Kampf gegen die Gewalt des Wassers reicht bis in die Zeit der ältesten Talbesiedlungen zurück, freilich mit bescheidensten Mitteln, denen nachhaltige Wirkungen versagt blieben. Es gab auch kein Planungskonzept, sondern jeder war nur auf seinen unmittelbaren Vorteil bedacht. Welche Streitigkeiten daraus erwachsen konnten, sei an einem Beispiel aufgezeigt, das A. v. Riedl (1806) mitteilt:

„Gleich unterhalb dem Dorfe Bogenhausen fieng sich die zum aufgelösten Hochstifte Freysing gehörige Grafschaft Ismaning an. Das linke Land gehörte dort zu Baiern, das rechte aber zu Freysing. Die Ismaninger benutzten jede Gelegenheit, den Fluß zu ihrem Vortheile zu leiten; sie verbauten jede noch so kleine Rinne gleich anfangs mit sogenannten Fischerzäunen, oder kleinen Verlegen, die oft große Wirkung machten. Sie warfen dadurch den Fluß um so leichter auf die bayerische Seite, als er daselbst ohnehin niederes Land hatte. Hieraus entstanden große Zwiste; ja es kam sogar zu Thätlichkeiten.

Von Seiten Baierns geschahen Repressalien, und wo sich nur eine günstige Gelegenheit darboth, den Ismaningern Abbruch oder Schade zu tun, so geschah es ohne allem Anstande und Verzuge. So wurde der Fluß von der einen auf die andere Seite geworfen. Auf ein wahres Bau-System wurde nirgend gesehen. Die Unterthanen waren aufeinander, wie es bey solchen Fällen allezeit ist, zu sehr verbittert, und jede Regierung unterstützte ihre Unterthanen, so viel es nur immer möglich war. Diese Verwirrung dauerte bis 1718, wo endlich eine Übereinkunft zwischen beyden Regierungen getroffen, die Fluß-Direktion für die beyden Länder

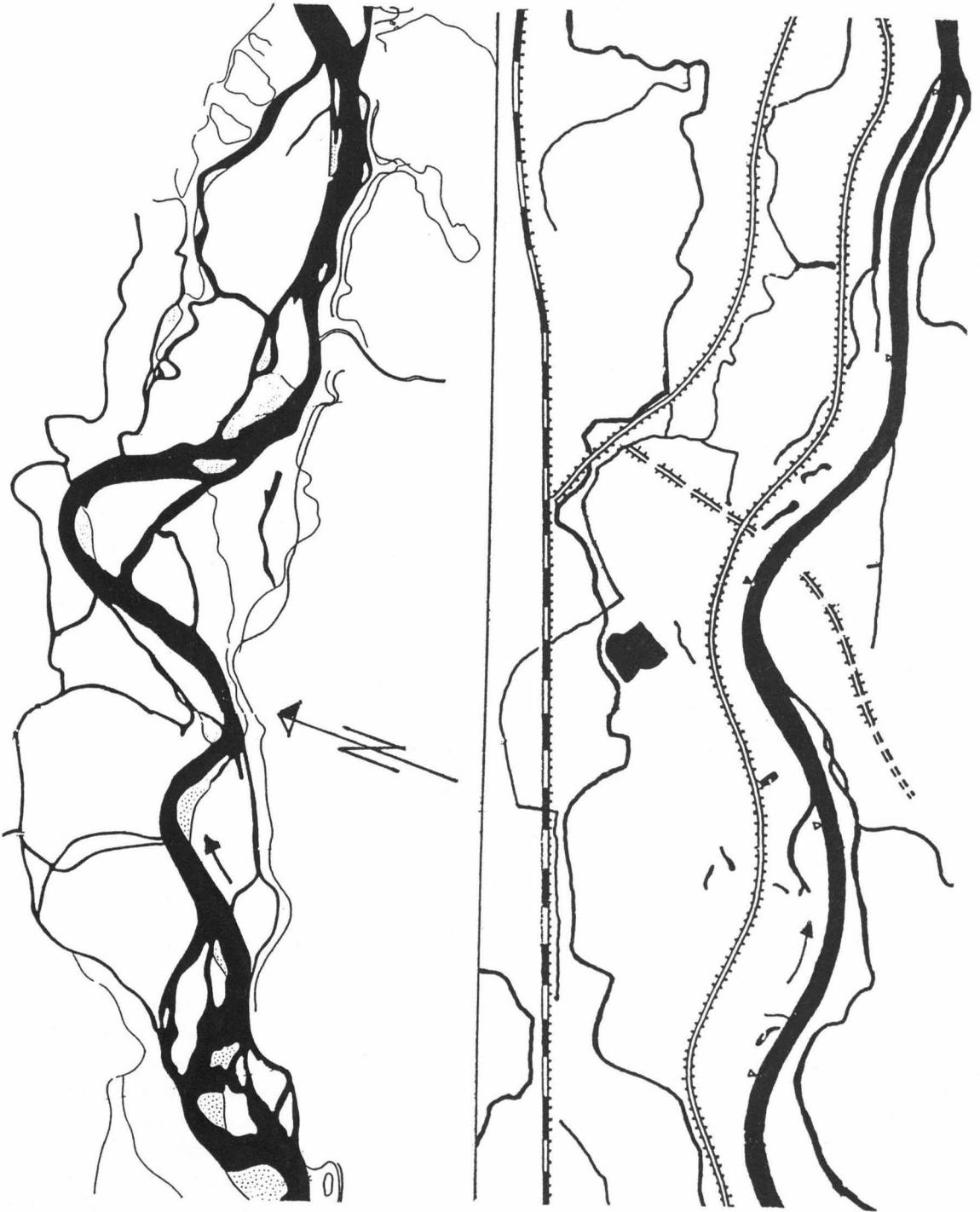


Abb. 3.1: Die Isar im Bereich der Stützkraftstufe Landau, links Zustand vor der Regulierung (Stand 1812-1827), rechts Zustand nach der Regulierung (Stand 1982). Quelle: Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 1983.

festgesetzt, und die Direktions-Säulen errichtet wurden ... Auf diese Art hatte die Übereinkunft nicht im mindesten den erwünschten Erfolg; im Gegentheile entstanden Uneinigkeiten über Uneinigkeiten; die beyden Regierungen konnten sich nicht vergleichen, und die Sache kam sogar zu einem weitschichtigen und kostspieligen Prozesse beim Reichskammergerichte.“

Der Streit fand erst sein Ende, nachdem das Gebiet des Hochstifts Freising bei der Säkularisation an Bayern gefallen war.

Wachsende Einwohnerzahlen und gesteigerte Verkehrsbedürfnisse gaben im 19. Jahrhundert den Anstoß zur systematischen Korrektur der geschleife-führenden Flüsse. Es begann allenthalben ein Kampf gegen die Natur, aus dem der Mensch, der sich der Technik verschrieben hat, als Sieger hervorgehen sollte. Gestützt auf die Wassergesetze von 1852 sah es der bayerische Staat als seine Aufgabe an, Flüsse zu regulieren und Hochwasserschutzbauten zu errichten. Damit nicht genug. Um die Wende zum 20. Jahrhundert trat ein Wirtschaftszweig auf den Plan, der den Flüssen nachhaltig seinen Stempel aufdrückte: Die Wasserkraftnutzung. Die Isar mit 637 m Rohfallhöhe vom Eintritt nach Bayern bis zur Mündung erschien von Anfang an für eine Wasserkraftgewinnung besonders geeignet.

Verfolgen wir in groben Zügen die Geschichte des Isarausbaues bis zur Gegenwart und seine Auswirkungen.

### 3.1 Von den Quellen bis Bad Tölz

(siehe Abbildungen 3.6 - 3.12)

Von den Quellen bis über Scharnitz hinaus blieb die Isar außer einigen Uferschutzbauten zur Sicherung der Bundesstraße 2 bis heute im wesentlichen sich selbst überlassen. Abgesehen davon, daß sich der Stromstrich bevorzugt an das befestigte rechte Ufer anlegt, ist die Isar in diesem Abschnitt noch von ihrer natürlichen Flußentwicklung geprägt.

In der Mittenwalder Flur reichen die ersten Ansätze der Isarkorrektur bis 1859 zurück (K: BAY. STAATSMIN. 1888). Sie war notwendig geworden zum Schutz

von Kulturflächen, Verkehrswegen und Siedlungen. Nach langen Zeitabständen folgten später weitere Bauabschnitte, nicht zuletzt veranlaßt durch die lebhaftere Bautätigkeit im einstigen Überschwemmungsgebiet. Die Linienführung des 1939 fertiggestellten Unternehmens ist bei rd. 9,4‰ mittl. Wasserspiegelgefälle so gestreckt, daß sich alsbald Sohleneintiefungen einstellten. Vor einigen Jahren erwies es sich als notwendig zum Schutz gegen rückwärts einschneidende Tiefenerosion oberhalb von Mittenwald drei Absturzbauwerke zu errichten.

Auf unserer Wanderung flußabwärts treffen wir ca. 5 km unterhalb Mittenwald auf das 1919-21 erbaute Krüner Wehr, dem die Aufgabe zufällt, der Isar bis 25 m<sup>3</sup>/s Wasser zu entziehen und zum Walchensee überzuleiten. Die Bestrebungen, den rd. 200 m betragenden Höhenunterschied zwischen Walchen- und Kochelsee zur Wasserkrafterzeugung auszunützen, gehen schon auf die 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück. Da das natürliche Niederschlagsgebiet des Walchensees nur 74 km<sup>2</sup> umfaßt, hätte das Walchenseewerk ohne Wasserzugabe aus der Isar keine wirtschaftliche Leistung erbracht; das Einzugsgebiet des Sees mußte also künstlich vergrößert werden. Nachdem der Plan bekanntgeworden war, setzte ein heftiger Kampf gegen das Projekt ein, nicht allein weil seine Rentabilität bestritten wurde, sondern auch weil man glaubte, dem Fremdenverkehr würde wegen Verlusten an Naturschönheit das Wasser abgegraben werden. Ungeachtet aller Einwendungen wurde der Plan ins Werk gesetzt und 1923 floß erstmals Isarwasser über die Turbinen in den Kochelsee und in die Loisach (HEINDEL 1936).

Angesichts der mißlichen Wirtschaftslage nach dem Ersten Weltkrieg wird niemand Nutzen und Zweckmäßigkeit des seinerzeit als technische Pionierleistung gefeierten Walchenseewerks ernsthaft in Frage stellen. Dennoch darf nicht übersehen werden, daß der Eingriff in das Flußsystem nicht ohne schmerzliche Folgen für die Gestaltungsvorgänge der Isar bleiben konnte (ERTL 1948). Hervorstechendes Merkmal der Ableitung waren bis 1995 die weiten, den größten Teil des Jahres trockenliegenden Kiesflächen im Isarbett unterhalb des Krüner Wehres. Da der Isarabfluß im lang-

jährigen Mittel 25 m<sup>3</sup>/s nur an rd. 50 Tagen überschreitet, gelangte an durchschnittlich rd. 315 Tagen des Jahres – von Sickerverlusten abgesehen – kein Wasser über das Wehr. Seit 1990 werden jedoch im Sommer 4,8 m<sup>3</sup>/s und im Winter 3,0 m<sup>3</sup>/s in das trockengefallene Isarbett zurückgeleitet. Damit ist zumindest ein ständiger Abfluß gegeben, der durch die bereits vorhandenen Zuflüsse verstärkt wird. Grob gesprochen verteilt sich die ankommende Jahresabflußsumme der Isar bei Krün im Verhältnis 2:1 auf die Walchenseeüberleitung und das Mutterbett.

Infolge des verminderten Abflusses ist die Isar nicht mehr im Stande, die im Jahresmittel ankommenden Geschiebmassen von rd. 30.000 m<sup>3</sup> wie früher flußabwärts zu verfrachten. Zwar wird der Stauraum des Krüner Wehres immer wieder freigespült, doch ist im Unterwasserbereich das Transportvermögen soweit erschöpft, daß schätzungsweise die Hälfte der Geschiebefracht anlandet und durch regelmäßige Baggerung beseitigt werden muß.

Etwa 15 km unterhalb des Krüner Wehres mündet der Rißbach in die Isar. Schon im Regierungsprojekt des Walchenseewerkes von 1913 war vorgesehen, Rißbachwasser gemeinsam mit der Isar vom nicht ausgeführten Hochgrabenwehr rd. 5 km oberhalb Vorderriß in den Walchensee überzuleiten. Aber erst die Energieknappheit nach dem Zweiten Weltkrieg gab den Anstoß, die Pläne zur Ausnützung des Rißbaches wieder aufzugreifen; hatte doch der Alliierte Kontrollrat den Neubau von Kraftwerken untersagt und mit dem Rißbachwasser konnte die Leistung des Walchenseewerkes ohne Aufstellung neuer Maschinen beträchtlich gesteigert werden. Aber auch Österreich trat mit dem Plan hervor, den Rißbach, die Dürrach und die restliche Walchen – ein Teil wird bereits seit 1927 abgezogen – zum Achensee überzuleiten. Nach langwierigen Verhandlungen kam am 29. 6. 1948 ein Übereinkommen zustande, in dem Österreich auf die Ableitung des Rißbaches verzichtete und sich mit dem Wasserbezug aus den österreichischen Teilen des Dürrach- und Walchengebietes begnügte mit der Einschränkung, an 75 Tagen des Jahres kein Wasser zu entnehmen, solange Bayern kein Speicher an der oberen Isar zur Verfügung steht (SCHMOLZ 1949). Die größte Entnahme ist

auf 12 m<sup>3</sup>/s begrenzt. Dieser Abfluß wird seit der Inbetriebnahme 1949 im Mittel an 93 Tagen unterschritten.

Das Bett der Isar unterhalb der Rißbacheinmündung ist deshalb den größeren Teil des Jahres arm an Wasser. Dabei ist zu berücksichtigen, daß zufolge des geschwächten Transportvermögens des Rißbaches seit der Walchenseeüberleitung weniger Geschiebe als früher in die Isar gelangt. Der Mündungsbereich trägt jedoch kaum Anzeichen eines Geschiebedefizits, weil ja die Isar selbst nicht mehr über das ehemalige Transportvermögen verfügt.

Wir nähern uns der Sylvensteinsperre, einem Bauwerk, das die Bettgestaltung der Isar nachhaltig prägt. Wegen der Ableitungen des Rißbaches, der Dürrach und der Walchen war der Isarabfluß bis Wolfratshausen so geschwächt, daß eine künstliche Zufuhr bei Wasserklemmen unumgänglich wurde. Der Bayer. Landtag billigte am 15. Januar 1954 den Plan der Obersten Baubehörde, am Sylvenstein einen Wasserspeicher zu errichten. Neben der Niedrigwasseraufbesserung hat die 1959 fertiggestellte Anlage die Aufgabe, das gesamte Isartal bis zur Donau wirkungsvoll von Hochwasser zu entlasten. Außer dieser doppelten Zweckbestimmung bot sich die Gelegenheit, die entstehende Höhenstufe zwischen Stauspiegel und Unterwasser zur Erzeugung elektrischen Stromes in einem Kavernenkraftwerk mit 12,5 m<sup>3</sup>/s Ausbauwassermenge sozusagen als Nebenprodukt zu nutzen (KRAUSS 1958).

Auf Grund der Gesamtkonzeption wird im Speicher ein Normalstau mit 752 m ü. NN Wasserspiegelhöhe gehalten, bei der rd. 420 ha Fläche vom Wasser bedeckt sind. Im Winter kann der Wasserstand zur Niedrigwasseraufbesserung der Isar bis 736 m ü. NN abgesenkt werden. Bei Hochwasser hingegen kann bis zur Kote 764 m ü. NN gestaut werden, das ist 2 m unter der Krone des etwa 40 m hohen Erddammes. Im Zustand voller Füllung faßt der Speicher etwa  $82 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> Wasser, wobei sich der See über ca. 560 ha Fläche ausdehnt.

Im Bereich der Stauwurzel, also der Zone des Übergangs zwischen freier Fließstrecke und dem zum See

gestauten Fluß, erschöpft sich die Transportkraft rasch, so daß das Geschiebe liegenbleibt und sich selbst überlassen einen flachen, fächerartigen Schwemmkegel bilden würde. Um die Ablagerung auf einen möglichst eng begrenzten Raum zusammenzufassen, wurde an der Stauwurzel eine niedrige Vorsperre errichtet, die den Hauptteil des ankommenden Isargeschiebes zurückhält. Damit die Vorsperre ihren Zweck ständig erfüllen kann, muß der ihr vorgelagerte Auffangraum regelmäßig ausgeräumt werden. Nach den Erfahrungen der letzten Jahre handelt es sich im Mittel immerhin um ca. 60.000 m<sup>3</sup>/a Geschiebezulauf. Im Gegensatz zum grobkörnigen Geschiebe wandern die Schwebstoffe weit in den Stausee hinein und setzen sich dort in Zonen ruhiger Wasserbewegung ab. Die Schwebstofffracht kommt beim Sylvensteinspeicher ungefähr der des Geschiebes gleich. Vorausgesetzt, der Verlandungsfortschritt bliebe immer gleich, ergibt sich eine theoretische Lebensdauer des Sylvensteinspeichers von rd. 500 Jahren (BAUER 1968).

Da die Isar den Speicher völlig geschiebefrei verläßt, ist ihr Transportvermögen ungesättigt. Um es wieder auszulasten, entnimmt sie Feststoffe aus der Flußsohle und gräbt sich dabei langsam ein. Diese Tiefenerosion wird durch die Auswirkungen von Teilregulierungen zwischen Fall und Bad Tölz noch verstärkt, die im wesentlichen zwischen den beiden Weltkriegen nach unterschiedlichen Baugrundsätzen und mit oft wenig glücklicher Hand ausgeführt worden sind. Der ganze Abschnitt ist heute durch Sohleneintiefungen gekennzeichnet.

### 3.2 Von Bad Tölz bis München-Bogenhausen

(siehe Abbildungen 3.13 - 3.20)

Die Stadt Bad Tölz betreibt seit 1961 bei Fl. km 199,0 ein Laufkraftwerk mit 30 m<sup>3</sup>/s Ausbaumengen. Die Anlage bewirkt keine Veränderungen des Isarabflusses, greift aber stark in den Geschiebehaushalt ein. Der größte Teil der aus dem 25 km langen Abschnitt zwischen Sylvensteinsperre und Bad Tölz stammenden Geschiebemassen – gleichgültig ob es sich um erodierten Kies aus der Flußsohle oder um den Feststoffeintrag der Seitenbäche handelt – wird im Stauraum des Kraftwerks festgehalten und muß regelmäßig

gebaggert werden. Unterhalb der Anlage wiederholt sich deshalb ein ähnlicher Vorgang wie in der Strecke zwischen Sylvensteinsperre und Bad Tölz: Die zunächst geschiebefreie Isar entnimmt dank ihrer überschüssigen Energie Feststoffe dem eigenen Bett. Die Eintiefung schreitet allerdings langsam voran, weil mehrmals steil gestellte Molasseriegel die Isar kreuzen, die dem Tiefenschurf Widerstand entgegensetzen. Ohne besonderen Einfluß auf die Bettbildung sind kleinere Teilregulierungen bei Unterleiten und Tattenkofen zwischen 1911 und 1938 geblieben.

Unterhalb der Tattenkofer Brücke (Fl. km 187,3) beginnt die Ascholdinger und Pupplinger Au, ein Gebiet, das vor einigen Jahrzehnten noch zu den letzten, von Menschenhand kaum berührten Wildflußlandschaften des bayerischen Oberlandes gezählt werden durfte. Das breite Flußbett war von vielen Einzelarmen und Rinnen durchzogen, die sich netzartig verzweigten, und nach kurzem Lauf wieder vereinigten. Dazwischenliegende Kiesbänke wurden bei Hochwässern oft mehrmals im Jahr überschwemmt und umgelagert.

Die hohe Dynamik dieses Systems ist nicht zuletzt auf seine erdgeschichtlich junge Entstehung zurückzuführen. Wo sich heute die Auen erstrecken, bildete sich nach dem Eistrückzug der Würmvereisung der von Bächen gespeiste sogenannte Wolfratshausener See. Sein Ausfluß wird im Endmoränenbogen bei Schäftlarn angenommen. Ein voreiszeitlicher Isarlauf, der gegen Schäftlach zog und sich unter den Moränen des Tölzer Lobus über Holzkirchen nach Nordosten fortsetzte, fand nach der letzten Vereisung sein verschüttetes Bett nicht wieder, sondern eröffnete sich nach einigen Durchbrüchen einen Zugang zum See. Da der Schäftlarn Moränenbogen dem verstärkten Wasserrand nicht standhielt, lief der See alsbald aus. Schließlich bildete die Isar ein verzweigtes Bett zwischen Terrassen unterschiedlicher Höhe.

Der Urzustand ist heute an keiner Stelle mehr anzutreffen. Erste Wasserbauten zur Sicherung der Marienbrücke bei Puppling gehen bis auf das Jahr 1854 zurück. Später öfters beschädigt und ergänzt, entstand mit der Zeit in der sogenannten Pupplinger Regelung auf über 2 km Länge ein völlig gerades und nur 45 m breites Flußbett mit kräftiger Eintiefungstendenz. Ein

grundlegender Gestaltwandel der übrigen Auenlandschaft wurde jedoch erst mit den Großwasserbauten im Isaroberlauf und den daran anknüpfenden Regimeänderungen eingeleitet. Ohne auf Einzelheiten der verwickelten Bettbildungsgesetze einzugehen, seien lediglich die zwei Hauptursachen herausgestellt, die für den Zusammenbruch der den Flußcharakter bestimmenden Geschiebeumlagerung verantwortlich sind: Der ungenügende Geschiebezulauf und das Ausbleiben großer Hochwässer. Trotz der Minderung des mittleren Jahresabflusses oberhalb der Mündung des Loisach-Isarkanals auf etwa die Hälfte der natürlichen Größe übertrifft die Transportkraft der Isar die Widerstände der Sohle, so daß es verbreitet zu Seiten- und insbesondere Tiefenerosionen kommt. Es gibt deshalb kaum mehr Verzweigungen, sondern nur mehr ein meistens gestrecktes Hauptgerinne ohne regelmäßig wasserführende Seitenarme.

Neuerdings scheint die Tendenz zur Seitenerosion gegenüber der früher vorherrschenden Tiefenerosion zuzunehmen, vielleicht wegen der Zähigkeit der weithin angeschnittenen Grundmoräne. Für eine Minde-

rung der Kiesvorräte spricht unter anderem die Bildung ausholdender Bögen, die für einen geschiebeführenden Fluß ganz untypisch sind. Der Grundriß scheint sich offenbar nach einem Zwischenstadium starker Streckung der Form geschiebearmer und gewundener Flachlandflüsse anzunähern. Unregelmäßigkeiten im Längsprofil deuten darauf hin, daß dieses keineswegs ausgereift ist.

Die Ganglinien der Jahresmittel und Jahresminima der Wasserstände am Pegel Puppling spiegeln die Einflüsse wider, die von der Pupplinger Regelung selbst und den Anlagen im Isaroberlauf ausgehen.

Der steile Abstieg der Ganglinien am Anfang des 20. Jahrhunderts hat seine Ursache in der Pupplinger Regelung, die um 1910 verlängert und teilweise erneuert worden ist. Die Eintiefung in den Jahren nach 1923 findet ihre Erklärung im wesentlichen darin, daß das ehemals im Isarbett abfließende Wasser seinen Weg seither teilweise über den Loisach-Isar-Kanal nimmt und das überschüssige Transportvermögen mit örtlich aufgenommenen Feststoffen sättigt. Der nächste auf-

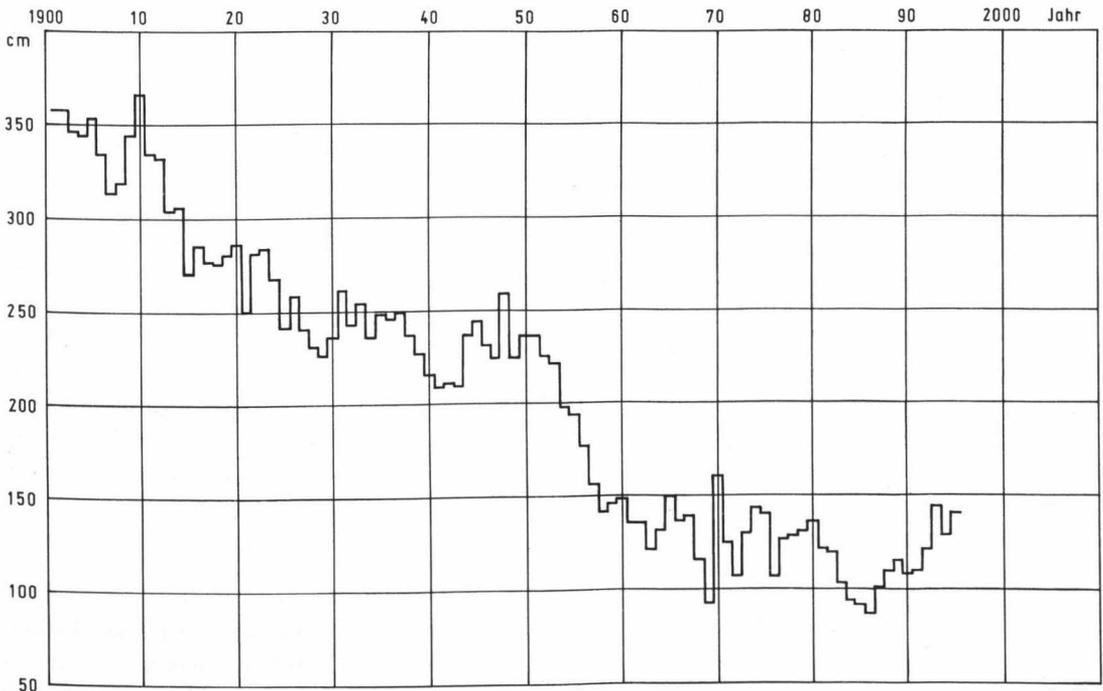


Abb. 3.2: Wasserstandsganglinie am Pegel Puppling.

fällige Abstieg der Ganglinien ist durch die Reißbachüberleitung in den Walchensee 1949 gekennzeichnet; sie verstärkt den schon 26 Jahre vorher grundgelegten Sohlenauszug im Bereich der Kanalmündung. Im Gegensatz zu den eben besprochenen Eingriffen lassen sich die Auswirkungen des Sylvensteinspeichers und des Kraftwerks Bad Tölz wegen der Pufferwirkung der noch vorhandenen Geschiebevorräte zwischen Bad Tölz und Puppling an den Regelganglinien weniger deutlich ablesen (MÜLLER 1973). Der Anstieg der Ganglinie nach 1990 ist auf Spülungen des Stauraumes des Kraftwerks Bad Tölz und auf Kieseinbringungen bei Lengries zurückzuführen.

Von der Loissachmündung an ist die Isar ab 1854 in mehreren Bauabschnitten zusammenhängend reguliert worden. Doch sind es nicht so sehr die Korrektionsbauten, die die Flußlandschaft bis München umgestaltet haben, als die seit 1889 entstandenen Kanal-kraftwerke, die das Mutterbett der Isar in den Aus-nützungstrecken ungefähr in der Hälfte des Regeljahres bis auf eine kleine Restwasserführung trockenfallen lassen. Beim Ickinger Wehr zweigt rechts der erste Seitenkanal für das 1924 in Betrieb genommene Kraftwerk Mühlthal von der Isar ab. Bei Baierbrunn gelangt das ausgeleitete Wasser in die Isar zurück, wird aber nach nur 3 km Lauflänge am Wehr Höllriegelskreuth erneut dem Fluß entzogen, um die linksseitig gelege-nen Kraftwerke Höllriegelskreuth, Pullach sowie die städtischen Südwerke I, II und III zu betreiben. Ein weiteres Wehr führt oberhalb der Großhesseloher Eisenbahnbrücke einen Teil des in der Isar verbliebenen Restwassers den Südwerken zusätzlich zu.

Die Wasserausleitungen konnten nicht ohne Folgen für den Geschiebehaushalt bleiben. Von Anfang an erwies es sich als notwendig, die Kiesmassen auszubag-gern, die im Stauberreich der Wehre liegenblieben. In neuerer Zeit fällt allerdings wesentlich weniger Baggergut an, weil die Geschiebezufuhr aus dem Oberlauf der Isar aus den geschilderten Gründen ständig kleiner wird. Die Ausnutzungstrecken selbst wurden in Ero-sionsstrecken verwandelt.

Unsere flußgeschichtliche Wanderung hat uns bis an die Tore Münchens geführt. Die Geschicke der Stadt sind seit ihren ältesten Tagen mit der Isar eng verbun-

den. Ihren Ursprung bildete die Brücke, die Herzog Heinrich der Löwe 1158 vom bischöflich-Freisingi-schen Markt Föhring gewaltsam hierher verlegt hat. Von nun rollten die gewinnbringenden Salzfuhren über die neue Brücke, die dadurch zur Keimzelle der künftigen Stadt wurde. Unter den Wittelsbachern, nach der Landesteilung 1255, ist München zur bevor-zugten Residenz der oberbayerischen Teilherzöge auf-gestiegen. Seit dem 16. Jahrhundert wandelte sich die Bürgerstadt immer mehr zur Residenzstadt mit vielen öffentlichen Gebäuden. Nachdem 1792 die Stadtbe-festigung aufgelassen worden war, entfaltete sich eine lebhaftige Bautätigkeit, die auch vor den vom Hochwas-ser bedrohten Flächen nicht Halt machte.

Tief liegende Stadtteile hatten unter regelmäßigen Überschwemmungen sehr zu leiden. Die Stadtchronik berichtet von sechs großen Fluten allein zwischen 1462 und 1491; im 15. Jahrhundert wurde der Isar-übergang nicht weniger als sechsmal zerstört. Als be-sonders schmerzliches Ereignis ist der Einsturz der stei-nernen Isarbrücke beim Hochwasser am 13. Septem-ber 1813 in die Stadtgeschichte eingegangen. Etwa 100 Schaulustige, die auf der Brücke standen, fanden dabei den Tod.

Angesichts solcher Bedrohungen durch die Naturge-walten wollte man nicht länger zögern, einen verbes-serten Hochwasserschutz in die Wege zu leiten. Ein er-ster Schritt erfolgte mit der Regulierung der Isar von Bogenhausen bis Ismaning 1806 bis 1811 unter der Leitung des Chefs des Zentralbüros für den Straßen- und Wasserbau, C. F. v. Wiebeking. Er selbst schreibt zur Begründung des Unternehmens: „Diesen nachteiligen Lauf des Flusses, welcher in der Nähe der Haupt-stadt dem Auge unabsehbare Kiesflächen darbot, die mit der ästhetischen Anlage des Englischen Gartens contrastirten, ... konnte eine Regierung, die in ihren öffentlichen Acten die Verbesserung der Flüsse dem Land versprochen hatte, unmöglich der Residenz so nahe, länger dulden.“ (WIEBEKING 1811).

Um die gewünschte Tiefschaltung der Flußsohle zu beschleunigen, hat man von der Jahrhundertmitte an die Bettbreite schrittweise immer mehr eingeengt. In der Tat grub sich die Isar so sehr ein, daß sich die Hochwassergefahr merklich entschärfte und eine

Denkschrift von 1888 von einem „ganz unermeßlichen Vortheil“ für München sprach. Um den Sohlenauszug nicht unkontrolliert fortschreiten zu lassen und die Äußere Maximiliansbrücke zu schützen, mußte in der Kleinen Isar ein Stützwehr errichtet werden, denn dort hatte sich die mittlere Sohle 1871 bereits um 1,6 m erniedrigt. Das rasche Wachstum der Stadt gab um 1850 den Anstoß, eine systematische Regelung der Isar unter Einbeziehung vorhandener Bauwerke ins Auge zu fassen. Die wichtigsten Anlagen sollen, losgelöst von ihrer genauen zeitlichen Reihenfolge, kurz erläutert werden. Oberhalb der Teilung der Isar in zwei Arme bei der Corneliusbrücke entstand von 1850 bis 1880 ein 145 m breites Hochwasserprofil rechts neben dem 45 m breiten Mittelwasserbett. Dieses setzt sich geradlinig als „Große Isar“ fort. Der zweite Arm, die „Kleine Isar“, führt rechts im Bogen um die Museums- und Praterinsel herum, bis beide unterhalb der Maximiliansbrücke sich wieder vereinen. Als Teilungsbauwerk dient das 120 m lange, 1902-1904 errichtete Cornelius-Streichwehr als Nachfolger des auf das Jahr 1860 zurückgehenden, nach seinem Erbauer benannten Muffatwehres. Das Hochwasserprofil mündet über einen Absturz in die Kleine Isar. Um eine hauptsächlich zur Belebung des Stadtbildes erwünschte Mindestfüllung der Kleinen Isar auch in Trockenzeiten sicherzustellen, wurde 1934/35 oberhalb des Corneliusstreichwehres eine regulierbare Ausleitung erstellt. Zwischen Ludwigsbrücke und Praterinsel wurde um 1885 an Stelle einer schon lange vorher bestandenen hölzernen Konstruktion ein 160 m langes Bauwerk (Wehr VI) zur Wasserabkehr von der Großen in die Kleine Isar errichtet. Im Zusammenhang mit der noch zu besprechenden Umgestaltung der Stadtbäche hätte das Stauziel des Wehres vor einigen Jahren angehoben werden müssen. Noch ehe die erforderlichen Untersuchungen hierfür abgeschlossen waren, stürzte sein beweglicher Mittelteil beim Hochwasser im Juli 1965 ein. Man entschloß sich aus wasser- und städtebaulichen Gründen zu einem völlig neuen Entwurf der Anlage mit 9 Streichwehrcfeldern mit je 12,7 m lichter Weite und einem oberstromigen kleineren Feld mit tiefliegender Krone, über das die Große Isar bei Niedrigwasser trockengelegt werden kann. Die neue Anlage hat ihre Bewährungsprobe längst bestanden.

Die Ufermauern zwischen der Maximilians- und Bogenhausener Brücke sind von 1893 bis 1904 errichtet worden, wie sie sich mit kleinen Ergänzungen in neuerer Zeit dem Auge des heutigen Betrachters darbieten.

Zu den ältesten Wasserbauwerken im Stadtgebiet zählt das in seiner Grundform bereits 1815 erbaute Praterwehr in der Großen Isar. Seine Aufgabe bestand ursprünglich darin in Zusammenspiel mit dem Wehr VI den notwendigen Wasserstand für das Ländgeschäft an der Unteren Länd zwischen Ludwigsbrücke und Praterwehr einzustellen sowie den durch München hindurch fahrenden Flößen einen gefahrlosen Abstieg in das tiefer liegende Unterwasser zu ermöglichen. Hinter dem Praterwehr befanden sich hölzerne Abstürze, an denen linksseitig eine Floßgasse entlangführte. Im Zusammenhang mit dem Neubau des Wehres VI und dem vorgesehenen Höherstau der Großen Isar mußte aus statischen Gründen auch das Praterwehr erneuert werden, ohne die Grundform zu ändern. Zunächst bestand die Absicht die Holzabstürze zu erhalten und über die Floßgasse ständig Wasser abzugeben. Bald zeigte sich jedoch, daß die Standsicherheit der linken Ufermauer infolge Tiefenerosion der Sohle durch den ins Unterwasser eintauchenden Schußstrahl des Floßgassenabflusses erheblich gefährdet war. Darüber hinaus bildeten sich bedenkliche Kolke hinter den hydraulisch mangelhaft wirksamen Abstürzen. Abhilfe konnte nur durch ein neues Gesamtkonzept der Bauwerke hinter dem Praterwehr geschaffen werden. Auf Grund von Modellversuchen der Versuchsanstalt für Wasserbau der TU München wurde schließlich 1971/72 ein in vier Stufen aufgelöster Absturz in Beton ohne Floßgasse errichtet (HÄUSLER 1968).

Wenden wir uns nach der Betrachtung der Münchener Regulierungs- und Hochwasserschutzbauten noch kurz der Geschichte der Stadtbäche zu.

Ihre Anlage reicht wahrscheinlich bis ins 14. Jahrhundert zurück. Der rechtsseitige Mühlbach, der Auer Mühlbach, wurde am sog. Auer Senkbaum, dessen Entstehungszeit unbekannt ist, mit ca. 10 m<sup>3</sup>/s Isarwasser gespeist. Er belieferte mehrere kleine von ihm abzweigende Werkkanäle und mündete bei der Kohle-

ninsel wieder in die Isar. Veranlaßt durch den Bau des Südwerks I mußte die alte Ausleitung 1906 aufgegeben und der Mühlbach über einen Düker vom Kraftwerksunterwasserkanal aus mit dem ihm zustehenden Wasser beschickt werden. Die starke Eintiefung der Isar unterhalb der Maximiliansbrücke bot 1893 die Gelegenheit den Mühlbach zu verlängern und seine Wasserkraft bei 4,8 m Fallhöhe im sog. Maximilianswerk zu nutzen (HEINDEL 1936). Insgesamt versorgte der Auer Mühlbach 16 Triebwerke mit Wasser (K. BAY. STAATSMIN. 1907).

Links der Isar wurde beim Dreimühlen-Senkbaum (Fl. km 154,4) der 10 m<sup>3</sup>/s Wasser führende Dreimühlenbach ausgeleitet. Nach 2,3 km vereinigte er sich mit dem an den Thalkirchner Überfällen beginnenden Großen Stadtbach mit 34 m<sup>3</sup>/s Gesamtabfluß. Im Zug der Errichtung der Südwerke II und III wurde der Stadtbach zum Werkkanal mit rd. 70 m<sup>3</sup>/s Fassungsvermögen ausgebaut und gleichzeitig der Dreimühlenbach aufgelassen. Die Thalkirchner Überfälle dienen seither nur noch der Sohlenfixierung. Im weiteren Verlauf spaltete sich der Große Stadtbach in den Westermühlbach und in den Gewürzmühl- oder Pesenbach. Von beiden Gerinnen zweigten wiederum offene oder überbaute Kanäle ab, deren Einzelbeschreibung hier zu weit führen würde. Es sei lediglich angemerkt, daß an den Stadtbächen 1907 nicht weniger als 73 Anlagen gezählt wurden. Westermühl- und Gewürzmühlbach vereinigten sich wieder oberhalb des ehemaligen Brunnhauses im Englischen Garten und teilten sich unmittelbar darauf in den wie heute über die Kaskaden stürzenden linksseitigen Schwabinger Bach und den rechtsseitigen Eisbach. Beide Bäche erfahren im weiteren Verlauf mehrere Verzweigungen, die nicht weiter verfolgt werden sollen (GRUBER 1889; K. BAY. STAATSMIN. 1907, KORTMANN 1966, KLEEMAIER 1983).

Wegen des Baues der tief in den Untergrund einschneidenden U- und S-Bahntrassen wurde es notwendig, fast alle die Stadt durchziehenden Bäche aufzulassen. Um die Bäche im Englischen Garten nach wie vor mit Wasser zu versorgen, wurde ein neuer Einlauf oberhalb des Praterwehres geschaffen, in den 30 m<sup>3</sup>/s Wasser über das Gerinne des ehemaligen Gewürzmühlbaches abgeleitet werden. In Verbindung

damit war im Südwerk III der Ablauf der sog. Stadtbachstufe auf die Isar umzuschalten.

Außer den gewerblich genutzten Stadtbächen verdienen die Kanäle für die Schlösser und Parkanlagen im Münchner Raum unsere Aufmerksamkeit. Kurfürst Max Emanuel wollte seine Residenz in München mit den Schlössern Dachau, Schleißheim, Lustheim und Nymphenburg durch schiffbare Kanäle verbinden, deren Benutzung ausschließlich dem Hof für Gondelfahrten und Baustofftransporte vorbehalten war. Das vom Hofbaumeister Enrico Zuccalli entworfene Projekt gliedert sich in zwei getrennte Netze: das Schleißheimer und das Nymphenburger Kanalsystem (Abb. 3.3). Die geplante unmittelbare Verbindung zwischen München und Schleißheim kam nicht zustande (MICHEL 1983).

### 3.3 Von München-Bogenhausen bis Landshut

(siehe Abbildungen 3.21 - 3.22 und Titelbild)

Verlassen wir in Bogenhausen vorerst das Isartal, um unsere Aufmerksamkeit den Kraftwerksanlagen der Mittleren Isar zuzuwenden. Zur Zeit der Ausführung den bedeutendsten und wirtschaftlich erfolgreichsten Ingenieurbauwerken Bayerns zugerechnet, ist der ehemalige Ruhm des Unternehmens wegen der nachteiligen Auswirkungen auf das Flußregime inzwischen stark verblaßt. Beim Oberföhringer Wehr werden bis 150 m<sup>3</sup>/s aus der Isar abgeleitet. Der Kanal durchzieht das Erdinger Moos und schmiegt sich im weiteren Verlauf an den Westrand der Altmoränen und dann des Tertiärhügellandes an. Entlang der Moosquerung begleiten ihn nördlich auf 7 km der 6,7 km<sup>2</sup> große Speichersee und südlich die Fischteichanlagen zur biologischen Reinigung der Münchener Abwässer. Nach dem ersten Bauabschnitt (1920-25) mit den Kraftwerken Finsing, Aufkirchen und Eitting endigte der Kanal oberhalb der Ortschaft Berglern. Das Betriebswasser stürzte durch Schützenöffnungen in den Semptflutdüker und floß von hier über den Semptflutkanal zur Isar zurück.

Im zweiten Bauabschnitt (1926-29) wurde der Kanal in nordöstlicher Richtung weitergeführt, wobei der Strogenbach in einem mächtigen Bauwerk zu überset-

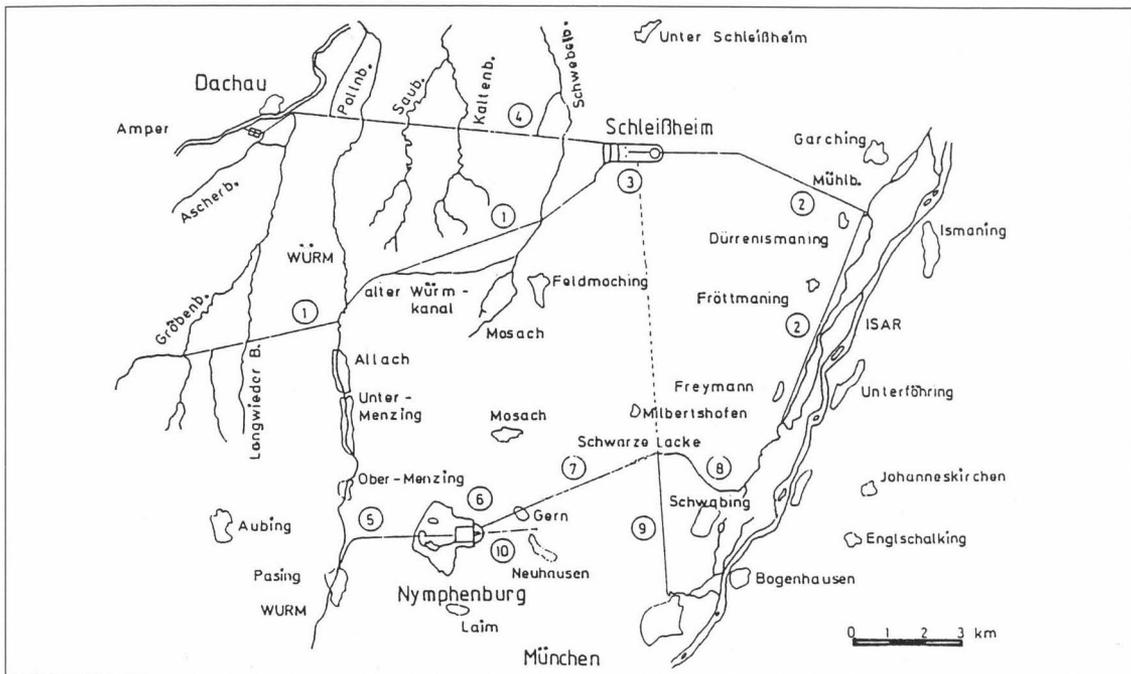


Abb. 3.3: Das Kanalsystem im Münchener Raum, aus der Zeit um 1790

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1 Karlsfelder Kanal     | 6 Kanäle in Nymphenburg |
| 2 Dirnismaninger Kanal  | 7 Nymphenburger Kanal   |
| 3 Kanäle in Schleißheim | 8 Biedersteiner Kanal   |
| 4 Dachauer Kanal        | 9 Schwabinger Kanal     |
| 5 Pasinger Kanal        | 10 Waisenhauskanal      |

Quelle: MICHEL 1983.

zen war. Am Rand der alten Hochterrasse bei Pfrombach wurde die vierte Staustufe erreicht. Von dort nahm der Kanal seinen Weg zum 1907 erbauten, inzwischen stillgelegten alten Uppenbornwerk der Stadt München. Da seinerzeit schon die Absicht bestand, dieses Werk durch eine neue, 2 km kanalabwärts gelegene Anlage zu ersetzen, mußte mittels einer Gruppe verschiedener Bauwerke Vorsorge getroffen werden, Wasser einerseits vom Einlauf des alten Uppenbornwerks in den neuen Kanal, andererseits Wasser aus dem neuen Kanal ins Unterwasser des alten Uppenbornwerks einleiten zu können. Im Jahr 1930 ging das neue auf 200 m<sup>3</sup>/s ausgebaute Werk (das heutige Uppenbornwerk I) in Betrieb. Außer dem Kanalwasser vom Pfrombach fließen ihm über die erwähnte Bauwerksgruppe bis 70 m<sup>3</sup>/s aus der am Moosburger Wehr gestauten Isar einschließlich der Amperüberleitung (max. 30 m<sup>3</sup>/s) zwischen Thonstetten und Moosburg

zu. Das letzte Glied in der gesamten Kraftwerkstreppe bildet das nach dem 2. Weltkrieg fertiggestellte Uppenbornwerk II, die sog. Echinger Stufe, deren Unterwasserkanal wenige Kilometer oberhalb Landshut in die Isar mündet. Dank zweier Ausgleichsweiher kann das Werk I als Tagesspitzenwerk betrieben werden. Da der Kanal zahlreiche kleinere Bäche abschneidet, war es notwendig, ein eigenes Grabensystem als neue Vorflut anzulegen.

Doch wieder zurück zur Isar selbst.

Der eigentlichen Flußregulierung unterhalb Münchens waren, wenn wir von der Wiebekingschen Korrektur einmal absehen, auf die örtlichen Bedürfnisse zugeschnittene Hochwasserschutzanlagen vorausgegangen. In der Regel handelte es sich um verhältnismäßig kurze Deiche ohne gegenseitige Verbindung, deren Bauzeit in die Mitte des 19. Jahrhunderts fällt.

Der systematische Ausbau der Isar wurde erst mit den um 1880 einsetzenden Bauabschnitten in die Wege geleitet. Zunächst galt es das auf 43,8 m Breite eingeschnürte Flußbett auf 60 m zu erweitern, um die Eintiefung abzumindern. An Stelle der im unteren Teil wieder verfallenen Wiebekingschen Regulierung erhielt die Isar von Unterföhrung abwärts ein nach neueren Grundsätzen gestaltetes Bett mit wechselweisen Krümmungen und Gegenkrümmungen.

Die Technik der Flußregulierung war anfangs durch die am Rhein und anderen Strömen entwickelte Methodik gekennzeichnet:

Flußschleifen wurden durchgestochen; von beiden Seiten her ins Flußbett vorgestreckte Bühnen sollten den Fluß dazu zwingen, sich einzugraben und das Geschiebe in stillgelegte Arme und Altwässer zu verfrachten. Wie sich jedoch bald zeigte, führte dieses Verfahren an den gefällereichen bayerischen Gebirgsflüssen nicht zum Erfolg, da an den Bühnenköpfen große Kolke entstanden und unerträgliche Unterhaltungslasten verursachten. Man ging deshalb von der Jahrhundertmitte an dazu über, sog. Normallinien für die Ufer zu bestimmen und diese mit Leitwerken festzulegen. In der Sprache der Flußbauer ausgedrückt: An die Stelle des offenen trat der geschlossene Ausbau. Dieses an sich richtige Verfahren war jedoch bei den oft großen zu beherrschenden Wassertiefen ziemlich aufwendig und erschwerte nachträgliche Änderungen der einmal gewählten Normallinien. Ein entscheidender Wandel trat ein, als der damalige Vorstand des Straßen- und Flußbauamtes Landshut, der Königliche Baurat August Wolf, eine Methode erfand, mittels an Holzgestängen aufgehängerter Faschinenbündel die vom Fluß herangeführten Feststoffe gezielt zur Ablagerung zu bringen und damit die Anlage billigerer Leitwerke vorzubereiten. Die an der Isar entwickelten sog. Wolfischen Gehänge haben sich bewährt und in aller Welt Eingang in den Flußbau gefunden (KIRGIS 1962). Zur abschließenden Festlegung der Ufer dienten Faschinenbauten und Steinwürfe.

Außer der übermäßig gestreckten Regulierung sind für die bedenkliche Sohlenerosion der Ausbaustrecke noch zwei weitere Ursachen ins Feld zu führen: Die Untergrundverhältnisse und die unzureichende Geschiebezufuhr. Um 1880 war die alluviale Deckschicht

namentlich im oberen Teil der Wiebekingschen Regulierung bis auf kleine Reste abgeräumt. Der freigelegte Flnz war nicht im Stand, der Schleppspannung des Wassers genügend Widerstand entgegenzusetzen. Die Entwicklung wurde beschleunigt durch den geschwächten Geschiebezulauf, der seinerseits durch Kiesentnahmen weiter oberhalb, hauptsächlich bei den Thalkirchener Überfällen, bedingt war. Ab 1888 suchte man der Eintiefung durch den Bau von Grundschwellen entgegenzuwirken. Nachdem das Hochwasser im September 1899 nochmals größere Kiesmassen angehäuft hatte, konnte die Stützung der Sohle auf ein Jahrzehnt unterbrochen werden. Bis 1933 war es jedoch notwendig geworden, die Sohlensicherung einschließlich der 1924/25 errichteten Stützwehre bei Ismaning und Unterföhring über Grüneck hinaus fortzusetzen (HEINDEL 1936).

Von insgesamt 56 Grundschwellen sind 12 im Stau des Oberföhringer Wehres untergegangen; die restlichen 44 Bauwerke erstrecken sich vom Wehr bis Acheiring.

Der Kiesabtrag aus der Eintiefungsstrecke bewirkte Anlandungen und zunehmende Hochwassergefahren in der Freisinger Gegend. Abhilfe wurde geschaffen durch die sich von 1880 bis 1914 hinziehenden Ausbauten zwischen Grüneck und Oberhummel, sowie durch Kiesentnahmen, vorwiegend für die Schüttung von Hochwasserdeichen. Etwa seit 1930 besteht auch hier Eintiefungstendenz, da die Geschiebevorräte oberstrom fast ganz aufgebraucht sind.

In Richtung Moosburg schlossen sich ab 1893 weitere Regelungen an, gefolgt von der Ergänzung älterer Hochwasserschutzanlagen. Der Flußausbau bis zur Bezirksgrenze Ober-/Niederbayern war gegen 1920 beendet; der im Zusammenhang mit dem Uppenbornwerk stehende Deichbau wurde 1927 abgeschlossen. Erheblichen Einfluß auf die Gestaltungsvorgänge der Isar im Moosburger Raum hat das 1906/8 erbaute Uppenbornwehr. Während oberhalb beträchtliche Anlandungen zu verzeichnen waren, tiefte sich die Isar im Unterwasser infolge des Geschiebedefizits so sehr ein, daß 1917 zur Stützung der Ampersohle vor der Mündung in die Isar nach der Volkmannsdorfer Brücke ein Wehr erbaut werden mußte. Seit das alte

Uppenbornwerk stillgelegt ist und die Rückgabe des geschiefbefreien Werkwassers unterbleibt, hat sich die Sohle wieder beruhigt. Als weiterer, allerdings nur ca. vier Jahre dauernder Eingriff in den Feststoffhaushalt erwies sich die bereits erwähnte provisorische Rückleitung des Betriebswassers der Kraftwerke der Mittleren Isar über dem Semptflutkanal in die Isar. Es gab hier, ähnlich wie es beim Loisach-Isar-Kanal noch immer zutrifft, plötzlich einen durch das schwache Geschiedangebot nicht zu sättigenden Überschuß an Transportvermögen, der zu ausgiebigen Kiesumlagerungen führen mußte. Mit anderen Worten: die Isar tiefte sich zunächst örtlich, dann flußaufwärts fortschreitend ein und verfrachtete gleichzeitig das erodierte Material in den Stauraum des Uppenbornwehres.

Zu den ältesten Regelungen im Bezirk Niederbayern gehört der 1852 ins Werk gesetzte Hofhamer Ausbau. Anfangs nicht systematisch betrieben, dehnten sich die Arbeiten über 20 Jahre aus, bis der Abschnitt Hofham–Landshut 1875 fertiggestellt war. Im Jahr 1890 wurde die Lücke zwischen der oberbayerischen Regelung und Hofham geschlossen. Wegen der Mißverhältnisse zwischen Profilbreite und Restabfluß hat sich im Flußbett bis zur Gegenwart eine Art Sekundärgerinne mit meistens scharfen Krümmungen und unruhiger Laufentwicklung gebildet.

Wenden wir uns nun der Stadt Landshut zu. Die Entwicklung der Stadt ist ähnlich wie die Münchens so eng mit der Isar verknüpft, daß es sich lohnt, im Geschichtsbuch ein paar Jahrhunderte zurückzublättern. Die Straße links der Isar über Bruckberg bis Altheim und die Straße rechts der Isar von Wartenberg über Golding bis Landshut dienten nach einer Studie von E. Zorn wahrscheinlich als Verteilerschienen für mehrere mögliche Isarübergänge, je nach dem augenblicklichen Zustand des Flußbetts, den politischen Verhältnissen oder der Güte der Herbergen. Da bei Landshut verkehrsgünstige Seitentäler ins Haupttal einschneiden, mag sich hier im Vorfeld Regensburgs, einer der wichtigsten Handelsstädte Europas, allmählich ein festliegender Übergang mit Fernstraßenstation entwickelt haben. Über ihr früheres Schicksal ist nichts bekannt; ab 788 betrieb sie das Reich als Wasserburg.

Im 11. und 12. Jahrhundert scheint der Landshuter Fahr- und Ländeplatz unter den Welfenherzögen end-

gültig den Vorrang vor anderen Isarübergängen gewonnen zu haben. Heinrich der Löwe erzwang 1156 die Übertragung des Brückenkopfes vom Reich in seine Verfügungsgewalt, verlor aber bereits 1180 seine Herrschaft durch die Absetzung auf dem Würzburger Reichstag an die Wittelsbacher. Der Abt von Niederaltaich vermerkte in den Klosterannalen für 1204, Herzog Ludwig der Kelheimer habe begonnen, Burg und Stadt in Landshut auszubauen.

Fortgesetzte Verlagerungen der Flußrinnen waren in einem aufstrebenden Gemeinwesen sicher nicht hinnehmbar. Wir haben deshalb guten Grund zu der Annahme, daß die beiden Isararme, die die Stadt durchqueren, schon frühzeitig durch Uferschutzbauten festgelegt worden sind. Ein bereits 1388 urkundlich erwähntes Wehr in der südlichen Großen Isar hatte die Aufgabe, im Zusammenspiel mit einem Streichwehr am Abzweig der nördlichen Kleinen Isar eine Höhenstufe zwischen beiden Armen zum Antrieb von Mühlen zu bilden. Dieses Grundkonzept hat sich bis zur Gegenwart erhalten: Den Aufstau der Großen Isar besorgt jetzt das Maxwehrkraftwerk; zur Wasserabkehr in die Kleine Isar dient das Ludwigswehr.

Tief liegende Stadtteile hatten seit alters unter Hochwasser schwer zu leiden. Einfache Deichanlagen des frühen 19. Jahrhunderts erwiesen sich als wenig wirkungsvoll. Erste spürbare Verbesserungen wurden eingeleitet durch den Bau zweier Flutmulden zu beiden Seiten des 1880 eröffneten neuen Hauptbahnhofes im ehemaligen Überschwemmungsgebiet nördlich der St. Nikolavorstadt. Alle Bemühungen, das Unternehmen zielstrebig fortzuführen, scheiterten jedoch in den folgenden Jahren selbst unter dem Eindruck ausgedehnter Überschwemmungen an den hohen Kosten. Erst nach dem Kriegsende 1945 gelang es, das Werk zu vollenden. Dem heutigen Leser mag es erstaunlich erscheinen, daß man sich gerade in schwieriger Zeit an das Unternehmen herangewagt hat. Zwei Umstände zwangen zu einer raschen Entscheidung: Erstens duldete die Erneuerung des kriegszerstörten Ludwigswehres keinen langen Aufschub. Zweitens galt es, die schlimmen Engpässe in der Energieversorgung möglichst rasch zu lindern. Dank eines übergreifenden Gesamtkonzepts gelang es, die Ausbaupläne der Stadt München für das Uppenbornwerk II und der Bayern-

werk AG für die Staustufe Altheim in die Hochwasserfreilegung von Landshut einzubinden (SCHEURMANN 1970).

Kernstück des Unternehmens ist die 400 m<sup>3</sup>/s Wasser fassende Flutmulde, die bei Fl. km 79 von der Isar abzweigt, in einem weiten Bogen um das zu schützende Gebiet herumführt und in die alte, aber erweiterte südliche Bahnhofsfutmulde übergeht. Um einen geregelten Wasserübertritt aus dem Isarbett sicherzustellen, wurde bei Fl. km 78,5 eine Stützwelle errichtet. Das ursprünglich starre Bauwerk wurde nachträglich mit einer verstellbaren Klappe zur Leistungserhöhung des Schöpfkopfes ausgestattet, weil der Damm der neuen Autobahn einen Teil des früher über freies Gelände strömenden Hochwassers verstärkt auf das Flußbett hin lenkt. Es muß also am Einlauf der Flutmulde mehr Wasser abgeschöpft werden.

Bei der Führung des Wassers in der Stadt nimmt das regulierbare Ludwigwehr eine Schlüsselstellung ein. Es hat die Aufgabe, das ankommende Hochwasser im Verhältnis 4:5 auf die Große und Kleine Isar zu verteilen. Angesichts bedenklicher Tiefenerosionen in der Kleinen Isar wurde vor einigen Jahren bei Fl. km 73,5 eine Grundschwelle zur Stützung der Sohle eingebaut. Sie ist hydraulisch gesehen eigentlich zu niedrig, konnte aber wegen bestehender Wasserrechte nicht höher ausgeführt werden.

Nach der Vereinigung der Großen und Kleinen Isar ist das Bett auf 1300 m<sup>3</sup>/s Hochwasserabfluß ausgelegt. Im Zug der Baumaßnahmen war das Albinger Wehr, von dem noch die Rede sein wird, um 1,5 m zu erniedrigen. Neben diesen wichtigsten Bauteilen gab es noch eine Anzahl von Folgemaßnahmen abzuwickeln, darunter die Pfetrachregulierung zwischen Altdorf und Landshut und die Verlängerung des Hammerbaches bis zur Stützwelle bei Fl. km 78,5 einschließlich der notwendigen Deichbauten.

### 3.4 Von Landshut bis zur Mündung in die Donau

(siehe Abbildungen 3.23 - 3.26)

Schon bei der oberflächlichen Betrachtung fällt auf, daß sich die untere Isar, abgesehen vom Mündungsbecken, durchwegs an die rechte Talflanke anlehnt. Man hat diese Tatsache gelegentlich mit dem „Baerschen

Gesetz“ in Verbindung gebracht. Es trägt seinen Namen nach dem baltischen Gelehrten K. E. v. Baer, der in den Berichten der Petersburger Akademie der Wissenschaften 1860 der Frage nachgegangen war, ob sich die weltweit zu beobachtende Steilheit des rechten Ufers vieler Ströme auf der Nordhalbkugel auf die Erdrotation zurückführen lasse. Ablenkende Kräfte, sogenannte Corioliskräfte, sind in der Tat wirksam, treten jedoch bei der Isar infolge ihres großen Gefälles im Verhältnis zur flußabwärts gerichteten Komponente der Schwerkraft ganz in den Hintergrund. Als Ursache der Unsymmetrie ist vielmehr anzunehmen, daß der ganze Talraum im Bereich des „Landshut-Neuöttinger Hochs“, einer Hebungstruktur im Untergrund des Molassebeckens, die sich bis zur Oberfläche durchpaust, nach Südosten gekippt wird, wobei die Isar nach rechts ausweicht.

Im erdgeschichtlichen Zeitmaß gerechnet war die Isar, auch bevor der Mensch in ihre Bettbildung eingriff, von einem morphogenetischen Reifezustand noch weit entfernt. Geschiebeumlagerungen führten dazu, daß sich im Unterlauf Kiesmassen anhäuften, gegen die mit den bescheidenen Mitteln örtlicher Wasserbauten wenig auszurichten war. Wiebeking schrieb 1811 über Bayerns Hauptflüsse, zu denen er auch die Isar zählte: Sie „haben ihre Betten dergestalt erhöht, daß die ihnen nahegelegenen Moräste, wovon große Bezirke ehemals urbares Land waren, jetzt das Wasser nicht los werden können, ohne lange Entwässerungscanäle zu ziehen. Sie laufen wird dahin und sind in ihrem jetzigen Zustand mehr eine Geisel als eine Wohlthat des Landes.“ (WIEBEKING 1811) Die Verhältnisse wurden weiter verschlechtert, als durch Regulierungen im Mittellauf zusätzliche Kiesmassen herangeführt wurden. Es ist verständlich, daß man in der zweiten Jahrhunderthälfte daranging, die untere Isar in mehreren Bauabschnitten zu regulieren. Als der Ausbau um 1905 fertig war, blickte man nicht ohne Stolz auf das vollbrachte Werk. Welche Stimmung damals herrschte, kommt in einer Denkschrift der Obersten Baubehörde von 1909 mit beredten Worten zum Ausdruck:

„Der größte und schwierigste Teil des gewaltigen Unternehmens der Korrektur der öffentlichen Flüsse ist bereits geschehen, nämlich die Einzwängung der

Flüsse in feste Bahnen ... Drei Generationen haben an diesem Kulturwerk ersten Ranges mitgewirkt, und die Generation, welche die Umwandlung der verwilderten, alle Kulturen durch Versumpfung, Überkiesung und Übermuerung bedrohenden Flüsse und die Verheerungen durch die steckengebliebenen Eisstöße miterlebt hat, welche die weitab von den Ufern mitten in den reißenden Wässern den anstürmenden Elementen Trotz bietenden Anfänge jener Bauwerke erschauen konnten, die jetzt in regelmäßigen Linien herrliche Auwaldungen gegen den zwischen seinen künstlichen Ufern dahingleitenden Fluß abgrenzen, erinnern sich noch dankbar an die Ingenieure jener Zeiten, die ihnen jenen Werdegang aus den unscheinbaren Anfängen vorhersagten.“ (K. BAY. STAATSMIN. 1909).

So viel Euphorie wich bald einer nüchterneren Einschätzung des Erfolgs. Die Korrektur der Isar zog nämlich lebhaftere Massenverlagerungen nach sich, die grob gesprochen von Landshut bis Mamming zu Eintiefungen, von dort bis zur Mündung zu Anlandungen der Sohle führten. Schon um die Jahrhundertwende nahm die Eintiefung ein solches Ausmaß an, daß bei Fl. km 70 der Bau eines Stützwehres, das Albinger Wehr, erforderlich wurde, um die Erosion im Stadtgebiet von Landshut abzuwenden. Betrug bei der Fertigstellung 1916 die Absturzhöhe 2,45 m, war sie 1948 bereits auf 4,5 m angewachsen.

Das Albinger Wehr hatte neben dem Erosionsschutz auch die Aufgabe, einen geregelten Wasserbezug der beiderseits von der Isar abzweigenden Mühlbäche zu gewährleisten. Vorher gab es nur wilde Anstiche, die weitgehend trockengefallen waren. Ursprünglich hatte man die Wasserkraft mittels Schiffmühlen genutzt, die, von der fließenden Welle angetrieben, ihre Lage ständig wechseln mußten, wie es die Strömung eben erforderte. Nicht zuletzt wegen Streitigkeiten mit den Flößern ging man später dazu über, die Mühlen auf festes Land zu verlegen und über zusammengeschlossene Nebenarme, die Vorläufer der Mühlbäche, mit Betriebswasser zu versorgen. Als wichtigster Seitenbach hat sich der Längenmühlbach dank seines gesicherten Wasserbezugs aus der Stauhaltung Altheim bis heute behauptet.

Im Hinblick auf den wirtschaftlichen Erfolg des Wasserkraftausbaues der mittleren Isar wurde in den

dreißiger Jahren die Energienutzung auch der unteren Isar diskutiert, wobei zunächst an einen Seitenkanal mit mehreren Kraftwerken gedacht war. Im Hinblick auf die flußmorphologische Problematik solcher Kanallösungen entschloß man sich nach dem Krieg für die Staustufenbauweise im Fluß selbst. Die Planung sah vor, die 74 m Fallhöhe zwischen Landshut und der Mündung in die Donau mit einer schwellfähigen Kraftwerkstreppe von 9 Stufen bei 270 m<sup>3</sup>/s Ausbauwassermenge zu nutzen. Die Werke Altheim und Nideraichbach gingen nach zweijähriger Bauzeit 1951 in Betrieb; sechs Jahre später folgten die Stufen Gumming und Dingolfing. Dann kam der weitere Ausbau vorerst zum Erliegen, weil die Wasserkraft mit dem rapid steigenden Strombedarf nicht Schritt halten konnte, billiges Öl verfügbar war und die Nutzung der Kernenergie ihre Schatten vorauswarf.

Wegen des unterbrochenen Geschiebetriebes zeigten sich im Unterwasser der Staustufe Dingolfing alsbald starke Eintiefungen der Sohle, die sogar um den Bestand der Staatsstraßenbrücke bangen ließen. Allein beim Hochwasser im Juni 1965 wurden aus der Strecke zwischen Fl. km 45 und 40 rund 350.000 m<sup>3</sup> Feststoffe freigesetzt und flußabwärts verfrachtet. Es handelte sich vorwiegend um Ausschürfungen des wenig resistenten tertiären Untergrundes, die deshalb ein so exzessives Ausmaß annahmen, weil von der alluvialen Deckschicht nur noch Reste vorhanden waren. Eine kurz vor 1960 bei Fl. km 45,0 eingebaute Blocksteinrampe erwies sich als wenig wirkungsvoll, ja sie förderte wegen ungenügender hydraulischer Effizienz die Entstehung eines etwa 19 m tiefen Kolks.

Bei dieser Sachlage war auf rasche Abhilfe zu dringen. Als erster Schritt wurde ein sogenanntes Stützschwelenkraftwerk bei Gottfrieding (Fl. km 41,6) mit 100 m<sup>3</sup>/s Ausbauwassermenge und 5,9 m Fallhöhe zum Einstau des am stärksten gefährdeten Flußabschnitts geplant. Aus heutiger Sicht ist es nicht recht verständlich, warum man sich für eine im Vergleich zum mittleren Isarabfluß (rund 170 m<sup>3</sup>/s) so niedrige Ausbaugröße entschieden hat. Maßgebend waren seinerzeit wirtschaftliche Überlegungen, die die Wasserkraft gegenüber der thermischen Energiegewinnung nicht konkurrenzfähig erscheinen ließen. Die Anlage ging 1977 in Betrieb.

Verlassen wir an dieser Stelle kurz die staugestützte Isarstrecke und greifen aus auf die Entwicklung im folgenden Abschnitt bis zur Donau. Infolge andauernder Kiesanlandungen nahm das Fassungsvermögen des Flußbetts so sehr ab, daß die Überschwemmungsgefahr für die angrenzenden Ländereien und insbesondere für Plattling stets bedrohlicher wurde. Kiesbaggerungen in der Mündungsstrecke, hauptsächlich zwischen 1928 und 1948, sollten die Situation entschärfen. Von 1949 bis 1955 wurden die Kiesentnahmen bis hinauf in die Gegend von Mamming ausgedehnt, um Schüttmaterial für die Ergänzung alter und den Bau neuer Flußdeiche zu gewinnen. In diesen Jahren wurden mehr als 2 Mio m<sup>3</sup> Kies aus der Isar gefördert. Die Baggerungen erbrachten zunächst den gewünschten Erfolg, hatten aber langfristig gesehen die fatale Eigenschaft, daß sie dem Fluß einen Teil des Feststoffvorrats entzogen, den er später angesichts des sich abschwächenden Geschiebezulaufs zur Auslastung des Transportvermögens gebraucht hätte. Den Kiesentnahmen ist also ein gewisser Verstärkungseffekt des Tiefenschurfs der Isar zuzuschreiben.

Die Reaktionen der Isar auf die beschriebenen Eingriffe in ihr Regime läßt sich an Hand der seit 1826 laufenden Wasserstandsbeobachtungen in den Pegeln Dingolfing, Landau und Plattling verfolgen. Die Ganglinien sind naturgemäß für den unregulierten Zustand nur eingeschränkt aussagekräftig, weil es bei den fortgesetzten Änderungen der Flußrinnen an einer exakten Vergleichsbasis mangelt. Dennoch bringen sie die Tendenzen der Höhenverlagerungen deutlich genug zum Ausdruck (Abb. 3.4).

Die Ganglinie des Dingolfinger Pegels fällt seit 1870 als Folge der Isarregulierung und des Staustufenbaus unterhalb Landshut kontinuierlich ab und erreicht in den sechziger Jahren ihren tiefsten Stand. Seit dem Einstau durch das Werk Gottfrieding ist der Pegel bedeutungslos geworden. Die Landauer Ganglinie zeichnet sich vor der Jahrhundertwende durch eine gewisse Unruhe aus, da sie durch den von der Regulierung aktivierten Geschiebedurchlauf in der Übergangszone zwischen Eintiefungs- und Auflandungsstrecke geprägt ist. Für den steilen Abfall nach 1948 sind die Kiesbaggerungen, der Feststoffrückhalt in den Stauräumen und hauptsächlich der Sohlendurchschlag in

den tertiären Untergrund verantwortlich. Für morphologische Aussagen ist der Pegel Landau neuerdings nicht mehr geeignet. Fast spiegelbildlich zur Dingolfinger verläuft die Plattlinger Ganglinie. Von den siebziger Jahren an bis 1946 landete das Flußbett trotz wiederholter Baggerungen nahezu ununterbrochen auf, weil es den starken Geschiebezulauf nicht bewältigen konnte. Erst die Kiesentnahmen der Nachkriegszeit leiteten zu einem rund einen halben Meter tiefer geschalteten Beharrungszustand über, der gut 30 Jahre andauerte. Jetzt ist die ganze Strecke von Pielweichs bis zur Donau von der Tiefenerosion erfaßt.

Nach der Inbetriebnahme des Stützschwelenkraftwerks Gottfrieding stand es außer Zweifel, daß alsbald Vorkehrungen gegen einen progressiven Sohlenauszug zu treffen sein würden. In der Diskussion, welche Methode angewandt werden sollte, wurde eine grundsätzliche Abkehr von den bewährten Stauverfahren gefordert, denn sie seien Ausdruck naturfernen technischen Denkens und deshalb aus landschaftsökologischen Gründen zu verwerfen. Unbekümmert um flußmorphologische und hydraulische Zwänge wurden neue, angeblich umweltverträgliche Lösungsmodelle in den Raum gestellt wie Bettverbreiterungen, Versteinung der Sohle, künstliche Geschiebezugaben analog den Versuchen am Oberrhein und als besonders aparte Variante die Einfassung des Abflußbereichs mit Stahlspundwänden, um seitliche Wasserausbrüche zu verhindern. Gegenüber solchen unrealistischen Denkansätzen gewann zuletzt doch der Sachverstand die Oberhand. Um die überschüssige Energie des fließenden Wassers ohne Schaden für die überaus empfindliche Sohle zu zerstreuen, gibt es physikalisch keine andere Möglichkeit als genügend hohe Abstürze, bei denen der abtauchende Schußstrahl im Unterwasser einen sogenannten Wechselsprung erzeugt. Bezieht man in die Überlegungen auch die energiewirtschaftliche Nutzung ein, gelangt man folgerichtig zu Stützkraftstufen als technisch ausgereifter Lösung. Von den zunächst vorgesehenen Anlagen bei Landau, Ertling, Pielweichs und Isarmünd mit 195 m<sup>3</sup>/s Ausbaudurchfluß und je rund 12 MW Leistung wurden von 1984 bis 1994 nur die ersten drei baugleich errichtet; auf die Stufe Isarmünd wurde mit Rücksicht auf das Naturreiservat im untersten Abschnitt der Isar verzichtet. Lage

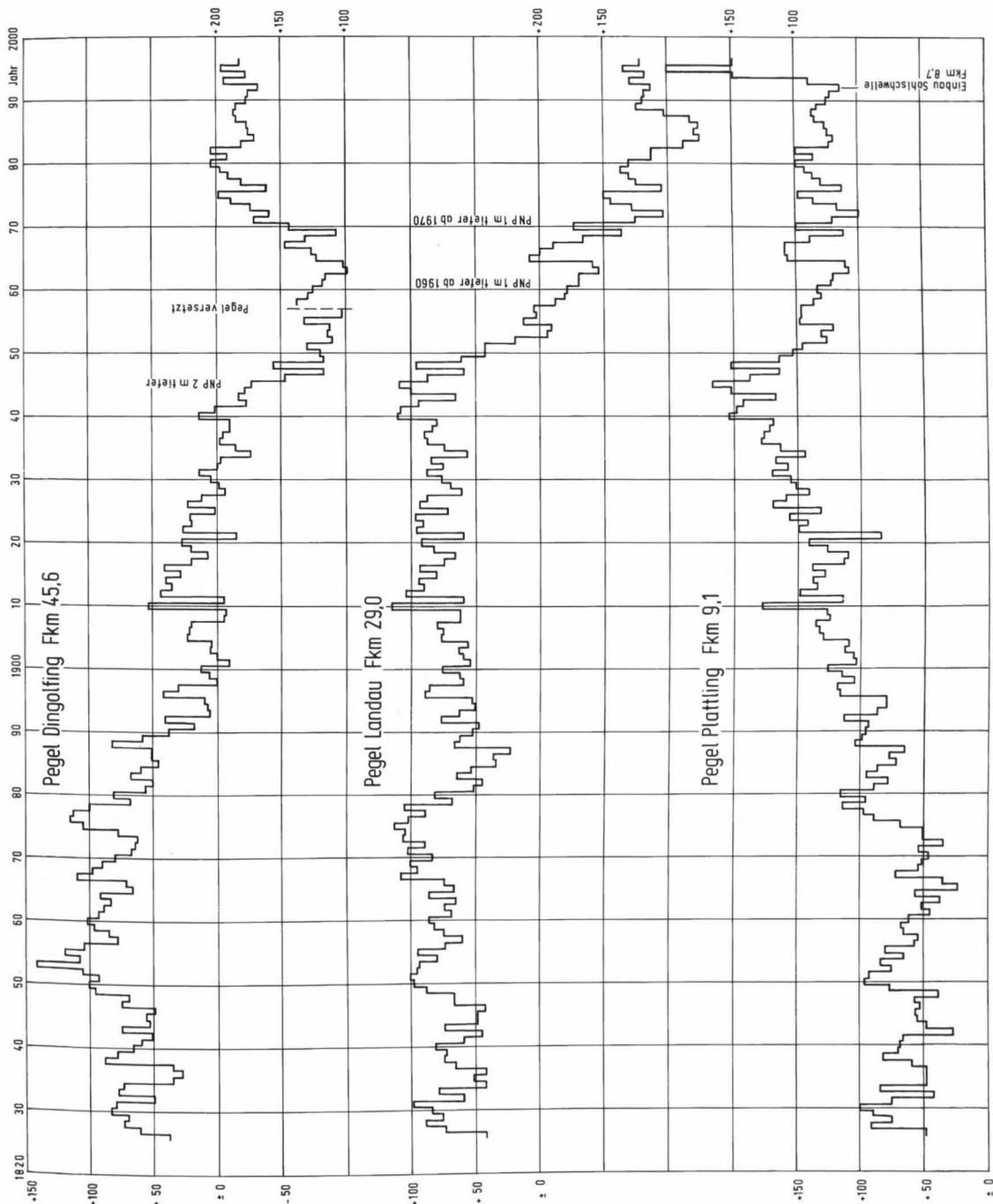


Abb. 3.4: Wasserstandsganglinien an den Pegeln Dingolfing, Landau und Plattling.

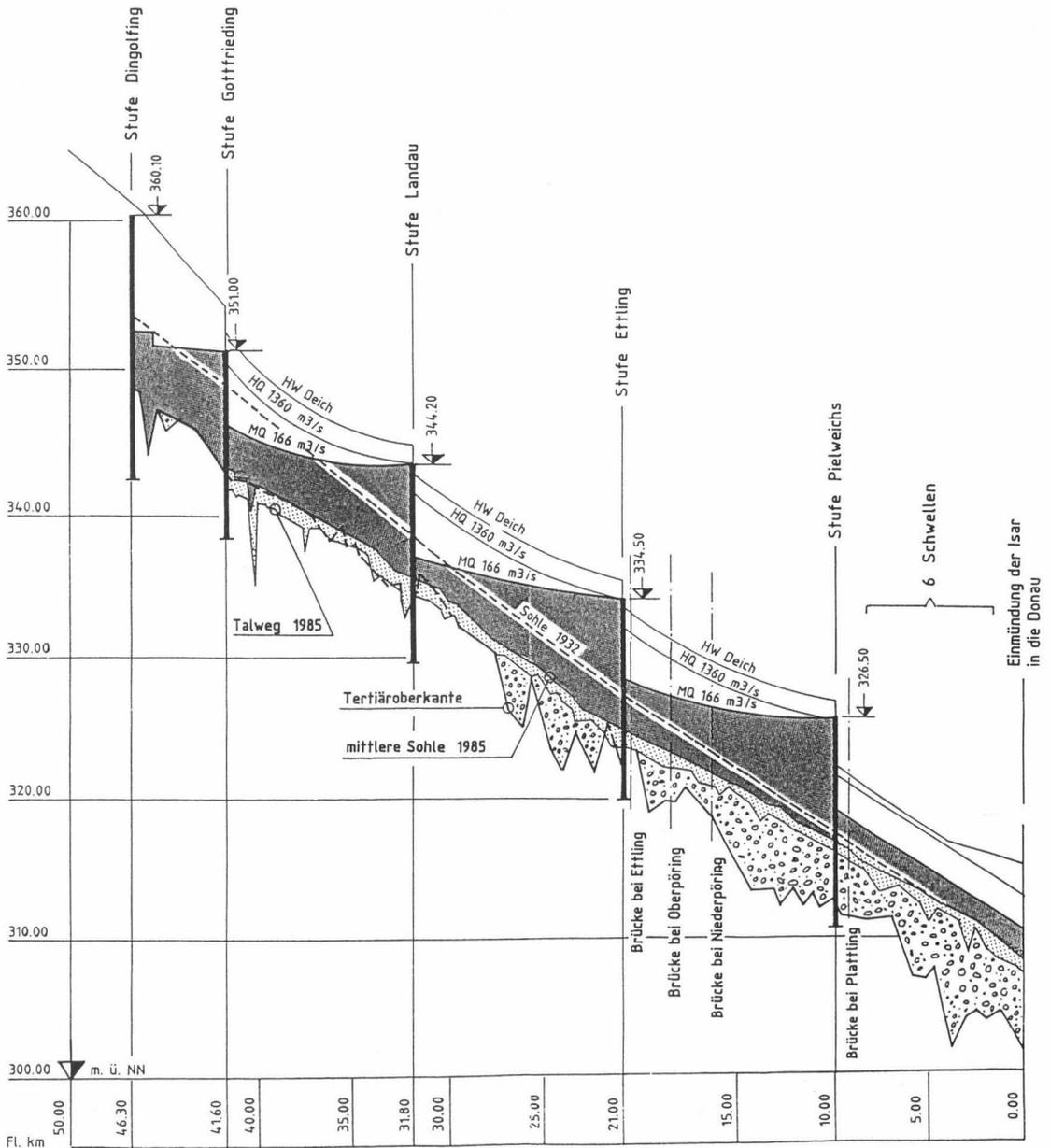


Abb. 3.5: Längsschnitt der Isar von Flußkilometer 0.00 (Mündung in die Donau bis Flußkilometer 46.30 (Stufe Dingolfing). Quelle: Faltblatt Stützkraftstufe Landau, 2. Auflage. Hrsg. Freistaat Bayern Wasserwirtschaftsamt Landshut und Ostbayerische Energieanlagen GmbH & Co. KG Regensburg, o.J.

und Höhenverhältnisse der Anlagen sind aus dem Flußlängsschnitt (Abb. 3.5) ersichtlich. (BAY. LA. F. WASSERWIRTSCH. 1983).

Um den Tiefenschurf von Pielweich abwärts zu bremsen, sind mehrere starre Grundswellen vorgesehen, die über die reine Stützfunktion hinaus Teile des Hochwasserabflusses auf die breiten Vorländer ablenken sollen. Das erste dieser Bauwerke wurde 1995/96 bei Fl. km 8,88 nach Maßgabe eines Modellversuchs der TU München errichtet. Um den status quo im Landschaftsschutzgebiet zu erhalten, wird man mit dem Bau weiterer Schwellen nicht zu lange zögern dürfen.

Unser flußgeschichtlicher Exkurs sollte ein paar Einblicke in die natürlichen Gestaltungskräfte der Isar vermitteln und aufzeigen, wie ihr Erscheinungsbild durch die Tätigkeit des Menschen verändert worden ist. Flüsse sind eben keine statisch in sich ruhenden Landschaftselemente, sondern fortgesetztem Wandel unterworfenen Lebensadern und letztlich Spiegelbilder der Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umwelt. Bei der Isar als wasserwirtschaftlich stark beanspruchtem Fluß tritt dies besonders deutlich zutage.

### 3.5 Literatur

Bauer, F. (1968): Die Verlandung in natürlichen Seen, Tal Sperren und Flußkraftwerkstrecken. Festschrift zu Kongress und Ausstellung „Wasser“. Berlin.

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.) (1983): Ökoteschnische Modelluntersuchung Untere Isar. München.

Diepolder, G. (1969): München. In: Bayer. Geschichtstals. Hrsg. v. M. Spindler. München.

Ertl, O. (1948): Der Einfluß des Walchenseewerkes und seines geplanten weiteren Ausbaues auf die Gestaltungsvorgänge im Isargebiet. Unveröffentl. Gutachten. München.

Ertl, O. (1957): Gestaltungsvorgänge in der Isar unterhalb Landshut. Unveröffentl. Gutachten. München.

Fehn, H. (1962): Die Isar von der Quelle bis zur Mündung. Bayerland. S. 341. München.

Gruber, Chr. (1889): Die Isar nach ihrer Entwicklung und ihren hydrologischen Verhältnissen. München.

Hartung, F. (1973): Stützwellenkraftwerke. Wasserwirtschaft. H. 11/12.

Häusler, E. (1968): Der Isarabfluß durch München mit seinen wasserbaulichen Problemen. München.

Heindel, K. (1936): Die Umgestaltung der Isar durch den Menschen. Diss. TU München.

Heyenbrock, W. (1984): Hochwasserschutz bayerischer Städte: Schriftenr. d. Deutsch. Verb. f. Wasserwirtschaft u. Kulturbau - DVWK. H. 69. Bonn.

Jerz, H.; Schauer Th. und Scheurmann, K. (1977): Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Gebiet der Ascholdingen und Pupplinger Au. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt e.V. 42. München.

Karl, J.; Mangelsdorf J. und Scheurmann, K. (1977): Die Isar – ein Gebirgsfluß im Spannungsfeld zwischen Zivilisation und Natur. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt e.V. 42. München.

Königlich-Bayerisches Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde (1888): Der Wasserbau an den öffentlichen Flüssen im Königreich Bayern. München.

Königlich-Bayerisches Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde (1909): Denkschrift über den gegenwärtigen Stand der Wasserbauten in Bayern. München.

Königlich-Bayerisches Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde (1907): Die Wasserkräfte Bayerns. München.

Kleemaier, H. (1983): Zur Geschichte der Münchner Stadtbäche. In: Die Isar, ein Lebenslauf. Hrsg. von M. L. Plessen. München.

Kortmann, H. (1966): Die Nutzung der Wasserkräfte an den Münchner Stadtbächen im Wandel der Zeit. Unveröffentl. Aufsatz.

Kraus, E. (1985): Die Wasserkraftnutzung der unteren Isar. Bau-intern. 7. München.

Krauss, J. (1958): Der Hochwasserspeicher am Sylvenstein. Die Bautechnik.

Kurzmann, S. (1928): Der zweite Ausbau der Mittleren Isar. Deutsche Wasserwirtschaft.

Michel, H. (1983): Historische Kanäle für die Schlösser und Parkanlagen im Münchner Raum. Mitt. d. Inst. f. Hydraulik u. Gewässerkunde d. TU München. H. 40. München.

Ministerialbauabteilung im Bayerischen Staatsministerium des Innern (1931): Denkschrift über den Ausbau der öffentlichen Flüsse in Bayern nach dem Stand vom 31. März 1931. München.

Müller, St. (1973): Hydrogeologische und hydrologische Untersuchungen in der Pupplinger Au im Isartal südlich von München. Diss. TU München. München.

Riedl, A. v. (1806): Stromatlas von Baiern. München.

Sailer, J. (1930): Die Seitenkanäle der Isar mit ihren Triebwerken zwischen Landshut und Gottfrieding. Unveröffentl. Gutachten.

- Scheurmann, K. (1970): Die Grundwasserbewegungen in einer Talalluvion, dargestellt am Beispiel der Stadt Landshut. Schriftenr. d. Bayer. Landesstelle f. Gewässerkunde. H.3. München.
- Scheurmann, K. (1973): Die Pupplinger und Ascholdinger Au in flußmorphologischer Sicht. Wasser-Abwasser.
- Schmolz, A. (1949): Die Einleitung des Reißbaches in den Walchensee. Die Wasserwirtschaft.
- Sedlmair, G. (1985): Planung und Bau der Stützkraftstufe Landau. Bau-Intern. 7. München.
- Sedlmair, G. und Asal, P. (1992): Isarstützkraftstufe Pielweichs. Wasserwirtschaft. 82.
- Städtische Elektrizitätswerke München und Städtisches Tiefbauamt Abt. F. Straßen- und Brückenbau (1933): Die Erweiterung des Uppenbornwerkes und der Ausbau der Echinger Stufe durch die Stadtgemeinde München im Anschluß an die Wasserkraftanlagen der Mittleren Isar. Wasserkraft und Wasserwirtschaft.
- Wasserwirtschaftsamt Landshut (1957): Hochwasserfreilegung des Stadtgebietes von Landshut. Landshut.
- Weigmann, W. (1928): Die landeskulturelle Bedeutung des Großkraftwerkes „Mittlere Isar“. Deutsche Wasserwirtschaft.
- Wiebeking, C. F. v. (1811): Theoretisch-praktische Wasserbaukunst. München.
- Zorn, E. (o. J.): Zur Frühgeschichte der Stadt Landshut, Ergebnisse städtebaulicher Strukturforschung. Zeitschr. f. bayer. Landesgeschichte. Bd. 32. H. 1.



Abb. 3.6: Im Hinteraul des Karwendels entspringt die Isar.



Abb. 3.7: Die Isar als kleiner Wildbach oberhalb von Scharnitz.

### Die Isar von den Quellen bis Bad Tölz

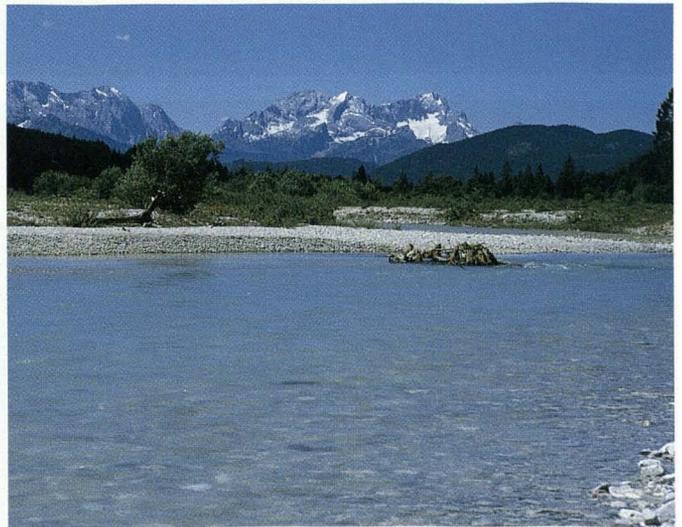


Abb. 3.8: Unterhalb von Mittenwald ist die Isar bereits ein Gebirgsfluß.

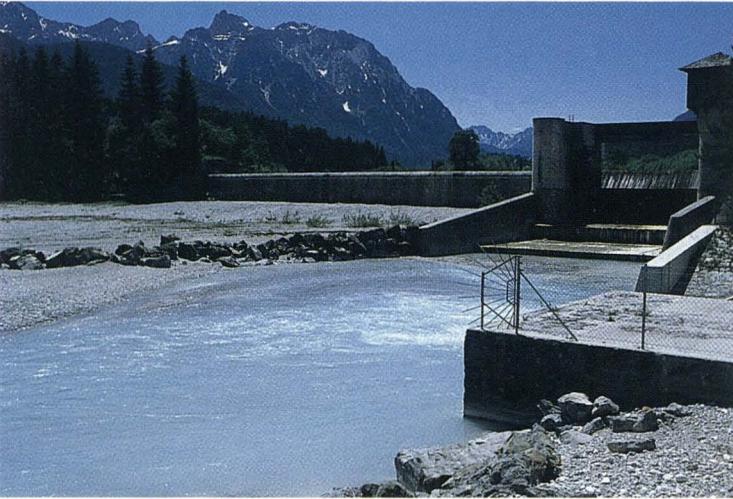


Abb. 3.9: Am Krüner Wehr wird die Isar in den Walchensee zur Gewinnung elektrischer Energie abgeleitet. Das ankommende Geschiebe wird zum Teil bei Hochwasser in das ursprüngliche Isarbett gespült.



Abb. 3.10: Im ursprünglichen Isarbett blieb die Verzweigungsstrecke bis zum Sylvensteinspeicher erhalten.

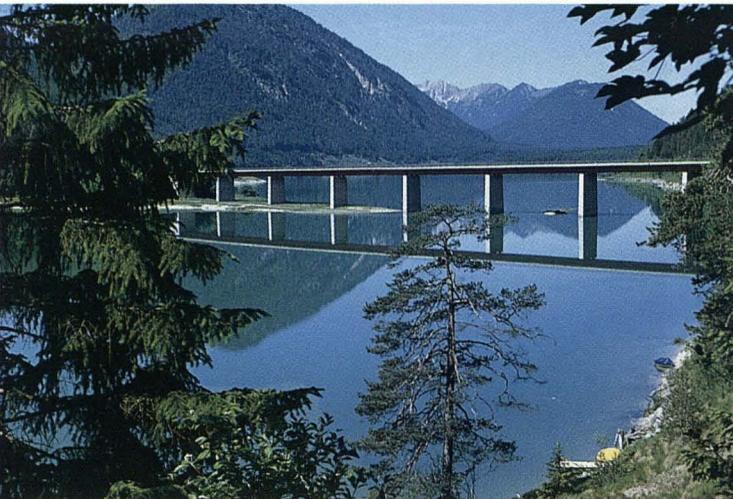


Abb. 3.11: Der Sylvensteinspeicher verändert den Isarabfluß bei Niedrigwasser und bei Hochwasser. Er hält das Geschiebe zur Gänze zurück.

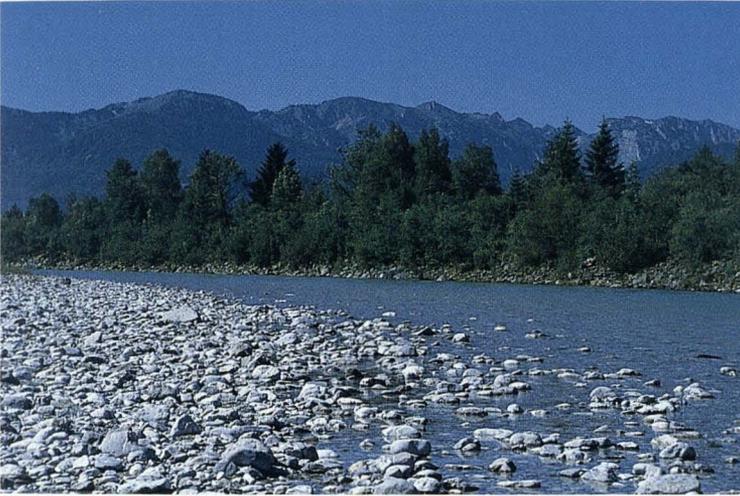


Abb. 3.12: Bereits bei Lenggries macht sich die Geschieberückhaltung im Sylvensteinspeicher mit deutlicher Sohlentiefung bemerkbar.



Die Isar von Bad Tölz bis München-Bogenhausen

Abb. 3.13: Die mangelnde Geschiebefracht führt in der Ascholding-Puppinger-Au zu einer fortlaufenden Eintiefung der Flußsohle und damit zur Zerstörung der ursprünglichen Verzweigungsstrecke.



Abb. 3.14: In der flussabwärts führenden Strecke ist die Isar bereits kanalartig reguliert.



Abb. 3.15: Die Isar zeigt im Stadtgebiet von München sehr vielfältige Formen. Teils ist sie zwischen Betonmauern eingezwängt zum Kanal geworden.



Abb. 3.16: Teils ist sie zwar begradigt, jedoch mit ihrem Hochwasserbett und vor allem mit dem aus den Isarauen entstandenen Englischen Garten Teil eines wichtigen innerstädtischen Erholungsgebietes geworden.



Abb. 3.17: In einem kleinen Abschnitt hat sich sogar inmitten der Großstadt München der Rest einer Verzweigungsstrecke erhalten.

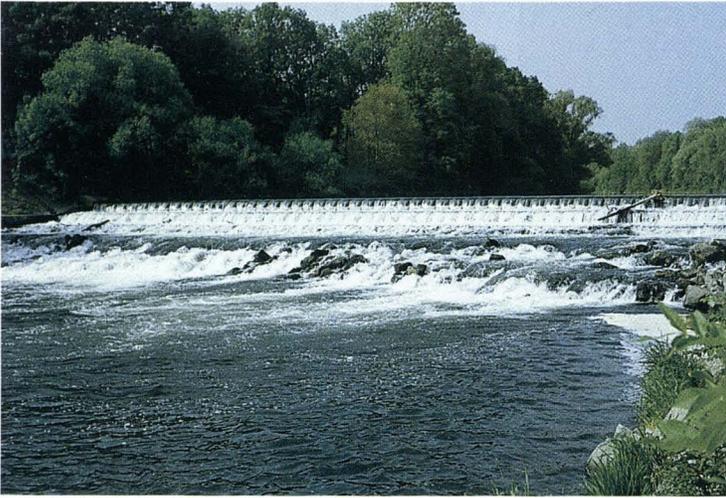


Abb. 3.19: Bei Hochwasser wird ein Teil des Abflusses in die „Kleine Isar“ abgeworfen.



Abb. 3.20: Unterhalb der Maximiliansbrücke muß die Isarsole mit einer Schwelle gegen die Eintiefung geschützt werden.





### Die Isar von München-Bogenhausen bis Landshut

Abb. 3.21: In der Strecke zwischen München und Freising hat sich die Isar bis zu 8 Meter eingetieft. Die Flußsohle muß hier durch zahlreiche Querbauwerke gegen eine weitere Eintiefung gestützt werden.

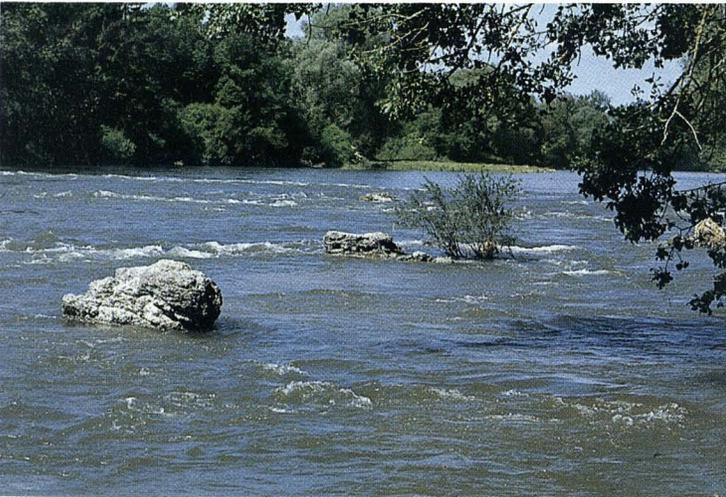
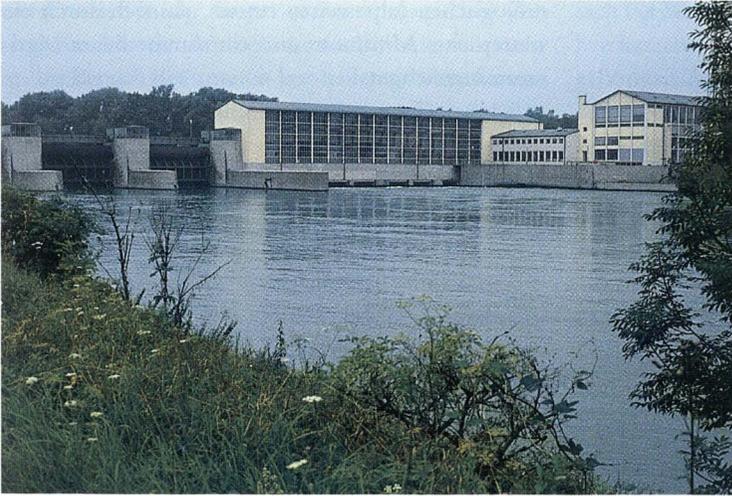


Abb. 3.22: Oberhalb von Landshut schützt bei den „Sieben Rippen“ eine natürliche quartärzeitliche Nagelfluhbank die Isarsohle gegen die Eintiefung.



Abb. 3.23: Beim Umbau der Flutmulde der Isar in Landshut wurde eine naturnahe Lösung gesucht, die jedoch aus einigen Gründen nicht unproblematisch ist.



## Die Isar von Landshut bis zur Mündung in die Donau

Abb. 3.24: Mit dem Kraftwerk in Altheim knapp unterhalb Landshut beginnt eine bis Pielweichs reichende Kette von Flußkraftwerken.



Abb. 3.25: Die Stützkraftstufe Landau bei einem kleinen Hochwasser von Unterstrom gesehen.

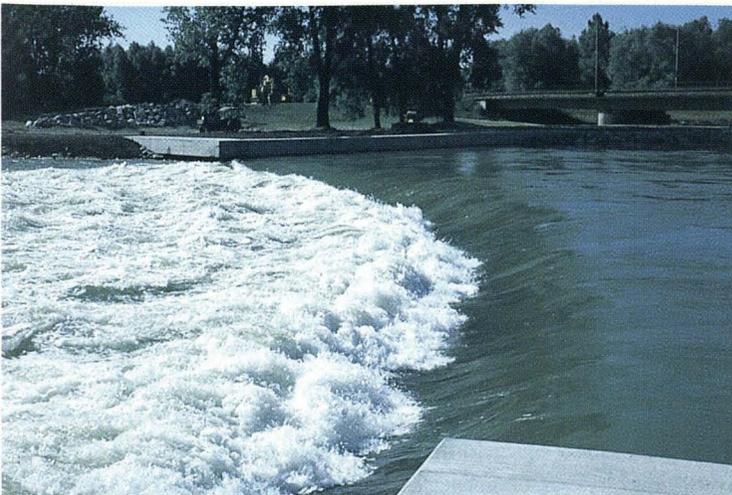
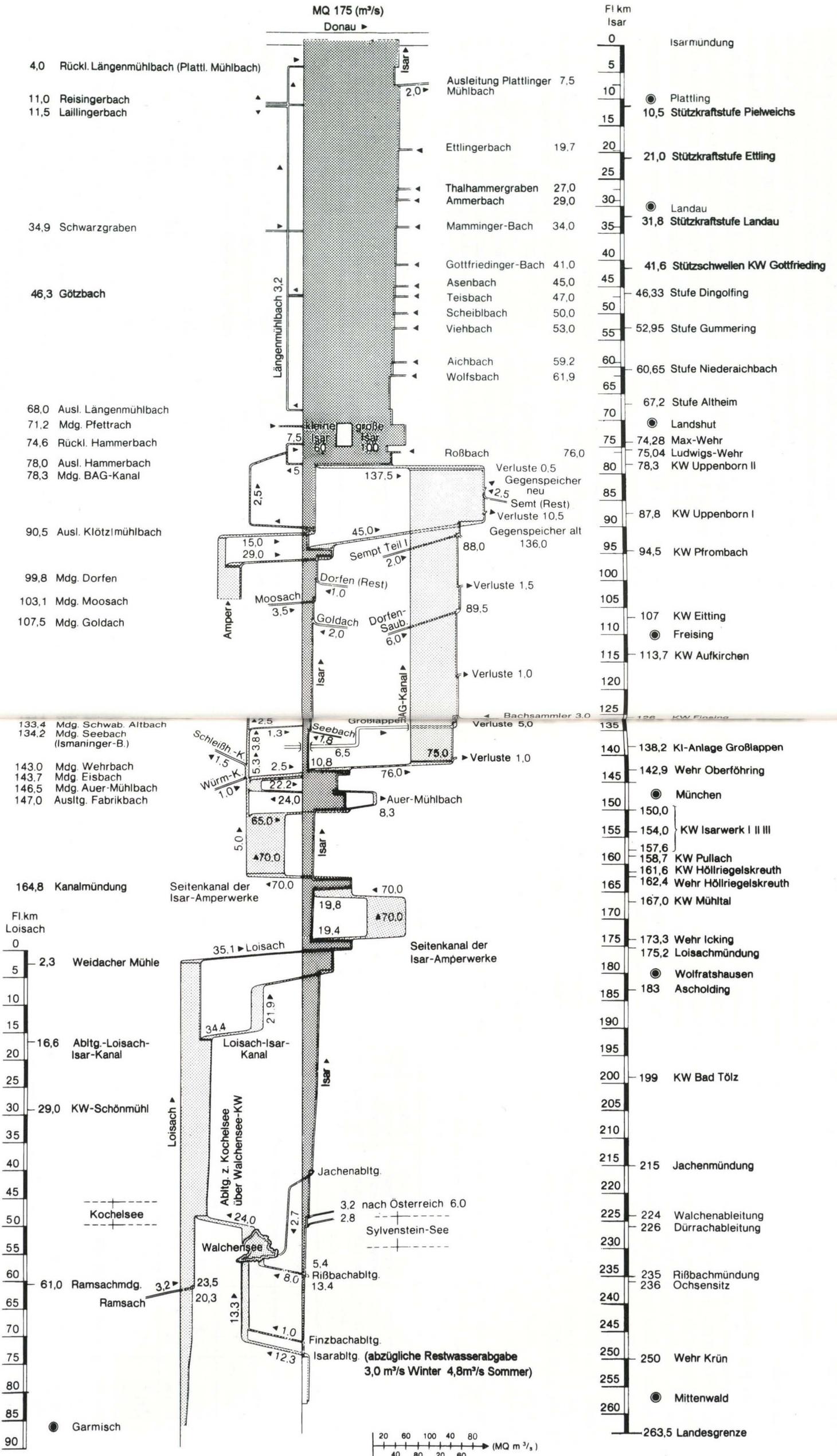


Abb. 3.26: Von Plattling abwärts wird die Flußsohle mit Grundschwellen gegen die Eintiefung gesichert.

Abb 4.2: Banddarstellung des Mittelwasserabflusses der Isar und ihrer wichtigsten Seitengewässer.



## 5 Limnologie

*Brigitte Lenhart und Gunther Seitz*

### 5.1 Chemie

In Bezug auf ihren Chemismus läßt sich die Isar als Hydrogenkarbonatgewässer charakterisieren, das im Oberlauf (Obere Isar) bis zum Erreichen des Münchener Stadtgebiets als sommerkalt bezeichnet werden kann. Die Mittlere Isar, der Mittlere-Isar-Kanal und die Untere Isar sind sommerwarm. Einen Überblick über die Entwicklung ausgewählter chemisch-physikalischer Kenngrößen im Längsverlauf des Flusses gibt Tabelle 5.1, in der die Mittelwerte aus 26 Messungen des Jahres 1994 aufgeführt sind. Dieses Jahr hat sich für den Vergleich insofern als günstig erwiesen, als die Abflüsse nahezu dem langjährigen Mittelwasserabfluß (MQ) entsprochen haben.

Betrachten wir die für Verunreinigungen anthropogenen Ursprungs typischen Parameter Biochemischer

Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>), Ammonium (NH<sub>4</sub>) und Gesamtphosphor (P-gesamt), so stellt sich die Isar im Oberlauf und im Stadtgebiet München als ein gering belastetes Fließgewässer dar. Erst unterhalb der Abwassertreinleitungen aus dem Klärwerk München I läßt sich der negative Einfluß der Landeshauptstadt deutlich erkennen (MIAG-Kanal Niederneuching). Im weiteren Fließverlauf trägt die unterhalb von Moosburg einmündende Amper zu einer weiteren Erhöhung der Leitfähigkeit, die ein Maß für die im Flußwasser gelösten Salze darstellt, sowie der Nitrat- und Phosphatwerte bei. Die im Bereich der Unteren Isar ablaufenden Selbstreinigungsprozesse führen dann zu einer Verringerung des Verunreinigungsgrades, so daß die Isar ebenso wie die übrigen großen dealpinen Flüsse Bayerns mäßig belastet in die Donau mündet. Bei den Gewässergüteparametern nimmt sie somit im Vergleich zu den großen Flüssen Deutschlands einen Spitzenplatz ein. Daß dies nicht immer so war, verdeutlicht der Konzentrationsverlauf der chemischen Meßgrö-

	Isar, Mittenwald oh. Leutasch km 260	Isar, Baierbrunn km 163	MIAG - Kanal, Unterföhring km 145	MIAG - Kanal, Niederneuching km 128	Isar, Moosburg km 96	MIAG - Kanal, Hofham km 80	Isar, Dingolfing km 46	Isar, Plattling km 9
Mittlere T (°C)	5,2	10,7	12,7	11,4	11,3	11,6	13,8	13,6
Temp., 90-Perzentil (°C)	9,4	18,1	20,9	20,0	18,3	20,2	21,0	22,0
Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	208	348	350	392	518	459	480	447
BSB <sub>5</sub> (mg/l)	<1,2	<1,5	<1,7	2,8	<1,8	2,6	2,4	2,3
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	<0,033	<0,034	<0,027	0,168	<0,056	0,167	0,117	<0,063
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	<0,51	0,88	1,02	2,8	4,85	3,8	3,84	3,16
P-gesamt (mg/l)	0,016	0,023	0,023	0,062	0,086	0,081	0,089	0,077

Tab. 5.1: Ausgewählte chemisch-physikalische Meßgrößen (Jahresmittelwerte 1994)

ßen in den vergangenen zwei bzw. drei Jahrzehnten (Abb. 5.1 - 5.4). So erreichte der Biochemische Sauerstoffbedarf, der die Verunreinigung des Flußwassers mit biologisch abbaubaren organischen Inhaltsstoffen beschreibt, seinen höchsten Wert im Jahre 1972 (Abb. 5.1). Zum damaligen Zeitpunkt waren beispielsweise in Niederbayern im Vergleich zu heute nur rund ein Drittel der Bevölkerung an Kläranlagen angeschlossen; die Städte verfügten oftmals nur über unzureichende mechanische Kläranlagen. Die zunehmende Verbesserung bei der Abwassersituation führte bis heute zu einer so großen Entlastung, daß die Meßwerte im Fluß mittlerweile eine Größenordnung erreicht haben, die noch weit unterhalb des Ausgangsniveaus der BSB-Messungen aus dem Jahre 1967 liegt.

Einen ähnlich auffälligen Verlauf zeigte in den letzten zehn Jahren die Entwicklung des Ammoniumstickstoffs im Mittleren-Isar-Kanal (Abb. 5.2). Die Erfolge im Zusammenhang mit der Verwirklichung der abwassertechnischen Maßnahmen im Großraum München drückten sich hier in einer Reduzierung der aktuellen Ammoniumwerte auf rund ein Zehntel der früher gemessenen Werte aus. Im Gegensatz hierzu wird bei der Betrachtung der Nitratkonzentrationen deutlich, daß nach einer gleichmäßigen Zunahme eine längere Stagnationsphase einsetzte, ehe Anfang der neunziger Jahre endlich ein Rückgang zu verzeichnen war (Abb. 5.3). Neben Abwassereinleitungen ist für diese Entwicklung insbesondere der ständig zunehmende diffuse Nitratreintrag über Niederschläge und Abschwemmungen aus der landwirtschaftlich genutzten Fläche verantwortlich zu machen. So deckt sich der Kurvenverlauf weitgehend mit der Entwicklung der Stickstoffdüngung in Bayern, die Ende der achtziger Jahre ihren Höhepunkt erreicht hat und seitdem abnehmende Tendenz aufweist.

Als der die pflanzliche Produktion wohl am deutlichsten begrenzende Nährstoff kommt dem Phosphor bei der Gewässereutrophierung die entscheidende Rolle zu. Die zeitliche Entwicklung der Phosphormessungen spiegelt die Erfolge wider, die mit dem Erlaß der Phosphathöchstmengenverordnung im Jahre 1980 eingeleitet und in der Folgezeit durch die Verabschiedung des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes sowie mit dem Bau zahlreicher dritter Reinigungsstufen

(Einrichtungen zur P-Eliminierung) bei größeren Kläranlagen fortgesetzt wurden (Abb. 5.4). Zwischenzeitlich ist bei den Meßwerten auch hier eine Größenordnung erreicht, wie sie seit Beginn der Messungen noch nie ermittelt werden konnte.

## 5.2 Biologische Gewässergüte

Die limnochemischen Untersuchungen haben deutlich gemacht, daß einige wichtige Qualitätsparameter der Isar zwischenzeitlich niedrigere Stoffkonzentrationen als Mitte der sechziger Jahre aufweisen. Augenfällig wird dies auch bei der Betrachtung der Gewässergütekarte Bayerns, die seit 1969 regelmäßig veröffentlicht wird. Die in dieser Karte dargestellte biologische Gewässergüte ist das Abbild der in einem bestimmten Gewässerabschnitt vorgefundenen Wasserorganismen (vgl. auch Pkt. 5.3). Da diese Pflanzen und Tiere artspezifisch die unterschiedlichsten Ansprüche an die Wasserqualität stellen, zeigt uns die Zusammensetzung der gesamten aquatischen Lebensgemeinschaft indirekt auch die Belastung eines Gewässers mit Schmutzstoffen an.

Wählen wir für unsere Betrachtung die Gewässergütekarte aus, die in Bayern den schlechtesten Gütezustand repräsentiert, so erkennen wir, daß die Isar im Jahre 1973 unterhalb von Mittenwald (Güteklasse III), Bad Tölz (Güteklasse IV), München (Mittlerer-Isar-Kanal: Güteklasse III), Freising (Güteklasse IV) und Landshut (Güteklasse III) massivsten Abwasserbelastungen ausgesetzt war (Abb. 5.5). In dieser Zeit erreichte auch der Biochemische Sauerstoffbedarf seine höchsten Werte (s.o.). Zwar verbesserte sich in den nächsten Jahren die Situation mit der Inbetriebnahme der neuen Kläranlagen in Mittenwald, Bad Tölz und Freising; der immer größer werdende Abwasseranfall Münchens führte aber dazu, daß ab 1984 die Selbstreinigungsstrecke im Mittleren-Isar-Kanal zusehends länger wurde. Nach der Errichtung der neuen Kläranlagen München II und Landshut verschwanden Anfang der neunziger Jahre die letzten stark verschmutzten Isar- und Isarkanalabschnitte; aufgrund der Sanierung der Mischwassereinleitungen sowie infolge der Restwasseraufhöhung verbesserte sich die Güte im Isarmutterbett unterhalb Münchens darüberhinaus auf Güteklasse II.

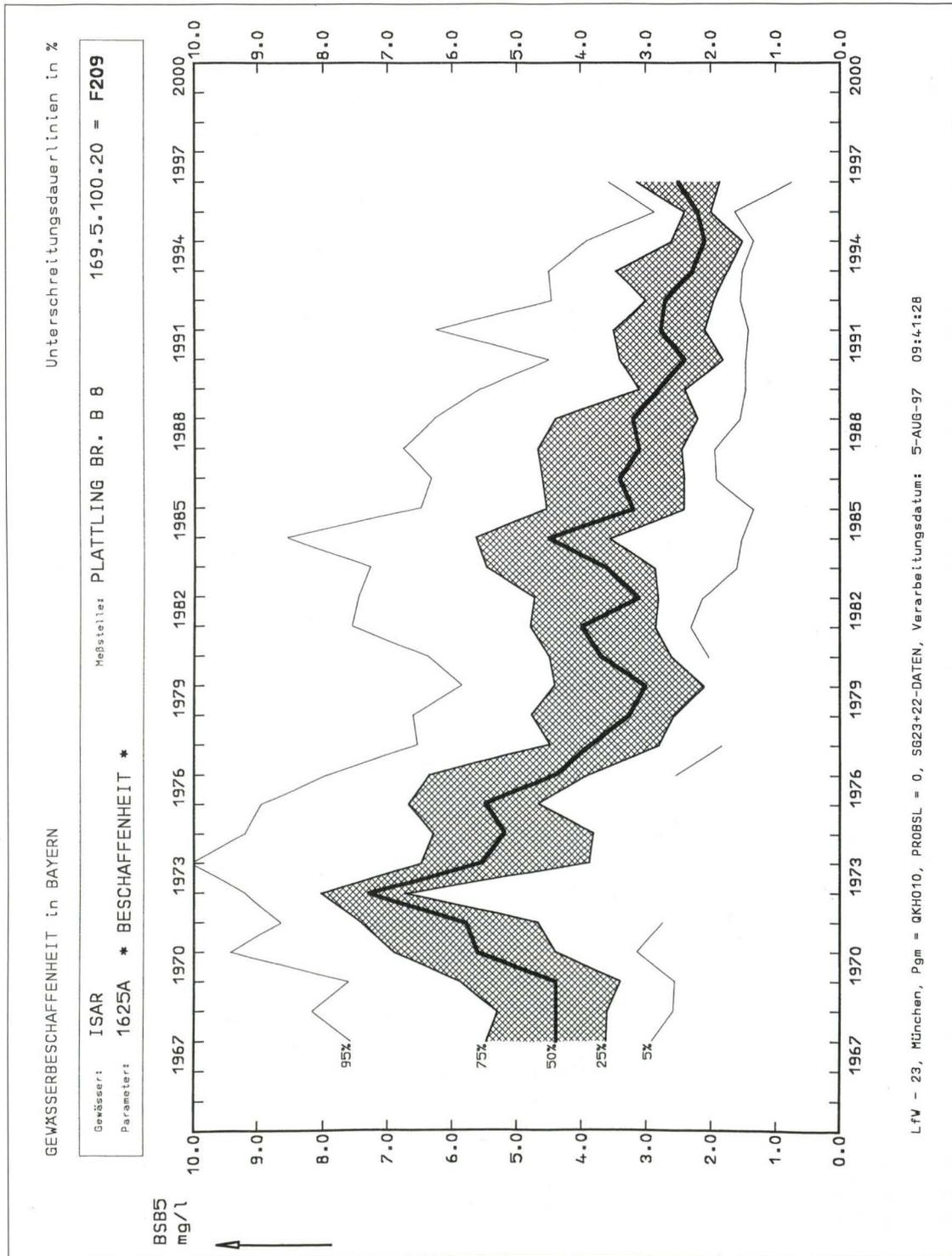


Abb. 5.1: Entwicklung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB<sub>5</sub>) in der Isar bei Plattling (Jahresmittelwerte 1967-1996); der BSB<sub>5</sub> ist ein Maß für die Belastung eines Gewässers mit biologisch abbaubaren organischen Stoffen.

GEWÄSSERBESCHAFFENHEIT in BAYERN

Unterschreitungsdauerlinien in %

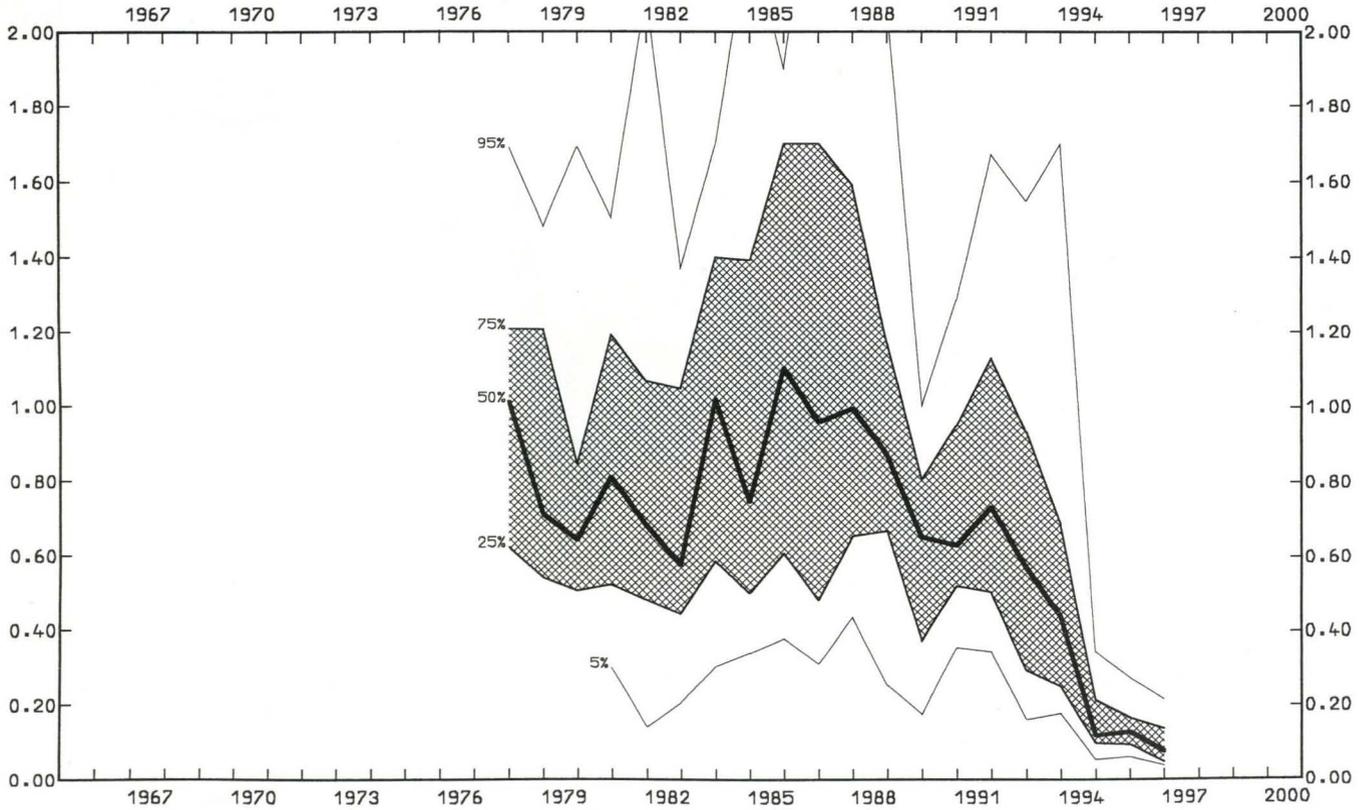
Gewässer: MIAG-KANAL

Meßstelle: HOFHAM SCHLEUSE

168.9.900.20 = F207

Parameter: 1249I \* BESCHAFFENHEIT \*

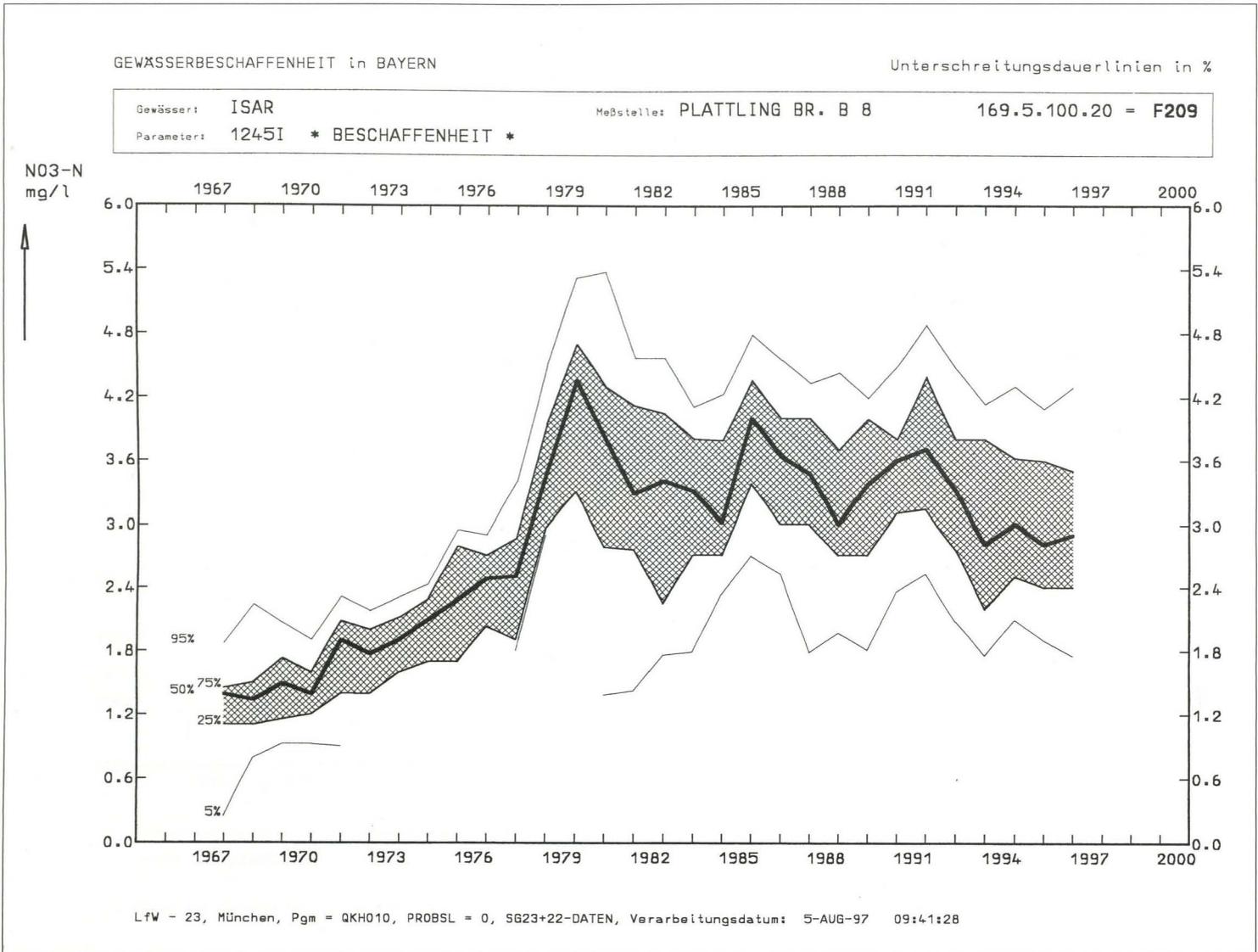
NH<sub>4</sub>-N  
mg/l



LfW - 23, München, Pgm = QKH010, PROBSL = 0, SG23+22-DATEN, Verarbeitungsdatum: 5-AUG-97 09:53:39

Abb. 5.2: Entwicklung der Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs im MIAG-Kanal oberhalb Landsbur; Jahresmittelwerte 1967-1996.

Abb. 5.3: Entwicklung der Konzentrationen des Nitrat-Stickstoffs in der Isar bei Plattling; Jahresmittelwerte 1967-1996.



GEWÄSSERBESCHAFFENHEIT in BAYERN

Unterschreitungsdauerlinien in %

Gewässer: MIAG-KANAL

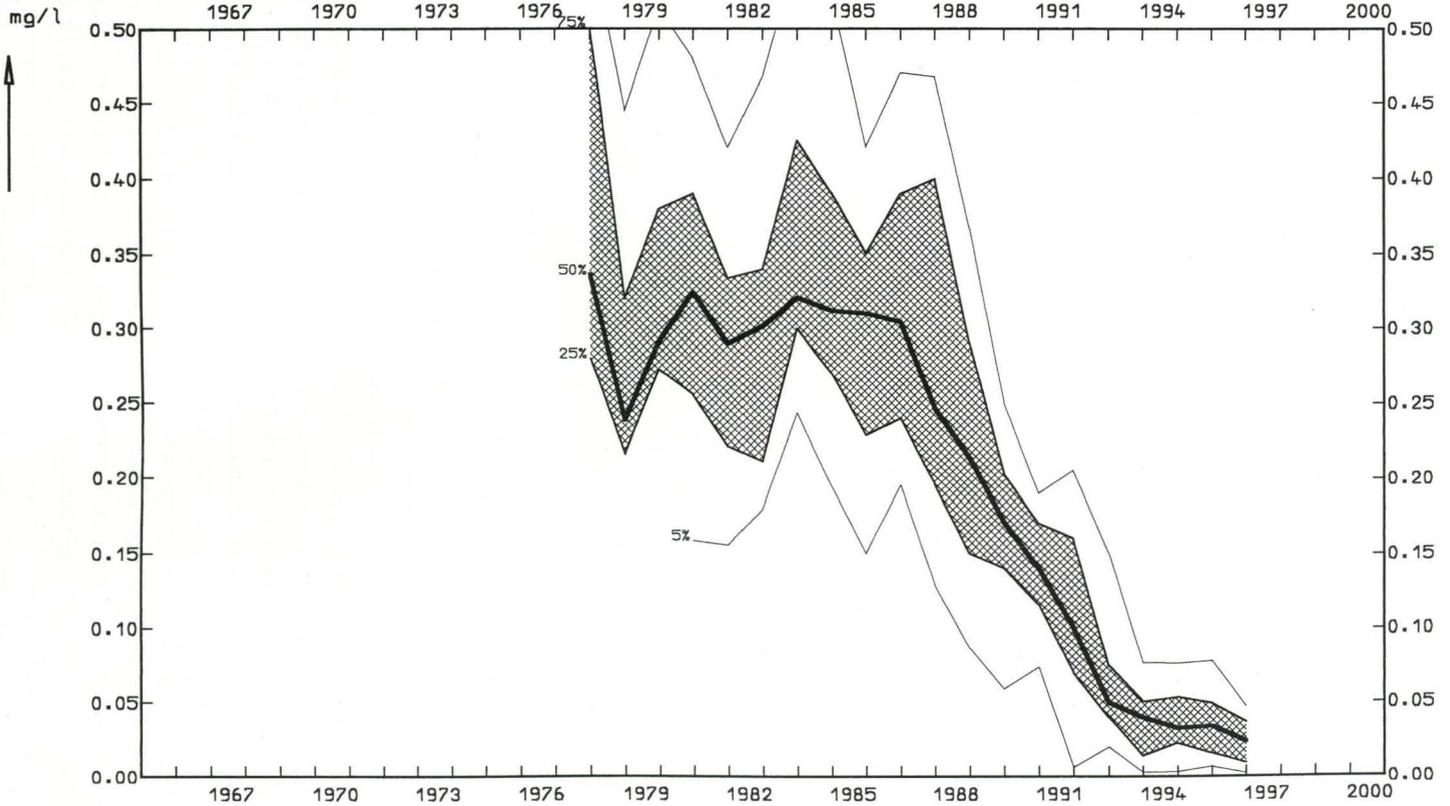
95%

Meßstelle: HOFHAM SCHLEUSE

168.9.900.20 = F207

Parameter: 1264I \* BESCHAFFENHEIT \*

$\text{O-PO}_4\text{-P}$   
mg/l



LfW - 23, München, Pgm = QKH010, PROBSL = 0, SG23+22-DATEN, Verarbeitungsdatum: 5-AUG-97 09:53:39

Abb. 5.4: Entwicklung der Konzentrationen des ortho-Phosphat-Phosphors (= gelöster reaktiver Phosphor) im MIAG-Kanal oberhalb Landshut; Jahresmittelwerte 1967-1996.

In der aktuellen Gewässergütekarte aus dem Jahre 1995 ist das Sanierungsziel, die Gewässergüteklasse II, fast durchgehend erreicht. So weist die Isar selbst nurmehr unterhalb von Bad Tölz auf einem kurzen Stück Gewässergüteklasse II-III auf; überdies verlängerte sich die oberhalb gelegene nur gering belastete Fließstrecke der Güteklasse I-II. Neueste Erhebungen (April 1997) zeigen, daß nun auch die Strecke unterhalb von Bad Tölz in Güteklasse II einzustufen ist. Einzig der Mittlere-Isar-Kanal ist zwischen München und der Amperüberleitung bei Moosburg durchgehend kritisch belastet (Güteklasse II-III, Abb. 5.6).

### 5.3 Biologie – Makrozoobenthon

Unter Makrozoobenthon verstehen wir die Gesamtheit aller am Gewässergrund lebenden und mit bloßem Auge erkennbaren tierischen Lebewesen. Diese gemeinhin auch als Fischnährtiere bezeichneten Organismen gehören den verschiedensten tiersystematischen Großgruppen, wie z.B. den Würmern, Weichtieren, Krebsen und Insekten an. Als Lebensraum dienen diesen Tieren die unterschiedlichsten Substrate, wie Fels, Kies, Sand, Schlamm, Totholz und Pflanzen im strömenden oder im stehenden Wasser. Dabei werden nicht nur die Ober- und Unterseiten der Substrate, sondern je nach Entwicklungsstadium bevorzugt auch das Lückensystem der Bettsedimente des Gewässers, das Interstitial, besiedelt.

Das Mosaik dieser verschiedensten Habitate, die in einem naturbelassenen Fließgewässer auf engstem Raum unmittelbar nebeneinander vorkommen, unterliegt mit zunehmender Lauflänge des Gewässers Veränderungen. So verkleinert sich in Abhängigkeit vom geringer werdenden Fließgefälle und der damit verbundenen Verminderung der Fließgeschwindigkeit die Korngröße des Geschiebes, die mittleren sommerlichen Wassertemperaturen steigen an und die chemisch-physikalischen Qualitätsparameter verändern sich. Die Biomasse der höheren Wasserpflanzen nimmt in der Regel zu, so daß „Krautzonen“ entstehen können. All diese zur Mündung des Flusses hin gerichtet und gleitend ablaufenden Veränderungen der biotischen und abiotischen Randbedingungen bewirken auch bei der Zusammensetzung des Makrozoobenthon deutliche qualitative und quantitative Veränderungen.

Unter Einbeziehung der Untersuchungen zum Zuckmückenbestand (GEIGER 1982, HIEBER 1985, SCHRÖDER 1993) sowie von Auftragsarbeiten, die im Rahmen der Beweissicherung zur Teilrückleitung der Oberen Isar (LENHART et al. 1997) und zum Ausbau der Unteren Isar angefallen sind, konnten in den vergangenen 15 Jahren in der Isar 592 verschiedene Taxa des Makrozoobenthon nachgewiesen werden. Diese Tiere sind in einer Gesamtliste dokumentiert, deren Abdruck den Rahmen dieser Publikation sprengen würde. Schlüsselt man die Organismen nach ihrer Großgruppenzugehörigkeit auf, so lassen sich insgesamt jedoch 21 tiersystematische Gruppen unterscheiden, unter denen die Zuckmücken die meisten Taxa stellen (s. Tab. 5.2).

Auffällig ist, daß die 9 aufgeführten Insektenordnungen fast 90% des gesamten Artenbestandes stellen, worin die hohe Wertigkeit der Isar als Lebensraum zum Ausdruck kommt. Die meisten Taxa wurden in der Unteren Isar (392), die wenigsten in der Mittleren Isar (306) angetroffen. Vernachlässigt man jedoch zum besseren Vergleich die in den drei Isarabschnitten in unterschiedlicher Intensität untersuchte Gruppe der Zuckmücken, so ergibt sich für den Längsverlauf der Isar eine Zunahme der Taxazahlen von 199 (Obere Isar) über 218 (Mittlere Isar) auf 264 (Untere Isar).

Obschon auf der gesamten Isarstrecke insgesamt 147 Taxa konstant vertreten sind, ist das Arteninventar der einzelnen Isarabschnitte so verschieden, daß sich die Längsgliederung der Isar nicht nur über die Morphologie, das Abflußregime oder den Temperaturgradienten, sondern auch über die Tierbesiedlung beschreiben läßt. So sind bei den Großgruppen beispielsweise die Weichtiere und die Käfer am stärksten in der Unteren Isar vertreten, die meisten Steinfliegen finden sich im Bereich der Oberen Isar und die Eintragsfliegen haben ihren Schwerpunkt in der Mittleren Isar. Beziehen wir in die Charakterisierung der Isarabschnitte all die Taxa mit ein, für die autökologische Angaben zur Biotopbindung vorliegen, wird deutlich, daß sich der prozentuale Anteil der echten Oberlaufarten (Krenal- und Epirhithralarten der oberen Forellenregion) zur Mündung hin mehr als halbiert, während sich der Anteil der Flußarten der Barben- und Brachsenregionen (Potamalarten) verdoppelt. Die typischen

	Obere Isar	Mittlere Isar	Untere Isar	gesamte Artenzahl
Schwämme (Spongillidae)	1	1	1	1
Strudelwürmer (Turbellaria)	4	4	5	7
Saitenwürmer (Nematomorpha)	1	1	0	1
Schnecken (Gastropoda)	6	12	21	21
Muscheln (Bivalvia)	2	3	12	12
Wenigborster (Oligochaeta)	3	3	4	4
Egel (Hirudinea)	5	6	8	8
Milben (Acari)	1	1	1	1
Flohkrebse (Amphipoda)	4	3	5	6
Asseln (Isopoda)	1	1	1	1
Eintagsfliegen (Ephemeroptera)	35	40	34	54
Libellen (Odonata)	1	1	17	17
Steinfliegen (Plecoptera)	28	22	10	29
Wanzen (Heteroptera)	2	5	16	16
Netzflügler (Neuropteroidea)	1	5	5	6
Käfer (Coleoptera)	15	26	40	47
Köcherfliegen (Trichoptera)	65	61	60	94
Hautflügler (Hymenoptera)	1	1	0	1
Zweiflügler ohne Zuckmücken (Diptera)	22	19	16	32
Zuckmücken (Chironomidae)	143	88	128	226
Moostierchen (Bryozoa)	1	3	8	8
Summe	342	306	392	592

Tab. 5.2: Taxazahl je Großgruppe

Organismen der zwischen diesen beiden Regionen liegenden Abschnitte des Meta- und Hyporhithrals (Untere Forellen- und Äschenregion) zeigen ein analoges prozentuales Verteilungsmuster (s. Abb. 5.7).

Auch wenn keine Vergleichsdaten aus früheren Untersuchungen vorliegen, kann zusammenfassend festgehalten werden, daß die Artenvielfalt der Isar zum gegenwärtigen Zeitpunkt bemerkenswert hoch ist. Diese Aussage wird gestützt durch die Ergebnisse vergleichbarer Untersuchungen am Lech (BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT 1984), die beispielsweise bei den Insekten (ohne Zweiflügler) nur die Hälfte der an der Isar nachgewiesenen Arten erbrachten. Darüber, ob die Gesamtartenzahl der einstmals unregulierten Isar deutlich höher gewesen, oder ob durch die Ausbaumaßnahmen und der dadurch bedingten Zunahme der die Stillwasserbereiche bevorzughenden Arten eine gewisse Kompensation eingetreten ist, kann nur gemutmaßt werden. Fest steht aber, daß insbesondere in den Bereichen der Stauhaltungen der Mittleren und Unteren Isar infolge des Umbaus große qualitative Verluste der Fließgewässerbiozöosen eingetreten sind. So fehlen in der Stauhaltung der Stützkraftstufe Landau die für einen Fluß typischen strömungsgebundenen Arten, abgesehen von verdrifteten Einzelindividuen, völlig. Die Zahl der Ubiquisten (Allerweltsarten), die keinen speziellen Biotop bevorzugen, hat dafür drastisch zugenommen (BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT 1991). Den Unterwasserbereichen der Staustufen kommen insofern wichtige Refugialfunktionen zu, als sie die Reste der Biozöosen des einstmals freifließenden Flusses beherbergen.

Wenn dennoch im Laufe der zurückliegenden 15 Untersuchungsjahre bei den echten Fließgewässerorganismen eine stete Zunahme der Artenzahlen zu beobachten war, so ist dies neben einem erweiterten Kenntnisstand im Bereich der Taxonomie vor allem den konsequenten Bemühungen um einen erfolgreichen Gewässerschutz zuzuschreiben (vgl. Pkt. 5.2). Auch die seit 1. Mai 1990 bestehende Teiltrückleitung der Oberen Isar am Krüner Wehr hat wesentlich zur Wiederansiedlung und Bestandsicherung der fließwassertypischen Arten in dem rd. 20 km langen Fluß-

abschnitt bis zum Sylvensteinspeicher beigetragen (s. LENHART et al. 1997). Die trotz des massiven Ausbaus der Isar unterhalb von München feststellbaren positiven Veränderungen im Artenbestand haben mittlerweile dazu geführt, daß in der gesamten Isar 70 Arten mit Rote-Liste-Status gefunden werden konnten; hiervon gehören 13 Arten sogar den höchsten Gefährdungskategorien „O“, „1“ und „2“ an.

## Dank

Besonderer Dank sei unserer Kollegin Frau Antonie Dorn und unserem Kollegen Herrn Armin Weinzierl ausgesprochen, die die aufwendigen Recherchen zur Erstellung der Gesamtartenliste und die Plausibilitätskontrolle für das Makrozoobenthon übernommen haben. Unser Dank gilt auch Frau Edith Peters, die die Plausibilitätskontrolle speziell für die Chironomidae durchgeführt hat.

## 5.4 Literatur

- Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft (1984): 100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg. - Schriftenreihe LfW H. 19. - München.
- Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft (1991): Stützkraftstufe Landau a. d. Isar - Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft H. 24. - München.
- Geiger, E. (1982): Zur Kenntnis der Chironomidenfauna (Dipt., Insecta) des Isarkanals im Bereich der südlichen Stadtgrenze Münchens. - Zulassungsarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München (unveröffentlicht).
- Hieber, E. (1985): Qualitative und quantitative Erfassung der Chronomidae (Dipt.) durch Oberflächendrift im Isarkanal vor Landshut. - Diplomarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München (unveröffentlicht).
- Lenhart, B.; Hannweber, M.; Schmedtje, U. und Schlößer, I. (1997): Erfahrungen des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim mit der Isarrückleitung. - Internat. Symposium: Die Isar - Problemfluß oder Lösungsmodell? 30. Sept. - 1. Okt. 1996, Wolfratshausen. Laufener Seminarbeitrag 4/97: 99-109 Bayer. Akademie f. Naturschutz u. Landschaftspflege (Hrsg.), Laufen.
- Schröder, B. (1993): Qualitative und quantitative Erfassung der Chironomidenfauna (Dipt.) der Isar vor München durch Oberflächendrift unter besonderer Berücksichtigung diurnaler Schlüpfmuster. - Diplomarbeit, Universität Köln (unveröffentlicht).



Abb. 5.5: Die biologische Gewässergüte von Isar, Amper und Loisach. Stand 1973 (oben) und 1984 (unten).  
Legende siehe Seite 60

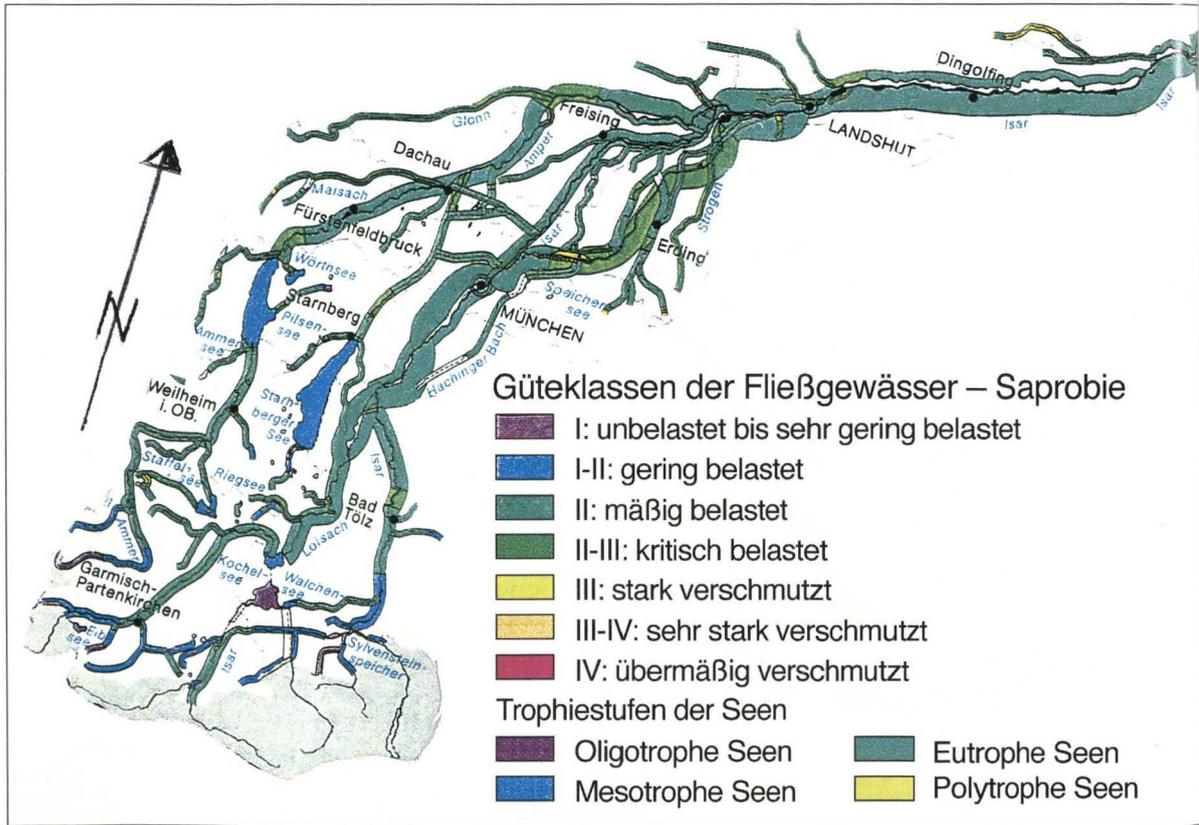


Abb. 5.6: Die biologische Gewässergüte von Isar, Amper und Loisach. Stand im Jahre 1995.

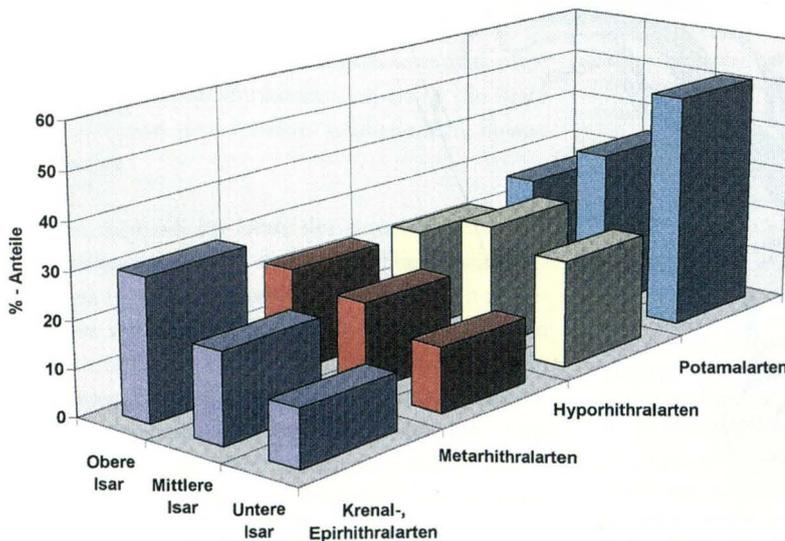


Abb. 5.7: Prozentuale Verteilung der biotopgebundenen Zoobenthonorganismen in den 3 Isarabschnitten Obere Isar, Mittlere Isar und Untere Isar; Anteile der für die einzelnen Flußregionen typischen Arten. Krenal = Quellregion, Epirhithral = Obere Forellenregion, Metarhithral = untere Forellenregion, Hyporhithral = Äschenregion, Potamal = Barben-, Blei- und Brachsen-Region.

## 6 Die Vegetationsverhältnisse

*Peter Jürging und Thomas Schauer*

Bevor der Mensch das Flußsystem der Isar umgestaltete, war diese wohl durchgehend von der heutigen Landesgrenze bis zu ihrer Mündung in die Donau, von einer Kette von Umlagerungsstrecken gekennzeichnet. Verästelt, in viele Rinnen zerteilt durchfloß die Isar die unterschiedlichen Naturräume. Dabei änderte sich ihr Erscheinungsbild in Abhängigkeit von der Fließ- und Geschiebedynamik ständig. Bei jedem Hochwasser schüttete die Isar Rinnen zu, grub sich daneben gleichzeitig neue, riß Kiesinseln fort, um an anderer Stelle neue Kiesbänke aufzuwerfen und veränderte so ständig ihren Lauf. Durch diese aus menschlicher Sicht katastrophalen Zerstörungen wurden bei Hochwasser immer wieder Lebensräume fortgerissen, während sich z.B. auf den neuentstandenen Schotterflächen schrittweise im Rahmen der natürlichen Sukzession wieder Abfolgen von Lebensgemeinschaften entwickeln konnten, sofern die Fließgewässerdynamik der Isar dies zugelassen hat. Dieses, vor allem für natürliche alpine Flüsse typische Werden und Vergehen sorgte dafür, daß in den gesamten Isarauen unterschiedlich reife Standorte mit den entsprechenden Entwicklungsstadien bzw. Pflanzengemeinschaften anzutreffen waren, von ausgedehnten Pionier- bis hin zu reiferen Auengesellschaften, die an Überschwemmungen, Niedrigwasser und Grundwasserschwankungen angepaßt sind bzw. diese vertragen können.

Die Isarauen stellten also aufgrund ihrer Fließgewässer- und Feststoffdynamik ein durchgehendes, reichstrukturiertes und streckenweise sehr breites Kiesbett dar, das beidseits von einem unterschiedlich breiten Auwaldband begleitet wurde, in dem Auebäche und sicherlich auch vereinzelte Altgewässer sowie ausgedehnte Trockenstandorte, sogenannte Brennen, zu finden waren.

Wie fast alle alpinen Fließgewässer wurde auch die Isar über weite Strecken vor allem seit Beginn des 19. Jahrhunderts sicherheits- und nutzungsorientiert ausgebaut. Das Ergebnis war ein über wesentliche Strecken verkürzter Verlauf in einem uniformen Bett. Zwangsläufig folgten Sohleintiefungen und damit, vor

allem an der unteren Isar, als Gegenmaßnahme der Bau von Flußstauen. Weitere Resultate waren eine drastische Reduzierung der natürlichen Geschiebedynamik und die Hochwasserfreilegung ganzer Tällandschaften. Veleorts wurden so erst die Voraussetzungen für Nutzungen in der Aue, z.B. für Siedlungen, Land- und Forstwirtschaft oder Rohstoffgewinnung, geschaffen. Neben diesen Flächenverlusten schmälert oder unterbindet der veränderte Wasserhaushalt in Fluß und Aue die ober- und unterirdische Gewässerdynamik. All diese Standortveränderungen bedingten, daß die ehemals durchgehend reichstrukturierte Fließgewässerlandschaft der Isar mit ihren vielfältigen Pflanzen- und Tiergemeinschaften heute in wesentlichen Bereichen durch eine erschreckende Artenverarmung gekennzeichnet ist. An die Geschiebedynamik natürlicher, alpiner Fließgewässer angepaßte Lebensgemeinschaften mußten vielerorts ganz der neuen Situation weichen. Meist wurden sie von Allerweltsarten durchwandert und verdrängt.

Im folgenden wird versucht, einen Überblick über die Vegetationsverhältnisse an der Isar von der Quelle bis zur Mündung zu geben. Herausgegriffen werden charakteristische Pflanzengesellschaften, deren Artenzusammensetzung sowie deren schwerpunktmäßige Verbreitung im Isartal und deren Beeinflußung durch den Menschen.

Die Quellflüsse der Isar liegen im österreichischen Teil des Karwendels und vereinigen sich oberhalb Scharnitz. Es sind dies der Karwendelbach und der Hinteraubach (Abb. 6.2). In letzteren fließt noch der Gleierschbach. Kalkalpine Schotter, überwiegend Hauptdolomit bilden im obersten Laufabschnitt die wichtigsten Bestandteile des Geschiebes.

Ab Scharnitz hat die Isar bereits den Charakter eines alpinen Wildflusses, nämlich ein sehr breites, nur bei Hochwasser ausgefülltes Gewässerbett mit ausgedehnten Kiesbänken und aufgefächertem oder verästeltem Lauf. Diesen Wildflußcharakter, den die Isar vor den Eingriffen des Menschen bis zur Mündung in die Donau hatte, besitzt sie heute etwa bis zum Beginn des Sylvensteinspeichers. Allerdings ist die Isar auch in diesem Abschnitt durch Flußkorrekturen in ihrer natürlichen Dynamik eingeschränkt, vor allem im Bereich

von Mittenwald zur Sicherung von Siedlungen, Straßen- oder auch Sporteinrichtungen (z.B. Tennisplätze in der Au südlich Mittenwald) vor Hochwasser. Des weiteren wird in Höhe Krün ein großer Teil des Isarwassers zum Walchensee übergeleitet, sodaß in der verbleibenden, noch relativ natürlich wirkenden Wildflußstrecke bis zum Sylvensteinspeicher (Abb. 6.9) die Hochwasser- und Geschiebedynamik eingeschränkt ist. Dies und andere, weit gravierendere Eingriffe, wie der Bau des Sylvensteinspeichers und des Tölzer Stausees, reduzieren im weiteren Verlauf den Wildflußcharakter der Isar, die im Unterlauf ab Landshut als hintereinandergeschaltete Staustufenkette kaum noch dem Charakter eines Fließgewässers gerecht wird.

Räumliche und standörtliche Unterschiede, die zu völlig verschiedenen Voraussetzungen einer Auenentwicklung führen, machen eine getrennte Betrachtung der Vegetation vom Karwendel bis München (Oberlauf) und von München bis zur Mündung in die Donau (Mittel und Unterlauf) notwendig.

Der Einfluß der Alpen auf die Flußlandschaft und die Auenentwicklung ist im oberen Laufabschnitt der Isar naturgemäß stark ausgeprägt und spiegelt sich auch heute trotz abschnittsweise stärkerer menschlicher Eingriffe noch in der Auenvegetation wider. Als Beispiel seien nur die ausgedehnten Schneeheide-Kiefernwälder erwähnt, die im Oberlauf die Stelle der Hartholzau einnehmen. Die Gründe liegen hierfür in einem stärkeren Flußgefälle und in der Herkunft und Zusammensetzung des Geschiebes, das fast ausschließlich aus den Alpen stammt. Grobkörniges, kalkalpines Substrat, das auf der kurzen Transportstrecke kaum noch Auswirkungen des Abriebes zeigt, überwiegt im oberen Laufabschnitt. Hinzu kommen noch klimatische Unterschiede. Es herrschen also im Oberlauf andere standörtliche Eigenschaften, die auch in einer eigenständigen Vegetationsentwicklung sowie in der Auensukzession und in der Auenzonierung, zumindest unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen, zum Ausdruck kommen. Dagegen macht sich flußabwärts im Laufabschnitt von München bis zur Mündung in die Donau der Einfluß des tertiären Hügellandes immer stärker bemerkbar. Die Feinsedimente der tertiären Sande und die vermehrten Einschwemmungen

der Lehm- und Lößdecke aus dem niederbayerischen Gäuboden schaffen andere Standortbedingungen für die dortige Auenentwicklung. Daraus leitet sich auch für den wirtschaftenden Menschen eine bessere Nutzbarkeit und hohe Attraktivität der Aue ab, die deshalb seit Jahrhunderten dem Nutzungsdruck ausgesetzt ist.

Zusätzlich sollen zwei idealisierte Querprofile zur Auenvegetation (siehe Abbildung 6.1) helfen, die wesentlichen Eigenheiten und Unterschiede in der Zusammensetzung und Abfolge der Auengesellschaften im Ober- und Unterlauf zu veranschaulichen.

## 6.1 Die Vegetationsverhältnisse von Scharnitz bis München

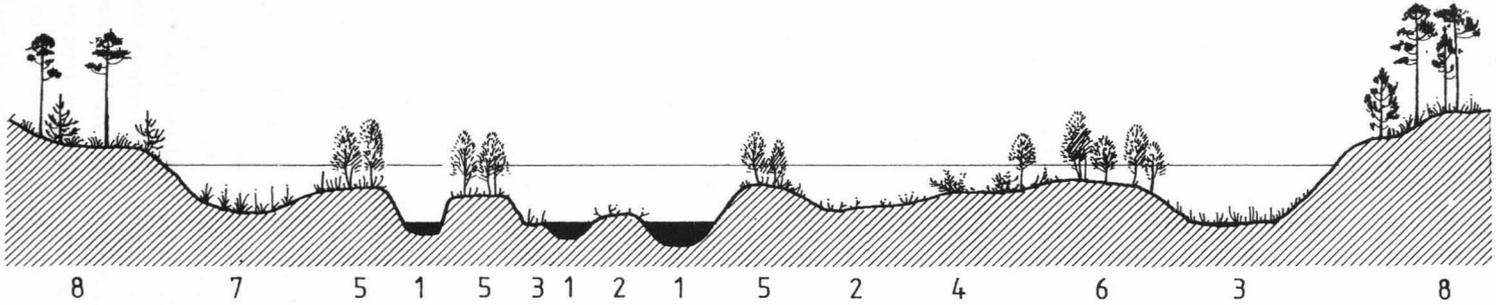
Die Auenvegetation der Isar ist in dem oberen Laufabschnitt noch am stärksten von dem alpinen Wildflußcharakter geprägt (Abb. 6.3). So finden wir in dem weitläufigen System der Kies- und Sandbänke jüngste Pionierstadien mit spärlicher Vegetation neben gut entwickelten Strauchweidenbeständen mit fast geschlossener Rasendecke bis hin zum fortgeschrittenen Stadium der Auenentwicklung, das hier im Oberlauf meist aus lockeren Beständen mit Waldkiefer und Spirke besteht.

Diese Abfolge der Vegetationsentwicklung von Pionier- und Rohbodenvegetation bis hin zum Endstadium, das im Alpen- und Voralpenraum ein Schneeheide-Kiefernwald mit unterschiedlich hohem Fichtenanteil ist, wird nur in seltenen Fällen durchlaufen, da zahlreiche Hochwasserereignisse, begleitet von Geschiebetransporten stellenweise die Vegetationsentwicklung auf einen Ausgangszustand zurücksetzen. Ein räumliches Nebeneinander verschiedener Pflanzengesellschaften und unterschiedlicher Entwicklungsstadien ist das Ergebnis.

Diese Voraussetzungen der Vegetationsdynamik sind im oberen Flußabschnitt der Isar bis zum Sylvensteinspeicher noch weitgehend erhalten, sodaß hier die reiche Palette der charakteristischen Pflanzengesellschaften sowie deren Erneuerung auch künftig grundsätzlich gesichert ist.

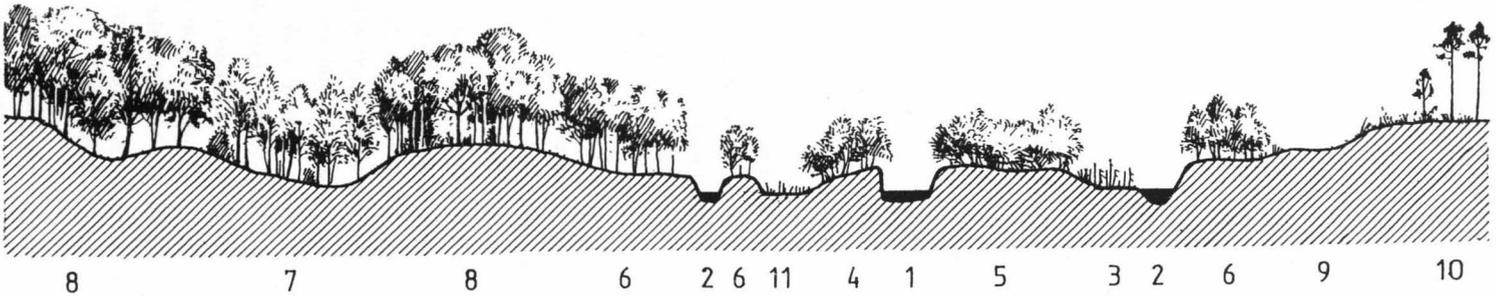
Im weiteren Verlauf der Isar lassen sich die verschiedenen Vegetationsstadien einer ehemals uneinge-

Abb. 6.1: Vergleich von Vegetationsprofilen an der oberen und unteren (verkürztes Profil) Isar.



Vegetationsprofil der Isarauen im Bereich oberhalb des Sylvensteinspeichers:

- |                                       |                                       |                                  |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 Isararme                            | 2 Kiespioniere mit Alpenschwemmlingen | 3 Sandpioniere mit Ufer-Reitgras |
| 4 Weiden-Tamariskengebüsch            | 5 Lavendelweidenaue                   | 6 Weiden-Erlenaue                |
| 7 Kopfbinsenrasen und Kleinsiegenried | 8 Schneeheide-Kiefernwald             |                                  |



Vegetationsprofil der Isarauen im Bereich unterhalb Plattling (Mündungsgebiet):

- |                            |  |                   |
|----------------------------|--|-------------------|
| 1 Isarlauf                 | 2 Altwasser mit Schwimmblattgesellschaften | 3 Schilfröhricht  |
| 4 Silberweidenaue          | 5 Silberweiden-Erlenaue                    | 6 Eschen-Ulmenaue |
| 7 Schwarzerlen-Eschenaue   | 8 Eichen-Hainbuchenwald                    | 9 Brenne          |
| 10 Pfeifengras-Kiefernwald | 11 Pfeifengras und/oder Großseggenriede    |                   |

schränkten Auendynamik noch verfolgen, aber eine Erneuerung von Pioniergesellschaften und jungen Sukzessionsstadien ist in den Abschnitten zwischen Sylvensteinspeicher und Tölzer Stausee sowie verstärkt noch unterhalb Bad Tölz bis etwa Schäftlarn, also im Bereich der Ascholding- und Pupplinger Au, weitgehend unterbunden (vergleiche Abb. 6.10 und 6.11).

Eine kurze Charakterisierung der wichtigsten Pflanzengesellschaften, deren Entwicklung und Verbreitung sowie deren Beeinflussung durch Nutzungseingriffe soll, zunächst für den Bereich zwischen Scharnitz und Schäftlarn, die Vegetationsverhältnisse an der oberen Isar verdeutlichen.

### 6.1.1 Pioniervegetation der offenen Kies- und Sandbänke

Geschiebetransport und Geschiebeumlagerung während großer Hochwasserereignisse schaffen neue, offene Kies- und Sandflächen, auf denen sich nach und nach eine Pioniervegetation (Abb. 6.4) ansiedelt. Zunächst sind es viele ein- und zweijährige Arten wie Einjähriges Rispengras (*Poa annua*) oder Kleines Leinkraut (*Chaenorhinum minus*). Eine typische Pionierpflanze der frischen Schotterflächen alpiner Flüsse ist das Grasnelken-Habichtskraut (*Tolpis staticifolium*). Bald stellen sich auch sogenannte Alpenschwemmlinge ein, die ihre Hauptverbreitung in alpinen Schuttfluren und Schrofengelände weit oberhalb der Waldgrenze besitzen. Hierher gehören Blaugrüner Steinbrech (*Saxifraga caesia*), Alpen-Gemskresse (*Hutchinsia alpina*), Kugelschötchen (*Kernera saxatilis*) oder Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina*). Nach einigen Jahren treten auch verholzende Pflanzen wie Silberwurz (*Dryas octopetala*), Thymian (*Thymus spec.*) in mehreren Arten und Sippen, Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*) und schließlich Schneeheide (*Erica herbacea*) auf. Nun finden sich auch erste Gehölze wie Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*), Purpur-Weide (*Salix purpurea*) und vor allem die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) ein. Sie leiten das nächststadium der Auenentwicklung ein.

Die Pioniervegetation der Uferbänke mit höherem Sand- und Schluffanteil wird vom Ufer-Reitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*) beherrscht. Hinzu

kommen noch Bunter Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*) und verschiedene Seggen wie Schuppen-Segge (*Carex lepidocarpa*) und Blaugrüne Segge (*Carex flacca*), Rohr-Schwingel (*Festuca arundinacea*), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und gelegentlich auch Nährstoffzeiger wie Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) und Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*).

Die kurz skizzierte Pioniervegetation, vor allem die der offenen Schotterflächen, findet man an der Isar nur noch oberhalb des Sylvensteinspeichers in nennenswertem Umfang vor. Flußabwärts gibt es meist nur noch kleine Restbestände, deren Existenz durch zunehmenden Schwund geeigneter Pionierstandorte gefährdet ist. Auch in der Artenzusammensetzung der Pioniervegetation findet flußabwärts ein drastischer Wandel statt. Die oben genannten Alpenschwemmlinge konzentrieren sich auf die Schotterbänke oberhalb des Sylvensteinspeichers und erreichen allenfalls noch Bad Tölz. Auf den Kiesbänken im Bereich der Ascholding- und Pupplinger Au gehören Silberwurz, Blaugrüner Steinbrech oder gar Alpen-Leinkraut zu den Raritäten. Das gleiche gilt für die Tamariske, die in „Flora der Isar“ von HOFMANN (1883) bis zur Mündung als verbreitet angegeben wird. In dem selben Florenwerk werden auch Herzblättrige Kugelblume und Alpen-Leinkraut für die Auen bei München und Landshut als verbreitet angegeben.

Infolge ausbleibender Geschiebezufuhr und fehlender Mobilisierung der Uferbänke hat sich in den letzten Jahren auf den ehemaligen Kiesinseln der Ascholding- und Pupplinger Au eine üppige Gras- und Krautschicht entwickelt, die durch erhöhte Nährstofffrachten und Ablagerung von Schwebstoffen und Feinsedimenten zusätzlich gefördert wird. Im Anfangsstadium dominieren Bestände mit Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*, Abb. 6.14), begleitet von Stumpfblättrigem Ampfer (*Rumex obtusifolius*) und Brennessel (*Urtica dioica*). Im Anschluß daran bildet das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) mannshohe Bestände, die Überflutungen gut standhalten. An weiteren Gräsern treten noch Sumpf-Rispengras (*Poa palustris*), Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) und später Rohr-Schwingel (*Festuca arundinacea*) und Knäuelgras (*Dactylis glomerata*) hinzu. Stark breiten

sich hier auch Neophyten wie Kanadische und Große Goldrute (*Solidago canadensis*, *S. gigantea*), Indisches Springkraut (*Impatiens glandulifera*) und auch Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) aus.

### 6.1.2 Die Weiden-Tamariskenflur

Auf die schütterte Pioniervegetation, in der Gehölze nur sehr sporadisch auftreten, folgt ein gehölzreiches Stadium mit Tamariske (*Myricaria germanica*), Lavel- und Purpur-Weide (*Salix eleagnos*, *S. purpurea*, Abb. 6.5). Auf kies- und geröllreichem Substrat kennzeichnen Arten der Steinschutt- und Geröllfluren wie Silberwurz (*Dryas octopetala*), Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*), Große Brunelle (*Prunella grandiflora*), Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*) und Blaugras (*Sesleria caerulea*) die Krautschicht. Auf Pionierstandorten mit hohem Feinkornanteil, die auch von der Tamariske bevorzugt sind, werden Ufer-Reitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*), Ausläufertreibendes Straußgras (*Agrostis stolonifera*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Kleiner Wegerich (*Plantago intermedia*) und Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*) gefördert. Hier findet sich bald die Grau-Erle (*Alnus incana*) ein, die alsbald die Tamariske zu verdrängen vermag, sofern nicht ein geschiebereiches Hochwasserereignis neue, offene Flächen schafft.

Die artenreiche Weiden-Tamariskenflur findet man an der Isar als relativ junges Pionierstadium nur noch oberhalb des Sylvensteinspeichers, wo sie vor allem zwischen Wallgau und der Geschiebesperre bei Fall größere Flächen einnimmt. Zwischen Fall und Bad Tölz beschränkt sie sich im Wesentlichen auf ältere Flächen in der Aue, die aufgrund ihres hohen Anteils an Grobgeröll nur eine langsame Gehölzentwicklung mit Strauchweiden und Erle zulassen, sodaß die konkurrenzschwache Tamariske noch eine gewisse Überlebenschance hat.

Im Bereich der Ascholdinger- und Pupplinger Au kommen noch einige Exemplare der Tamariske vor. Sie stocken meist auf Flächen mit Grobgeröll, die vom Hochwasser kaum noch erfaßt werden. Dadurch unterbleibt auf diesen Flächen eine Sedimentation von Feinmaterial. Ablagerung von Feinsand fördert zwar die Wuchsbedingung der Tamariske, beschleunigt aber

auch eine Verbuschung mit Erle und Weiden. Auf den älteren, infolge der Isareintiefung nicht mehr vom Hochwasser beeinflussten Geröllflächen um Puppling trifft man auch noch in der Bodenvegetation Vertreter der Steinschuttfluren wie Silberwurz (*Dryas octopetala*), Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*), Zwerg-Glockenblume (*Campanula cochleariifolia*) oder Blaugrünen Steinbrech (*Saxifraga caesia*) an. Nährstoffmangel und zeitweilige Engpässe in der Wasserversorgung dieser brennenartigen Standorte werden durch krüppelhafte Wald-Kiefern (*Pinus sylvestris*), die sich hier meist in größerer Zahl einfinden, angezeigt. Eine Verjüngung der feuchteliebenden Tamariske ist hier nicht möglich.

### 6.1.3 Das Lavendelweidengebüsch

Die Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*), die Charakterart kalkalpiner Gebirgsalluvionen, hat eine ziemlich große Standortsamplitude (s. a. MÜLLER u. BÜRGER 1990). Als trockentolerante Art gedeiht sie auf grobem Geröllschutt, wo sie zwergwüchsig bleibt. Auf durchfeuchteten, feinkörnigen Alluvionen entwickelt sie allerdings dichte Bestände, die über 10 m an Wuchshöhe erreichen. Dementsprechend vielgestaltig ist auch die Begleitvegetation. Auf durchlässigen, grobkörnigen Standorten überwiegen Arten der Steinschutt- und Geröllfluren. In der Strauchschicht gesellen sich Wacholder (*Juniperus communis*), Berberitze (*Berberis vulgaris*) und die Föhre (*Pinus sylvestris*) hinzu. Auf zeitweilig feuchteren Standorten mit höherem Feinkornanteil treten vermehrt Feuchtezeiger wie Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*), Wasserdost (*Eupatoria cannabina*) und Kohldistel (*Cirsium oleraceum*) und vor allem viele Gräser und Seggen wie Pfeifengras (*Molinia caerulea*), Ausläufertreibendes Straußgras (*Agrostis stolonifera*), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und Blaugrüne Segge (*Carex flacca*) auf. Auch die Grau-Erle (*Alnus incana*) tritt hier verstärkt auf und gelangt auf schluffreichen Böden zur Vorherrschaft.

Das Lavendelweidengebüsch, zu dem sich noch weitere Weidenarten wie Purpur-Weide (*Salix purpurea*), Reif-Weide (*S. daphnoides*) und Schwarz-Weide (*S. myrsinifolia*) beimischen, repräsentiert die Weichholzaue des oberen Laufabschnittes der Isar. Sie wird im

Mittel- und Unterlauf allmählich durch die Silberweidenaue abgelöst. Ausgedehnte Bestände der Lavendelweidenaue finden sich vor allem nördlich Bad Tölz bis etwa in Höhe südlich München. Je nach Standortverhältnissen tritt sie in unterschiedlichen Ausbildungen auf. In der Umlagerungsstrecke oberhalb des Sylvensteinspeichers war bis zu dem Zeitpunkt, da das Isarbett über viele Monate des Jahres trockenfiel, nur ein sehr lockeres Lavendelweidengebüsch ausgebildet. Heute, nach der Teilrückleitung seit dem Jahre 1990, haben sich dort dichte Bestände entwickelt, in die neben der Erle auch die Fichte vordringt (SCHAUER 1998).

#### 6.1.4 Die Grauerlenaue

Die Grau-Erle (*Alnus incana*) bevorzugt ton- und schluffreiche Aueböden. Als kalkalpiner Fluß bringt die Isar nur geringe Schwebstofffrachten und das Geschiebe enthält vergleichsweise grobe Kornfraktionen. Standorte, die der Entwicklung einer Grauerlenaue förderlich sind, beschränken sich im Oberlauf der Isar nur auf kleine Flächen, die meistens im Mündungsbe- reich von feinmaterialliefernden Zubringern liegen. Die Grauerlenaue gewinnt erst im späteren Verlauf der Isar, wo auch durch Geschiebeabrieb vermehrt Feinmaterial entsteht, an Ausdehnung. Als Begleitarten treten in der Grauerlenaue auf: Wasser-Schneeball (*Viburnum opulus*), Rotem Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Kratzbeere (*Rubus caesius*), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), Mädesüß (*Filipendula ulmaria*), Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*), Klebriges Labkraut (*Galium aparine*) und Brennessel (*Urtica dioica*) als Zeiger nährstoffreicher Standorte.

#### 6.1.5 Schneeheide-Kiefernwälder

An die Weichholzaue schließt sich im klassischen Fall der Auenentwicklung eine Hartholzaue an, die von Esche (*Fraxinus excelsior*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) und schließlich Eiche (*Quercus robur*) aufgebaut wird. Im Oberlauf der kalkalpin geprägten Flüsse sind selbst die älteren Auenstandorte mit fortgeschrittener Bodenbildung für diese anspruchsvollen Laubhölzer zu unwirtlich. Die kies- und sandreichen Schotterflächen werden daher im fortgeschrittenen

Stadium der Auenentwicklung hauptsächlich von Kiefern und Fichten besiedelt. So wird die Isar auf den älteren Alluvionen bis kurz vor München von Kiefernbeständen begleitet, die in der Krautschicht durch die kalkliebende Schneeheide (*Erica herbacea*) charakterisiert sind und daher zu den Schneeheide-Kiefernwäldern gezählt werden. Diese Wälder bevorzugen trocken-warme, felsige Standorte auf Kalk- und vor allem Dolomitschutt. In einer neueren Arbeit hat HÖLZEL (1996) aufgrund klimatischer und vegetationskundlicher Kriterien die Schneeheide-Kiefernwälder in die inneralpinen, warm-trockenen, zwergstrauchreichen und in die kühl-feuchten, grasreichen Kiefernwälder der Randalpen gegliedert. Letztere zeichnen sich durch hohen Anteil an Gräsern wie Buntes Reitgras (*Calamagrostis varia*), Pfeifengras (*Molinia caerulea*), Stein-Zwenke (*Brachypodium rupestre*) aus. Sie werden daher innerhalb der Schneeheide-Kiefernwälder als Buntreitgras-Kiefernwälder ausgeschieden. Die Buntreitgras-Kiefernwälder entlang der Isar lassen sich anhand der Zusammensetzung der Gehölzschicht sowie der Krautschicht, bedingt durch Unterschiede des Standortes, des Entwicklungsstadiums und der geographischen Lage, weiter untergliedern. So wird die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) im Raum Mittenwald und Vorderriß häufig durch die Spirke (*Pinus mugo uncinata*), die aufrechte Form der Berg-Kiefer, ersetzt. Auf Grobschutt im Oberlauf der Isar bildet die Latsche (*Pinus mugo mugo*), die niederliegende Form der Berg-Kiefer, die vorherrschende Gehölzart (Abb. 6.6).

Auf feinerdearmem Grobschotter können sich Kiespioniere wie Silberwurz (*Dryas octopetala*), Schneepestwurz (*Petasites paradoxus*), Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*) oder Grauer Löwenzahn (*Leontodon incanus*) lange behaupten. In reiferen Stadien, die sich auf feinkörnigem Substrat rascher einstellen, gewinnen die oben genannten Gräser und anspruchsvollere Kräuter wie Geschnäbeltes Leinblatt (*Thesium rostratum*), Nordisches Labkraut (*Galium boreale*) oder Maiglöckchen (*Convallaria majalis*) die Oberhand. Aufgrund der Vielgestaltigkeit beherbergen die Schneeheide-Kiefernwälder zahlreiche seltene und geschützte Arten wie Große (Abb. 6.30) und Wohlriechende Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*, *G. odoratissima*), Fliegen- und Spinnen-Ragwurz (*Ophrys insect-*

*tifera*, *O. sphecodes*), Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*, Abb. 6.8), Ästige Graslilie (*Anthericum ramosum*, Abb. 6.7), Schwarze Akelei (*Aquilegia atrata*) und Heideröschen (*Daphne cneorum*).

Die Schneeheide-Kiefernwälder haben an der Isar zwei Verbreitungsschwerpunkte. Einmal sind es die spirken- und latschenreichen Bestände zwischen Scharnitz und Vorderriß mit unterschiedlichen Entwicklungsstadien, dann die Wald-Kiefernbestände im Bereich Ascholdinger- und Pupplinger Au unterhalb Bad Tölz. Durch das fehlende Geschiebe, vor allem an Kies und Geröll unterhalb des Sylvensteinspeichers entwickeln sich auf jüngeren, vom Hochwasser noch tangierten Alluvionen kaum noch junge Stadien des Schneeheide-Kiefernwaldes. Hier machen sich anspruchsvollere Gehölzarten wie Fichte (*Picea excelsa*), Faulbaum (*Frangula alnus*) und stellenweise Birke (*Betula pendula*) breit. Die artenreiche Bodenvegetation wird vor allem durch die Ausbreitung der Fichte bedroht, sodaß Pflegemaßnahmen zur Erhaltung und Förderung lichter Kiefernbestände notwendig sind.

### 6.1.6 Seggen- und Binsenriede

Der verzweigte Oberlauf ist bis zur Geschiebesperre des Sylvensteinspeichers von der Umlagerungstätigkeit geprägt, indem bei größeren Hochwasserereignissen alte Gerinne und Seitenbäche teilweise zugesottert und neue Rinnensysteme geschaffen werden. Dabei entstehen im breiten Gewässerbett vom Hauptstrom abgeschnittene, teilweise wasserführende Mulden und Rinnen, die Stillgewässer oder Feuchtstandorte mit einer eigenständigen Vegetation aus Seggen und Binsen in der Wildflußlandschaft darstellen.

Auch unterhalb Bad Tölz im Bereich der Ascholdinger- und Pupplinger Au, wo heute kaum noch eine Flußbettverlagerung stattfindet, existieren altwasserähnliche Rinnensysteme aus Zeiten früherer Umlagerungstätigkeit. Diese werden nur sehr selten vom Hochwasser eingestaut. Ihr Wasserstand wird hauptsächlich vom Hang- und Grundwasser bestimmt. Sowohl die Rinnen und Mulden oberhalb des Sylvensteinspeichers wie die unterhalb Tölz bleiben aufgrund der hohen Grundwasserstände oder der zeitweiligen Wasserführung weitgehend gehölzfrei. Tiefere Mulden

mit wechselnden Wasserständen sind durch Bult-, Rispen- und Schnabel-Segge (*Carex elata*, *C. paniculata*, *C. rostrata*) sowie Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris*) charakterisiert. Grundwassernahe, feuchte Rinnen werden von Arten der Kleinseggenrieder wie Schuppen-, Hirschen- und Saum-Segge (*Carex lepidocarpa*, *C. panicea*, *C. hostiana*), Armblütige Simse (*Eleocharis quinqueflora*), Glieder- und Alpen-Binse (*Juncus articulatus*, *J. alpino-articulatus*) besiedelt. Hinzu kommen weitere Flach- und Quellmoorarten wie Mehl-Primel (*Primula farinosa*), Alpen- und Gewöhnliches Fettkraut (*Pinguicula alpina*, *P. vulgaris*), Gewöhnliche Simsenlilie (*Tofieldia calyculata*), Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*), Sumpf-Stendelwurz (*Epipactis palustris*) und Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*).

Das Rote Kopfbinsenried (Abb. 6.12) ist eine weitere Flachmoorgesellschaft, das vor allem im Bereich der Ascholdinger- und Pupplinger Au vorkommt. Die Rote Kopfbirse (*Schoenus ferrugineus*) bildet in dem Rinnensystem ehemaliger Auenbäche und Seitenäste der Isar, die heute vom Hang- und Grundwasser gespeist werden, oft nahezu geschlossene Rasen aus, denen sich weitere, oben erwähnte Flachmoorarten hinzugesellen. Gelegentlich tritt hier auch der seltene Kies-Steinbrech (*Saxifraga mutata*) auf.

### 6.2 Die Vegetationverhältnisse von München bis zur Mündung in die Donau

In diesem Abschnitt ist die Isar voll „durchreguliert“, wobei die mittlere Isar von München bis Landshut noch eine freie Fließstrecke darstellt. Allerdings hat sich in diesem Bereich die Flußsohle eingetieft, insbesondere vom Oberförhringer Wehr bis Freising. Zudem stellt der Fluß bis kurz vor Landshut eine sogenannte Restwasserstrecke dar. Ab Landshut bis Plattling charakterisiert die Isar eine Kette von Staustufen. Der restliche Verlauf der Isar mit ihren Auen von Plattling bis zur Mündung kann noch als ein weitgehend naturnaher Bereich angesprochen werden, der nach wie vor von einer, wenn auch gekappten Gewässerdynamik geprägt wird. Die Ausbauten haben den Wasserhaushalt und damit die Nutzungsmöglichkeiten der Auen wesentlich verändert, was sich letztlich direkt und indirekt zwangsläufig auch ganz wesentlich auf die Vegetation auswirkt.

### 6.2.1 Vegetation der Sand- und Kiesbänke

Wie bereits eingangs angedeutet wies die Isar vor den wasserbaulichen Eingriffen bis zur Mündung den Charakter eines geschiebereichen Wildflusses auf. Flußregulierung, Einengung des Flußbettes und extreme Eintiefung sorgten dafür, daß an der mittleren und unteren Isar die meisten Auebereiche, die durch einstige Umlagerungstätigkeit entstanden sind, vom Fluß abgekoppelt wurden. Zwar finden sich im Flußbett von München bis zur Ampermündung und im engeren Mündungsbereich der Isar noch etliche Kiesbänke, die allerdings auch bei Hochwasser nur noch sehr eingeschränkt umgelagert werden. Im erstgenannten Abschnitt bildet die Isar bei geringen Restwasserabflüssen in dem überbreiten Gewässerbett einen Sekundärlauf aus, der in der breiten Sohle pendelt und mit Ausnahme der Staubebereiche oberhalb von Sohlabstürzen durch eine Abfolge von Furten, Kolken und Kiesbänken gekennzeichnet ist. Die meisten dieser etwa einhundertfünzig Kiesbänke sind aber streng genommen nur trockengefallene Sohlenbereiche. Nur wenige dieser Kiesbänke, meist im Unterwasser der zahlreichen Sohlabstürze, sind vegetationsfrei und werden bei höheren Abflüssen kaum noch verfrachtet.

Somit dominieren, vor allem in der Strecke zwischen München und Freising, festgelegte und bewachsene Kiesbänke. Statt der vormaligen Alpenschwemmlinge und der nach SEIBERT (1962) darauf folgenden, nur schwach nitrophilen Gesellschaften des Barbarakrautes (*Barbarea vulgaris*, Abb. 6.14) finden sich heute vielerorts Hochstaudenbestände, vorwiegend aus Brennessel (*Urtica dioica*) und Neophyten wie z.B. dem Indischen Springkraut (*Impatiens glandulifera*), durchsetzt von Quecken (*Agropyron repens*). Nährstoffreiche Feinsedimente werden durch dichte Bestände der Gewöhnlichen Pestwurz (*Petasites hybridus*, Abb. 6.15) gekennzeichnet. Zum Teil haben auch bereits Weidengebüsche aus Purpur-, Korb- und Silber-Weide (*Salix purpurea*, *S. viminalis*, *S. alba*) die Kiesbänke weitestgehend festgelegt.

Nach der Ampereinmündung sind wegen der erhöhten Wasserzufuhr die Kiesbänke nur schmal ausgebildet und auf die Gleituferebereiche beschränkt. Ab der Wasserrückleitung aus dem Mitteren Isarkanal sind bis

weit unterhalb Plattling, also bis in den Mündungsbereich, praktisch keine Kiesinseln mehr vorhanden.

Zeitweilig konnten, wie die Untersuchungen im Umfeld der Stützkraftstufe Landau (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1991) zeigten, die kiesigen Aufschüttungen innerhalb neu gestalteter Staustufen jeweils für einige Jahre einen gewissen „Kiesbankersatz“ übernehmen. Aber aufgrund der fehlenden Fließgewässerdynamik und der damit weitgehend statischen Standortbedingungen, entwickelten sich auf diesen wassernahen Kiesflächen nach typischen Pionierstadien relativ rasch Gebüschformationen, vorwiegend aus Weiden, Erlen und Pappeln, die im Rahmen der natürlichen Sukzession schrittweise in weichholzähnliche Auwaldbestände übergehen.

### 6.2.2 Auwälder

In den Münchener Schotterebenen beginnend, begleiteten den Fluß in früheren Zeiten durchgehende, unterschiedlich breite Laubholz-Auwälder bis zu seiner Mündung in die Donau.

Dabei entwickelten sich in Abhängigkeit von der Fließgewässerdynamik, vor allem von der Überflutungshäufigkeit, -intensität und -dauer sowie von dem Schwankungsbereich der Grundwasserflurabstände unterschiedliche Auwaldgesellschaften. Vom Fluß aus betrachtet ist diese klassische Abfolge gekennzeichnet von häufig überfluteten Weichholzlauen, direkt am Wasser geprägt von Strauchweiden, die landeinwärts in Baumweiden- und anschließend in Weiden- und Grauerlenwälder übergehen, und von seltener überfluteten Hartholzlauen, von der Eschenaue bis hin zu den mehr frischen Eschen- Ulmenauen bzw. den Eichen-Ulmenauen.

Ausbaubedingt wurden aber diese Auenstandorte indirekt derart verändert, daß in wesentlichen Bereichen der Aue forst- und landwirtschaftliche Nutzungen, aber auch Siedlungen, Industrieanlagen und Infrastrukturen möglich wurden. Dadurch wurden vielerorts die Auwälder verdrängt oder in naturferne Restbestände umgewandelt. Dementsprechend weisen nach BIRKEL u.a. (1991) heute an der mittleren und unteren Isar nur noch etwa 50% der gesamten Aue

Wälder auf, von denen wiederum nur etwa 25% als naturnahe Auwälder angesprochen werden können.

## Weichholzaunen

Auf naturnahen Standorten, die unmerklich höher als der mittlere Sommerwasserstand liegen und dementsprechend auch sehr häufig überflutet werden, beginnt die Auwaldabfolge mit Strauchweidenbeständen, in denen auf rohem Boden die Korb-Weide (*Salix viminalis*), unterwandert von Großer Brennessel (*Urtica dioica*) und Schilf (*Phragmites communis*), eindeutig dominiert. Diese grundwasserabhängigen Strauchweidenformationen der beginnenden Weichholzaune kommen heute nur noch kleinflächig vor und haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Mündungsgebiet. Im Gegensatz zur Isarstrecke vor München fehlen Lavel-Weiden (*Salix eleagnos*) weitgehend.

Ebenfalls auf flußnahen, jungen und somit unreifen Flußablagerungen mit regelmäßigen Überschwemmungen und damit einhergehenden Ablagerungen von nährstoffreichem Schlack, Feinsand und kiesigem Material schließt sich die Silberweidenaue (Abb. 6.16, 6.17) an die Strauchweidenbestände an. Sie ist von Silber- und Purpur-Weiden (*Salix alba*, *S. purpurea*) sowie zusätzlich, im Gegensatz zu den Isarauen oberhalb Münchens, von Bruch-Weide (*Salix fragilis*) und Schwarz-Pappel (*Populus nigra*) geprägt. Dabei zeigt die Silberweidenaue kleinräumig verschiedene Ausbildungen mit Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*), mit Rauhhaarigem Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), mit Fluß-Greiskraut (*Senecio fluviatilis*), mit Großer Brennessel (*Urtica dioica*) oder mit Schilf (*Phragmites communis*) in der Krautschicht. Wesentlich aber ist, daß in diesen Silberweidenauen mesophile Laubwaldarten noch nicht vertreten sind.

Allerdings weisen heute durch die Eintiefung der Isar wesentliche Bereiche nur noch einen zeitweiligen bzw. einen dauernd fehlenden Grundwasseranschluß auf und zum Teil findet in den Bereichen von Rücklaufdeichen keine Überflutung sondern nur noch eine Überstauung durch Isarwasser oder durch Qualmwasser statt, was auch eine geringere oder fehlende Sedimentation bedeutet.

Speziell an der unteren Isar unterlagen die Silberweiden zu einem großen Teil der Kopfnutzung, wovon heute noch etliche Kopfweiden zeugen. Bereits 1902 wurden nach LINHARD (1964) in die Silberweidenauen im Mündungsgebiet Hybrid-Pappeln gepflanzt, verstärkt aber erst in den Nachkriegsjahren, vor allem unterhalb von Dingolfing bis zur Mündung (Abb. 6.20). Lokal gewannen auch Balsam- und Grau-Pappeln (*Populus balsamifera* und *P. canescens*) eine gewisse Bedeutung. Größere und zusammenhängende, naturnahe Silberweiden-Auwälder finden sich heute nur noch im Isarmündungsgebiet.

Etwas höher gelegen als die Silberweidenaue schließt sich die trockenere Erlen-Weidenaue an, die im wesentlichen von Silber-Weide (*Salix alba*) und Grauerle (*Alnus incana*) geprägt ist. Sie wird vergleichsweise weniger häufig und weniger lang überflutet. Zusätzlich nimmt der Grundwasserflurabstand zu und die etwas reiferen Böden weisen dadurch bedingt eine gewisse Austrocknungstendenz auf. So treten in der Krautschicht neben den Arten der Silberweidenaue auch erste Vertreter von Buchenwald-Arten wie Großes Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*), Riesen-Schwengel (*Festuca gigantea*) und Echtes Springkraut (*Impatiens noli-tangere*) auf.

Die Grauerlenauwälder werden bzw. wurden teilweise als Niederwälder genutzt, was unschwer an alten Stockausschlägen der Erlen erkennbar ist. Wesentliche Bereiche der ehemaligen Erlen-Weidenaue tragen heute Hybrid-Pappelreinbestände und Fichtenforste, zwischen München und Landshut z. T. auch Kiefernforste.

Kleinere naturnahe Reste der Erlen-Weidenauen finden sich zerstreut im gesamten Flußabschnitt und vor allem im Mündungsgebiet an Altgewässern und in Flußnähe.

## Hartholzauwälder

In den Auenbereichen, die nur noch bei großen Hochwasserereignissen regelmäßig überschwemmt werden und in denen das Grundwasser nur noch selten bis zur Bodenoberfläche ansteigt, hat sich die Eschenaue in vielfacher Ausprägung entwickelt. Aufgrund der höheren und flußferneren Lage blieben die-

se Standorte auch vor der Flußkorrektur längere Zeit von Umlagerungen verschont, sodaß die Böden im Vergleich zur Weichholzaue eine erheblich höhere Reife erlangt haben. Neben Grau-Erle (*Alnus incana*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) und vereinzelt auch noch Silber-Weide (*Salix alba*) dominiert hier eindeutig die Esche (*Fraxinus excelsior*). In der Krautschicht finden sich vor allem Feuchte- bis Frischezeiger wie Echtes Springkraut (*Impatiens noli-tangere*), Großes Hexenkraut (*Circaea luteotiana*), Riesen-Schwingel (*Festuca gigantea*) sowie Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*).

Vereinzelt, z.B. bei Oberhummel, waren nach SEIBERT (1962) früher bereits in den Eschenauen Hochäcker vorhanden, die heute wieder mit Eschen bestockt sind und deren Krautschicht fast ausschließlich aus Bärlauch (*Allium ursinum*) besteht (Abb. 6.18). Heute werden neben kleinflächigen Aufforstungen mit z.B. Amerikanischer Esche (*Fraxinus americana*), und Erlen (*Alnus incana* u. *A. glutinosa*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Spitz-Ahorn (*A. platanoides*) wesentliche Flächen der früheren Eschenau landwirtschaftlich genutzt.

Großflächig zusammenhängende, naturnahe Eschenwälder existieren noch an der unteren Isar bei Niederpörling, im Laillinger und Kleinweichser Holz sowie im Mündungsgebiet (Abb. 6.19). Eine herausragende Rolle im Hinblick auf seine Naturnähe nimmt noch ein nur ca. 4 ha großer Eschenauwald bei Plattling ein.

Die daran anschließende Eichen-Ulmenaue bzw. Eschen-Ulmenaue wird nur noch bei Spitzenhochwasser überstaut, die Grundwasserstände liegen praktisch ganzjährig mindestens 1 m unter Flur. Der Boden ist hier im Vergleich zur gesamten Aue am weitesten gereift. Heute sind diese Bereiche weitgehend ausgeleert und die Grundwasserschwankungen sind vom Grundwasserregime des Umlandes abhängig. Die wichtigsten Baumarten sind Esche (*Fraxinus excelsior*), Feld- und Berg-Ulme (*Ulmus carpinifolia* und *U. scabra*), Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und vereinzelt auch Winter-Linde (*Tilia cordata*). In der üppigen Strauchschicht kommen vor allem Liguster (*Ligustrum vulgare*), Berberitze

(*Berberis vulgaris*) und Schlehe (*Prunus spinosa*) hinzu. In der Krautschicht sind die Feuchtezeiger der Eschenau nur noch vereinzelt in Senken zu finden. Dafür macht sich z.B. die Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*) breit.

Auf tiefgründigen Mergeln, vor allem im Gebiet um Isarmündung, stockt der Eichen-Hainbuchenwald. Er wird zwar kaum noch überschwemmt, enthält aber nach LINHARD (1964) wegen der hohen Wasserkapazität der Standorte viele feuchtigkeitsliebende Pflanzen wie Wasser-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*), Sumpfschilf (*Carex acutiformis*) und Gelbe Wiesenraute (*Thalictrum flavum*). Darüberhinaus zählt der Eichen-Hainbuchenwald an der Isar zu den artenreichsten Hartholzbeständen. Aufgrund der Reife und Leistungsfähigkeit dieser Böden sind viele Flächen landwirtschaftlich genutzt.

Naturnahe Ausprägungen der Hartholzbestände kommen noch im gesamten Isarabschnitt von München bis zur Mündung vor, allerdings bis Ettlach meist kleinflächig, da sie im Laufe der Zeit vielerorts durch land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen verdrängt wurden. Erst ab etwa Niederpörling und vor allem im Mündungsgebiet finden sich außerhalb der Deiche noch größere, zusammenhängende Eichen-Ulmen- und Eichen-Hainbuchenwälder.

Diese Wälder zeichnen sich durch eine artenreiche Bodenvegetation aus. Besonders auffällig sind die Frühjahrsblüher wie Frühlings-Knotenblume (*Leucjum vernalis*, Abb. 6.21), Gelbes Windröschen (*Anemone ranunculoides*, Abb. 6.23) und Blaustern (*Scilla bifolia*, Abb. 6.22). Auch beherbergen sie eine weitere Reihe in Bayern gefährdeter Pflanzenarten wie Gewöhnlichen Seidelbast (*Daphne mezereum*), Blauen Eisenhut (*Aconitum napellus*), Grünliche (Abb. 6.24) und Weiße Waldhyazinthe (*Plantanthera chlorantha*, *P. bifolia*), Schwarze Akelei (*Aquilegia atrata*) und Filzsegge (*Carex tomentosa*).

Zu erwähnen ist noch der Pfeifengras-Kiefernwald, der sich auf durchlässigen, kiesreichen Standorten im Isarmündungsbereich, sowie in der Rosenau angesiedelt hat. Er hat mit dem Schneeheide-Kiefernwald des Voralpenlandes nur noch wenig Ähnlichkeit. Berg-

Reitgras (*Calamagrostis varia*), Schwarze Akelei (*Aquilegia atrata*) und Amethyst-Schwengel (*Festuca amethystina*) sind beiden Waldgesellschaften gemeinsam. In erster Linie sind die Kiefernbestände der Unteren Isar durch Arten der Halbtrockenrasen wie Echtes Labkraut (*Galium verum*), Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*), Warzen-Wolfsmilch (*Euphorbia verrucosa*), Große Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*), Weidenblättriger Alant (*Inula salicina*, Abb. 6.31), Große Brunelle (*Prunella grandiflora*, Abb. 6.32) und gelegentlich Hundswurz (*Anacamptis pyramidalis*) sowie andere Arten der Brennenstandorte charakterisiert.

### 6.2.3 Gebüschformationen

Auf Röhböden der ehemaligen Weichholzaue, die infolge der Grundwasserabsenkung trocken gefallen sind, haben sich nach SEIBERT (1962) lockere Gebüschformation aus vorwiegend Purpur-Weide (*Salix purpurea*) und Gemeinem Liguster (*Ligustrum vulgare*), selten aus Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*, Abb. 6.25) ausgebreitet. Auch auf den etwas feuchteren, schluffigen Böden der Eschenaue haben sich stellenweise Gebüsche aus dominantem Rotem Hartriegel (*Cornus sanguinea*), u.a. durchsetzt von Gewöhnlicher Traubenkirsche (*Prunus padus*), Purgier-Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*) und Gemeinem Schneeball (*Viburnum opulus*) breit gemacht. Diese, meist kleinflächigen Gebüschformationen sind, bis auf das Mündungsgebiet, immer wieder eingestreut in den früheren Weichholzaunen zu finden.

### 6.2.4 Brennen

Im Laufe der Auengenese entstanden aufgrund der natürlichen Fließgewässerdynamik der Isar u.a. auch grobkiesige Ablagerungen, sogenannte Brennen. Sie wurden früher zwar gelegentlich überflutet, waren und sind aber aufgrund ihres grobskelettigen Aufbaues nahezu das ganze Jahr über sehr trockene Auenstandorte. Diese Brennen, die etwa 3% Flächenanteil an der Gesamtfläche der Auwaldstufe aufweisen, waren von sehr lichten Wäldern gekennzeichnet, deren Bestandeslücken von Halbtrockenrasen und Arten wärmeliebender Wälder eingenommen waren. In vielen Teilbereichen sorgte eine extensive Beweidung für eine weitere Auflichtung. Heute zeigt ein Großteil dieser Bren-

nen Degradierungen durch Nährstoffanreicherung oder durch Waldnutzungen, vor allem mit Fichte. Ein weiterer Teil fiel dem Kiesabbau zum Opfer. Auf den verbliebenen Freiflächen ist zudem eine stetig zunehmende Verbuschung festzustellen, so daß für den Erhalt der Brennvegetation Pflegemaßnahmen unumgänglich geworden sind. Als Schwerpunkte von schützenswerten Brennen blieben einige größere Flächen an der unteren Isar westlich von Mamming und bei Goben erhalten, die noch viele typische, z.T. inzwischen selten gewordene Florenelemente aufweisen, wie z.B. Aufrechte Waldrebe (*Clematis recta*, Abb. 6.26), Große Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*, Abb. 6.30), Brand-Knabenkraut (*Orchis ustulata*, Abb. 6.28), Weiße Waldhyazinthe (*Platbanthera bifolia*), Blutrote und Rötlichgelbe Sommerwurz (*Orobanche gracilis*, *O. lutea*), Echten Steinsamen (*Lithospermum officinale*) oder Purgier-Lein (*Linum catharticum*).

Als Ersatzstandorte für verlorengegangene Brennen können in einigen Bereichen, z.B. südlich des Naturschutzgebietes Rosenau, Deiche mit Glatthaferwiesen bis hin zu Halbtrockenrasen angesehen werden. Kennzeichnend für diese Deich- und auch Dammabschnitte sind u.a. Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*), Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*), Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*), Schwalbenwurz (*Vincetoxicum officinale*, Abb. 6.27), Echtes Labkraut (*Galium verum*, Abb. 6.29), Weidenblättriger Alant (*Inula salicina*, Abb. 6.31), Große Brunelle (*Prunella grandiflora*, Abb. 6.32), Gekielter Lauch (*Allium carinatum*), Helm- und Brand-Knabenkraut (*Orchis militaris*, *O. ustulata*, Abb. 6.28), Frühblühender Thymian (*Thymus praecox*), Gemeiner Thymian (*T. pulegioides*), Filz-Segge (*Carex tomentosa*), Schwarze Akelei (*Aquilegia atrata*), Kartäuser-Nelke (*Dianthus carthusianorum*) und an feuchteren Deichabschnitten im Mündungsgebiet als absolute Rarität auch die Schellenblume (*Adenophora liliifolia*).

### 6.2.5 Wasserpflanzengesellschaften

Im freifließenden Wasser der Isar kommen nur wenige Pflanzenarten vor, während die Aubäche und vor allem die Altgewässer z.T. üppige Wasserpflanzengesellschaften aufweisen.

Auch unter natürlichen Bedingungen konnten sich wohl aufgrund der Fließgewässerdynamik und aufgrund der relativen Nährstoffarmut kaum nennenswerte Makrophytenbestände im Fluß entwickeln. Heute breiten sich im Sommer nicht nur in Restwasserstrecken, wie z.B. unterhalb Freising, sondern auch zwischen Bad Tölz und München in der Strömung hin- und herpendelnde, weißblühende Teppiche von Haarblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*) aus, dessen saisonale Massenentwicklung auf einen für ein alpines Gewässer zu hohen Nährstoffgehalt hinweisen (Abb. 6.13). Nicht zu unterschätzen ist nach BIRKEL u.a. (1991) neben den geklärten Abwasserfrachten auch die Belastung durch viele, stark verkrautete und veralgte Seitenbäche und Zubringer, die zur Nährstoffanreicherung der Isar beitragen.

In etlichen Auenabschnitten, z.B. zwischen Freising und Moosburg oder in der Weichserau, bereichern z.T. naturnahe, nicht verbaute Auebäche das Lebensraumangebot. Zudem weisen diese Bäche noch eine Überschwemmungsdynamik auf, wodurch der Wasserhaushalt in den angrenzenden Auwäldern positiv beeinflusst wird. In diesen Bächen tritt, u.a. in Abhängigkeit von den Belichtungsverhältnissen, der Wasser-Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*) in Herden auf und wird bei einer feinsandigen oder kiesigen Sohle meist noch von Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) und Ährenblütigem Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) begleitet. Bei schlammigeren Substraten dominiert neben dem Wasser-Hahnenfuß meist die Unterwasserform des Aufrechten Igelkolbens (*Sparganium erectum*). Mitunter finden sich auch große Schwaden des Nußfrüchtigen Wassersterns (*Callitriche obtusangula*). Als zumindest lokale Besonderheit gedeiht in kühlen, kalkhaltigen, grund- oder hangwassergespeisten Bächen, z.B. rechtsufrig zwischen Ettling und Pielweichs neben der Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*) der untergetaucht wachsende Aufrechte Merk (*Berula erecta*) in größeren Beständen.

In einigen noch ganzjährig wasserbespannten Rinnen, die von ehemaligen Flußarmen stammen, und vor allem in den meisten der beim Ausbau entstandenen Altgewässern prägen Unterwasser- und Schwimmblattgesellschaften die Lebensräume. Die Unterwas-

sergesellschaften setzen sich vorwiegend aus Gemeinem Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*), Ährenblütigem Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und z.T. auch mit Unterwasserformen des Tannenwedels (*Hippuris vulgaris*) zusammen.

Bei den Schwimmblattgesellschaften herrscht, vor allem an der Unteren Isar, in den Altarmen und Altwassern mit schlammigen Grund eindeutig die Teichrose (*Nuphar lutea*) vor, die mitunter ihre Schwimmblätter flächendeckend ausbreitet. Auch größere Wasserstandschwankungen verträgt sie problemlos. Daneben tritt oftmals auch die freischwimmende Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*, Abb. 6.33) dominant auf. In nährstoffreichen Gewässern ist sie gerne mit der Buckeligen Wasserlinse (*Lemna gibba*) vergesellschaftet, während sie in weniger eutrophen Gewässern oftmals von Teichlinse (*Spirodela polyrrhiza*) und Dreifurchiger Wasserlinse (*Lemna trisulca*) begleitet wird.

In den neugeschaffenen, altarmähnlichen Gewässern und in wiederbespannten Rinnen und Altgewässern im Rückstaubereich von Staustufen, z.B. der Stützkraftsstufe Landau, machen sich vergleichbare Unterwasser- und Schwimmblattgesellschaften, vor allem auch mit Teichrose (*Nuphar lutea*) breit.

## 6.2.6 Röhrichte und Großseggenriede

In den Isarlandschaften befinden sich sowohl am Fluß als auch in Mündungsbereichen von Bächen, in den Aubächen sowie vor allem in den Altgewässern im amphibischen Bereich und in ruhigen Flachwasserzonen Röhrichte und Großseggenbestände.

Die frei fließenden Abschnitte der Isar weisen an ihren Ufern kaum ausgeprägte Flußröhrichte auf. Wenn es die Morphologie und die Versteinung der Ufer zuläßt, haben sich meist nitrophile Hochstaudensäume, vergleichbar mit denen der Kiesbänke, entwickelt. Nur gelegentlich tritt die Charakterart der Flußröhrichte, das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), saumbildend auf. Ansonsten säumen manchmal Großseggen, vor allem Schlank-Segge (*Carex gracilis*) höher gelegene Uferpartien. In den nicht mehr frei fließenden Abschnitten, vor allem an großzügig gestalteten, flachen Ufern von Stauwurzelbereichen an der unteren Isar, hat sich zunächst ein Pionierrohricht

aus Breitblättrigem Rohrkolben (*Typha latifolia*), durchsetzt von Schwanenblume (*Butomur umbellatus*), Dreiteiligem und Nickendem Zweizahn (*Bidens tripartita* und *B. cernua*), entwickelt. Heute haben Seggensäume und Röhrichte aus Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und in selteneren Fällen auch aus Schilf (*Phragmites communis*) die Pionierrohrichte abgelöst.

In Mündungsbereichen von Bächen, in die die Isar bei Hochwasser zurückstaut und auf größeren Flächen Feinsedimente hinterlassen kann, haben sich bemerkenswerte Röhrichte ausgebildet. Der schönste und mit Abstand größte Mündungsbereich ist der der Dörfen. Hier bestimmen auf schlammigen Standorten u.a. Röhrichte des Großen Wasserschwaden (*Glyceria maxima*), des Aufrechten Igelkolbens (*Sparganium erectum*), des Kalmus (*Acorus calamus*) und vorgelagert ausgedehnte Bestände der Wasserminze (*Mentha aquatica*) und des Tannenwedels (*Hippuris vulgaris*, Abb. 6.34) die Auflandungsvegetation.

Die z.T. sehr großen Altgewässer, z.B. in der Pöringer Schwaige, bei Neutiefenweg und insbesondere im Mündungsgebiet weisen großflächige Röhrichte (Abb. 6.37) aus Schilf (*Phragmites communis*) auf. Mitunter sind diese Schilfröhrichte in Verlandungsbereichen von der Steifen Segge (*Carex elata*) oder an den Ufern von der Sumpfschilf (*Carex acutiformis*) durchsetzt. In Bereichen, die längere Zeit trockenfallen, tritt neben dem Schilf das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) dominant auf. An trockenfallenden, feinsandig-schllickigen Uferbereichen können sich bei länger anhaltenden Trockenperioden sehr schnell kurzlebige Schlammfluren entfalten, die vor allem aus Braunem Zypergras (*Cyperus fuscus*, Abb. 6.35) und aus Schlammkraut (*Limosella aquatica*, Abb. 6.36) geprägt sind. Diese früher aufgrund der Gewässerdynamik sicherlich häufigere Pflanzengesellschaft ist heute sehr selten geworden und gedeiht, entsprechend lange Niedrigwasserzeiten vorausgesetzt, nur noch im linksseitigen Mündungsgebiet.

### 6.2.7 Feucht- und Naßwiesen als „Ersatzgesellschaften“

Etliche Standorte in der Auwaldstufe waren früher ganzjährig feucht bis naß und wurden zudem regel-

mäßig von Isarwasser überschwemmt, so daß eine Gehölzsiedelung kaum möglich war. Wenn überhaupt, konnten diese Flächen nur als Streuwiesen genutzt werden. Heute existieren nur noch kleine, inzwischen wechselfeuchte Restflächen außerhalb der Deiche, die zeitweilig von hohen Grundwasserständen gekennzeichnet sind und zum Teil noch gelegentlich von Qualmwasser überstaut werden. Da diese Flächen zudem kaum mehr genutzt werden, verbuschen sie zunehmend und können nur über Pflegemaßnahmen erhalten werden. Die wertvollsten Naßwiesen an der Isar liegen linksufrig südwestlich von Pielweichs. Sie sind vom Rohr-Pfeifengras (*Molinia arundinacea*) geprägt und beherbergen u.a. noch Seltenheiten wie Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*, Abb. 6.38), Hohes Veilchen (*Viola elatior*), Kantigen Lauch (*Allium angulosum*), Aufrechte Waldrebe (*Clematis recta*), Gemeine Natertenzunge (*Ophioglossum vulgatum*) sowie etliche Orchideen wie z.B. Echte Sumpfwurz (*Epipactis palustris*), Große Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*) und Steifblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza incarnata*).

Auf nährstoffreicheren Böden mit vergleichbarem Wasserhaushalt finden sich im Mündungsgebiet linksufrig bei Fischerdorf, ebenfalls außerhalb der Deiche, noch Silgenwiesen. Diese selten gewordene Wiesengesellschaft wird von Wiesen-Silau (*Silaum silaus*), Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa*), Wiesen-Fuchschwanz (*Alopecurus pratensis*) und Wolligem Honiggras (*Holcus lanatus*) geprägt, in die sich u.a. Sumpflatterbse (*Lathyrus palustris*) und Kantiger Lauch (*Allium angulosum*) eingemischt haben.

### 6.3 Literatur:

- Birkel, I.; Bliemel, M.; Fischer, G.; Freiberg, C. (1991): Ökologische Zustandserfassung der Flußauen an der Isar zwischen Bad Tölz und der Mündung.- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Abteilung Naturschutz, München.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1991): Stützkraftstufe Landau a.d. Isar - Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt in den ersten 5 Jahren.- Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, H. 24, München.
- Hölzel, H. (1996): Schneehede-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen.- Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), Laufener Forschungsberichte Nr. 3.

- Hofmann, J. (1883): Flora des Isargebietes von Wolfrathshausen bis Deggendorf. - Botanischer Verein Landshut, Landshut.
- Karl, J.; Mangelsdorf, J.; Scheurmann, K. (1977): Die Isar - ein Gebirgsfluß im Spannungsfeld zwischen Natur und Zivilisation.- Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, 42 Jg., München.
- Linhard, H. (1964): Die natürliche Vegetation im Mündungsgebiet der Isar und ihre Standortverhältnisse.- Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereines Landshut, H. 24, München.
- Micheler, A. (1956): Die Isar vom Karwendel bis zur Mündung in die Donau. Schicksal einer Naturlandschaft.- Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere, 21 Jg., München.
- Müller, N.; Bürger, A. (1990): Flußmorphologie und Auenvegetation des Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft.- Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, 55 Jg., München.
- Schauer, Th. (1998): Die Vegetationsverhältnisse an der Oberen Isar vor und nach der Teiltrückleitung.- Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, 63 Jg., München.
- Seibert, P. (1962): Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. - Landschaftspflege und Vegetationskunde, H. 3, Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde, München.

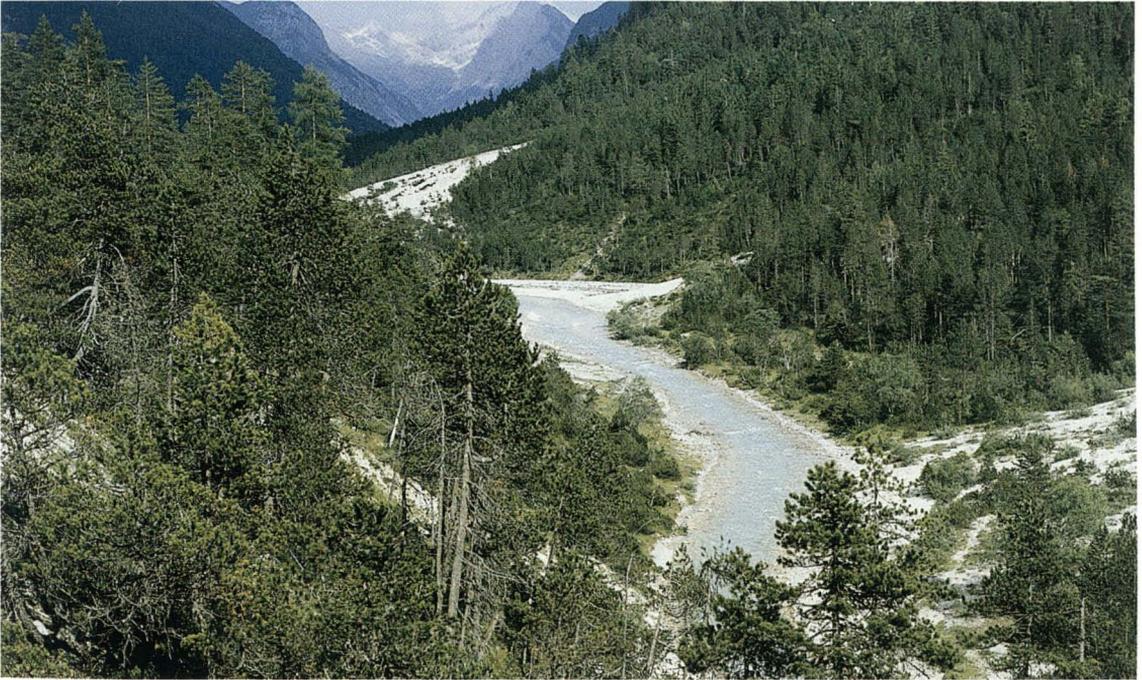


Abbildung 6.2: Die Isar als kleiner Wildbach im Hinterautal im Karwendel.



Abbildung 6.3: Ausgedehnte Kiesbänke mit unterschiedlichen Vegetationsstadien verleihen der Isar zwischen Krün und dem Sylvensteinspeicher den Wildflußcharakter.



Abbildung 6.4: Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*), Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*) und im Alpenvorland Kielch-Steinkraut (*Alyssum alyssoides*) gehören zu den Pionierarten der Kiesbänke.



Abbildung 6.5: Vegetationsabfolge auf Schotterbänken: vereinzelte Polster der Silberwurz (*Dryas octopetala*) – aufgelockerte Tamariskenbestände (*Myricaria germanica*) – dichtes Weidengebüsch.



Abbildung 6.6: Auf den durchlässigen Schotterflächen der Alpenflüsse stellt sich als Endstadium der Schneehaide-Kiefernwald ein, der im alpinen Bereich oft von der Spirke, der aufrechten Form der Berg-Kiefer, und auch der Latsche geprägt ist.



Abbildung 6.7: Ästige Graslilie (*Anthericum ramosum*), eine Art kalkreicher Halbtrockenrasen und Kiefernwälder.



Abbildung 6.8: Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*), eine auch aus naturschutzpolitischen Gründen attraktive Pflanze.



Abbildung 6.9: Der Sylvensteinspeicher wirkt als Geschiebefalle. Dadurch verliert die Isar ein wesentliches Merkmal eines Wildflusses.

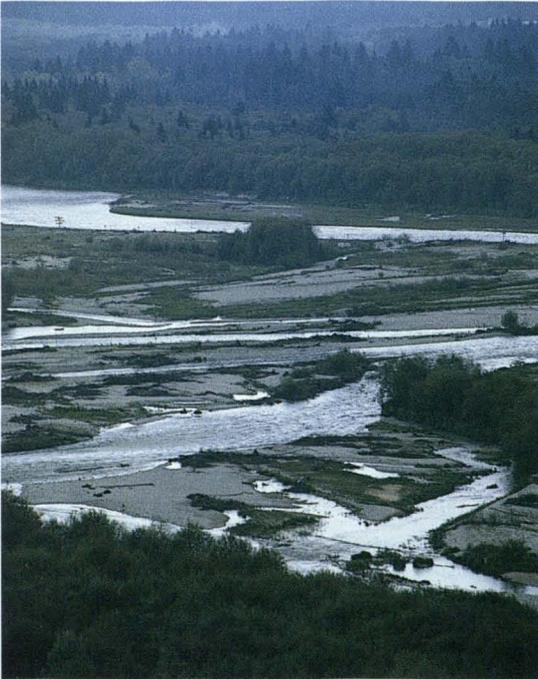


Abbildung 6.10: Die Isar bei Puppling im Jahre 1984 mit vielen kaum bewachsenen Kiesbänken.

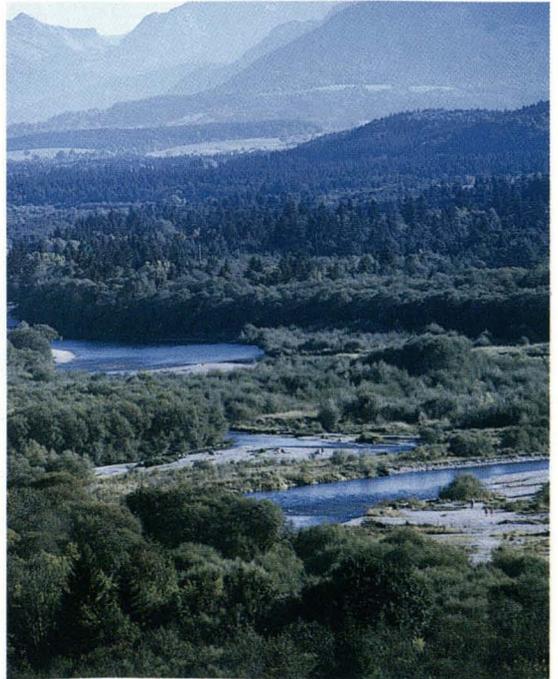


Abbildung 6.11: Die Isar bei Puppling im Jahre 1988 mit beginnender Verbuschung.



Abbildung 6.12: In Altwasserrinnen und Flutmulden, die heute meist vom Hangwasser gespeist werden, siedelt sich häufig das Rote Kopfbinsried an.



Abbildung 6.13: Der Haarblättrige Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*) - hier im Bereich der Aschdinger Au - entwickelt in trockenwarmen Jahren ausgedehnte Bestände.



Abbildung 6.14: Das Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*), eine häufige Pionierart, vor allem in Mittel- und Unterlauf der Isar.

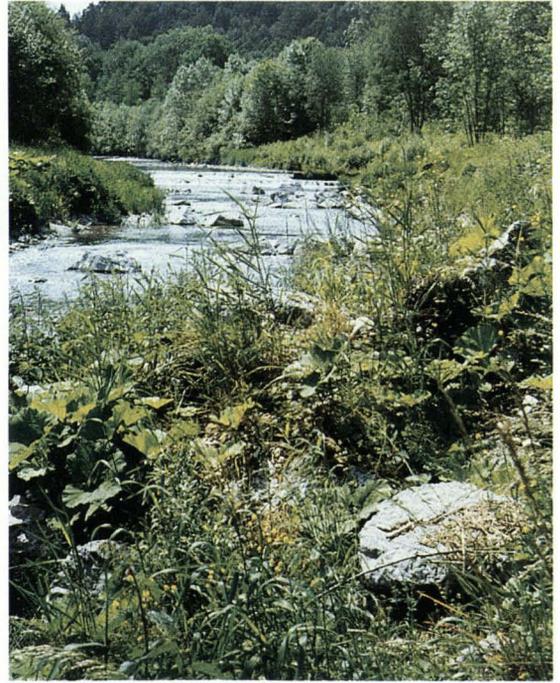


Abbildung 6.15: Die Gewöhnliche Pestwurz (*Petasites hybridus*) ist auf nährstoffreichen Feinsedimenten bestandbildend.



Abbildung 6.16: Die Silber-Weide (*Salix alba*), die bis 30 m Höhe erreicht, besitzt im Mündungsbereich noch größere Bestände.

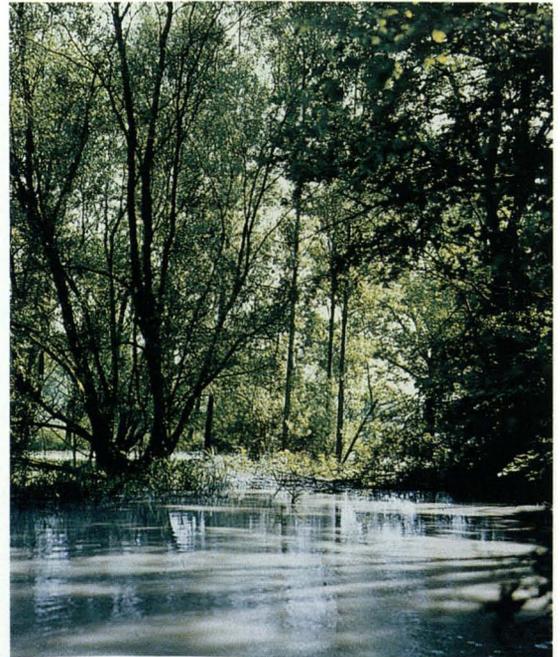


Abbildung 6.17: Silberweidenaue bei Hochwasser.



Abbildung 6.18: Hartholzauwe bei Oberhummel; in der Krautschicht dominiert der Bärlauch (*Allium ursinum*).



Abbildung 6.19: Eschenaue auf nährstoffreichen Auelehmen.



Abbildung 6.20: Pappelkulturen – hier bei Hochwasser – ersetzen vielfach naturnahe Auenwälder.



Abbildung 6.21: Frühlings-Knotenblume (*Leucojum vernum*).



Abbildung 6.22: Blaustern (*Scilla bifolia*).



Abbildung 6.23: Gelbes Windröschen (*Anemone ranunculoides*).



Abbildung 6.24: Grünliche Waldhyazinthe (*Platanthera chlorantha*).

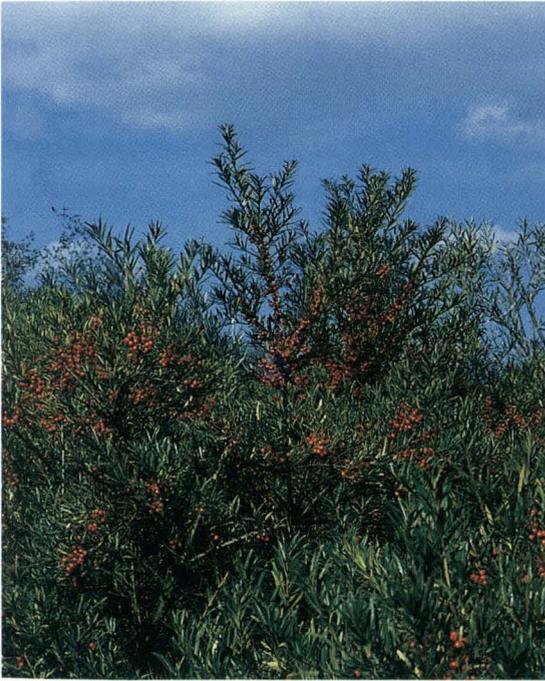


Abbildung 6.25: Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*).



Abbildung 6.26: Aufrechte Waldrebe (*Clematis recta*).



Abbildung 6.27: Schwalbenwurz (*Vincetoxicum officinale*).



Abbildung 6.28: Brand-Knabenkraut (*Orchis ustulata*).

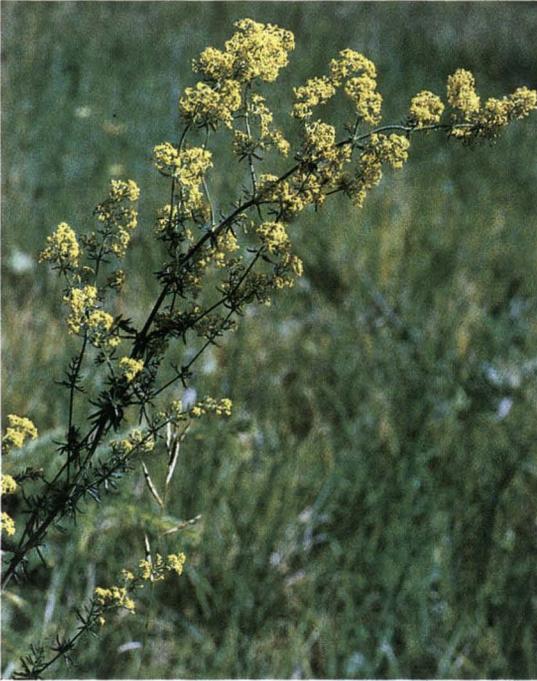


Abbildung 6.29: Echte Labkraut (*Galium verum*).



Abbildung 6.30: Große Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*).



Abbildung 6.31: Weidenblättriger Alant (*Inula salicina*).



Abbildung 6.32: Große Brunelle (*Prunella grandiflora*).

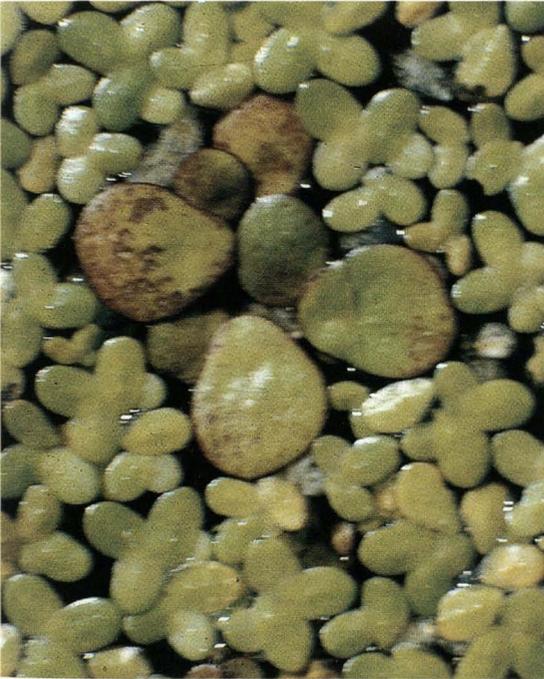


Abbildung 6.33: Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*) und Teichlinse (*Spirodela polyrrhiza*) in Altarmen.

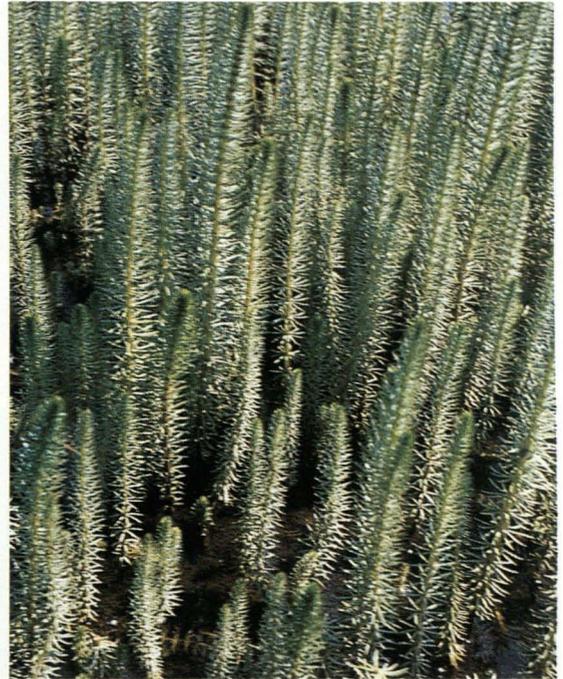


Abbildung 6.34: Auf nassen Feinsedimenten bildet der Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*) im Mündungsbereich der Dorfen und an der unteren Isar große Bestände.



Abbildung 6.35: Braunes Zypergras (*Cyperus fuscus*), eine Pionierart auf feuchten Schlammböden.

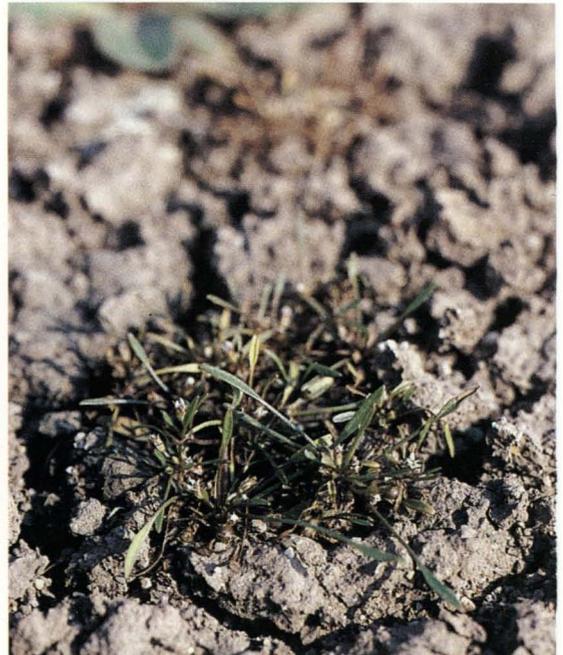


Abbildung 6.36: Schlammkraut (*Limosella aquatica*), eine winzige Pflanze auf Schlammböden, die im Sommer öfters trockenfallen.



Abbildung 6.37: Großflächige Röhrichte aus Schilf (*Phragmites communis*) kommen erst in Altgewässern an der unteren Isar vor, insbesondere im Mündungsbereich.



Abbildung 6.38: Naßwiese mit Sibirischer Schwertlilie (*Iris sibirica*).

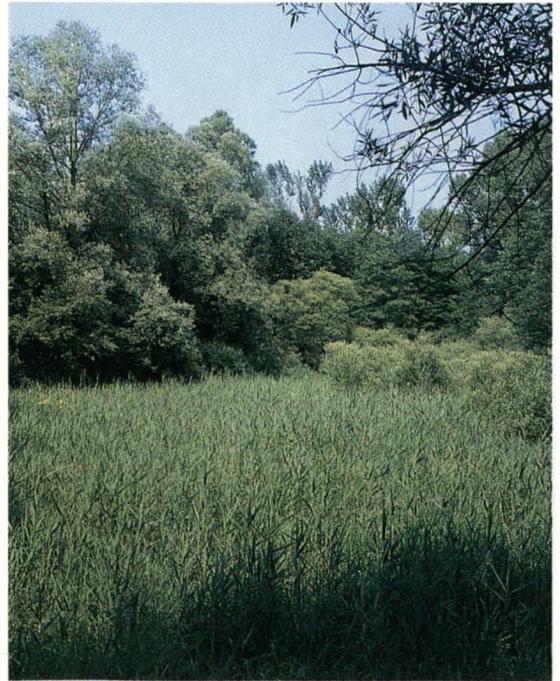


Abbildung 6.39: Verlandeter Altarm mit Schilfröhricht in der Weichholzaue.

## 7 Die Vogelwelt von der Quelle bis zur Mündung in die Donau

*Tino Mischler*

Die teilweise Wandlung des Wildflusses Isar in einen Fluß der Kulturlandschaft mit Stauwehren, Kraftwerken, Wasserableitungen und intensiver Agrarnutzung, aber auch die Bewahrung noch vieler ursprünglicher Abschnitte läßt sich auch an den Vögeln, zuverlässigen Bioindikatoren, ablesen. Von breiter angelegten qualitativen Abhandlungen über die Isar (MICHELER 1956) früherer Jahrzehnte fortschreitend, versuchen die Ornithologen von heute, genauere Zahlen über die Avifauna durch regelmäßige Begehungen zu erhalten, die erst im Vergleich mehrerer Jahre Aussagen über Bestandstrends zulassen (SCHLEMMER 1982, REICHHOLF-RIEHM 1994) und dann Argumentationshilfe für Entscheidungen über Eingriffe in den Naturhaushalt sein können. Dieser Aufsatz greift nur schlaglichtartig für die jeweiligen Flußabschnitte einige bedeutsamere Vogelarten heraus, die die Isar als wertvolles Refugium gefährdeter und seltener Brutvogelarten charakterisieren.

### 7.1 Von der Isarquelle bis zum Sylvensteinspeicher

Die Isar entspringt hoch im Karwendel, preßt sich gleich in von der Eiszeit mitgeformte tiefe Trogtäler, mit denen sie den westlichen und nördlichen Karwendelabschluß bildet. Diese bis über 2400m aufragenden Talrandgebirge beherbergen unsere Hochgebirgsvögel, von denen viele bei Wintereinbrüchen auch am Talboden zu finden sind, wie es z.B. für die Mittenwalder Alpendohlen und die Alpenbraunelle bekannt ist.

Besonders beeindruckend sind die Majestäten der Lüfte: Es ist nicht ungewöhnlich, südlich Mittenwald oder bei Vorderriß ein Steinadlerpaar das Tal queren zu sehen, da beide Hangseiten in Felsabstürzen und dichter Bewaldung gute Horstmöglichkeiten bieten. In großangelegten Girlandenbögen, die zum Balzritual gehören, zeigen sie hoch über dem Tal ihre Reviergrenzen.

Als neueste und noch gewaltigere Rarität ist jüngst vom Gerberkreuz (Karwendel) und der südöstlichen

Wettersteinwand je ein Bartgeier zu vermelden. Diese ersten positiven Anzeichen des Auswilderungsprogrammes in den Alpen dürften sich durchaus für diese ehemals auch bei uns heimische Vogelart mehren.

Am Isarufer, auf den meist unbewachsenen Grobkiesbänken, finden sich zwischen Scharnitz und Vorderriß zwei Leitarten der Wildflußlandschaft: Flußuferläufer und Flußregenpfeifer. Der Regenpfeifer ist spärlicher Brutvogel in etwa 5 Brutpaaren (1980-1992), in 1997 mit nur noch einem Brutpaar (BEZZEL et al. 1993). Auf derselben Strecke zählten wir 1997 noch 11 Brutpaare des Flußuferläufers.

Isarabwärts von Wallgau kann man nebeneinander in Weiden- und Tamariskengebüsch und Uferbüschungen häufig Berglaubsänger, Gartengrasmücke und Baumpieper hören. Als Neuzuwanderer aus dem Osten hat sich seit einigen Jahren der Karmingimpel etabliert. Bis zum Sylvensteinspeicher brüten jetzt einige Paare in Jungweiden (1990: 10, 1996: 23 singende Männchen; JOCHUMS & BÄR 1996). Sollen die erwähnten seltenen Brutvögel samt Wildaue erhalten bleiben, wäre eine – technisch machbare – größere Restwasserschüttung von Isarwasser vonnöten.

### 7.2 Vom Sylvenstein bis vor die Tore Münchens

Weiter flußab sind nach wie vor Flußuferläufer und Flußregenpfeifer Leitarten der Isar, wenn auch die schon geringen Bestände in den letzten 15 Jahren um die Hälfte bzw. auf ein Drittel zurückgegangen sind (ZINTL 1988). Durch gute Wasserschüttung und dadurch neu entstandene Kiesbänke reagierte der Flußregenpfeifer aber sofort in der Pupplinger Au, die er 1996/97 wieder mit 1-2 Brutpaaren besiedelte. Hier ist auch an stillen Nebenbächen noch der Eisvogel mit 2-3 Brutpaaren heimisch, und weiter flußabwärts, schon im Bereich des Landkreises München, brütet in einer Nagelfluhwand seit den 80er Jahren wieder ein Uhu-paar. Zu Maibeginn finden sich Baumfalken zu gemeinschaftlichen Jagdflügen auf Insekten über der weitläufigen Flußlandschaft ein. Als Rarität sang im Juni 1976 ein Schlagschwirl (STURM 1977); am 1. 6. 72 rastete ein Terekwasserläufer auf dem Heimzug nach Sibirien auf den Kiesbänken der Pupplinger Au (HEISER et.al. 1972); am 21.5.88 wurde ein amerika-

nischer Drosseluferläufer bei Wolfratshausen festgestellt (LISSAK U. WILLY 1991).

Der Gänsesäger, neuerdings zu Unrecht ins Zwielicht geraten, findet noch genügend ihm zusagende Wildflußlandschaft von Tölz bis München. In den 70er Jahren waren es noch 34-36 Brutpaare. Durch Entfernen der Nistkästen „aus ökologischen Gründen bis auf Null“ im Jahre 1983 und andere Faktoren blieb die Zahl der Brutpaare ab 1981 unter 28 (BAUER U. ZINTL 1995) mit einer Halbierung der Bestände in den letzten Jahren und Schofen mit geringer Jungenzahl oberhalb Bad Tölz (ZINTL pers. Mitt.). Ansammlungen zur Winterszeit dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß der größte Teil dieser Vögel zur Brutzeit wieder weg in die nordische Taiga zieht, wie ein Ringfund aus Lappland belegt (ZINTL 1979).

Etwas besser geht es inzwischen der als Brutvogel schon totgeglaubten Flußseeschwalbe, die, am Ickinger Eisweiher neu angesiedelt, zur „Floßseeschwalbe“ wurde (ZINTL 1988). Nach intensiver Betreuung durch Vogelschützer (ZINTL 1993) wurde 1998 ein neues, verbessertes Nistfloß ausgebracht.

### 7.3 Von München bis Freising

München selber als Überwinterungsort für Möwen (SIEGNER 1998) und reichgedeckter Futtertisch für Wassergeflügel wie besonders Höckerschwäne nimmt natürlich eine Sonderstellung an der Isar ein. Vielleicht liegt hier ein erstes Domestikationszentrum für die häufiger werdende Kolbenente (PELCHEN 1998)? Die ostasiatische Mandarinente hat im südlichen Isarbereich Münchens eine kleine, aber anwachsende und freibrütende Population seit 1972 aufbauen können, die sich nicht (mehr) aus Zoovögeln rekrutiert (SIERING 1990). Solche Neubürger (Neozoen) können das Erscheinungsbild der parkartigen Flußlandschaft bereichern; man sollte aber überlegen, ob man diese Fremdlinge wirklich dauerhaft ansiedeln will.

Zentral in seiner Bedeutung für mausernde und überwinternde Wasservögel, aber auch stets gut für außergewöhnliche Vogelarten und Erstnachweise, z.B. die Rosenseschwalbe (RENNAU 1997 mdl.), ist das Europareservat und Ramsargebiet Ismaninger Spei-

chersee, seit etwa 60 Jahren von der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern intensiv begangen und durch öffentliche Führungen betreut. Diese sich seenartig verbreiternde, zur Klärung dienende Ausleitung der Isar droht neuerdings durch das phosphatverringerte sauberere Wasser seine Bedeutung als Mauserstätte für nennenswerte Weltpopulationen z.B. der Schnatterente zu verlieren. Doch noch gibt es Brutkolonien von Graureiher (ca. 60) und Kormoran, rasten vermehrt Seiden- und besonders Silberreiher als nachbrutzeitliche Gäste.

Weiter hinaus in die Münchener Schotterebene bieten die Isarauen bei Freising eine artenreiche Brut- (Dorngrasmücke, Pirol) und Rastvogelgesellschaft (MAGERL et al. 1978).

### 7.4 Die untere Isar

Der Unterlauf der Isar mit Staustufen, Auwäldern und Mündungs„delta“ bietet eine gesteigerte Artendiversität an Vögeln gegenüber dem gebirgsnahen Abschnitt. Wie sich ökotechnische Maßnahmen bei Inbetriebnahme einer neuen Stützkraftstufe (Landau) ornithologisch auswirken, wurde 10 Jahre lang begleitend untersucht (REICHHOLF-RIEHM 1994). Hier reagierten zwar die Schwimmvögel kurzfristig durch Zunahme, langfristig aber ergeben sich keine gravierenden Veränderungen. Als Rastplatz sind die schlammigen Staubecken besonders nach dem Ablassen für Watvögel bis heute bedeutsam (TRELINGER U. LUCE 1976, OAG Mittlere Isar 1997).

Auf den Wiesen der Unteren Isar nehmen Dorngrasmücke, Kiebitz und Feldlerche noch große Flächen ein; anderenorts haben sie bereits mit starken Einbußen zu kämpfen (SCHMALZ 1987). Beim Brachvogel gehen die Bestände langsam zurück; immerhin traf man zwischen Niederviechtach und Dingolfing 1990 noch 34 Brutpaare an (SCHMALZ 1991).

In der „guten alten Zeit“ 1966-69 konnte man in den verschliffenen Auwäldern im Isardelta und angrenzenden Donaubereich als Brutvogel noch Purpureiher und Birkhuhn antreffen; der Rohrschwirl zog 1969 neu ein (SCHUBERT 1970). Schon selten waren Nachtreiher, Zwergdommel und Sumpfohreule

(SCHMALZ 1986). Als Rarität flog am 24.5.1988 einer der letzten Schwarzstirnwürger bei Plattling (SCHÄFFER 1989). Das Isarmündungsgebiet hat bis heute seine Bedeutung als Brutgebiet seltener, oft nur noch relikitär in Bayern vorkommender Vogelarten behalten. In hoher Dichte brüten Eisvogel, Turteltaube, Kleinspecht und Schlagschwirl, letzterer mit 150-200 Brutpaaren (SCHLEMMER 1982), eine Zunahme seit Schubert (1970). Besonders das Blaukehlchen kann mit dem bedeutsamsten mitteleuropäischen Brutvorkommen aufwarten: 159 BP 1978 (OERTEL 1979) und über 250 BP auf 20 km Flußlänge (SCHLEMMER 1982), auch ein deutliches Signal für den trockenlegenden und begradigenden Menschen, sich wieder für sumpfige Stellen und mäandrierende Altwasserarme zu erwärmen.

## 7.5 Literatur

- Bauer, U. und H. Zintl (1995): Brutbiologie und Entwicklung der Brutpopulation des Gänsesägers *Mergus merganser* in Bayern seit 1970. Orn. Anz. 34: 4-6.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1983): Ökotechnische Modelluntersuchung Untere Isar. Vögel. München.
- Bezzel, E.; Fünfstück, H.-J. und Mischler, T. (1993): Der Flußregenpfeifer *Charadrius dubius* als Brutvogel im Werdenfelser Land. Garm. vogelkdl. Ber. 22: 28-33.
- Heiser, F.; Reichholf, J.; Siering, M. und Willy, J. (1972): Neuer Nachweis des Terekwasserläufers (*Tringa terek*) in Bayern. Anz. orn. Ges. Bay. 11: 320-321.
- Jochums, F. und Bär, U. (1996): Der Karmingimpel *Carpodacus erythrinus* im Tölzer Land. Orn. Anz. 35: 189-193.
- Kayser, R. (1965): Junge Beutelmeisen (*Remiz pendulinus*) im Mündungsgebiet der Isar. Orn. Mitt. 17: 88.
- Lissak, W. und Willy, J. (1991): Ein Drosseluferläufer *Actitis macularia* in Bayern. Limicola 5: 75-76.
- Magerl, C.; Steger, R. und Jalowitschar, M. (1978): Vogelbiotope Bayerns Nr.18: Isarauen bei Freising. Hrsg.: LBV in Bayern e.V., Garmisch-Partenkirchen.
- Micheler, A. (1956): Die Isar vom Karwendelursprung bis zur Mündung in die Donau - Schicksal einer Kulturlandschaft Jb. Ver. Schutz d. Alpenpflanzen und -tiere 21: 15-46.
- OAG Mittlere Isar (1997): Bemerkenswerter Limikolendurchzug an den Stauseen der Mittleren Isar im Frühjahr 1997. Avifaun. Info.dienst Bayern 3: 121-125.
- Oertel, W. (1979): Das Blaukehlchen im Isarmündungsgebiet - Zusammenfassung der Beobachtungen von 1973-1977. Jber. OAG Ostbayern 6: 87-96.
- Pelchen, H. (1998): Aus dem Verhalten verstärkter Kolbenenten *Netta rufina* am Kleinhesselohrer See in München. Orn. Anz. 37: 46-54.
- Pfadenhauer, J. und Schlemmer, R. (1991): Ökologische Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ettlting und Isarmündung (Zusammenfassung). Gutachten TU München/ Freising.
- Reichholf-Riehm, H. (1994): Langzeitstudie Stützkraftstufe Landau Isar 1985-1994. Vögel. Mskr.
- Schäffer, N. (1989): Schwarzstirnwürger *Lanius minor* im Isarmündungsgebiet. Anz. orn. Ges. Bay. 28: 65-66.
- Schlemmer, R. (1982): Ergebnisse einer ornitho-ökologischen Untersuchung im Isartal zwischen Gottfrieding und Plattling. Jber. OAG Ostbayern 9: 1-121.
- Schmalz, P.-M. (1986): Brut einer Sumpfohreule bei Dingolfing. Jber. OAG Ostbay. 13: 213-214.
- Schmalz, P.-M. (1987): Wiesenbrüter im unteren Isartal. Jber. OAG Ostbay. 14: 87-112.
- Schmalz, P.-M. (1991): Der Große Brachvogel im unteren Isartal. Jber. OAG Ostbay. 18: 153-174.
- Schubert, W. (1970): Zur Brutvogelwelt der unteren Isar. Anz. orn. Ges. Bay. 9: 134-149.
- Siegner, J. (1998): Möwen an Münchens winterlicher Isar. Naturschutzreport 1: 11-12.
- Siering, M. (1990): Nimmt die Mandarinente *Aix galericulata* als Brutvogel am Stadtrand Münchens zu? Anz. orn. Ges. Bay. 29:166-169.
- Sturm, K. (1977): Singende Schlagschwirle *Locustella fluviatilis* an der Isar in Alpenrandnähe. Anz. orn. Ges. Bay. 16: 90-91.
- Trellinger, K. und Luce, J. (1976): Die Vogelwelt der Stauseen der mittleren Isar zwischen Landshut und Moosburg. Naturwftl. Zeitschr. f. Niederbay.: 52-114.
- Zintl, H. (1979): Ein Gänsesäger *Mergus merganser* von der oberen Isar in Finnisch-Lappland. Anz. orn. Ges. Bay. 18: 83.
- Zintl, H. (1988): Zur Bestandsentwicklung von Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*), Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*), Flußuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Gänsesäger (*Mergus merganser*) an der Isar vom Sylvensteinssee bis zur Loisachmündung. Egretta 31: 83-97.
- Zintl, H. (1993): Zwei Jahrzehnte Schutz der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) in der sich wandelnden wildflußartigen Isarau südlich München. Natur u. Landschaft 68: 458-460.

## 8 Fische und Fischerei

Fritz Huber

Das natürliche Artenspektrum der Fische in der Isar ist wie bei allen bayerischen Alpenflüssen in die Forellenregion des Oberlaufes und die Barbenregion des Mittel- und Unterlaufes zu gliedern. In Altwassern und Auebächen kommen dazu Arten der Brachsenregion. Mit Ausnahme der kleinen Quellbäche kommt der ausschließlich in der Donau und ihren alpinen Zuflüssen heimische Huchen (*Hucho hucho*) in der Isar vor. Diese Lebensräume sind allerdings mit Ausnahme der obersten Abschnitte von Isar, Loisach und Ammer durch wasserbauliche und energiewirtschaftliche Eingriffe hochgradig gestört bis zerstört.

### 8.1 Fischarten in der Isar

Im nährstoffarmen, kalten und raschfließenden Oberlauf der Isar kommen nur wenige Arten vor, die als fischereilich nutzbar zu bezeichnen sind. Es sind dies: Bachforelle (*Salmo trutta f. farion*), Huchen (*Hucho hucho*), Äsche (*Thymallus thymallus*), Nase (*Chonchrostoma nasus*) und Rutte (*Lota lota*).

Als Kleinfische sind zu nennen: Bartgrundel oder Schmerle (*Neomacheilus barbatus*), Koppe (*Cottus gobius*), Steinbeisser (*Cobitis taenia*) und Elritze (*Phoxinus phoxinus*).

Im etwas nährstoffreicheren, wärmeren Mittel- und Unterlauf der Isar nimmt die Artenzahl deutlich zu. Neben den Arten des Oberlaufes treten hier Barbe (*Barbus barbus*), Aitel (*Leuciscus cephalus*), Flußbarsch (*Perca fluviatilis*) und Zander (*Stizostedion lucioperca*) hinzu. In strömungsschwachen Altwassern finden sich Hecht (*Esox lucius*), Karpfen (*Cyprinus carpio*) und Brachsen (*Abramis brama*).

Es gibt Gründe genug, in diesem Zusammenhang von der Vergangenheit zu sprechen, denn eine ganze Reihe von Fischarten, die früher häufig vorkamen, sind in der Isar verschwunden oder zumindest als verschollen zu betrachten. Nebenher reduzieren sich auch Fischarten, deren Bestände über lange Zeit durch Besatzmaßnahmen gehalten werden konnten in einem beeinträchtigenden Ausmaß. Es kann nicht ausgeschlossen

werden, daß trotz aller Bemühungen und trotz hohem Mitteleinsatz für Besatz einige weitere Fischarten verschwinden.

Der Bau der Stützkraftwerke an der unteren Isar brachte für die Fischfauna weitere einschneidende Veränderungen. Die Isar wurde hier von einem zwar kanalartig, jedoch freifließenden Fluß in eine Kette von Stauseen umgewandelt, die mit ihrem bei niedrigen und mittleren Abflüssen nahezu stehenden Wasser und ihrer hohen Fließgeschwindigkeit bei Hochwasser zu hybriden Gewässern geworden sind. Die an rasch fließendes Wasser und Wanderungen gebundenen Fischarten können hier nicht überleben. Die an langsam fließendes Wasser angepaßten Arten können sich bei Hochwasser in ruhige Seitengewässer und künstlich geschaffene Rückzugsräume retten, sodaß hier doch eine größere Artenzahl leben kann, wie Elektrofischerei in der Stufe Landau zeigte.

Dabei wurden folgende Arten beobachtet: Rotaugen (*Rutilus rutilus*), Laube (*Alburnus alburnus*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Aal (*Anguilla anguilla*), Schleie (*Tinca tinca*), Brachsen (*Abramis brama*), Aitel (*Leuciscus cephalus*), Hecht (*Esox lucius*), Flußbarsch (*Perca fluviatilis*), Hasel (*Leuciscus leuciscus*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Nerfling (*Leuciscus idus*), Barbe (*Barbus barbus*), Güster (*Blicca bjoerkna*), Gründling (*Gobio gobio*), Karausche (*Carassius carassius*), Zander (*Stizostedion lucioperca*), Silberkarausche (*Carassius auratus gibelio*), Nase (*Chondrostoma nasus*), Schied *Aspius aspius*, Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) und Bitterling (*Rhodeus sericeus amarus*). (R. Gerstmeier; in Bayer LA f. Wasserwirtsch., Schriftenr. H. 24, 1991).

### 8.2 Fischereiliche Nutzung

Im Oberlauf der Isar war, bedingt durch das gesamte Habitat der Isar, vor allem aber durch die hydrologischen Gegebenheiten, die Ausübung der Fischerei und die wirtschaftliche Nutzung stark eingeschränkt. Die Erwerbsfischerei fand dort nicht statt. Alte Unterlagen besagen, daß immer nur die Ausübung der Angelfischerei dominierend war. Die sicher immer wieder versuchte Reusen- und Hamenfischerei beschränkte sich von vornherein auf Zeiten niedrigen Abflusses, denn zu jeder anderen Zeit kam es durch die Hochwasser

zum Verlust der Reusen. Auch Hamen oder sogenannte Bärn (durch Rahmen offengehaltene, in die Strömung gehängte Netzsäcke) waren mehr oder weniger ungeeignet. Dies hatte im wesentlichen seinen Grund darin, daß auch bei mittleren Abflüssen das Flußbett in zahlreiche Arme aufgesplittet war.

Belegt ist im Oberlauf, vor allem durch kapitale Fänge, die Angelfischerei. Hier reichte die Methode vom Fischen mit Koppen und Würmern, bis hin zum ebenfalls belegten Fliegenfischen. Die Ertragsabschöpfung per Fischerei und die Reproduktion hielten sich mit Sicherheit die Waage.

Weiter flußabwärts war die Fischereiausbübung wesentlich intensiver, denn dort standen wirkungsvollere Fangmittel, wie Netze, meist Zugenetze, aber auch Reusen zur Verfügung und konnten wirksam eingesetzt werden. Bei der Ausübung der berufsmäßigen Fischerei kam es jedoch nie zu Überfischungen, denn die Fangmethoden waren ja nicht sehr effizient. Hinzu kam ein weiterer Aspekt: Fische ließen sich in unserem Raum nur in sehr beschränktem Maß vermarkten, denn im Oberland, aber auch in Niederbayern, aß man Fisch höchstens in der Fastenzeit. Hier wurde, einige Gourmets ausgenommen, lieber „Schweineres“ gegessen. Dessen ungeachtet, konnten einige Berufsfischer durchaus einen brauchbaren Zuerwerb gewinnen, wenn auch die Fischerei allein zum Lebensunterhalt nicht ausgereicht hätte.

### 8.3 Veränderung der fischereilichen Gegebenheiten

Die großen Veränderungen in der Fischerei und deren Umfeld begannen mit der Nutzung der Wasserkraft zur Energiegewinnung. Die Baumaßnahmen waren einschneidend und in ihrer Langzeitwirkung eher katastrophal. Es darf unterstellt werden, daß keiner die späteren Folgen der beginnenden Eingriffe abschätzen konnte oder wollte. Es wurde nur noch in technischen Dimensionen gedacht.

Zu dieser Zeit begann die grundlegende Veränderung der Isar mit all ihren negativen Begleiterscheinungen. Ob es sich dabei um die Ausleitung des Isarwassers in den Walchensee oder den Bau von Ausleitungskraftwerken handelte, war einerlei, aber es ergab

immer das gleiche Bild. Das Wasser wurde zur Stromerzeugung genutzt und zurück blieb eine Flußleiche, teilweise ohne, teilweise mit kläglichen Restwassermengen. Hinzu kamen die Spätfolgen, die nicht minder negativ waren. Das bisher aus dem Gebirge verfrachtete Geschiebe blieb an den Ausleitungsbauwerken zurück. Ein Transport weiter flußabwärts unterblieb. An den Kraftwerken staute sich das Geschiebe und mußte entnommen werden. Selbstverständlich wurde es als Kies wirtschaftlich genutzt. Das ist bis heute so geblieben.

Durch das Fehlen des Geschiebes tiefte sich der Fluß immer weiter ein und man mußte Querbauwerke errichten, um eine weitere Eintiefung zu verhindern. Aus der Isar wurde über weite Streckung eine Reihe von mehr oder weniger gut durchströmten Teichen, so wie wir sie heute noch über weite Strecken haben.

Neben der Reduzierung des Geschiebes kam es beim Restgeschiebe zu wesentlichen Veränderungen in der Zusammensetzung. Größeres Geröll und grober Kies lagerten sich an den Abflußhindernissen ab und wurden dort abgebaut. Lediglich Sande und sonstige feinere Partikel wurden weiterhin verfrachtet und lagerten sich meist großflächig im Restwasser ab. Dadurch wurde das bisher lückige Sediment der Isar restlos verfüllt und regelrecht verbacken, so wie man es heute in weiten Strecken der Isar vorfindet.

### 8.4 Folgen für die Fischfauna

Die verschiedenen Fischarten in der Isar machten seit eh und je beträchtliche Laichwanderungen, die sich durchaus über Strecken von 20, 30, ja sogar bis 40 km hinzogen. Diese Laichwanderungen waren nunmehr nicht mehr möglich, da die Fische mehr oder weniger in den durch die Sohlschwellen gebildeten Tümpeln eingesperrt waren. Die konnten also ihre früheren Laichplätze nicht mehr erreichen und es kam bereits zu wesentlichen Einbrüchen in der Reproduktionsfähigkeit der einzelnen Arten. Die neu entstandenen Kanäle waren für die Fische, zumindest über weite Strecken nicht erreichbar und außerdem als Laichplätze auf Grund ihrer strukturlosen Beschaffenheit auch nicht geeignet.

Die Veränderung des Sedimentes gab letztlich den rheophilen Fischbeständen den Rest, denn die noch spärlich vorhandenen Laichplätze zwischen den Sohl-schwellen wurden durch das Verfüllen der Lücken im Kies ungeeignet und auch nicht mehr angenommen.

### 8.5 Bestandssicherung durch Besatz

Da, zumindest bei den meisten Fischarten, das Laichgeschäft nicht mehr erfolgreich war, waren die Fischer gezwungen, die Fischbestände durch Besatz zu stützen oder zu halten. Es entstanden Fischzuchtbetriebe, die sich auf die Produktion von Satzfishen spezialisierten und die benötigten Mengen an Satzfishen bereitstellen konnten. Hierbei handelte es sich in erster Linie um Äschen und Bachforellen, vereinzelt aber auch um Huchen, die wieder in die Isar eingesetzt wurden.

Bei den Satzfishen, besonders bei den Äschen, die nicht wie die Forellen in Teichanlagen gehalten werden können, ist die Situation allerdings schwierig geworden, da die Züchter kaum mehr Laichfische bekommen, die jedes Jahr gefangen, gestreift und dann wieder zurückgesetzt werden müssen.

Die gleiche Situation haben wir heute bei den Nasen. Die Nase war früher in der Isar ein ausgesprochener Massenfisch, der niemals ein Nahrungskonkurrent für andere Fischarten war, denn die Nase frißt in erster Linie Aufwuchs, den sie von Steinen abschabt. Heute sind Nasen so rar geworden, daß man mit hohem Mitelaufwand Besatzmaßnahmen durchführen muß, um die Fischart zu halten.

### 8.6 Abhilfe

Abhilfe wäre sicher, wenn auch nicht von einem Tag auf den anderen, zu schaffen. Da und dort gibt es ja auch Ansätze dafür, z.B. die Beschickung der Isar bei Krün mit einer bescheidenen Menge Restwasser in das bisher trockene Flußbett. Dasselbe gilt für die Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit durch Aufstiegs-hilfen verschiedenster Art, wie z.B. die Fischtrep-pen in Icking oder an der Geschiebesperre bei Fall. Die Öffnung von anderen – wenn auch noch zu wenigen – Sohl-schwellen, sowie der Umbau von Schwellen zu rauhen Rampen, all das macht uns Hoffnung auf eine langfristige Sicherung der Fischbestände, aber auch auf eine mögliche Wiedereinbürgerung verschwundener Fischarten.

## 9 Käfer und einige andere Insekten

Franz Hebauer

### 9.1 Einführung

Warum gerade Käfer (*Coleoptera*) als Aushängeschild für die „übrige“ Insektenfauna der Isar, neben so angesehenen Ordnungen wie den Schmetterlingen und Libellen? Zählen sie nicht bereits zur ökologischen Kategorie „Ungeziefer“? Die Käfer stellen nun einmal die artenreichste und ökologisch differenzierteste Insektenordnung dar und können so in ihrer Einnischung wie ein unverwechselbarer Fingerabdruck für das betreffende Ökosystem erscheinen, dessen Grundcharakter aufzeigen, aber auch dessen Veränderungen und Verfälschungen mit seismographischer Empfindlichkeit anzeigen. Viele der Arten sind aussagekräftige Indikatoren für chemische und physikalische Veränderungen.

Im Gegensatz etwa zu den Zuckmückenlarven, die speziell für ein Fließgewässers in ihrer indikatorischen Aussagekraft als Saprobier (Zeigerorganismen für Gewässergüte) ein noch weit differenzierteres Anpassungssystem aufweisen ist die bessere Bestimmbarkeit und die weit über die Ufer hinausreichende Ökologie der Käfer vorteilhafter. Je nischenreicher ein Ökosystem, desto diverser ist die darin lebende Fauna.

Die Isar bietet sowohl in Längs- wie in Querzonierung ein Artenspektrum an Käfern, welches von der alpinen über die montane Stufe, über die kalkreiche Schotterebene bis zum Urstromtal der Donau bzw. von der kaltstenotherm-torrenticolen (konstant kalte Fließgewässer bewohnenden) Bachgrundfauna über die thermophil-ripicole (wärmeliebend und Ufer von Fließgewässern bewohnende) bis zur hygrophil-silvicolen (feuchteliebend-waldbewohnende) Auenfauna reicht. Die Hochwasser verdrifteten einst alpine Elemente nicht nur aus der Pflanzenwelt, sondern auch aus der Insektenwelt bis hin zum Mündungsgebiet.

Durch die erste einschneidende Regulierung des Wildflusses Isar im Stadtbereich von München wurde zwar der Nachschub an subalpinen Insekten abgeschnitten, dennoch blieben darunter genügend Rest- und Teilpopulationen, vor allem der kleinen ripicolen

(Ufer von Fließgewässern bewohnenden) Laufkäfer (*Bembidion*) in den immer noch vorhandenen Restwassertümpeln hinter den Ufern, was sich bei der systematisch breit gefächerten Langzeituntersuchung an der Staustufe Landau von 1985 bis 1994 (LFW 1991), aber auch bei der Ökologischen Beweissicherung Untere Isar (HEBAUER 1991) nachweisen ließ. Mit der zunehmenden Zahl der Staustufen bildeten sich immer mehr isolierte ökologische Zellen heraus. Das ökologische Fließgleichgewicht der aquatischen und periaquatischen Insektenfauna der Isar wurde zwar parzelliert gleich einem System stehender Wellen, blieb aber erstaunlicherweise weitgehend funktionsfähig. Der Grund für diese Stabilität mag wohl u. a. darin zu suchen sein, daß die Isar von der Quelle zur Mündung ohnehin sehr unterschiedliche kleinklimatische Zonen durchläuft, die unterschiedlichsten Habitatstrukturen anbietet und zudem in den flussbegleitenden Auwäldern über ein sicheres Rückzugsgebiet, eine Art Druckausgleichsgefäß – nicht nur für Insekten – verfügt. Dies soll im Folgenden exemplarisch an den markantesten Flußabschnitten und ihrer Käferzosen aufgezeigt werden.

### 9.2 Die spezifischen Flußabschnitte der Isar

#### 9.2.1 Der Oberlauf in den Alpen

##### 9.2.1.1 Die Wildbäche

Dort, wo sich die Isar als kalter Gebirgsbach schäumend zwischen Grobgeröll und Schotter hindurchzwängt und noch keinerlei Ufervegetation existiert, auch wegen des hohen Kalkgehalts des Wassers keine Wassermoose aufkommen können, muß auch die Insektenfauna auf wenige hochangepaßte Arten beschränkt bleiben. Die torrenticolen, kaltstenothermen (konstant kalte Fließgewässer bewohnenden) Hakenkäfer, der Quellbach-Hakenkäfer (*Elmis latreillei* Bed.), der Erzglänzende Hakenkäfer (*Elmis aenea* Müll.) und Dufours Hakenkäfer (*Limnius perrisi* Duf.) repräsentieren neben dem Zierlichen Langtasterwassertäfer (*Hydraena gracilis* Germ.), dem kalkliebenden Kiesel-Zwergwassertäfer (*Hydraena lapidicola* Kies.) und Orchymonts Zwergwassertäfer (*H. saga* Orch.) zusammen mit den Larven der Eintagsfliegen, Stein-

fliegen und Köcherfliegen ähnlicher Autökologie die Biozönose des Bachgrundes. Eine ripicole (Ufer von Fließgewässern bewohnende) Fauna fehlt hier noch völlig.

### 9.2.1.2 Die Verzweigungsstrecken und Seeufer

Befreit von der Enge der Felsen weichen die Ufer des Wildflusses im Gebiet zwischen Krün und Fall bereits weit auseinander. Mit Schotterinseln und ausgedehnten Kiesbänken, Strauch-Weiden und Grauerlenbeständen bietet die Verzweigungsstrecke Habitats für die interessantesten Insektenarten Mitteleuropas. Zwar weist die Fließwasserfauna selbst noch wenig Abwechslung auf, zu den kaltstenothermen (konstant kalte Gewässer bewohnenden) Haken- und Langtasterwasserkäfern (*Elmidae*, *Hydraenidae*) kommen allerdings bereits Arten wie der Alpen-Schlammchwimmkäfer (*Oreodytes davisi* Curt.), der Bergbach-Schlammchwimmkäfer (*O. sanmarkii* Sablb.) und der hochalpine Graustreifige Schlammchwimmkäfer (*Stictotarsus griseostriatus* Deg.) als typische Besiedler hinzu. Am Spülsaum des Walchensees sowie auch des Sylvensteinspeichers konnte jeweils eine stattliche und stabile Population des seltenen und urtümlichen Breiten Zahnflügel-Tauchkäfers (*Deronectes latus* Steph.) festgestellt werden. Auf den besonnten Schotterbänken tummeln sich bereits zahlreiche Ahlenlaufkäfer, wie *Bembidion ascendens* Dan. (der sich bis zum Unterlauf der Isar wagt), *B. foraminosum* Strm., *B. longipes* Dana, *B. distinguendum* Duv., *B. terminale* Heer, *B. conforme* Dej., *B. andreae* (F.), *B. ruficornis* Strm., um nur einige markante Arten zu nennen, dazu so seltene Kurzflügler wie *Stenus longipes* Heer. In Quellbächen am Sylvensteinsee könnten im Geröll zahlreich die Hakenkäfer *Elmis rietscheli* Steff. und *Riolus subviolaceus* (Müll.) nachgewiesen werden; letztere Art hat sich bis an die untere Isar bei Niederpörling durchgesetzt.

Zu den großen Raritäten der holzbewohnenden (xylophagen) Prachtkäfer des trockenen, besonnten Isarufers zählt dort der sich in Fichten- und Spirkenästen entwickelnde, grüngoldglänzende, xerophile (Trockenheit liebende) Runzlige Dornbrust-Prachtkäfer (*Chrysobothris chrysostigma* L.). Er wurde in der

Jachenau mehrfach nachgewiesen. Eine sicher noch größere Rarität aus der Familie der xerophilen Prachtkäfer von Vorderriß ist der sich in Zirbelkiefern entwickelnde Linienhalsige Zahnflügel-Prachtkäfer (*Dicerca moesta* F.), eine Rote Liste 1 - Art\*. In den morschen Rotbuchenstämmen am Sylvensteinspeicher konnten mehrmals die beiden zur Hirschkäferfamilie gehörigen Rehschröter *Platycerus capreae* Deg. und *P. caraboides* L. festgestellt werden. Hinzu kommen zahlreiche xylophage (holzerstörende) Bockkäferarten, darunter Seltenheiten wie der Gebirgs-Halsbock (*Lepтура inexpectata* J.&S.), weiter *Saphanus piceus* (Laich.), *Semanotus undatus* L., *Callidium coriaceum* Payk. oder auch der Bindenschuppige Grubenstirn-Schnellkäfer *Lacon fasciatus* (L.) und der bereits vom Aussterben bedrohte nachtaktive Zottenbock (*Tragosoma deparium* L.). Das Gebiet von Vorderriß ist allein schon von der Käferfauna her gesehen ein höchst schützenswerter Abschnitt des Isarverlaufs, ähnlich der Pupplinger Au bei Wolfratshausen.

### 9.2.2 Die Pupplinger-Ascholdingen Au

Der Flußabschnitt der Ascholdingen und Pupplinger Au mit seinen Kiesflächen und Erica-Föhrenwäldern beiderseits der Ufer stellen ein Naturschutzgebiet besonderer Prägung dar und sind erwartungsgemäß nicht nur botanisch, sondern ebenso entomologisch von überragender Qualität und Einmaligkeit. Ein kalter alpiner Wildfluß mit einer ausgesprochen thermophil-xerophilen (Wärme und Trockenheit liebenden) eng benachbarten Uferfauna ist allein schon eine kleine Sensation. Als Folge des totalen Geschiebeverlustes in der Größenordnung von mehr als 60 000 m<sup>3</sup> jährlich in den Stauräumen des Sylvensteinspeichers und des Kraftwerkes Bad Tölz tiefte sich allerdings die Isar auch in der Pupplinger-Ascholdingen Au um Meterbeträge ein. Damit ging der größte Teil der offenen Kiesflächen verloren; sie wuchsen mit Grasfluren und Weißerlen-Weidengebüschen zu. Nur auf den noch offenen Kiesflächen können sich Pionierarten auf Dauer einnischen – ein Sonderfall in der Ökologie, es gibt keine Sukzession. Für die Insektenwelt ist dies geradezu ein Idealfall. Das Artenspektrum der aquatischen und periaquatischen Coleoptera spiegelt diese Tat-

sache klar wider. In den flachdurchflossenen Schottertümpeln finden sich neben den dealpinen und subalpinen Schwimmkäfern *Oreodytes davisii* Curt. (Alpen-Schlammchwimmkäfer) und *O. sanmarkii* (Sahlb.) (Bergbach-Schlammchwimmkäfer) nun auch schon der Nordische Schlammchwimmkäfer (*O. septentrionalis* Gyll.), eine RL3\* - Art.

Man mag an seinem ökologischen Glauben zu zweifeln beginnen, wenn man beobachtet, wie thermophile Elemente unter den Schwimmkäfern, so *Hydroporus marginatus* (Duf.), der Gerandete Schlammchwimmkäfer oder *Agabus nebulosus* (Forster), der Verschleierte Tauchschwimmkäfer sich in flachen Schottertümpeln eines kalten Gebirgsflusses munter tummeln. Die Erklärung aber ist einfach. Die oberseits von der Sonne aufgeheizten Kiesel wirken wie Tauchsieder und erwärmen das Wasser in den Pfützen oft bis über 30° C, so daß die Insekten darin eine willkommene ökologische Nische finden. So paradox es erscheinen mag, das Mikroklima im Uferbereich der bayerischen Alpenflüsse ist am Oberlauf wärmer und trockener und begünstigt dadurch mehr thermophil-xerophile (Wärme und Trockenheit liebende) Insektenarten, wie etwa die Prachtkäfer, während das kühlere und feuchtere Mikroklima der Auwälder am Unterlauf mehr hygrophile (feuchte Umgebung bevorzugende) Arten fördert. Ganz anders als bei den Landkäfern verhält es sich mit den Wasserkäfern. Im Flußoberlauf dominieren die kaltstenotherm-rheobionten (konstant kalte Fließgewässer bevorzugenden) Formen mit insgesamt weniger Arten, während im Unterlauf fast ausschließlich eurytherm-stagnicole (wärmere stehende Gewässer bewohnende) Zönosen mit vielen Arten anzutreffen sind. In den kalkreichen Druckwassertümpeln hinter den Ufern findet man den bereits überall stark gefährdeten Ähnlichen Zahnflügel-Tauchkäfer (*Nebrioporus assimilis* Payk.); er wurde aber auch noch bei Landshut und an der Isarmündung nachgewiesen. Seltsamerweise findet man in einigen Restwassertümpeln dieses Kalkschottergebiets auch azidophile (anmooriges, saures Wasser bevorzugende) Schwimmkäfer, wie den Behaarten Zwergwasserkäfer (*Hydroporus pubescens* Gyll.); – einziger bekannter Fundort in Süddeutschland - vergesellschaftet mit *Bidessus unistriatus*

(Schrk.) – dieser in Süddeutschland nur noch von der Isarmündung her bekannt.

Unter den unterseits nassen Uferkieseln verstecken sich wieder zahlreiche subalpine Laufkäfer, wie *Bembidion andreae* (F.), *B. ruficornis* Strm., *Asaphidion pallipes* (Dft.), *Nebria picicornis* (F.), um nur die markantesten Vertreter zu nennen. Eine ökologische Differenzierung der ripicolen (Flußufer bewohnenden) Laufkäferfauna der oberbayerischen Flußuferflächen erarbeitete PLACHTER (1986). Auf dem sommerlich aufgeheizten Uferschotter sitzt auch gerne der flinke, sehr flugfreudige Sandlaufkäfer *Cicindela hybrida* ssp. *riparia*. Sogar eine ansonsten nur südlich verbreitete Klauenkäferart, *Dryops lutulentus* Er. konnte hier am Isarufer in der Pupplinger Au erstmals und einmalig für Deutschland nachgewiesen werden.

Als ein Eldorado für die seltensten Prachtkäfer Mitteleuropas gelten natürlich die Erica-Föhrenheidebestände der Pupplinger-Ascholdingener Au, in denen sich sagenhaft schöne Arten, wie *Palmar (Lampra) festiva* (L.) entwickeln, vom unvergeßlichen Konrad Witzgall dort erstmals aufgespürt.

Schon die Wildflußlandschaft bei Lenggries und Bad Tölz zeigt den Kontrast von kaltem Flußwasser und trocken-warmen Kiesflächen mit ihrer konträren Insektenfauna, zu der bereits die ansonsten südlich verbreitete Gottesanbeterin (*Mantis religiosa* L.) gehört, aber auch alpine Springschrecken, wie die Gefleckte Schnarrschrecke (*Bryodema tuberculata*) oder der Kiesbank-Grashüpfer (*Chorthippus pullus*), beides RL1\*-Arten! – Neben dem Alpen-Schlammchwimmkäfer (*Oreodytes davisii* Curt.) konnte hier zum ersten Mal und in großer Zahl am Spülsaum unter Kieselsteinen auch der thermophil-rheophile (Wärme und Fließwasser liebende) Unstete Kugel-Wasserkäfer (*Laccobius alternus* Motsch.) beobachtet werden, auf der Schotterfläche darüber der an Gebirgsflüssen heimische, aber seltene Kurzflügler *Stenus eumerus* Kiesw. und der Kalk-Ahlenlaufkäfer (*Bembidion saxatile* Gyll.), welcher seltsamerweise bisher nur von den nordeuropäischen Küsten bekannt war.

Aus der flußbegleitenden Uferfauna ist vor allem der Nachweis des Veränderlichen Bergblattkäfers (*Chrysomela variabilis* Ws.) zu nennen.

### 9.2.3 Der Isarabschnitt zwischen München und Landshut

Der Isarabschnitt zwischen München und Landshut ist der technisch am stärksten veränderte Teil der Isar. Die Ausleitung von 120 m<sup>3</sup>/s Isarwasser in den Mittleren Isarkanal, die durch die Regulierung und Geschieberückhaltung bis zu acht Meter betragende Eintiefung der Flußsohle unterhalb des Föhringer Wehrs haben die ursprünglich vorhandene breite Verzweigungsstrecke völlig zerstört. Die damit einhergehende Grundwasserabsenkung hat die ursprünglichen Auwälder ebenso vernichtet wie die Nebengewässer der Aue. An die Stelle artenreicher Laubmischwälder und Weidengebüsche sind Fichten-, Kiefern-Grauerlenreinkulturen getreten. Die dealpine Flora ist bis auf wenige Relikte verschwunden oder auf flußunabhängige Trockenstandorte beschränkt (GAGGERMEIER 1983).

Der Flußabschnitt zwischen München und Landshut läßt jedoch noch an drei seltenen Käferarten die alpine Herkunft der Isar deutlich erkennen. Dies sind der rheobionte (an Fließgewässer gebundene) Matte Hakenkäfer (*Limnius opacus* Müll.) (bisher 3 Fundorte: Freising, Moosburg, oh Landshut; ansonsten nur am Staffelsee), der auffällig gefärbte sonnenhungrige Mondlaufkäfer (*Callistus lunatus* F.), eine RL2-Art\*, die noch außerdem in der „Rosenau“ bei Dingolfing nachgewiesen wurde und das sicher seltenste Tertiärrelikt aus der Familie der Prachtkäfer, Guerins Schmal-Prachtkäfer (*Agrilus guerini* Lac.) eine RL1-Art\*.- Aus den Randgewässern der Isar um Freising sind an Besonderheiten der Käferwelt vor allem zu nennen: der Glänzende Teichwasserkäfer (*Limnebius nitidus* Motsch.), der Gespitzte Schlammschwimmkäfer (*Hydrovatus cuspidatus* Kunze) und der Kurzflügler *Gnypeta ripicola* (Kiesw.).

### 9.2.4 Die Staustrecken der Isar unterhalb Landshuts

#### 9.2.4.1 Das Artenspektrum

Einen besonders tiefen Einblick in das komplette Artenspektrum der Käferfauna der Isarstrecke zwischen Landshut und Landau lieferte die bereits genannte „Langzeituntersuchung über die biologische

Entwicklung im Staubereich der Stützkraftstufe Landau/Isar“ (HEBAUER 1991 und 1994a). Es wurden dabei von 1985 bis 1994 insgesamt 542 Käferarten aus 43 Familien nachgewiesen, die schwerpunktmäßig folgenden Assoziationen (HEBAUER 1994) zuzuordnen sind:

#### a) Aquatische Zönosen:

- Rheobionte (an Fließgewässer gebundene) Geröllgesellschaft 5 Arten
- Rheophobe (Strömung meidende) Uferkrautgesellschaft 12 Arten
- Iliophile Detritusgesellschaft (schlammiges Genist liebende Gesellschaft) 32 Arten
- Neutrophile (neutrales Wasser bevorzugende) Auwassergesellschaft 5 Arten
- Azidophile (anmooriges saures Wasser liebende) Flachmoorgesellschaft 12 Arten
- Silicophile (Schottergewässer bevorzugende) Kiesgrubengesellschaft 11 Arten
- Krenophile (quellnahe Gewässer liebende) Quellgesellschaft 3 Arten

#### b) Ripicole (Flußufer bewohnende) Zönosen:

- Ripicole (Flußufer besiedelnde) Schotterbankgesellschaft 54 Arten
- Ripicole (Flußufer besiedelnde) Schlammflurgesellschaft 11 Arten
- Hygrophile (feuchte Umgebung bevorzugende) Litoralgesellschaft 34 Arten

#### c) Terrestrische (bodenbewohnende) Zönosen:

- Agricole (Ackerboden bewohnende) Bodenfauna
- Praticole (Wiesen bewohnende) Gras- und Blütenfauna
- Xerophile (trockenheitsliebende) Trockenrasengesellschaft
- Hygrophile (feuchte Umgebung bevorzugende) Stein- und Totholzfauna
- Silvicole (waldbewohnende) Gebüschgesellschaft
- Arboricole (baumbewohnende) Holzfauna

#### d) Vagile (unstete) Zönosen:

- Koprophage (Dung verzehrende) Gesellschaft
- Nekrophage (Aas verzehrende) Gesellschaft.

Vertreter der einzelnen Zönosen und Faunenlisten hierzu s. HEBAUER 1991 und 1994 b.

Die prozentuale Verteilung auf die einzelnen Käferfamilien zeigt sich im Untersuchungsgebiet wie folgt:

– Laufkäfer (Carabidae)	17 %
– Kurzflügler (Staphylinidae)	13 %
– Rüsselkäfer (Curculionidae)	12 %
– Blattkäfer (Chrysomelidae)	12 %
– Wasserfreunde (Hydrophiloidea)	6 %
– Schwimmkäfer (Hydradephaga)	10 %
– Schnellkäfer (Elateridae)	3 %
– Glanzkäfer (Nitidulidae)	3 %
– Übrige Familien	24 %

An besonders herausragenden Nachweisen an der nur etwa 5 km langen Staustrecke der Stützkraftstufe Landau seien zu nennen an Laufkäfern der Helle Dammlaufkäfer (*Nebria livida* L.), RL2, der Fluchtlaufkäfer (*Dolichus halensis* Schall.), RL I, der Punktierete Glanzlaufkäfer (*Agonum impressum* Panz.), RL1, der Zwerg-Ahlenläufer (*Bembidion pygmaeum* F.), an Wasserkäfern der Gelbgefleckte Zahnflügel-Tauchkäfer (*Nebrioporus elengans* Panz.), RL4R, der Glänzende Teichwasserkäfer (*Limnebius nitidus* Marsh.), RL3, der Kupfrige Hakenkäfer (*Riolus cupreus* Müll.), RL3, an Bockkäfern der Haarschildige Halsbock (*Leptura scutellata* F.), RL2, an Blattkäfern der von Weiden geklopfte Ausgebuchtete Scheckenkäfer (*Pachybrachys sinuatus* Muls. & Rey), RL3, der auf der Deichkrone laufende Graubeschuppte Zahnschienenglanzblattkäfer (*Pachnophorus pilosus* Rossi), RL3 und der auf Binsen sitzende Eherne Zahnfurchen-Erdfloh (*Chaetocnema aerosa* Letz.), RL3 sowie der an Weiden und Eichen lebende Fallkäfer *Cryptocephalus signatifrons* Suffr. – Nur wenige Kilometer oberhalb dieser Staustufe konnte bei Dingolfing aus einer abgestorbenen Erle der bereits stark gefährdete Gebänderte Rillenbrust-Schnellkäfer (*Hypoganus inunctus* Lac.) nachgewiesen werden.

Für die inzwischen gebauten Stützkraftwerke Ettl-ling und Pielweichs wurden keine so eingehenden Untersuchungen wie in Landau durchgeführt.

Noch unterhalb Landau treten kaltstenotherme (konstant kalte Gewässer bewohnende) Bachgrundbewohner wie der Kupfrige Hakenkäfer (*Riolus cupreus* Müll.) wie auch der Violette Hakenkäfer (*Riolus subviolaceus* Müll.) RL3\* bei Niederpörling neben den

weitverbreiteten üblichen Arten auf, ebenso ufernahe Grundwassertümpel bewohnende stenöke Arten wie der Zierliche Zwergtauchkäfer (*Bidessus delicatulus* Schaum) RL4S\*, der Gepfeilte Zwerg-Wasserkäfer (*Hydraena saga* Orch.) RL4S\* und der Glänzende Teichwasserkäfer (*Limnebius nitidus* Marsh.), RL3\*, letztere drei vergesellschaftet gegenüber Oberframming. In Seitenbächen der Isar, wie dem Moosgraben nördlich der Staustufe wurde im flachen, versinterten Bachabschnitt ein Massenvorkommen der seltenen Grundwanze *Aphelochirus aestivalis* F. beobachtet.

#### 9.2.4.2 Libellen

Unter den insgesamt 24 im Stauraum festgestellten Libellenarten konnte eine Reihe hochseltener und bedrohter Arten beobachtet werden, darunter die Gemeine Winterlibelle (*Sympecma fusca* V. d. L.), die Speer-Azurjungfer (*Coenagrion hastatum* Charp.), der Südliche Blaupfeil (*Orthetrum brunneum* Fonsc.) und die Frühe Heidelibelle (*Sympetrum fonscombei* Sélys).

#### 9.2.5 Das Isarmündungsgebiet

Das Isarmündungsgebiet zwischen Landau und Isarmünd (gründlich untersucht in der „Ökologischen Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ertling und Isarmündung“ durch das Inst. f. Landespflege und Botanik der TU München, 1988/89 (HEBAUER 1991a) zeigt in der Käferfauna des Flusses selbst, bedingt durch die fast lückenlose Flußverbauung, nur noch öde Leere, dagegen im verzweigten Altwassersystem ein reiches Artenspektrum an aquatischen und hygrophilen Elementen, darunter die klassischen Charakterarten der Augewässer: Verschiedenfarbiger Schlammschwimmkäfer (*Hygrotus versicolor* Schall.) mit einer an der Isar endemischen Aberration (lokalen Abart) *a. semilineatus* Zimm., Buntrückiger Schlammschwimmkäfer (*Suphrodytes dorsalis* F.), Geflammt Graben-Schwimmkäfer (*Agabus undulatus* Schrk.), daneben Arten der Schlammflur wie den Großen Narbenlaufkäfer (*Blethisa multipunctata* L.) und den Weiden-Glanzlaufkäfer (*Agonum livens* Gyll.) sowie stenöke (ökologisch anspruchsvolle) Deichbewohner wie das „Großkreuz“ (*Panagaeus cruxmajor* L.) und

den flugunfähigen Deutschen Sandlaufkäfer (*Cicindela germanica L.*). Insgesamt konnten hier 313 Käferarten nachgewiesen werden.

### 9.2.6 Zusammenfassung

Schon die bunte Käferwelt des Isarverlaufs wäre ein Argument für die uneingeschränkte Schutzwürdigkeit dieser einmaligen Fluß- und Auenlandschaft inmitten Europas. Der Bau der Staustufen Landau, Ettling und Pielweichs war hier – im Gegensatz zum Donauausbau – nicht eine ökonomische, sondern eine ökologische Notwendigkeit, um der Eintiefung des Flußbetts unterhalb Münchens zu begegnen. Die nachträgliche Abweichung in der „Ökotechnischen Modelluntersuchung Untere Isar“ des LfW (1983) vom ursprünglichen Konzept im Sinne von Alternativlösungen für die letzten Staustufen in Form von Grundschwellen und Wiederbespannung der Auwälder im Mündungsbe- reich aber zeigt eine weise ökologische Einsicht, derzu- folge die wertvolle und hochangepaßte Flora und Fau- na, nicht zuletzt die reichhaltige Käferfauna der Unte- ren Isar noch im letzten Augenblick vor dem Zusam- menbruch erhalten werden kann.

---

\* Gefährdungskategorien der Roten Liste gefähr- deter Tiere Bayerns (1992):

RL 0	Ausgestorben oder verschollen
RL 1	Vom Aussterben bedroht
RL 2	Stark gefährdet
RL 3	Gefährdet
RL 4	Potentiell gefährdet
RL 4R	Bestandsrisiko durch Rückgang
RL 4S	Durch Seltenheit gefährdet

### 9.3 Literatur

- Burmeister, E.-G. (1990): Makroinvertebraten der Isar und ihrer Nebengewässer in und südlich Münchens.- *Lauterbornia* 4: 7-23.
- Burmeister, E.-G. (1991): Die Fauna aquatischer Insek- ten ausgewählter Kleingewässer im Isareinzugsbereich nördlich Landshut (Ndby.) unter Einbeziehung weiterer Makroinvertebratengruppen.- *Ber. ANL* (15): 131-147; *Laufen/Salzach*.
- Gaggermeier, H.-J. (1983): Unsere Pflanzenwelt. Klei- ner Biotopführer durch den Landkreis Deggendorf, in: *Auf der Sonnenseite des Bayerischen Waldes*.- Neue Pres- se Verl. Passau: 259-276.
- Hebauer, F. (1991a): Aquatische und periaquatische Kä- fer- und Wasserwanzenfauna, in: *Ökologische Zustand- serfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ett- ling und Isarmündung (Zusammenfassung)*.- *Geobotanik*, TU München: 52-55.
- Hebauer, F. (1991b): Käfer und Schrecken, in: *Stützkraft- stufe Landau a. d. Isar*.- *Schriftenreihe des Bay. Landesam- tes für Wasserwirtschaft Heft 24*: 83-94.
- Hebauer, F. (1994a): Stützkraftstufe Landau/Isar.- *Ab- schlußbericht Langzeituntersuchung über die biologische Entwicklung im Staubeereich 1985-1994*.- *WWA Lands- hut*, 34 pp.
- Hebauer, F. (1994b): Entwurf einer Entomosoziologie aquatischer Coleoptera in Mitteleuropa (Insecta, Coleop- tera, Hydradephaga, Hydrophiloidea, Dryopoidea).- *Lauterbornia* 19: 43-57.
- Plachter, H. (1986): Die Fauna der Kies- und Schotter- bänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz.- *Ber. ANL*(10); *Laufen/Salzach*.
- Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns (1992): *Beiträge zum Artenschutz* 15.- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz; *Schriftenreihe Heft 111*, 288 S.
- Schulte, H. & Weinzierl, A. (1990): Beiträge zur Fau- nistik einiger Wasserinsektenordnungen (Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera) in Niederbayern.- *Lauterbornia* 6: 1-84.
- Schulte, H. (1993): Notizen zur Faunistik der Wasserkä- fer im südöstlichen und südlichen Bayern (Insecta, Coleop- tera: Hydradephaga, Hydrophiloidea, Dryopoidea).- *Lauterbornia* 13: 1-19.



Abb. 9.1: *Oreodytes davisi* (Curtis), der Alpen-Schlammschwimmkäfer, bevorzugt ruhige Stellen kalter Alpenbäche und wagt sich bei Wolfratshausen bis ins Vorland.



Abb. 9.2: *Deronectes latus* (Steph.), der Breite Zahnflügel-Tauchkäfer, eine sehr seltene Bewegtwasserart, die sich nur noch in Bayern sicher fühlen kann.



Abb. 9.3: *Oreodytes septentrionalis* (Gyll.), der Nördliche Schlammschwimmkäfer, fast in ganz Deutschland verschwunden, fand im Isarbett der Pupplinger Au eine vorläufig sichere Bleibe.



Abb. 9.4: *Stictotarsus griseostriatus* (Deg.), der Graustreifige Schlamm-schwimmkäfer, eine boreo-alpine Seenart, ist in Bayern nur vom Seonsee am Gailstein und vom Isarbett bei Vorderriß bekannt.

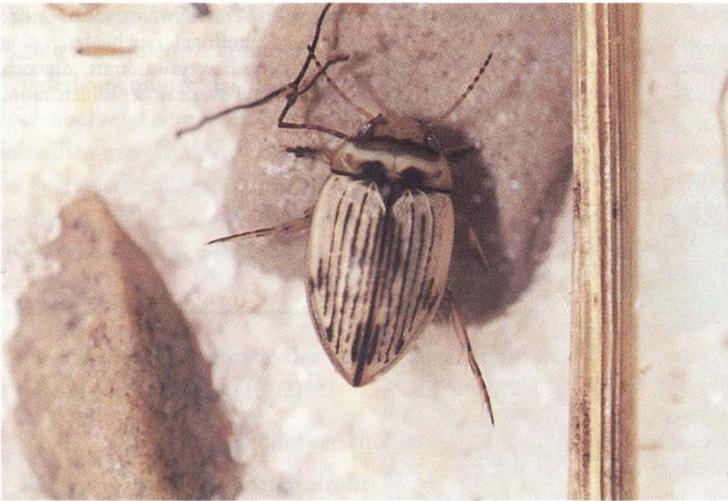


Abb. 9.5: *Nebrioporus assimilis* (Payk.), der Ähnliche Zahnflügel-Tauchkäfer, nach Guignot eine „überall zurückgehende Art“, ist auch in Deutschland nur noch an wenigen kalkreichen Randgewässern vor allem der Isar sicher anzutreffen.



Abb. 9.6: *Hygrotus versicolor a. semilineatus* Zimm. – eine endemische Schwimmkäferform, von der Unteren Isar bei Landshut beschrieben.



Abb. 9.7: *Agabus undulatus* Schrank, der Geflammte Graben-Schwimmkäfer ist eine Charakterart der Augewässer, an der Unteren Isar noch häufig.



Abb. 9.8: Das Isarmündungsgebiet aus der Luft – Arche Noah der aquatischen und hygrophilen Insektenfauna.

## 10 Die Schmetterlingsfauna

*Axel Hausmann*

Bei der Betrachtung eines Querschnittes durch eine typische bayerische Flußlandschaft läßt sich eine ganze Reihe verschiedener Lebensräume und Nischen unterscheiden, die in ihrer Gesamtheit die Lebensgrundlagen für die typische Schmetterlingsfauna des jeweiligen Flußabschnittes liefern.

Hierbei ist der Fluß selbst praktisch „schmetterlingsfrei“, da es sich bei den Schmetterlingen mit Ausnahme einiger weniger Stillgewässerbewohner nicht um aquatische Insekten handelt. Schon die Schotterbänke mit bisweilen xerothermer, oftmals auch alpin geprägter Vegetation sind von einer Reihe interessanter Schmetterlingsarten bewohnt. Einige hygrophile Schmetterlinge pflanzen sich mit Vorliebe in den unmittelbaren Uferbereichen oder Altwasserrändern fort (vgl. Abb. 10.1). Magerrasen auf Dämmen oder auf sonnenexponierten Hängen im Uferbereich sind nicht nur als Leitstraßen für Wanderfalter von Bedeutung, sondern beherbergen besondere xerthermophile Faunenelemente und weisen darüber hinaus die höchsten Individuen- und Artendichten an Tagfaltern innerhalb der Flußlandschaften auf (REICHHOLF 1973; vgl. Abb. 10.2). Der typische Auwald mit seinem reichhaltigen Mosaik verschiedenster Klein-Lebensräume, wie z.B. Weich- und Hartholzauwe, wechselfeuchte Wiesen, magere „Brennen“, warme Waldsäume usw. bietet die Grundlage für einen Artenreichtum an Schmetterlingen (v.a. Nachfalter und Kleinschmetterlinge), der von keinem anderen Habitattyp in Südbayern erreicht wird (vgl. Abb 10.3).

Typischerweise ändert sich die Zusammensetzung der Fauna eines Flusses und seiner Uferbereiche von Quelle zu Mündung dramatisch. Dementsprechend ist die Schmetterlingsfauna in Südbayern typischerweise von Nord-Süd-Gradienten zu- bzw. abnehmender Häufigkeiten gekennzeichnet. Die für den jeweiligen Flußabschnitt charakteristischen ökologischen Nischen für phytophage Organismen werden von allerlei hochspezialisierten Schmetterlingsarten besetzt: im Süden sind dies oft xerophile Gebirgsbewohner (insbesondere auf den abgeschobenen Kiesbänken),

oder auch feuchtigkeitsliebende Bewohner von moorigen Uferbereichen, in den niederen Lagen nahe des Donautales einerseits typische Arten ausgedehnter Auwälder (vgl. Abb. 10.4), andererseits xerothermophile Arten, die von den wärmeren klimatischen Bedingungen profitieren, sonnenexponierte Hänge oder Dämme nahe der Flußufer bewohnen und das Donautal und die unteren Flußabschnitte der Zuflüsse von Ungarn her über Österreich besiedelten.

Ein besonderes Charakteristikum der südbayerischen Fauna liegt gerade in der Bedeutung der Süd-Nord-verlaufenden Flußtäler. Entlang dieser Flußtäler und deren Begleitvegetation kommt es zu nordwärts gerichteten Erweiterungen der Arealgrenzen alpiner Schmetterlingsarten, die in mehr oder weniger stabilen Populationen auch Lebensräume des mittleren Isartales besiedeln (vgl. Abb. 10.5 und 10.6).

Im vorliegenden Kurzbericht sollen exemplarisch einige charakteristische Schmetterlinge des Isartales vorgestellt werden. Diese Charakterarten stehen jeweils für eine Vielzahl weiterer Falter. Es kann und soll hier keine vollständige Fauna des Isartales aufgelistet werden, da die vorliegenden Informationen viel zu lückenhaft sind. In den letzten Jahrzehnten erfolgten nur punktuell umfangreichere Kartierungen, weil die meisten einschlägig versierten Naturfreunde durch die strengen Reglements der Naturschutzgesetzgebung (Sammelverbot) spürbar verunsichert und verängstigt sind. Viele Schmetterlingsarten können im Freiland nicht sicher bestimmt werden und müssen zumindest stichprobenartig aufgesammelt werden, um einwandfreie Nachweise für die faunistische Arbeit zu erhalten.

Anhand der bisher gesammelten Daten kann man (vage) abschätzen, daß ca. 80-90% der in Südbayern verbreiteten Schmetterlingsarten auch irgendwo im Isartal beheimatet sind. Das bedeutet, daß „die Isar“ einschließlich der angrenzenden Auen zwischen Quelle und Mündung vermutlich über 2000 Schmetterlingsarten beherbergt.

Durch zunehmende Zerstörung und Verinselung der flußbegleitenden Lebensräume ist die Schmetterlingsfauna des Isartales stark gefährdet. Beispielsweise verschwand im Laufe dieses Jahrhunderts das Bayeri-

sche Bergkronwicken-Widderchen (*Zygaena fausta monacensis* DANIEL, Abb. 10.7) von ihren letzten Fundplätzen im Isartal. Die noch vor einem halben Jahrhundert in der Pupplinger Au bei Wolfratshausen häufige Unterart von *Z. fausta* ist somit für immer ausgestorben. Es lohnt sich, besonderes Augenmerk auf die im Lebensraum „Fluß“ ablaufenden Umweltprozesse im Zusammenhang mit anthropogenen Faktoren zu werfen. Langfristig angelegte Monitoringprojekte mehrerer Flußabschnitte werden dringend benötigt, um überhaupt erst einmal einen genaueren Überblick über die Artenzusammensetzung zu erhalten und schließlich Entwicklungstrends der Bestandsgrößen abschätzen zu können. Im Rahmen eines solchen, von den Wasserwirtschaftsämtern München und Landshut geförderten Projektes bei Landau an der Isar 1985-1994 konnte neben 492 weiteren Großschmetterlingsarten beispielsweise das Wasserminzen-Bärchen (*Celama cristatula* Hbn.) wiederentdeckt werden, das vor gut 10 Jahren bereits als „in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorben“ gemeldet worden war (BLAB et al. 1984, Abb. 10.8). Für viele weitere Arten mußten jedoch leider negative Bestandstrends konstatiert werden (HAUSMANN 1995).

## 10.9 Literatur

- Blab, J.; Nowak, E.; Trautmann, W.; Sukopp, H. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland, Naturschutz aktuell, Kilda-Verlag Greven.
- Hausmann, A. (1995): Bericht über die Ergebnisse der Großschmetterlings-Bestandsaufnahme an der Stützkraftstufe Landau a. d. Isar – Zusammenfassung faunendynamischer Prozesse im Gesamtzeitraum 1985-1994. – Unveröffentlichtes internes Gutachten im Auftrag der Wasserwirtschaftsämter München und Landshut, München.
- Reichholf, J. (1973): Die Bedeutung nicht bewirtschafteter Wiesen für unsere Tagfalter. – Natur und Landschaft 48 (3): 80-81.



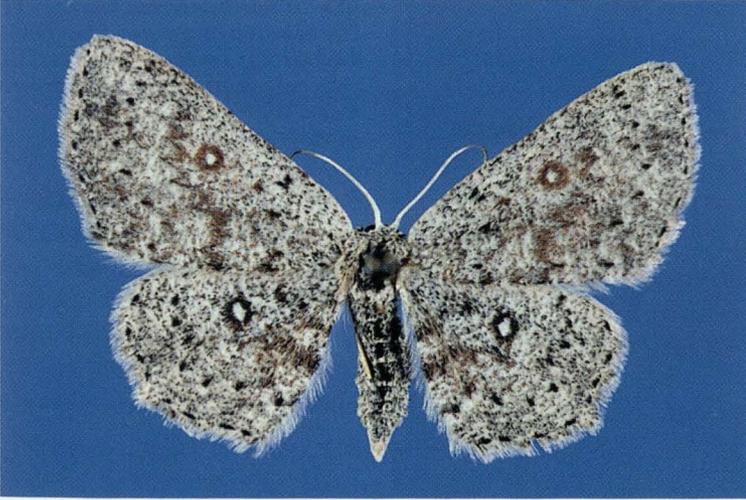
Abb. 10.1 Lebensraum Uferzone:  
Rohrkolbeneule (*Nonagria typhae*  
Thnbg.), die Raupen leben in Stengeln  
von Rohrkolben. Verbreitung: Sehr lo-  
kal im gesamten Isartal, wo die Rau-  
penfutterpflanze wächst.



Abb. 10.2 Lebensraum Damm:  
Die flußbegleitenden Dämme sind  
häufig von Magerrasen bedeckt und  
bieten für viele Tagfalter ausgezeich-  
nete Lebensbedingungen. Ikarusbläuling  
(*Polyommatus icarus* Rott.) vor Sonnen-  
untergang, Larvalentwicklung v.a. an  
Papilionaceen im Magerrasen.

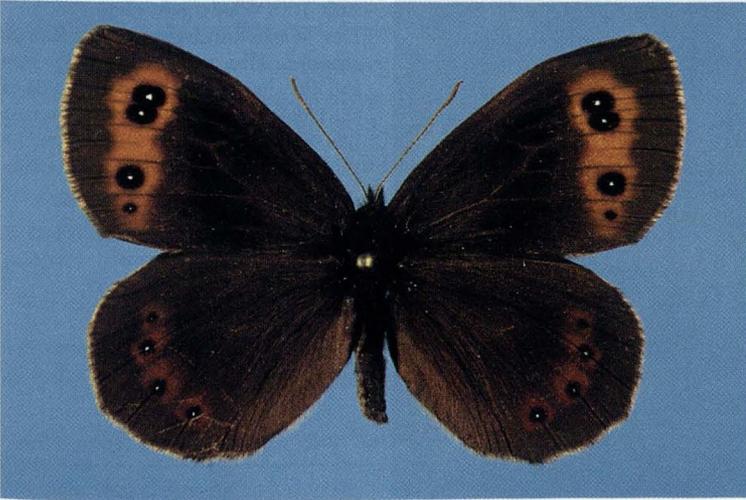


Abb. 10.3 Lebensraum Auwald:  
Zitronenfalter (*Gonepteryx rhamni* L.)  
bei der Eiblage auf Faulbaum (*Rham-  
nus frangula*) im Auwald-Unterwuchs.



**Abb. 10.4 Flachlandspezialist:**

Punktierter Weiden-Augenspanner (*Cyclophora pendularia* Cl.) dessen Verbreitungsgebiet ausgehend vom Donautal in das untere und mittlere Isartal hereingreift; Südgrenze ungefähr Freising.



**Abb. 10.5 Alpinist:**

Der Graubindige Mohrenfalter (*Erebia aethiops* Esp.), eine im Alpenbereich oft häufige Tagfalterart, deren Verbreitungsareal in Auwaldbiotopen des Isartales lokal bis in den Süden Münchens reicht.



**Abb. 10.6 Alpine Arten im Flachland:**

Waldreben-Spanner (*Horisme aemulata* Hbn.), in den Alpen weit verbreitet, in einigen wenigen, sehr isolierten Vorkommen entlang der Isar nördlich bis Landshut und Landau a.d. Isar nachgewiesen.



**Abb. 10.7 Ausgestorben:**

Das Bayerische Bergkronwicken-Widderchen (*Zygaena fausta monacensis* Daniel), ehemals häufig in der Pupplinger Au bei Wolfratshausen, seit ca. 50 Jahren definitiv dort verschwunden.



**Abb. 10.8 Wiedergefunden:**

Das Wasserminzen-Bärchen (*Celama cristatula* Hbn.), schon als ausgestorben für die BRD gemeldet (BLAB et al., 1984), in Südbayern in den letzten Jahren wiederentdeckt, v.a. aus Feuchtgebieten wie an der unteren und mittleren Isar bei Landau und Freising.

## 11 Entwicklung und Entwicklungsmöglichkeiten aus heutiger Sicht

Walter Binder und Wolfgang Gröbmaier

### 11.1 Einführung

Noch vor 200 Jahren floß die Isar als unregelter Wildfluß vom Karwendel zur Donau. Auf ihrem mehr als 250 km langen Weg verloren sich ihre Flußarme bei geringer Wasserführung in einem mehr oder weniger breiten Schotterbett, begleitet von einem, mit Ausnahme der Stadtgebiete von München, Freising und Landshut, ausgedehnten Auwaldband.

Verbesserung der Floßfahrt, Gewinnung von Siedlungs- und Kulturfleichen, Nutzung der Wasserkraft und Schutz vor Hochwasser waren die Gründe, die Isar einzuengen, Wehranlagen und Ausleitungen anzulegen, den Fluß in seinem Lauf festzulegen sowie Deiche für den Hochwasserschutz zu errichten. Alle diese Eingriffe haben die Flußlandschaft der Isar in den letzten 150 Jahren nachhaltig verändert und Lebensräume für Pflanzen und Tiere, von denen heute viele als gefährdet und deshalb als besonders schutzwürdig (BIRKEL, MAYER 1992) gelten, stark zurückgedrängt.

Drei Abschnitte lassen sich an der Isar von der Quelle bis zur Mündung unterscheiden: Die obere Isar vom Karwendel bis München, die mittlere Isar von Mün-

chen bis Landshut und die untere Isar von Landshut bis zur Mündung in die Donau (Abb. 11.5). Alle drei Abschnitte beherbergen Lebensräume von nationaler bis europaweiter Bedeutung (vgl. Arten- und Biotopschutzprogramm). Vor allem die Isar oberhalb des Sylvensteinspeichers und das Isarmündungsgebiet bieten letzte Relikte nordalpiner Wildflußlandschaften, Lebensraum für viele vom Aussterben bedrohte und stark gefährdete Tier- und Pflanzenarten. Trotz der vorgenannten Eingriffe, sind die Entwicklungsmöglichkeiten für die obere und mittlere Isar und ein „Zurück zu mehr Wildflußlandschaft“ im Vergleich zu vielen anderen bayerischen Flüssen mit alpinem Einzugsgebiet als günstig zu bewerten. Mit Ausnahme weniger Stauhaltungen ist der Fluß in diesen Abschnitten noch weitgehend freifließend, auch wenn über längere Flußstrecken Wasser zur Wasserkraftnutzung ausgeleitet wird.

### 11.2 Schutz und Sicherung der Flußlandschaft

Die gesamte Isarlandschaft ist durch Landschaftsschutzgebiete (LSG) und Naturschutzgebiete (NSG) geschützt. Die Gebiete von besonderer naturschutzfachlicher Bedeutung sind als NSG ausgewiesen (siehe Tabelle 11.1).

In der Wald funktionsplanung ist der isarbegleitende Auwald überwiegend als Bannwald ausgewiesen.

Tabelle 11.1: An der Isar gelegene Naturschutzgebiete:

Gebietsbezeichnung	Unterschutzstellung als Naturschutzgebiet *Pflanzenschonbezirk	Größe in ha
Karwendel und Karwendelgebirge	1924*/1982	19 100,00
Pupplinger Au und Ascholdinginger Au	1912*/1988	1 663,00
Vogelfreistätte südlich der Fischteiche der Mittleren Isar	1938	7,28
Isarauen zwischen Hangenham und Moosburg	1985	630,00
Vogelfreistätte Mittlere Isarstauseen	1982	400
Rosenau	1940/1994	11,15
Isaraltwasser und Brennenbereich bei Mamming	1994	51,00
Isarauen bei Goblen	1994	74,50
Isaraltwasser bei Neutiefenweg	1984	37,00
Altlaufsenke zwischen äußerem Mühlgraben u. Kühmoos	1985	0,80
Isarmündung	1990	808,00

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Stand 1. 1. 1997

Weitere Naturschutzgebiete (NSG) im Einzugsgebiet der Isar (größer als 50 ha) finden sich im Einzugsgebiet von Loisach und Ammer bzw. Amper. Zu nennen sind hier die NSG Fichtensee im Sindelbachfilz (102,90 ha), Ammergebirge (18.496,00 ha), Ettaler Weidmoos (159,00 ha), Pulvermoos (131,00 ha), Kochel-Filz bei Unterammergau (80 ha), Ammertal im Bereich der Ammerleite und Talbachhänge (269,00 ha), Vogelfreistätte Ammersee Südufer (499,00 ha), Seeholz und Seewiese (97,00 ha), Ampermoos (525,00 ha), Amperauen mit Leitenwäldern zwischen Fürstenfeldbruck und Schöngesing (185,00 ha) und Amperauen mit Altwasser bei Palzing (66,00 ha).

Insgesamt ergibt sich dabei eine Naturschutzgebietsfläche von rund 42.900 ha, dies entspricht etwa 4,7 % des gesamten Einzugsgebietes der Isar (896.032,00 ha) auf bayerischem Gebiet.

Zusätzlich ist das Speichersee-Gebiet nördlich von München nach dem RAMSAR-Abkommen ein Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung.

Erste Unterschutzstellungen als Pflanzenschonbezirk wurden an der Isar 1912 in Teilbereichen der Pupplinger/Ascholdinger Au vorgenommen. Eine wesentliche Zunahme der Naturschutzgebietsausweisungen ist aber erst wieder zu Beginn der 80er Jahre zu verzeichnen. Damit kann ein wichtiger Beitrag zur Flächensicherung geleistet werden.

Dieser statische Schutzansatz ist aber zur Erhaltung von dynamischen Flußökosystemen nicht ausreichend, sondern muß unter Berücksichtigung der heutigen Gewässer- und Auenzustände bzw. Nutzungsvorgaben (BIRKEL et al. 1992) durch Entwicklungsmaßnahmen zur Sicherung der dynamischen Standortbedingungen und ggf. durch sohlstützende Maßnahmen ergänzt werden (KARL 1994).

### 11.3 Entwicklungsmöglichkeiten

Betrachtet man die Isar vom Karwendel bis zur Donau so lassen sich aus wasserbaulicher Sicht freifließende und staugeregelte Abschnitte unterscheiden. In den oberen und mittleren Abschnitten der Isar liegen längere freifließende Strecken, während die untere Isar bis auf das Isarmündungsgebiet, den Abschnitt Plattling-Mündung in die Donau, staugeregelt ist (Abb. 11.5).

#### 11.3.1 Sanierung der unteren, staugeregelten Isar

Mit dem Bau der Staustufen Altheim, Niederaichbach, Gummering und Dingolfing von 1949 bis Anfang der 60er Jahre begann die Stauregelung der unteren Isar, die mit dem Einstau der Stützkraftstufe (SKS) Pielweichs 1994 abgeschlossen wurde. Maßnahmen zur Sohlstützung des Isarmündungsbereiches werden gegenwärtig untersucht.

Beim Ausbau der schwellfähigen Staustufenkette von Landshut bis Dingolfing (1948-1960) standen Belange der Ennergierzeugung durch Wasserkraft und der Stabilisierung der Gewässersohle noch im Vordergrund. Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege im Sinne heutiger Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zur Kompensation von vorhabensbedingten Eingriffen und Maßnahmen der Gewässerpflege beschränkten sich auf Gehölzpflanzungen, bevorzugt mit Hybridpappeln zur Holznutzung. Insgesamt wurden an diesen vier Stufen ca. 750 000 Bäume und Sträucher gepflanzt (OLSCHOWY 1970). Bei den zwischen 1975 und 1994 errichteten Bauwerken an der unteren Isar zur Stützung der in Eintiefung befindlichen Gewässersohle läßt sich die zunehmende Bedeutung ökologischer Gesichtspunkte nachvollziehen. Die im Abstand von zwei Jahrzehnten errichteten Stützstufen spiegeln die Änderungen in den Naturschutzgesetzen und deren Vollzug sowie das zunehmende Bewußtsein der Gesellschaft für Belange der Natur wider. Die Anforderungen der Naturschutzverbände fanden Eingang in die Auflagen der Genehmigungsbehörden. Wachsende Kenntnisse über die Wechselbeziehungen von Fluß-Aue-Ökosystemen bzw. Flußstauseen führte zu neuen Lösungsansätzen. Dabei wurden die zwischen 1975 und 1990 die beim Bau von Staustufen an Inn, Lech (BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1984), Donau und Wertach gewonnenen Erfahrungen an der Isar weiterentwickelt.

Mit den gesteigerten Anforderungen nahmen der Umfang der Planungen (landschaftspflegerische Begleitpläne) einschließlich der notwendigen Abstimmungsprozesse, der Flächenbedarf, der Maßnahmenumfang und der Kostenaufwand zu. Entsprechend gewann die Integration der verschiedenen Fachbelange

in die landespflegerische Begleitplanung an Bedeutung.

Noch bei Errichtung des Stützwallenkraftwerkes Gottfrieding bildeten Bepflanzungen zur Eingrünung den Schwerpunkt; die fachlich relevanten Querbeziehungen zu anderen Fachdisziplinen waren nachrangig. Sie fanden bei den Planungen für die weiteren Staustufen zunehmend Beachtung. Die Entwicklung der landschaftspflegerischen Begleitplanung der seit 1977 errichteten Stufen wird nachfolgend beschrieben.

#### 11.3.1.1 Stützwallenkraftwerk Gottfrieding (Fertigstellung 1977)

Wesentlicher Inhalt des landschaftspflegerischen Begleitplanes, damals noch als Fachplan Eingrünung und Ingenieurbiologie bezeichnet, ist die Darstellung von Flächen für Gehölzpflanzungen entlang von Dämmen, Deichen und Sickergräben sowie im Umgriff der Sperrenstelle. Die Gehölzflächen dienen der landschaftlichen Einbindung des Bauwerkes, der ingenieurbiologischen Sicherung und dem Ausgleich von Auwaldverlusten. Unter Berücksichtigung neuer ökologischer Erkenntnisse mit dem Ziel der Förderung von Artenvielfalt und Vegetationsstruktur wurde bereits auf flächendeckende Aufforstungen zugunsten der natürlichen Sukzession verzichtet.

Um der Insekten- und Spinnenfauna auf den Deichböschungen Lebensraum zu bieten, wurden artenreiche Gräser-Kräuter-Mischungen angesät. Die Entwicklung von Röhrichsäumen wurde durch Verpflanzung von Soden aus lokalen Beständen eingeleitet. Maßnahmen zur Standortgestaltung bleiben auf kleinflächige Flachwasserzonen in wiederbespannten Altwasserrinnen beschränkt. Die Gestaltung der Verschneidungszone Stauwasserspiegel/Vorland und die Anlage von Feuchtbiotopen beschränkt sich auf kleinflächige Bereiche.

#### 11.3.1.1 Stützkraftstufe Landau (Fertigstellung 1984)

Mit dem Bau der Stützkraftstufe Landau setzte eine Wende in der Stauraumgestaltung ein; neue Maßstäbe wurden gesetzt. Fachlich wurde die „Phase der Gehölzpflanzungen“ abgelöst; seit 1984 bis heute stehen Bio-

topgestaltungsmaßnahmen als Ausgleich und Ersatz nach dem Bayerischen Naturschutzgesetz im Vordergrund (Abb. 11.11 - 11.14).

Grundlage dazu sind landschaftspflegerische Begleitpläne mit der Bilanzierung von Eingriffs-, Ausgleichs- und Ersatzflächen sowie Hinweise zur Gestaltung der Stauräume. Für alle wesentlichen Bauwerke (Deiche, Dämme, Sickergräben, Stauräume, Unterwassersperre) werden detaillierte Gestaltungspläne erstellt. Sie beinhalten ein Mosaik unterschiedlichster Standorte wie Tief- und Flachwasserzonen, grundwassernahe und -ferne Landzonen, abwechslungsreiche Uferzonen, Kleingewässer, gespeist von Grund-, Regen- und Quellwasser, Steilufer und Kiesinseln. Baumstrünke und Wurzelstöcke, die als Totholzhabitat eingebracht wurden, erweitern das Angebot an Kleinstrukturen. Nährstoffarme Oberbodenabdeckungen und Rohböden auf den Sickergraben-, Deich- und Dammböschungen fördern die Entstehung von ausgedehnten Magerstandorten. Breite Wassergräben zwischen Damm und Vorschüttungen erschweren den Zugang in die neuen Biotope und sichern die neuen Lebensräume somit vor Störungen durch Besucher. Angaben zur Entwicklung von Auenlebensgemeinschaften mit Weich- und Hartholzbeständen, Stillwasserröhrichten, Schwimmblatt- und Tauchblattpflanzen, Halbtrockenrasen und Hochstaudenfluren ergänzen die Gestaltungspläne. In einem Großteil der neugeschaffenen Biotope wird die natürliche Sukzession belassen. Vor dem Fluten wurden vorhandene Gehölze und Röhrichte aus dem Stauraum gewonnen und auf die neuen Standorte verpflanzt. Damit sollten folgende Ziele erreicht werden:

- Fördern natürlicher Sukzessionabfolgen, beginnend mit der Rohbodenbesiedlung (Pionierstadium),
- Erhalten lokaler Arten und Rassen, welche aus den benachbarten Beständen einwandern können und
- Fördern vorhandener Tierarten durch typische Nahrungs- und Aufenthaltspflanzen.

Mit besonderem Aufwand wurde auf einer Insel im Stauraum eine Steilwand für Uferschwalben hergestellt. Im 1. Jahr nach der Fertigstellung besiedelten ca.

400 Brutpaare die Steilwand, damals die größte Brutkolonie in Bayern. Verwitterung und Abflachung der Steilwand minderten in den darauffolgenden Jahren die Bedeutung als Brutplatz. Diese Entwicklung zeigt beispielhaft die relativ statischen Bedingungen in Stauräumen.

Da die bettbildenden Prozesse im Stauraum und damit auch die stetige Erneuerung von Pionierlebensräumen wie Kiesbänken und Steilufeln weitgehend unterbunden sind, schreitet die Sukzession langfristig fort. Sie läßt sich auch durch Pflege nur begrenzt unterbinden. Die „Erhaltung“ solcher Pionierflächen kann nur durch Neuanlage erfolgen, soweit der Aufwand vertretbar ist.

Auf den neugeschaffenen Standorten haben sich bis heute über Pflanzung und Sukzession meist geschlossene, auwaldartige Bestände entwickelt. Eine Unterbrechung dieser Sukzession ist durch die fehlende Fließgewässerdynamik in den Stauräumen nur noch sehr begrenzt zu erwarten. Auch der Biber, der sich hier zwischenzeitlich angesiedelt hat, kann diesen Prozess nur unwesentlich beeinflussen.

Mit dem Anstau konnte ein Teil der im Zuge der Isareintiefung trockengefallenen Rinnen wieder gespannt und der Grundwasserspiegel in einigen Auwaldabschnitten angehoben werden.

Vorschläge zur Erzeugung künstlicher Grundwasserschwankungen in den Auen außerhalb der abgedichteten Stauräume scheiterten an Einsprüchen der Anlieger. Ebenso wurde die Wiederherstellung eines Bachsystems im Verbund mit Altwasserrinnen durch Ausleiten von Wasser aus dem Stauraum abgelehnt.

Im ersten Jahr nach dem Einstau begannen umfangreiche Untersuchungen zur biologischen Entwicklung der neuen Lebensräume (Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 1991). Diese auf zehn Jahre angesetzten Untersuchungen ergaben bereits nach einem Jahr Entwicklungszeit, daß die Erstbesiedlung der rohen Lebensräume sehr schnell und meist mit einer hohen Artendiversität vor sich ging, z.T. auch mit einem erstaunlich hohen Anteil von Arten der sogenannten „Roten Listen“. Die Pionierstadien sind zwischenzeitlich weitgehend verschwunden und von reiferen Entwicklungsstadien, überwiegend auwaldähnlichen Wäl-

dern, Hochstaudenfluren, Röhrichten und Schwimmblattgesellschaften abgelöst.

### 11.3.1.2 Ökotechnische Modelluntersuchung Untere Isar (ÖMU)

Als Auflage des Raumordnungsverfahrens zur SKS Landau wurde u.a. in der landesplanerischen Beurteilung die Erstellung einer ökotechnischen Modelluntersuchung (ÖMU-Bayer. LA f. Wasserwirtschaft 1983) und eines ornitho-ökologischen Gutachtens als Grundlage für anschließende Planungen zur Sanierung der unteren Isar gefordert. Folgende Fragen sollten beantwortet werden:

- Ökologische Auswirkungen der vorgesehenen Sanierungsmethoden,
- Lösungsmöglichkeiten, notwendige Ausgleichsmaßnahmen sowie Vorbeugemaßnahmen gegen die Sohlintiefung an der Isar und
- Prüfung, ob in Zusammenhang mit dem Donauausbau für das Isarmündungsgebiet eine für die ökologischen Belange optimale Lösung gefunden werden kann.

Als ein wesentliches Ergebnis der ÖMU wurde 1983 herausgestellt:

„Als ökologisch und technisch sinnvollste Lösung bieten sich Stützkraftstufen an, da sie eine dauerhafte Sanierung der Isar garantieren und daneben auch vielfältige Möglichkeiten für die Schaffung ökologischer Ausgleichsflächen bieten.“

„Die Untersuchung kommt ferner zu dem Ergebnis, daß Eingriffe in das Flußregime unterhalb Plattling im Isarmündungsbereich aus ökologischer Sicht sehr gewichtig wären. Aufgrund der in diesem Abschnitt vorliegenden flußmorphologischen Verhältnisse, können hier grundsätzlich auch andere flußbauliche Lösungen erwogen werden ...“

### 11.3.1.3 Stützkraftstufe Ettling (Fertigstellung 1988)

Unter Berücksichtigung der ÖMU und der ornitho-ökologischen Studie wurde die Sanierung der unteren

Isar mit dem Bau der SKS Ettlting fortgesetzt. Dabei fanden die beim Bau der Stützkraftstufe Landau gewonnenen Erfahrungen in Zusammenhang mit der Neuschaffung von Biotopen und Lenkung der Besucher (Wegeföhrung) umfassende Berücksichtigung. Erstmals wurden wertvolle Magerrasenbereiche alter Hochwasserschutzdeiche abgeschält und auf die neuen Dammböschungen ausgebracht. Des weiteren wurden Binnenvorfluter nicht mehr verrohrt, sondern als offene Fließgewässer unter Einbeziehung vorhandener Auerinnen und Altgewässer angelegt. Das stark aufgewandte Altgewässer Pöringerschwaige wurde unter Berücksichtigung besonders wertvoller Vegetationsbereiche im Zuge der landschaftspflegerischen Maßnahmen entlandet.

Im Sinne des Biotopverbundes sieht der Begleitplan vor, zusammenhängende Flächen zu schaffen, um das lückige Auwaldband wieder schließen zu können. Schwerpunkte der Auwaldneubegründung liegen in den grundwassernahen Vorlandbereichen und entlang der offenen Binnenvorfluter.

#### 11.3.1.4 Stützkraftstufe Pielweichs (Einstau 1994)

Anders als im Abschnitt Gottfrieding bis Ettlting, wo das Aueökosystem bereits vor dem Bau der Staustufen nachhaltig durch Flußeintiefung, Grundwasserabsenkungen und ausbleibende Überflutungen geschädigt war, weist das Auesystem ab Ettlting noch ein weitgehend geschlossenes Auwaldband mit einer hohen Gesamtqualität auf. Entsprechend waren die Vorgaben der landesplanerischen Beurteilung (Raumordnungsverfahren) für den Bau der Stützkraftstufe Pielweichs. Diese Auflagen fanden ihre Umsetzung u.a. im landespflegerischen Begleitplan, der erstmals in Verbindung mit einer Umweltverträglichkeitsstudie erstellt worden ist. Ein besonderer Schwerpunkt war dabei die Planung eines Ersatzfließgewässers (BINDER 1992). Dazu sind umfangreiche Untersuchungen in Auftrag gegeben worden:

- ökologische Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ettlting und Isarmündung (PFADENHAUER 1991),
- ökologische Risikoanalyse zur Schließung der Dichtwand oberhalb der Stützkraftstufe,

- Gutachten zur Auswirkung fehlender Grundwasserschwankungen in forstwirtschaftlichen Nutzflächen außerhalb der Dämme und Deiche,
- naturschutzfachliche Konfliktanalyse für die geplanten Ersatzfließgewässer und
- gewässerbiologisches Gutachten zum geplanten Ersatzfließgewässer.

Anhand detaillierter Eingriffsbilanzen wurden die qualitativen und quantitativen Verluste in der Flusslandschaft (Fluß und Aue) für naturnahe, kaum wiederherstellbare Strukturen ermittelt. Diese Bilanzen waren Grundlage für die Ausgleichsmaßnahmen. Als Ersatz für den Verlust an Fließstrecke sind Ersatzfließgewässer im linken (Wasserführung 3 m<sup>3</sup>/s und 6 m<sup>3</sup>/s) und rechten (3 m<sup>3</sup>/s) Auwaldkomplex geplant. Das linke Ersatzfließgewässer wird im Stauwurzelbereich, wo noch ein gewisser Fließcharakter gegeben ist, ausgeleitet und mündet nach Plattling in die verbleibende Fließstrecke des Isarmündungsbereiches. Damit erfüllt dieses Ersatzfließgewässer die Funktion der Lebensraumvernetzung für andauernd an das Wasser gebundene Fließgewässerorganismen.

Die Anlage von Dämmen mit Dichtung in den undurchlässigen tertiären Untergrund unterbricht die Wechselbeziehung zwischen dem Abflußgeschehen der Isar (Niedrig- bis Hochwasser) und dem Grundwasser in der Aue. Diese Schwankungen sollen über steuerbare Auslässe im Stauraum und deichparallele Rohrleitungen wieder hergestellt werden (SEDLMAIR, ASAL 1992). Den Schutz landwirtschaftlicher Flächen entlang der Acker-Auwaldgrenze übernehmen Abfanggräben. Sie werden strukturreich gestaltet, so daß sich zusätzlich wertvolle Lebensräume entwickeln können. Mittels mathematisch-numerischer Grundwasser-, Oberflächengewässer- und Rohrleitungsmodelle konnte nachgewiesen werden, daß mit dem Infiltrationssystem eine Grundwasserdynamik wie vor Errichtung der Stützkraftstufe erreicht werden kann (LAMMEYER 1990).

Die Ausführung der Maßnahmen „Ersatzfließgewässer und Grundwasserinfiltration“ beginnt sobald das laufende wasserrechtliche Genehmigungsverfahren abgeschlossen ist, voraussichtlich Ende des Jahres 1998.

Besonderes Schwergewicht liegt auf den Maßnahmen an der Stauwurzel. Dort ist trotz des Staus der Fließcharakter noch in gewissem Umfang gegeben und eine Schwankungsamplitude der Wasserspiegellagen noch vorhanden. Damit besteht dort die Möglichkeit, in enger Verbindung mit dem Fluß Standorte und Lebensgemeinschaften des Flußauenökosystems zu entwickeln. Um möglichst große Flächen (17 ha) einzu beziehen, wurde hier der Damm landseitig verlegt und die Flächen gestaltet. Ein vielfältiges Standortangebot mit Flußarmen, Altarmen, Flachwasserzonen und grundwassernahen Auen ermöglicht die Ansiedlung der zugehörigen Lebensgemeinschaften. Zusätzlich zur Dammverlegung ist in der rechtsseitigen Aue der Erwerb von landwirtschaftlichen Nutzflächen und eine Umgestaltung geplant.

Auwaldlücken sollen großflächig durch eine Neube gründung geschlossen werden.

Die Akzeptanz der örtlichen Bevölkerung für die Maßnahmen der Stauraumgestaltung und Auensanie rung ist gering, teils besteht eine ablehnende Haltung. Ein wesentlicher Grund ist die Befürchtung von Mückenplagen, ursächlich ausgelöst durch die Maß nahmen zur Biotopgestaltung und Standortsicherung in den Auen. Aufgrund dieser Einwände mußten wesentliche Anteile von Flachwasserzonen vertieft wer den.

#### 11.3.1.5 Zusammenfassung Staustufen Gottfrieding bis Pielweichs

Als Ergebnis des Staustufenausbaus an der unteren Isar ist eine neue Gewässerlandschaft mit neuen Stand ortbedingungen, Lebensräumen und Lebensgemein schaften entstanden, die einen Komplex mit den Res ten der alten Flußlandschaft, insbesondere den ver bliebenem Auwäldern, Altgewässern, Röhrichtern, Magerrasen und Feuchtwiesen bildet. Die charak teristische Gewässerdynamik von Flußauenökosystemen ist nicht mehr gegeben, sie war aber durch die Gewä sserregulierung, fehlende Geschiebezufuhr aus den oberliegenden Flußstrecken und Eintiefung der Ge wässersohle ohnehin nur noch eingeschränkt vorhan den bzw. bei Fortschreiten der Eintiefung wären auch ökologisch intakte Bereiche unterhalb Ettlting beein trächtigt worden.

Die Entwicklung in den Stauräumen ist in Überein stimmung mit den Zielvorstellungen der landschafts pflegerischen Begleitpläne durch eine fortschreitende Sukzession bestimmt, Pionierstadien gehen zugunsten von auwaldähnlichen Wäldern mit Röhrichtern und Hochstaudenfluren zurück. Eine großräumiger Erhal tung solcher Pionierlebensräume ist durch Pflege oder laufende Neuanlage von Biotopen unter den gegebenen Randbedingungen nicht vorgesehen.

Letzte Reste von Lebensräumen, die aufgrund von Wasserspiegelschwankungen und der Fließgeschwin digkeiten noch Flußcharakter zeigen, sind in den obern Abschnitten der Stauhaltungen (Stauwurzel) ver blieben. Bedeutsam ist daher die Sicherung dieser Au enbereiche durch Überführung des Grundeigentums in das Eigentum des Freistaats Bayern.

Die Dämme und Deiche mit ihrem mageren, kiesi gen Substrat sind wichtige Ersatzlebensräume für Ar ten der Magerrasen. Sie verbinden alte Deiche und Brennen und leisten somit einen wichtigen Beitrag zur Biotopvernetzung.

Das Landschaftsbild ist im Zuge des Gewässeraus baus neu gestaltet worden und wird durch die groß flächigen Staubereiche mit Inseln, Vorschüttungen, Flachwasserzonen und auwaldähnlichen Wäldern ge prägt. Die neuen Deich- und Dammwege ermögli chen dem Wanderer und Radfahrer reizvolle Einblicke in die neugeschaffenen Lebensräume.

#### 11.3.2 Isarmündungsgebiet

Das Mündungsgebiet der Isar, von Plattling bis zur Donau ist noch freifließend. Es wird von einem breiten Auwaldband (Abb. 11.20) begleitet und ist aufgrund seines Mosaiks an Auenbiotopen und seiner Ausdeh nung ein Schutzgebiet von gesamtstaatlich repräsen tativer Bedeutung.

Mit dem Einstau der SKS Pielweichs ist die Geschie bezufuhr in die ca. 10 km lange Mündungsstrecke der Isar vollkommen unterbunden. Damit unterliegt auch dieser Abschnitt grundsätzlich der Eintiefungstendenz. In Kenntnis dieser Vorgänge war auch für diesen Laufabschnitt eine Stützkraftstufe vorgesehen. Auf grund der überragenden naturschutzfachlichen Be

deutung des Isarmündungsgebietes und der flußmorphologisch günstigeren Verhältnisse (geringer werdendes Gefälle zu Donau hin, ausreichende Kiesüberdeckung über dem feinsandigen tertiären Untergrund, festliegende Erosionsbasis an der Mündung in die Donau) wurde bereits 1983 in der ÖMU eine solche Lösung verworfen und der Auftrag gegeben, nach einer ökologisch verträglicheren Sanierungslösung zu suchen.

In diesem Zusammenhang wurde 1985 der Lehrstuhl für Wasserbau der TU München und die Versuchsanstalt in Oberrach beauftragt, Lösungen zur Sicherung der Isarsohle unterhalb der SKS Pielweichs zu erarbeiten (KNAUSS 1995). Zu der Lösungsvariante Sohlberollung wurden im Herbst 1997 Naturversuche vorgenommen.

Der Landkreis Deggendorf hat für dieses Schutzgebiet, gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit und den Freistaat Bayern, bereits viele Grundstücke erworben und ein umfangreiches Pflege- und Entwicklungskonzept erstellen lassen, mit dem Ziel, den Status quo des Mündungsgebietes langfristig zu erhalten.

### 11.3.3 Entwicklungsmöglichkeiten für die freifließende Isar

Von der Landesgrenze bis Landshut zieht die Isar auch außerhalb der Stadtgebiete von Bad Tölz, München, Freising, Moosburg und Landshut die Menschen in ihren Bann. Trotz der baulichen Veränderungen, die z. T. bereits im letzten Jahrhundert begonnen worden sind, zeigt die Isar insbesondere im Süden von München bis in das Karwendel hinein noch die typischen Elemente der alpin geprägten Flußlandschaft.

Ausgedehnte Kies- und Schotterfelder begleiten auf weiteren Abschnitten die Isar in ihrem Oberlauf. Auf den durchlässigen Kiesen und Schottern finden Pionierarten wie Silberwurz, Tamariske, Sanddorn und Steinfliege, Flußregenpfeifer und Schnarrschrecke ihren Lebensraum. Auf den häufiger überfluteten Standorten des Flußbettes wächst die Grauerlen-Weidenau auf, in der trockeneren Aue mit durchlässigeren Schotterablagerungen setzt sich der Schneeheide-Kieferwald durch. In den mit Grund- oder Quellwas-

ser gespeisten alten Flußrinnen entwickeln sich Kalkflachmoore.

Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts wurde zur Gewährleistung der Flößerei mit der Umgestaltung der oberen Isar begonnen. Nach dem großen Hochwasser von 1910 stand beim weiteren Ausbau der Schutz vor Hochwasser im Vordergrund. In den Jahren 1954-59 wurde der Sylvensteinspeicher zum verbesserten Hochwasserschutz vor allem für Bad Tölz und München sowie zur Niedrigwasseraufhöhung errichtet. Die Nutzung der Wasserkraft setzte an der Isar mit dem Bau größerer Kraftwerke ab 1920 verstärkt ein. Darüber hinaus wird die Isar schon seit langem zur Aufnahme von gereinigten Abwässern aus den besiedelten Bereichen entlang des Flusses genutzt. Zunehmend wichtiger wird auch die Freizeit- und Erholungsnutzung, zum Beispiel durch Floßfahrer, Bootswanderer, Spaziergänger und Radfahrer (Abb. 11.21 - 11.23). Heute ist die Isar im Süden von München eine vielbesuchte Flußlandschaft. Die Ballung der Erholungssuchenden führt abschnittsweise zu Belastungen des Naturhaushaltes, so z. B. zu Störungen des Flußregenpfeifers an potentiellen Brutplätzen.

Die aus damaliger Sicht notwendigen Eingriffe des Menschen sowie die zunehmende Besiedlung des Isartaales haben deutliche Veränderungen der Talandschaft und des ursprünglichen Wasserabflusses bewirkt. Ein alpines Flußsystem wie das der Isar lebt vor allem von dem mitgeführten Sand und Kies, dem sogenannten Geschiebe. Der Geschiebenachschub ist aber bereits vor Jahrzehnten durch die wasserbaulichen Maßnahmen weitgehend unterbunden worden.

Die aus ihrem Gleichgewicht gebrachte Isar tiefte sich auch in ihren mittleren Laufabschnitten abschnittsweise ein, wodurch die Auelebensräume durch Grundwasserabsenkung beeinträchtigt worden sind. Zudem hat sich der Wasserentzug zur Energienutzung in einigen Teilstrecken auf die isartypischen Fließgewässerlebensgemeinschaften nachteilig ausgewirkt.

### 11.4 Leitbild und Entwicklungsziel

Leitbild für die Entwicklung von Flußlandschaften ist ihr natürlicher bzw. ihr potentiell natürlicher Zu-

stand, d.h. der Zustand der natürlich und naturnah verbliebene Fließgewässer auszeichnet bzw. der sich durch Auflassen bestehender Nutzungen und Entnahme aller Bauwerke in absehbarer Zeit an dem Gewässer wieder einstellen würde.

Das Leitbild dient als Maßstab, den Zustand einer Gewässerlandschaft zu bewerten und um die Defizite durch Abgleich des natürlichen bzw. potentiell natürlichen Zustands mit dem derzeitigen Zustand beschreiben zu können. Ob und in welchem Umfang naturnähere Zustände wiederhergestellt werden können ist abhängig von den bestehenden Randbedingungen wie z. B. den wasserrechtlich festgelegten Nutzungen und dem Schutzbedürfnis der Anlieger vor Hochwasser. Die Ziele für die Gewässerentwicklung ergeben sich aus den bestehenden Defiziten und den vorgenannten Randbedingungen.

Bei ungestörten Verhältnissen würden sich die begradigten Flußabschnitte bei Entnahme der Uferverbauungen wieder zu verzweigten Strecken entwickeln. Die „idealen Entwicklungsphasen“ vom verbauten zum „natürlichen“ Flußabschnitt zeigt Abb. 11.1. Diese Entwicklung muß derzeit aufgrund des Geschiebedefizites weitgehend ausgeschlossen werden. Solange aber dem Fluß noch Geschiebe aus den Wildbächen zugeführt wird, wenn auch in reduziertem Maße, wird abhängig vom Abflußgeschehen das wegtransportierte Material zumindest teilweise ersetzt. Entfernt man an begradigten Flußabschnitten die Uferverbauung, erodiert der Fluß die Ufer und kann damit sein Gewässerbett verbreitern. Dieser Prozess führt zur Ausbildung neuer Weichholzauenstandorte. Allerdings ist die Geschiebezugabe über Seitenerosion endlich, d.h. sie ist abhängig von dem für den Fluß erodierbaren Material und von den verfügbaren Flächen.

Abbildung 11.2 zeigt die Phasen einer gelenkten Flußverlagerung. Gekoppelt an die stetige Verlagerung des Gewässerbettes ist die Erneuerung des gewässertypischen Standort- und Strukturgefüges. Die Wiederzulassung der Bettverlagerung ist deshalb die entscheidende Voraussetzung für die Entwicklung der kanalartig ausgebauten Flußabschnitte zu naturnäheren Laufformen. Außerdem wirkt die Verbreiterung des Gewässerbettes der Sohleintiefung in gewissem Maße entgegen.

Ein solches Vorgehen zur Entwicklung von freifließenden Gewässerabschnitten, die Umgestaltung kanalartig ausgebauter Gerinne zu natürlichen Laufformen, kann aufwendige Baumaßnahmen ersetzen. Die Arbeiten beschränken sich auf die Entnahme von Längsbauwerken, auf ein **lassen statt machen**. Für den Bauingenieur gilt es die bettgestaltenden Prozesse der Eigenentwicklung mit **wissender Gelassenheit** zu verfolgen, damit gegebenenfalls steuernd eingriffen werden kann, um Nachteile für Dritte auszuschließen. Voraussetzung dazu ist allerdings, daß für die Verlagerung des Flusses die notwendigen Flächen zur Verfügung gestellt werden. An der Oberen und Mittleren Isar ist dies möglich, da die angrenzenden Auwälder im Besitz des Freistaats Bayern sind. Erste Erfahrungen zur Entwicklung der Isar werden seit 1990 gesammelt. Örtlich begrenzte Uferrückbauten und die Umsetzung von Geschiebe aus Stauräumen (VOLLMERS et al. 1997) in die Unterwasserbereiche der Stauanlagen von Bad Tölz, Icking, Oberföhring (Abb. 11.5 - 11.8) u. a. wurden in den letzten Jahren mit Erfolg durchgeführt. Sie sollen dazu beitragen, den Geschiebetransport in der Isar wieder zu verbessern.

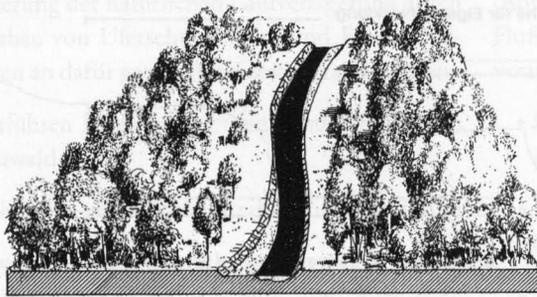
Vorrangiges Ziel für die Entwicklung der Isar ist die Aktivierung des Geschiebetransports durch:

- Umsetzung von Geschiebe aus Stauräumen in das Unterwasser oder Wiederherstellen der Durchgängigkeit für Geschiebe an Wehren
- Bau geschiebedurchgängiger Wildbachsperrn, um den Geschiebeeintrag aus den Wildbächen zu verbessern und
- die Mobilisierung festgelegter (bewachsener) Kiesbänke.

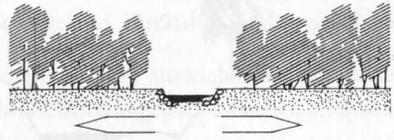
Die Geschiebewardirtschaftung ist im Hinblick auf die begrenzten Vorräte und die Nachhaltigkeit der Flußentwicklung haushälterisch und mit Umsicht durchzuführen.

An weiteren Zielen sind zu nennen:

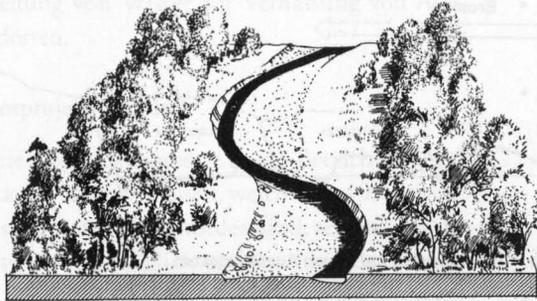
- Anlegen von Fischpässen oder Umgehungsgerinnen an Wehren für im Wasser wandernde Tierarten (Abb. 11.19)



Ausgangslage



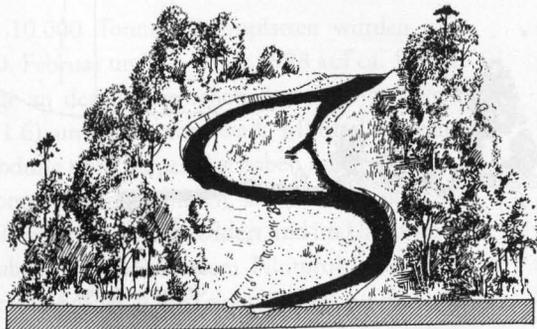
Entwicklungsflächen bereitstellen  
Uferverbau entfernen  
Nutzung auflassen  
Eigenentwicklung belassen  
Steuern Eingriffe bei Bedarf



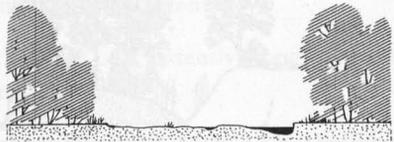
Entwicklungsphase I



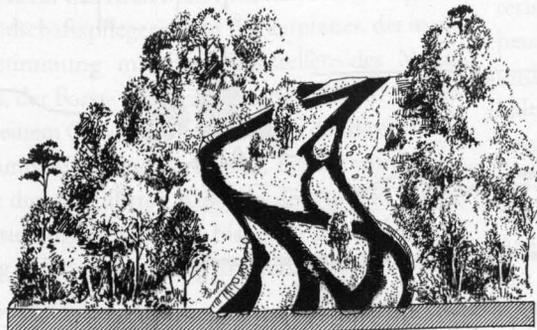
Beginnende Seitenerosion  
mit Geschiebeeintrag,  
Kiesbänke bilden sich aus



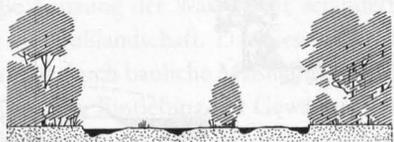
Entwicklungsphase II



Einsetzende Laufverzweigung;  
Ausbildung von Kies- und  
Schotterinseln,  
Auwald wächst auf



Entwicklungsphase III



Verzweigter Flußlauf, auf  
wechselnden Kiesbänken Auen-  
vegetation unterschiedlicher  
Altersstadien

Abbildung 11.1: Mögliche Entwicklungsphasen nach Entfernung der künstlichen Ufersicherungen (Versteinungen).

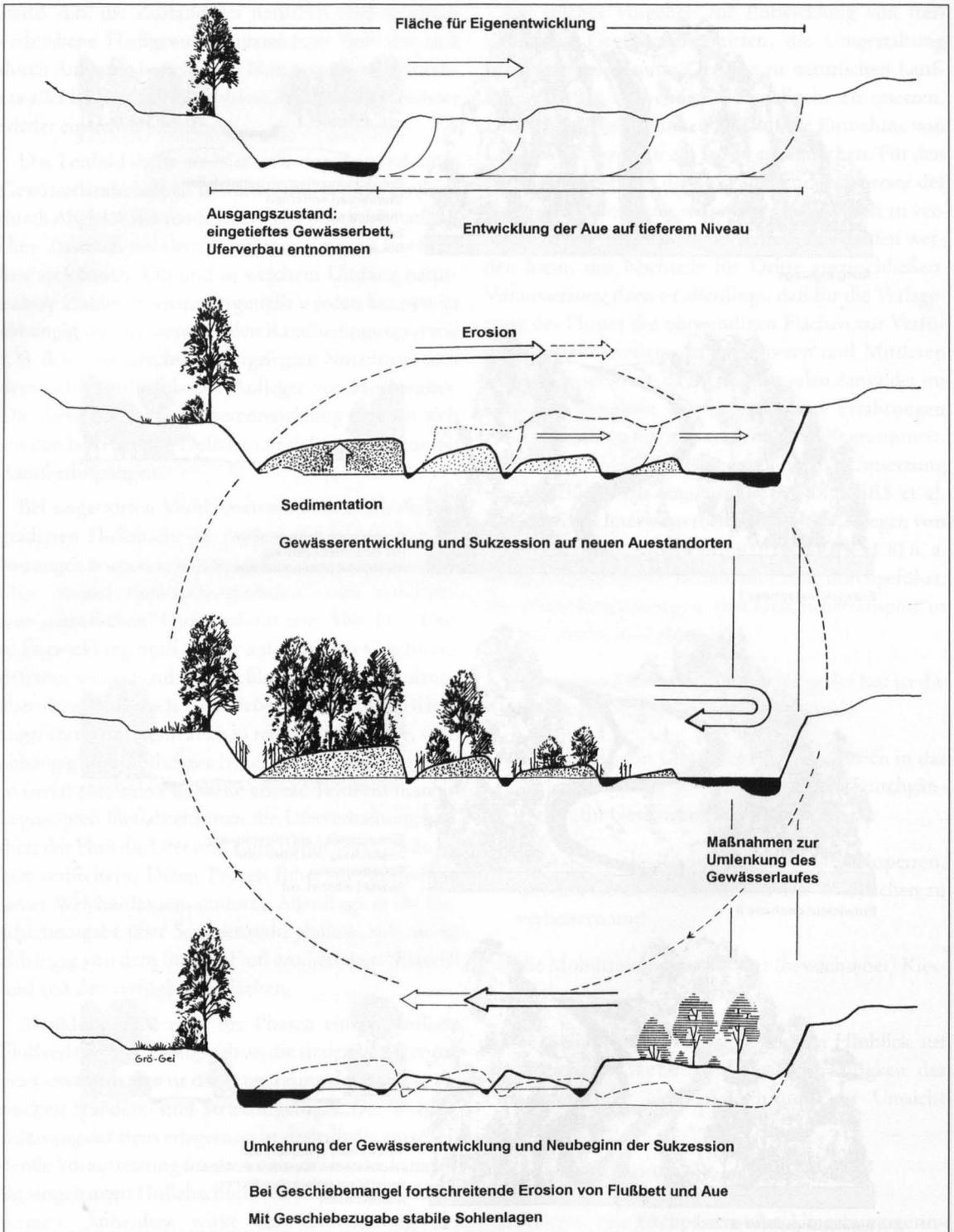


Abbildung 11.2: Phasen einer gelenkten Gewässerentwicklung bei einem verzweigten Lauftyp mit Eintiefungstendenz und Geschiebemangel.

- Förderung der natürlichen Laufverlagerung durch Rückbau von Uferschutzbauten und Flußaufweitungen an dafür geeigneten Gewässerabschnitten
- Überführen landwirtschaftlich genutzter Flächen in Auwald
- Bereitstellen von Flächen für die Flußentwicklung
- Ausweisen von Erholungsbereichen und Schutzzonen für besonders sensible Fluß- und Auenbereiche
- Ausleitung von Wasser zur Vernässung von Auestandorten.

### 11.5 Pilotprojekt Mühlthal

Kleinere Uferrückbauten, z.B. im Bereich der Marienbrücke in Wolfratshausen, welche seit 1990 an der oberen Isar durchgeführt worden sind, zeigen, daß die Eigenentwicklung möglich und machbar ist. Derzeit wird im Bereich des Kraftwerk Mühlthals ein Pilotprojekt zur Revitalisierung der Isar durchgeführt.

Rund 10.000 Tonnen Betonplatten wurden zwischen 10. Februar und 15. März 1998 auf ca. 1,7 km Uferlänge an der Isar zwischen dem Ickinger Wehr (Abb. 11.6) und dem Kraftwerk Mühlthal entfernt. Nach Rodung der Ufergehölze haben schwere Bagger die Betonplatten entnommen, sie vor Ort sofort zu faustgroßen Brocken geschreddert und im Uferbereich wieder abgelagert. Mit diesem Pilotprojekt entsprechen die Isar-Amper-Werke einer Auflage zur Revitalisierung (vergl. KARL 1994) der Isar in der Konzessionsstrecke für das Kraftwerk Mühlthal. Nach Vorgaben eines landschaftspflegerischen Begleitplanes, der in enger Abstimmung mit den Fachstellen des Naturschutzes, der Forst- und der Wasserwirtschaft, aufbauend auf einem Gewässerpflegekonzept des Bayerischen Landesamts für Wasserwirtschaft, erstellt worden ist, sind die durchgeführten Arbeiten der Auftakt für ein Revitalisierungsprojekt, das bisher in dieser Größenordnung in Bayern einmalig ist (Abb. 11.3 - 11.4).

Im Zuge der Neugenehmigung des Kraftwerks Mühlthal wurden die Isar-Amper-Werke verpflichtet, für 5,5 Mio DM Maßnahmen zur Revitalisierung durchzuführen, davon mehr als 7 km Uferrückbau

(Abb. 11.7 - 11.10) zur Förderung einer dynamischen Fluß- und Auenentwicklung, für die ca. 3,2 Mio DM veranschlagt sind. Zusätzlich sind vorgesehen:

- Sicherung eines ausreichenden Mindestabflusses, jahreszeitlich angepaßt zwischen 13 und 17 m<sup>3</sup>/s,
- Umbau des Ickinger Wehres zur Gewährleistung der Geschiebedurchgängigkeit,
- Anlage eines Fischpasses für flußaufwärts ziehende Fische und sonstige Wasserorganismen,
- Auflassen von Uferwegen, Anlage einer Ersatzzufahrt zum Ickinger Wehr,
- Anlage von Parkplätzen an der Dürnsteiner Brücke zur Lenkung bzw. Konzentration des Erholungsverkehrs,
- Erleichterung des Zuganges für Erholungssuchende an bestimmten Uferbereichen,
- Ausleitung von Wasser aus dem Kanal zur Vernässung der Aue,
- Vernetzung der zufließenden Bäche mit der Isar, Umbau von Abstürzen,
- Erhaltung und Extensivierung von Dauergrünland,
- Umwandlung von Acker in Dauergrünland und
- Entfernen von Fichtenforsten und Umwandlung in Auwald.

Die Isar hat im „Mühlthal“ mit den einstigen charakteristischen Eigenschaften einer Umlagerungsstrecke heute nur noch wenig gemeinsam. Flußregulierungen und die Nutzung der Wasserkraft veränderten nachhaltig die Flußlandschaft. Das Geschiebedefizit, hervorgerufen durch bauliche Maßnahmen im Oberlauf, begünstigt die Eintiefung der Gewässersole und somit die Absenkung des Grundwasserstandes in der Aue. Die Bedingungen für die Lebensgemeinschaften der Aue haben sich dadurch verändert. Eine Wiederherstellung ursprünglicher Zustände ist aufgrund der bestehenden Zwangspunkte nicht mehr möglich. Doch fördern die vorgesehenen Maßnahmen die Gewässerdynamik, so daß Prozesse der Laufverlagerung

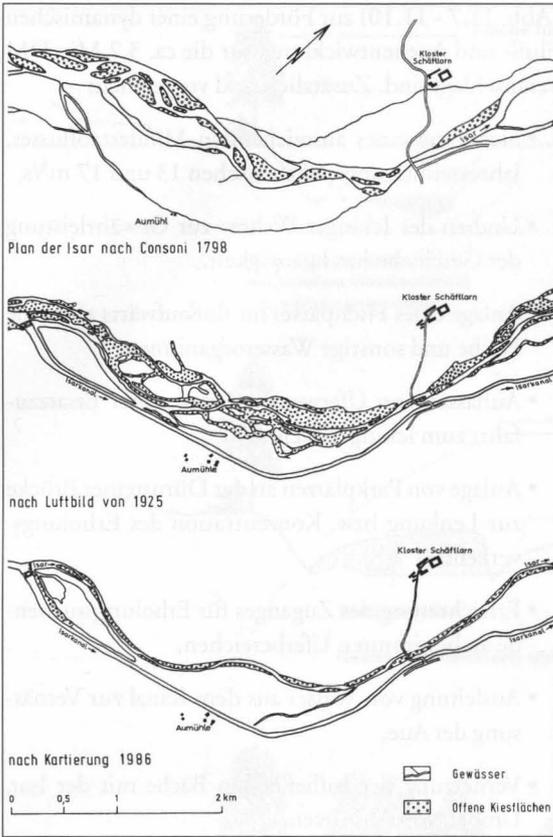


Abb. 11.3: Wandel des Gewässerverlaufs der Isar im Bereich Mühlthal von 1798 über 1925 bis 1986 als Vorgabe für die Überlegungen zur Revitalisierung.

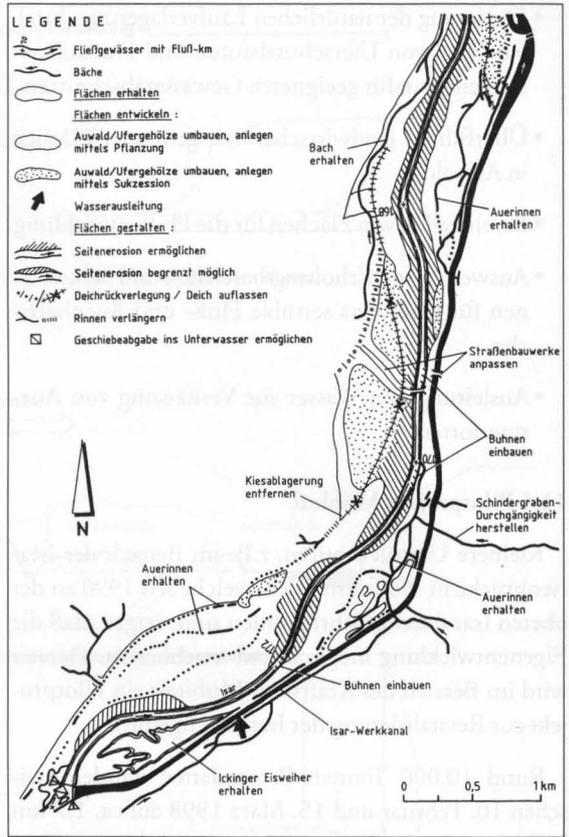


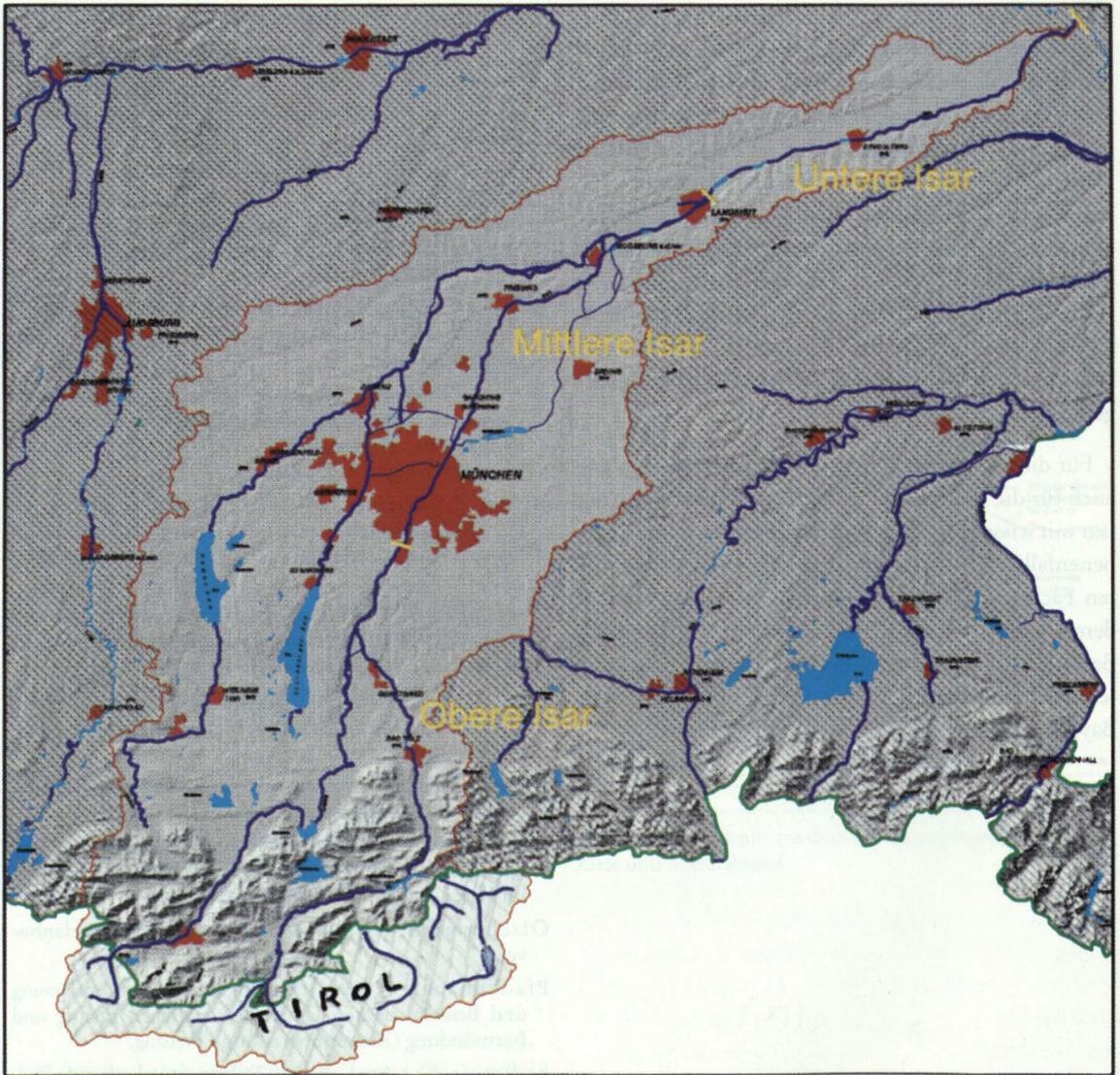
Abb. 11.4: Ausschnitt aus dem Gewässerpflegeplan Mühlthal. Ziele und Maßnahmen.

wieder ablaufen können. Flußtypische Lebensräume, insbesondere Kiesbänke und Weichholzaunen, deren Anteil seit der Flußverbauung in den letzten 70 Jahren sehr stark zurückgegangen ist, können wieder neu entstehen. Das Pilotprojekt Mühlthal ist das erste größere Vorhaben einer Flußrenaturierung mit Eigenentwicklung. Es ist u. a. auch deshalb möglich, weil die flußbegleitende Aue überwiegend bewaldet und im Besitz des Freistaats Bayerns ist. Das Pilotprojekt baut auf den Erfahrungen einiger kleinerer Uferückbaumaßnahmen an der Isar im Lkr. Bad Tölz auf, die vom Wasserwirtschaftsamt Weilheim seit 1990 erfolgreich durchgeführt worden sind.

Für die Verantwortlichen, für die Interessierten wie auch für die Kritiker gilt es nun, die Entwicklung der Isar mit wissender Gelassenheit zu verfolgen und gegebenenfalls auch steuernd einzugreifen. Für die beteiligten Fachstellen ist das Pilotprojekt der erste Schritt, dem möglichst weitere folgen sollten, nicht nur im Bereich Mühlthal, sondern auch in weiteren Abschnitten der freifließenden Isar und in anderen Flüssen in Bayern mit vergleichbaren Voraussetzungen.

## 11.6 Literaturverzeichnis

- Bayer. Landesamt für Umweltschutz: Naturschutzgebiete (1995): Landschaftsschutzgebiete, Nationalparke, Naturparke in Bayern, Gesamtausgabe: Beschreibungen und Karten.
- Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft (1984): 100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg. Auswirkungen auf Fluß und Landschaft. Schriftenreihe des Bayer. Landesamts für Wasserwirtschaft, Heft 19.
- Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft (1983): Ökotechnische Modelluntersuchung Untere Isar, Eigenverlag, München.
- Binder, W. (1992): Sanierung Untere Isar. Stützkraftstufe Pielweichs - Ersatzfließgewässer; aus Vorträge Wasserbau - Symposium Wintersemester 1991/92 „Ökologie und Umweltverträglichkeit“, Aachen.
- Birkel, I.; Bliemel, M.; Fischer, G.; Freiberg, C. (1992): Ökologische Zustandserfassung von Flußauen in Bayern, Bayer. Landesamt für Umweltschutz.
- Birkel, I.; Mayer, A. (1992): Ökologische Zustandserfassung der Flußauen an Iller, Lech, Isar, Inn, Salzach und Donau und ihre Unterschutzstellung. Schriftenreihe des Bayer. Landesamts für Umweltschutz, Heft 124.
- Karl, J. (1994): Renaturierung und Revitalisierung alpiner Fließgewässer. Ver. z. Schutz d. Bergwelt. Jahrb. 59. S. 29-66. München.
- Knauss, J. (1995): Von der Oberen zur Unteren Isar. Wasserbau und Wasserwirtschaft, Nr. 76, München.
- Lahmeyer International (1990): Modellgestützte Untersuchung des Einflusses auf die Grundwasserhältnisse im Isartal, unveröffentlichtes Gutachten.
- Olschowy, G. (1970): Landschaft und Technik. Hannover.
- Pfadenhauer, J. (1991): Ökologische Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ettliling und Isarmündung (Zusammenfassung). Freising.
- Sedlmair, G.; Asal, P. (1992): Isar - Stützkraftstufe Pielweichs, Sonderdruck aus Wasserwirtschaft 82, Stuttgart.
- Vollmers, H.-J.; Wieprecht, S.; Bucher, K.; Asal, P. (1997): Stauraum Oberföhring in der Isar-Räumung und Deponierung im Unterwasser. Wasserwirtschaft H. 3, S. 138 - 141, Stuttgart.



-  Einzugsgebiet der Isar
-  Landesgrenze

Abb. 11.5: Übersicht über das Einzugsgebiet und die Flußabschnitte.



Abb. 11.6: Wehranlage Icking mit der regulierten Isar (links) und dem Ausleitungskanal (rechts).



Abb. 11.7: Auf den mit Betonplatten befestigten Ufer der Isar sind zwischenzeitlich Ufergehölze aufgewachsen.



Abb. 11.8: Nach Rodung der Ufergehölze, Entnahme der Betonplatten



Abb. 11.9: Ein Schredder zerkleinert die Betonplatten; das gebrochene Material wird der Isar als Geschiebe wieder zugegeben.



Abb. 11.10: An der 1996 zurückgebauten Versuchsstrecke hat der Fluß seinen Lauf innerhalb von 2 Jahren um bis zu 18 m verbreitert.



Abb. 11.11: Neugestalteter Stauraum der Stützkraftstufe Landau mit Ausgleichs- und Ersatzlebensräumen.

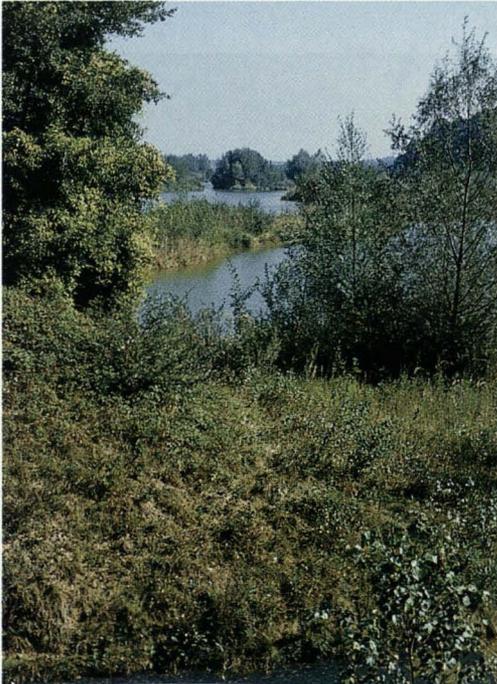


Abb. 11.12: Die Stützkraftstufe Landau beherbergt ein Mosaik von Auwald- und Gewässerkomplexen; inzwischen hat sich auch hier das Blaukehlchen angesiedelt.

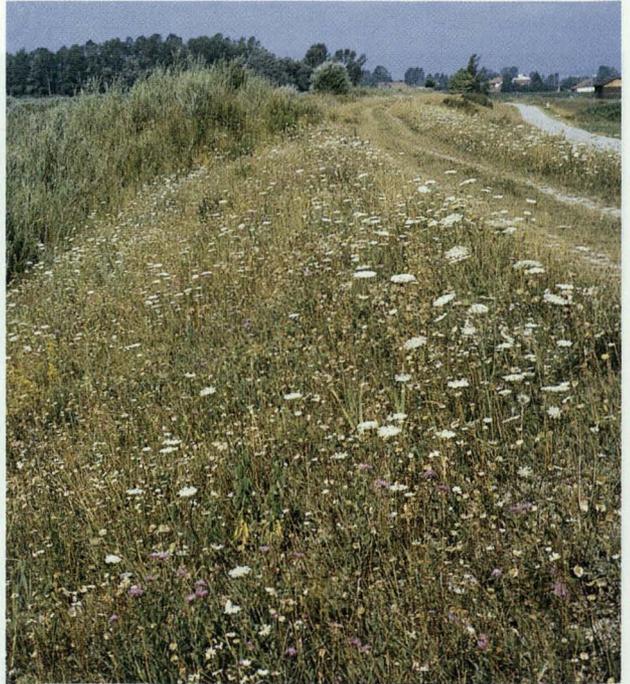


Abb. 11.13: Die Deich- und Dammböschungen mit ihrem kiesigen Substrat werden von blütenreichen Magerrasengesellschaften besiedelt; Stützkraftstufe Ettlting.



Abb. 11.14: Steilwand im Stauraum der Stützkraftstufe Ettlting, Brutplatz für Flußuferschwalben.



Abb. 11.15: Isar, Oberföhringer Wehr; aus dem Stauraum wurde 1996/97 das Geschiebe ins Unterwasser verbracht.



Abb. 11.16: Wehranlage Oberföhring; aus dem Stauraum in das Unterwasser umgesetztes Geschiebe.



Abb. 11.17: Innerhalb von wenigen Wochen wurden die umgesetzten Kies- und Sandmassen von der Isar weiterverfrachtet.



Abb. 11.18: Flußabwärts verfrachtetes Geschiebe bildet neue Kiesbänke am Fluß.



Abb. 11.19: Wehranlage Icking mit neugestaltetem Fischpaß 1996.



Abb. 11.20: Ein breites Auwaldband durchsetzt mit Altgewässern begleitet die Isar im Mündungsgebiet.



Abb. 11.21: Die Isar im Süden von München; ein Erholungsgebiet von überregionaler Bedeutung.



Abb. 11.22: Die Isar ist von ihrem Austritt aus den Alpen bis in das Stadtgebiet von München ein Eldorado für badelustige und sonnenhungrige Ausflügler und Urlauber.



Abb. 11.23: Die seit 200 Jahren zum Englischen Garten und zur Maximiliansanlage umgestalteten Isarauen sind ein wichtiges Erholungsgebiet in München.

## **Bildautoren**

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Archiv 11,10

Walter Binder 11.7; 11.10; 11.11; 11.12; 11.16; 11.17; 11.18; 11.19, 11.20; 11.21

Hermut Geipel: 11.1; 11.2; 11.3; 11.4

Wolfgang Gröbmaier 11.6; 11.8; 11.9; 11.13; 11.15

Dr. Axel Hausmann 10.1; 10.2; 10.3

PD Dr. Franz Hebauer 9.1; 9.2; 9.3; 9.4; 9.5; 9.6; 9.7; 9.8

Dr. Peter Jürging 6.14; 6.18; 6.33; 6.34; 6.37

Dr. Johann Karl 2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 2.7; 2.8; 3.13; 3.14; 3.15; 3.16; 3.17; 3.19; 3.20; 3.25; 11.14; 11.22; 11.23

Werner Kraus 6.15

Dr. Thomas Schauer 6.2; 6.3; 6.4; 6.5; 6.6; 6.7; 6.8; 6.9; 6.10; 6.11; 6.12; 6.13; 6.16; 6.17; 6.19; 6.20; 6.21; 6.22; 6.23; 6.24; 6.25; 6.26; 6.27; 6.28; 6.30; 6.31; 6.32; 6.35; 6.36; 6.38; 6.39

Prof. Dr.-Ing. Karl Scheurmann Titelbild; 3.6; 3.7; 3.8; 3.9; 3.10; 3.11; 3.12; 3.18; 3.21; 3.22; 3.23; 3.24; 3.26

Ulrich Schug: 11.5

Zoologische Staatssammlung München, Archiv 10.4; 10.5; 10.6; 10.7; 10.8

## **Anschriften der Verfasser**

Walter Binder  
Lierstraße 16  
80639 München

Dr. Joachim Mangelsdorf  
Vingerstraße 18  
81375 München

Wolfgang Gröbmaier  
Wendelsteinstraße 23  
82205 Gilching

Tino Mischler  
Gsteig 43  
82467 Garmisch-Partenkirchen

Dr. Axel Hausmann  
Moosachweg 20  
85764 Oberschleißheim

Dr. Thomas Schauer  
Ziegelei 6  
82538 Gelting

PD Dr. Franz Hebauer  
Ulrichsberg 7  
94539 Grafing

Prof. Dr. Karl Scheurmann  
Brüder-Grimm-Straße 18  
84036 Landshut

Dr. Peter Jürging  
Adolf-Kolping-Straße 1  
85435 Erding

Dr. Gunther Seitz  
Biberstraße 5  
84030 Ergolding

Dr. Johann Karl  
Kugendstraße 7  
81667 München

## **Gastschriftleitung**

Dr. Brigitte Lenhart  
Maria-Einsiedl-Straße 53  
82166 Gräfelfing

Dr. Johann Karl  
Jugendstraße 7  
81667 München