

Jahrbuch
des Vereins zum Schutz
der Bergwelt

— vormals Verein zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere —

63. Jahrgang

Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt
– vormals Verein zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere –



Isar am Ludwigs-Wehr in Landshut
Photo: Karl Scheurmann



Schriftleitung:

Dr. Hans Smettan, Botanisches Institut – Universität Hohenheim

Garbenstraße 30, D-70593 Stuttgart

Für den Inhalt und die Form der Beiträge sind die Verfasser verantwortlich

– Alle Rechte vorbehalten –

Gesamtherstellung: Dengler & Rauner GmbH, Karl-Hammerschmidt-Str. 39, 85609 Dornach/Aschheim

– Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier –

Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt

– vormals Verein zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere –

Schriftleitung:
Dr. Hans Smettan, Stuttgart

63. Jahrgang

Seit

1900



1998

Selbstverlag des Vereins

INHALT

Vorwort

Karl Johann, Mangelsdorf Joachim, Scheurmann Karl, Lenhart Brigitte, Seitz Gunther, Jürging Peter, Schauer Thomas, Mischler Tino, Huber Fritz, Hebauer Franz, Hausmann Axel, Binder Walter, Gröbmaier Wolfgang: Die Isar – ein Gebirgsfluß im Wandel der Zeiten –	1
Schauer Thomas: Die Vegetationsverhältnisse an der oberen Isar vor und nach der Teirlückeleitung	131
Gutser Doris und Kuhn Joachim: Die Buckelwiesen bei Mittenwald: Geschichte, Zustand, Erhaltung	185
Jobst Ernst: Bergwald – quo vadis? Klimaänderung: Gefahr oder Chance für die Wälder der Alpen?	215
Pröbstl Ulrike, Ammer Ulrich, Karpf Siegfried: Wege zu einer verbesserten Begrünung von Schadstellen im Hochgebirge	229
Fischer Raimund: Der Klaffer-Kessel, eine Gletscherwerkstatt der Eiszeit Ein landschaftliches Kleinod der Ostalpen in der Steiermark	251
Smettan Hans: Auf den Spuren von Joseph Schmidt, Naturforscher am Ende des 18. Jahrhundert, im Landkreis Rosenheim	279

Vorwort

von Dr. Peter Jürging, München

Verehrte Leserin, verehrter Leser,
liebe Vereinsmitglieder,

verwundert, vielleicht auch mit ein wenig Befremden, werden Sie festgestellt haben, daß unser diesjähriges Jahrbuch kein Titelbild mit einem alpinen Motiv ziert, sondern ein Foto eines Flusses in einer Stadt, nämlich der Isar in Landshut. Und warum? Dieses Bild soll nicht nur darauf hinweisen, daß ein erheblicher Teil des Jahrbuches der Isar gewidmet ist, sondern auch verdeutlichen, daß viele Prozesse, die in den Alpen ablaufen, sich nicht nur auf diese bzw. auf bestimmte Gebirgslandschaften beschränken, sondern weit draußen, im flacheren Lande, noch ihre Spuren hinterlassen. Unter natürlichen Verhältnissen prägten so Wildbäche, Gebirgsflüsse und letztlich die alpine Fließgewässer mit ihrer Dynamik die Lebensräume und damit die Lebensgemeinschaften nicht nur in den Tälern der Gebirge sondern auch in den, den Alpen vorgelagerten Landschaften. Und gerade diese ungestümen alpinen und dealpinen Fließgewässer mit ihren Auen und Terrassen waren schon seit Alters her bevorzugte Siedlungsgebiete, so daß diese Flüsse im Laufe der Zeit sicherheits- und nutzungsorientiert verändert bzw. ausgebaut wurden und damit in der Folge Schritt für Schritt ihre Natürlichkeit verloren.

Diese Problematik war schon immer eines der Anliegen des Vereins zum Schutz der Bergwelt. So be-

fäßte sich zum Beispiel das Jahrbuch 1990 mit einer ausführlichen Beschreibung des Lech im Tirol oder 1995 mit der des Tagliamento in Oberitalien, beides Fließgewässer, die zu den letzten noch naturnahen Flüssen in den Alpen zählen. Gerade der Sonderdruck „Rettet den Tiroler Lech“ hat sicherlich viel dazu beigetragen, das Verständnis über alpine Flußlandschaften zu fördern, und möglicherweise nicht unerheblich dabei mitgeholfen, daß immer wiederkehrende Ausbauabsichten des Lechs mit seinen Nebengewässern bis heute verhindert werden konnten.

Die erste größere Beschreibung eines Gebirgsflusses widmete sich aber bereits 1977 der Isar. Seither hat sich an der Isar vieles getan. Nicht nur, daß die untere Isar bis zum Mündungslauf staugeregelt wurde, sondern es wurden auch etliche Ansätze zur Revitalisierung des Flusses in den noch freifließenden Strecken in die Tat umgesetzt. So wurden zum Beispiel in einigen Abschnitten die starren Uferverbauungen entnommen um der Isar mehr Spielraum zu geben, Versuche zur Weitergabe des Geschiebes unternommen, Fischpässe an Querbauwerken angelegt und die Restwassermengen im Mühlthal und bei Krün erhöht, deren Auswirkungen auf die Vegetation der oberen Isar ein eigener Artikel in diesem Jahrbuch gewidmet ist.

Zwischenzeitlich hat sich auch die allgemeine Einstellung zu unseren Alpenflüssen grundlegend geändert, man denke nur an die grenzüberschreitenden Arbeiten zur Salzach. Diesen Wandel dokumentieren auch in zunehmendem Maße Überschriften in Zeitungen wie zum Beispiel „die behäbige Isar soll wieder zum Wildfluß werden“ oder „der Fluß erhält seine Freiheit zurück“. Kurzum, eine Überarbeitung und Aktualisierung des längst vergriffenen Sonderdruckes zur Isar war mehr als überfällig geworden.

Selbstverständlich spricht das vorliegende Jahrbuch auch andere aktuelle Themen an, wie die Problematik der Erhaltung von Buckelwiesen, die Zukunft des Bergwaldes, Möglichkeiten zur Begrünung von Schadstellen im Hochgebirge und nicht zuletzt die Veränderungen unserer alpenländischen Kulturlandschaft in den letzten zwei Jahrhunderten, dargestellt am Beispiel der Hochries und dem großen Rie-

senkopf. Daß es aber auch noch nahezu unberührte Flecken in unseren Alpen gibt, wird am Beispiel des Klaffer-Kessels, einem Kleinod in der Steiermark aufgezeigt, was uns ein kleinwenig versöhnlicher stimmen mag.

Abschließend dürfen wir uns bei allen Autoren sehr herzlich bedanken. Durch ihre uneigennützige Arbeit wurde das Gelingen des vorliegenden, nur nebenbei bemerkt, bisher umfangreichsten Jahrbuches des Vereins zum Schutz der Bergwelt erst ermöglicht. Bleibt nur noch der Wunsch, daß das Gedankengut eine möglichst große Verbreitung finden möge, nicht zuletzt auch zum Schutz unserer Bergwelt.

Ihre Vorstandschaft
des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V.

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, Energiewirtschaftern, Forstleuten und Naturschützern einiges zum Verständnis alpin geprägter, energiewirtschaftlich stark genutzter Flüsse am Alpennordrand 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 Ascholdinger-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 Stauraum Bad Tölz diese Entwicklung verzögern können.

Die Forderung um eine größere Restwassermenge in der Isar bei der Erneuerung der Lizenz des Kraftwerkes Mühlthal 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 einzige 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 verlorengegangene 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 Ettling 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 Riedelandschaft 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; KRET-SCHMER 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 Energiewirkschafter 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-Ascholdinger 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 naturnähre 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 Lawinenverbauung 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 Ascholdinger 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 Abwasser – Beispiel Fließgewässer des Großen Ahornbodens. 52. S. 72-92.
- Malitzcky, 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 Teirlückeleitung. 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): Artenschutzmäßige 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 fluviaten 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 Ge bilde, 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 würmezeitlichen 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 Gebirgsteile auf andere sind schon lange bekannt, über die Überschiebungsstrecken 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 so weit, 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 Meeressolasse wurde das ganze riesige darüberliegende Molasseschichtpaket abgeschert und an seinem Südrand aufgebogen. Die Molasseschichten unterhalb der Tonmergelserie, 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 Hebungsschwerpunkt 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 Hebungsschwerpunkt 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 Flussystem 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. Ange-sichts der Ausmaße dieses Talzuges darf man nicht vergessen, daß dazu hundertausende 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 zusammengestückelt 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 Rißvereisung 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-Flussystems, rückschreitend wie das Eis. Aus den Schmelzwasserströmen der einzelnen Gletschertore ist es hervorgegangen: die Amper aus dem Lobe des Ammersee-Teilgletschers, die Würm aus dem 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 dünnste 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 tief 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 Wolfratshauser 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 Allerödezeit – 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 legit. Bei der Isar hat er sich bei dem Bach eingebürgert, der vom Halleranger herabströmt, an der Kastenalm 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

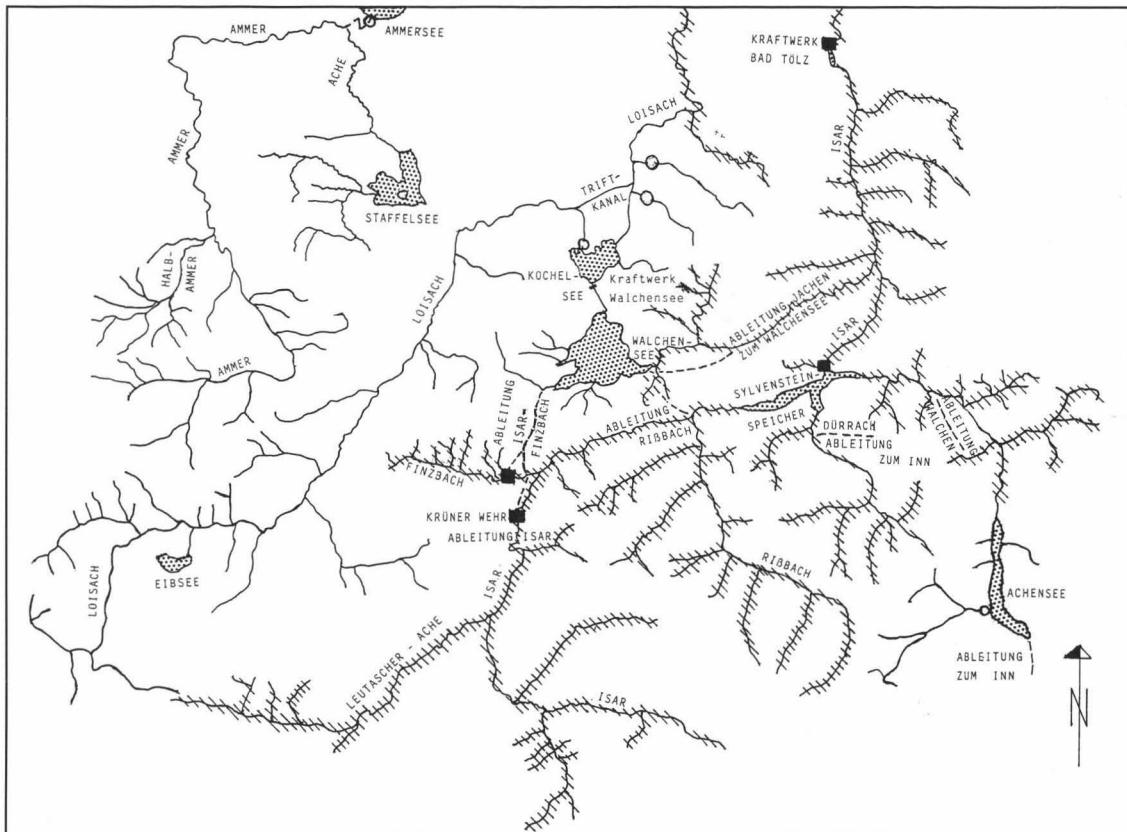
Johann Karl

Die Feststoffführung alpiner und alpin beeinflußter Fließgewässer setzt sich aus dem Geschiebe, den Schwebstoffen und dem Schwemmholt 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 Schwebefestigkeit 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 Schuttörpern (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 jetzzeitliches (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 Schurthalden. Die eiszeitlichen und fruhnacheiszeitlichen Hangschuttkörper und Terrassen sind meist von Vegetation bedeckt und werden in Form von Erosionsrinnen, Ufer- und Feilenanbrüchen 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 Flinzses, 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 Geschiebehauptsatz 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 Loisachmoors (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 Einzugsgebiets 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 Sylvensteinspeicher 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 Sylvensteinspeicher verursachte Defizit nicht ausgleichen können. Ein Teil des im Stauraum des Kraftwerkes Bad Tölz liegenbleibenden 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 Föhringer 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 Mineralkörper, 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, Radio-larite, bestimmte Basalte etc. reichern sich relativ auf dem Transportweg an, obwohl ihr Anteil am Aufbau des Einzugsgebietes verschwindend klein sein kann. Die Vollschotter 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 Leutascher 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 Rißbaches, der theoretisch einen Querschnitt durch alle im Karwendel vorkommenden Gesteinsarten bringen könnte, aber doch einige Schwerpunkte aufweist, wie z. B. Jura-gesteine aus dem Johannestal und vom Leckbach. Die Geschiebezuflur zur Isar ist infolge der Rißbachableitung 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 geschiebarm. 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 (verkieselten Diatomeenpanzerchen) ist ab Tölz festzustellen.

Der im Urzustand die gesamte Teilbreite im tiefen Tal zwischen den Endmoränenwällen bei Schäftlarn 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 Quarzschorter und der sogenannte Vollschorter 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 Lengnries (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: Geographisch-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 Ascholdinger 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. Interpraevent 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.

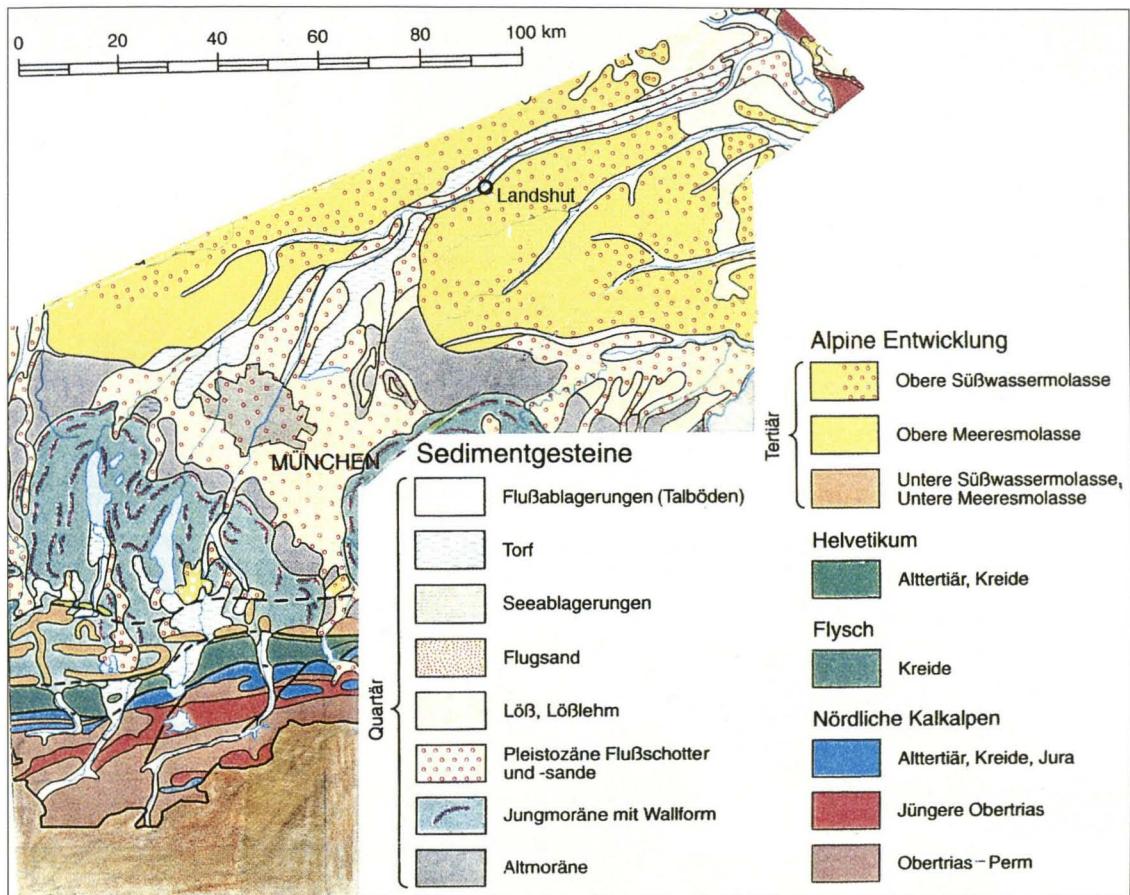


Abb. 2.2: Geologische Übersicht der Niederschlagsgebiete von Amper, Loisach und Isar.



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 Feststofferde 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 Verklausung 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 Faller Klamm – 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 kleinen 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 Freising gehörige Grafschaft Ismaning an. Das linke Land gehörte dort zu Baiern, das rechte aber zu Freising. 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 bairische Seite, als er daselbst ohnehin niederes Land hatte. Hieraus entstanden große Zwiste; ja es kam sogar zu Thätlichkeit.“

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 Korrektion der geschiebeführenden 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 Staats 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 Isarkorrektion bis 1859 zurück (K: BAY. STAATS-MIN. 1888). Sie war notwendig geworden zum Schutz

von Kulturländern, Verkehrswegen und Siedlungen. Nach langen Zeitabständen folgten später weitere Bauabschnitte, nicht zuletzt veranlaßt durch die lebhafte 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 m³/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 km² 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 Flussystem nicht ohne schmerzhafte 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 m³/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 m³/s und im Winter 3,0 m³/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 Geschiebemassen von rd. 30.000 m³ 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 Energienot nach dem Zweiten Weltkrieg gab den Anstoß, die Pläne zur Ausnutzung des Rißbaches wieder aufzugreifen; hatte doch der Alliierte Kontrollrat den Neubau von Kraftwerken untersagt und mit dem Rißbachwasser konnte die Leistung des Walchenseewerks ohne Aufstellung neuer Maschinen beträchtlich gesteigert werden. Aber auch Österreich trat mit dem Plan hervor, den Rißbach, die Dürach und die restliche Walchen – ein Teil wird bereits seit 1927 abgezogen – zum Achensee überzuleiten. Nach langwierigen Verhandlungen kam am 29. 6. 1948 ein Übereinkommen zu stande, in dem Österreich auf die Ableitung des Rißbaches verzichtete und sich mit dem Wasserbezug aus den österreichischen Teilen des Dürach- 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 m³/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 Betrgestaltung der Isar nachhaltig prägt. Wegen der Ableitungen des Rißbaches, der Dürach 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 Niedrigwasseraufbeserung 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 m³/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 · 10⁶ m³ 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 m³/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 m³/s Ausbauwassermenge. Die Anlage bewirkt keine Veränderungen des Isarabflusses, greift aber stark in den Geschiebehauptsatz 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 Eisrückzug der Würmvereisung der von Bächen gespeiste sogenannte Wolfratshausener See. Sein Ausfluß wird im Endmoränenbogen bei Schäftlarn angenommen. Ein voreiszeitlicher Isarlauf, der gegen Schaftlach zog und sich unter den Moränen des Tölzer Lobsus 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 Schäftlerner Moränenbogen dem verstärkten Wasserrandrang 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 weit hin 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 ehedem 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-

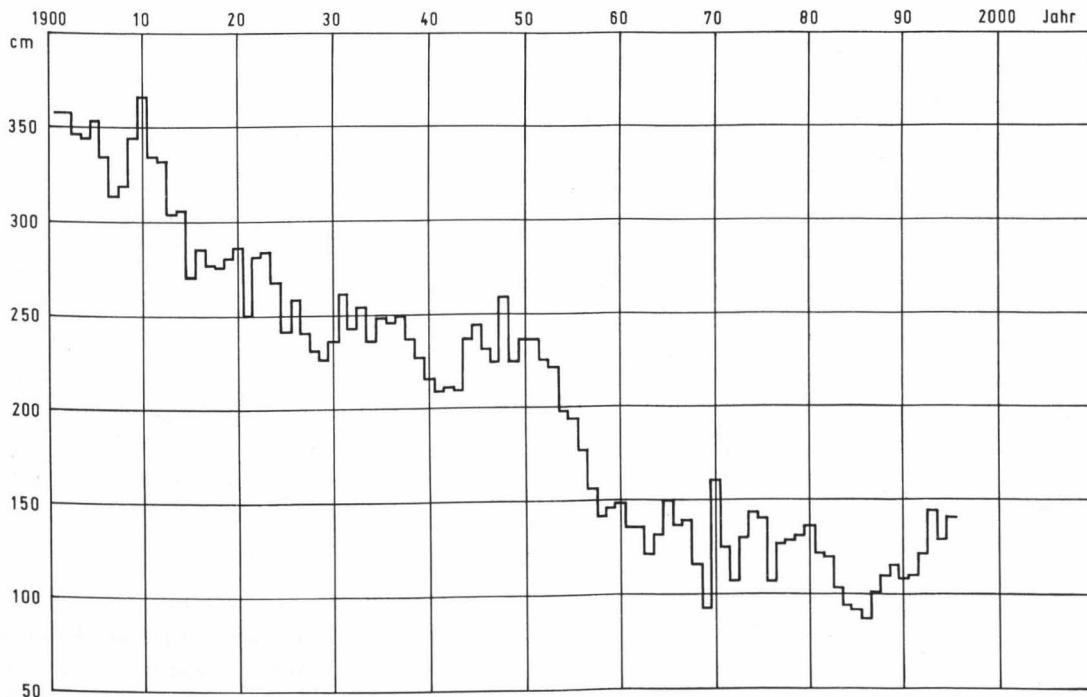


Abb. 3.2: Wasserstandsganglinie am Pegel Puppling.

fällige Abstieg der Ganglinien ist durch die Rißbachüberleitung 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 Loisachmündung 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 Kanalkraftwerke, die das Mutterbett der Isar in den Ausnützungsstrecken 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 gelegenen 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 auszubaggern, die im Staubereich 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 Ausnützungsstrecken selbst wurden in Erosionsstrecken 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-Freisingischen Markt Föhring gewaltsam hierher verlegt hat. Von nun rollten die gewinnbringenden Salzfuhrten über die neue Brücke, die dadurch zur Keimzelle der künftigen Stadt wurde. Unter den Wittelsbachern, nach der Landesteilung 1255, ist München zur bevorzugten Residenz der oberbayerischen Teilherzöge aufgestiegen. Seit dem 16. Jahrhundert wandelte sich die Bürgerstadt immer mehr zur Residenzstadt mit vielen öffentlichen Gebäuden. Nachdem 1792 die Stadtbefestigung aufgelassen worden war, entfaltete sich eine lebhafte Bautätigkeit, die auch vor den vom Hochwasser 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 Isarübergang nicht weniger als sechsmal zerstört. Als besonders schmerzliches Ereignis ist der Einsturz der steinernen Isarbrücke beim Hochwasser am 13. September 1813 in die Stadtgeschichte eingegangen. Etwa 100 Schaulustige, die auf der Brücke standen, fanden dabei den Tod.

Angesichts solcher Bedrohungen durch die Naturgewalten wollte man nicht länger zögern, einen verbesserten Hochwasserschutz in die Wege zu leiten. Ein erster 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 Hauptstadt 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 Tieferschaltung 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 entschärfe 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 Cornelius-streichwehres 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 Streichwehrfeldern 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 (HÄUSERL 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 m³/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 m³/s Wasser führende Dreimühlbach ausgeleitet. Nach 2,3 km vereinigte er sich mit dem an den Thalkirchner Überfällen beginnenden Großen Stadtbach mit 34 m³/s Gesamtabfluß. Im Zug der Errichtung der Südwerke II und III wurde der Stadtbach zum Werkkanal mit rd. 70 m³/s Fassungsvermögen ausgebaut und gleichzeitig der Dreimühlbach aufgelassen. Die Thalkirchener 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 Stadtächen 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 m³/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 Stadtächen 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 schifffbare 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 zu Stande (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 m³/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 km² 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 Sempftflutdüker und floß von hier über den Sempftflukanal zur Isar zurück.

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

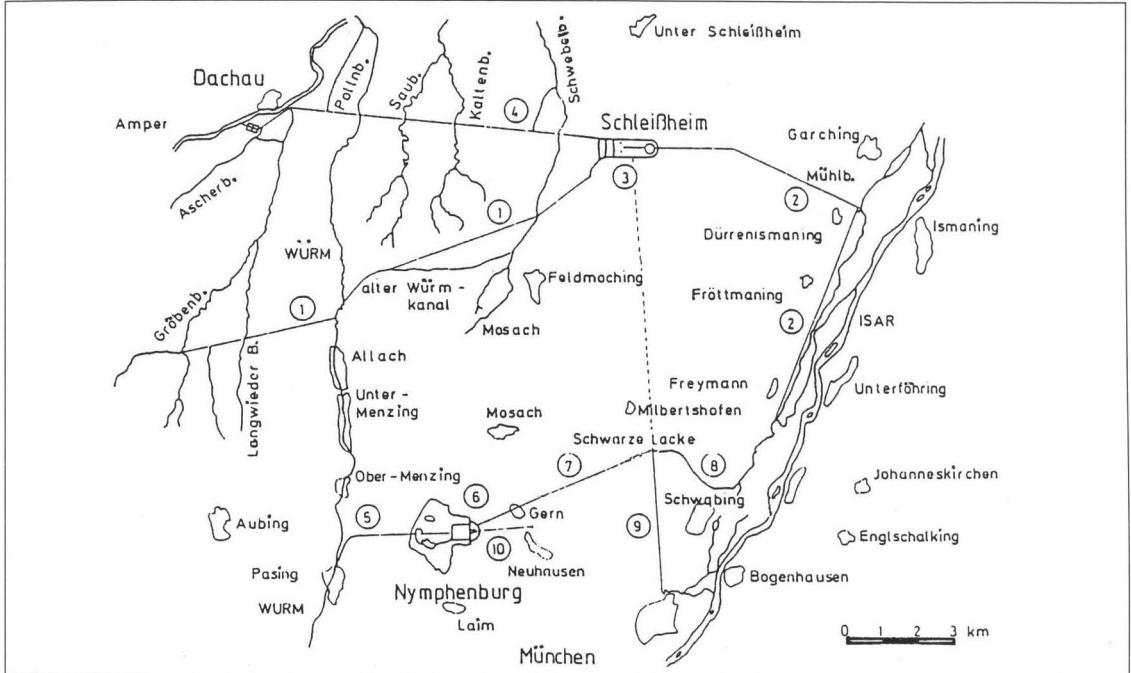


Abb. 3.3: Das Kanalsystem im Münchener Raum, aus der Zeit um 1790

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 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 m³/s ausgebaute Werk (das heutige Uppenbornwerk I) in Betrieb. Außer dem Kanalwasser vom Pfrombach fließen ihm über die erwähnte Bauwerksgruppe bis 70 m³/s aus der am Moosburger Wehr gestauten Isar einschließlich der Amperüberleitung (max. 30 m³/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 Ausgleichsweihern 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 Korrektion 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 Unterföhring abwärts ein nach neuen Grundsätzen gestaltetes Bett mit wechselweisen Krümmungen und Gegenkrümmungen.

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

Flußschleifen wurden durchgestochen; von beiden Seiten her ins Flußbett vorgestreckte Buhnen 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 Buhnenköpfen 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 aufgehängter Faschinenbündel die vom Fluß herangeführten Feststoffe gezielt zur Ablagerung zu bringen und damit die Anlage billigerer Leitwerke vorzubereiten. Die an der Isar entwickelten sog. Wolschen Gehänge haben sich bewährt und in aller Welt Eingang in den Flußbau gefunden (KIRGIS 1962). Zur abschließenden Festlegung der Ufer dienten Faschinensäulen 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 Flinz 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 Grundschrallen 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 Grundschrallen sind 12 im Stau des Oberföhringer Wehres untergegangen; die restlichen 44 Bauwerke erstrecken sich vom Wehr bis Acherling.

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 geschiebefreien 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 Geschiebedargebot 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 Fähr- 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. Diese 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 Deicanlagen 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 duldet die Erneuerung des kriegszerstörten Ludwigswehres keinen langen Aufschub. Zweitens galt es, die schlimmen Engpässe in der Energieversorgung möglichst rasch zu linden. 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 Hochwasserrfreilegung von Landshut einzubinden (SCHEURMANN 1970).

Kernstück des Unternehmens ist die 400 m³/s Wasser fassende Flutmulde, die bei Fl. km 79 von der Isar abweigt, in einem weiten Bogen um das zu schützende Gebiet herumführt und in die alte, aber erweiterte südliche Bahnhofsflutmulde übergeht. Um einen geregelten Wasserübertritt aus dem Isarbett sicherzustellen, wurde bei Fl. km 78,5 eine Stützschwelle 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 Ludwigswehr 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 m³/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 Pfertrachregulierung zwischen Altdorf und Landshut und die Verlängerung des Hammerbachs bis zur Stützschwelle 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 Mündungsbereich, 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 Hebeungsstruktur 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 Entwässerungsanäle 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 Korrektion 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 verwildernten, alle Kulturen durch Versumpfung, Überkiesung und Übermurung 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 wichen bald einer nüchterneren Einschätzung des Erfolgs. Die Korrektion der Isar zog nämlich lebhafte Massenverlagerungen nach sich, die grob gesprochen von Landshut bis Mamminger 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 trocken gefallen waren. Ursprünglich hatte man die Wasserkraft mittels Schiffsmühlen 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 schwelfähigen Kraftwerkstreppe von 9 Stufen bei 270 m³/s Ausbauwassermenge zu nutzen. Die Werke Altheim und Niederaichbach gingen nach zweijähriger Bauzeit 1951 in Betrieb; sechs Jahre später folgten die Stufen Gummerring 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 Geschiebetriebs 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 m³ 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 Stützschwellenkraftwerk bei Gottfrieding (Fl. km 41,6) mit 100 m³/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 m³/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 m³ 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 Stützschwellenkraftwerks 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 Denkanlässen 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, Ettling, Pielweichs und Isarmünd mit 195 m³/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 Naturreservat im untersten Abschnitt der Isar verzichtet. Lage

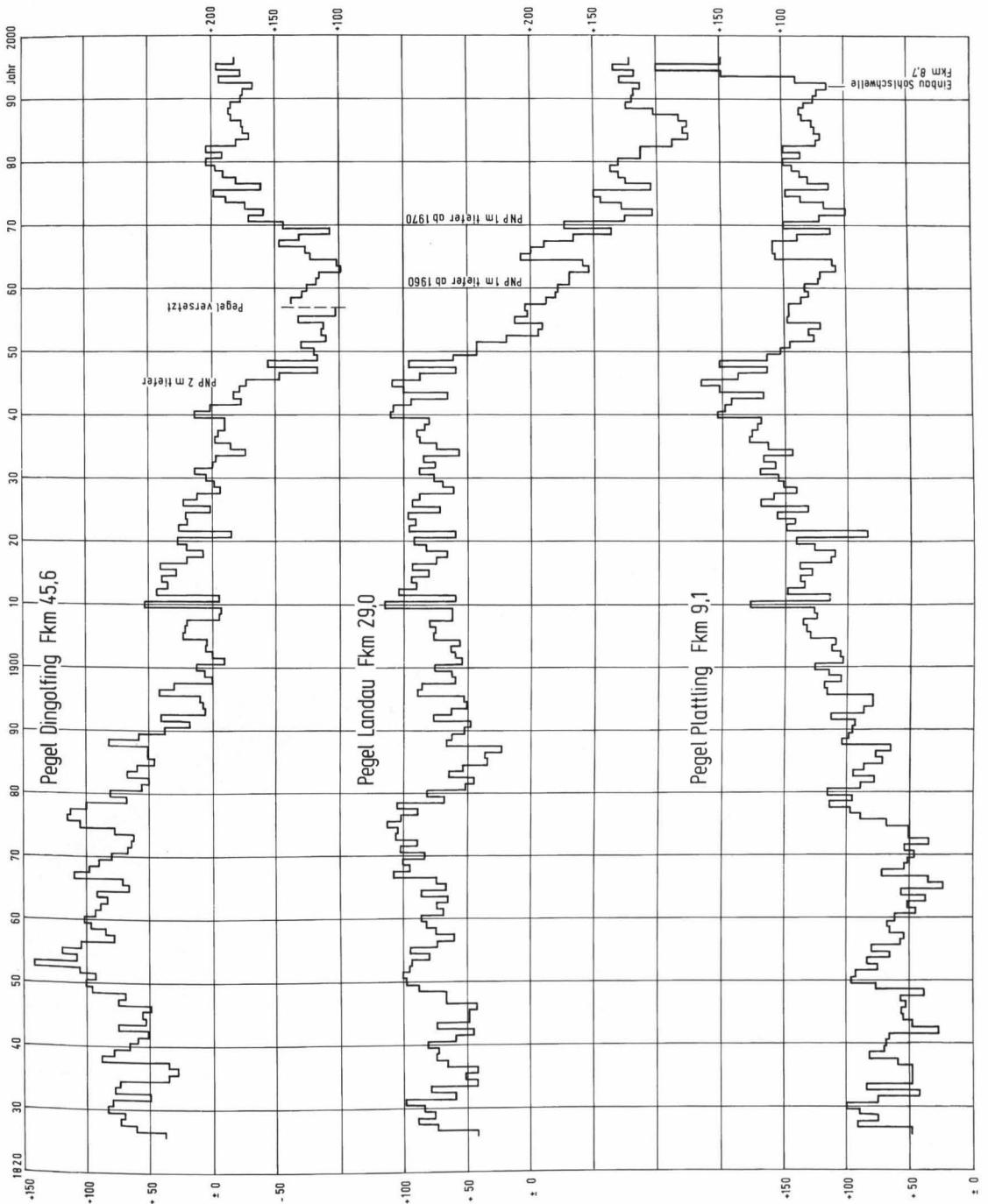


Abb. 3.4: Wasserstandsganglinien an den Pegeln Dingolfing, Landau und Plattling.

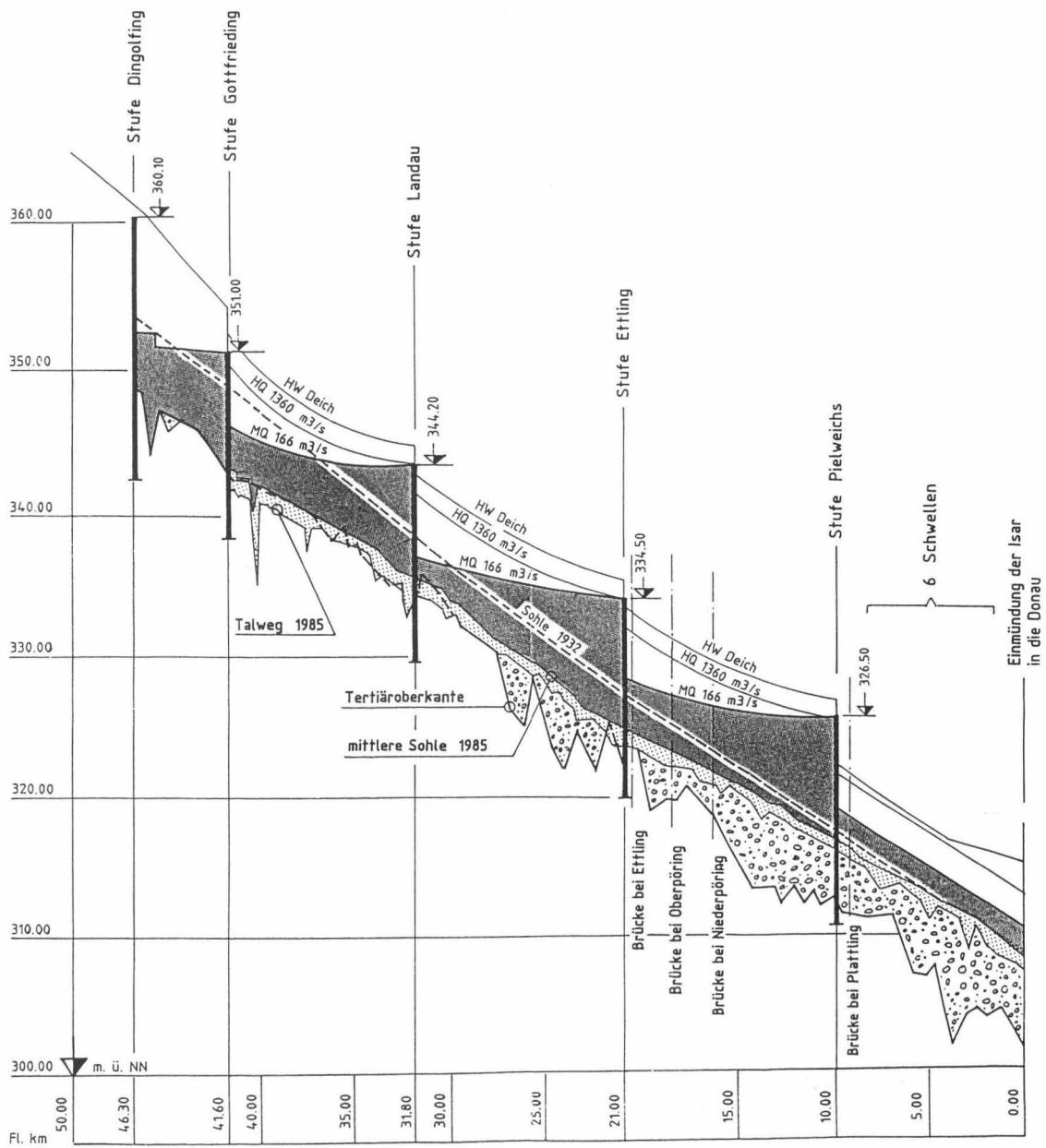


Abb. 3.5: Längsschnitt der Isar von Flusskilometer 0.00 (Mündung in die Donau bis Flusskilometer 46.30 (Stufe Dingolfing). Quelle: Faltblatt Stützkraftstufe Landau, 2. Auflage. Hrsg. Freistaat Bayern Wasserwirtschaftsamt Landshut und Ostbayerische Energieanlagen GmbH & Co. KG Regensburg, o.J.

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 Grundschwellen 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 unterworfen 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, Talsperren und Flußkraftwerkstreppen. Festschrift zu Kongress und Ausstellung „Wasser“. Berlin.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.) (1983): Ökotechnische Modelluntersuchung Untere Isar. München.
- Diepolder, G. (1969): München. In: Bayer. Geschichtsats. 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): Stützschwellenkraftwerke. 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 Ascholdinger 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 Stadtälle. In: Die Isar, ein Lebenslauf. Hrsg. von M. L. Plessen. München.
- Kortmann, H. (1966): Die Nutzung der Wasserkräfte an den Münchner Stadtälchen im Wandel der Zeit. Unveröff. 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. Unveröff. 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 Rißbaches 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 Großkraftwerk „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 Hinterautal 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.

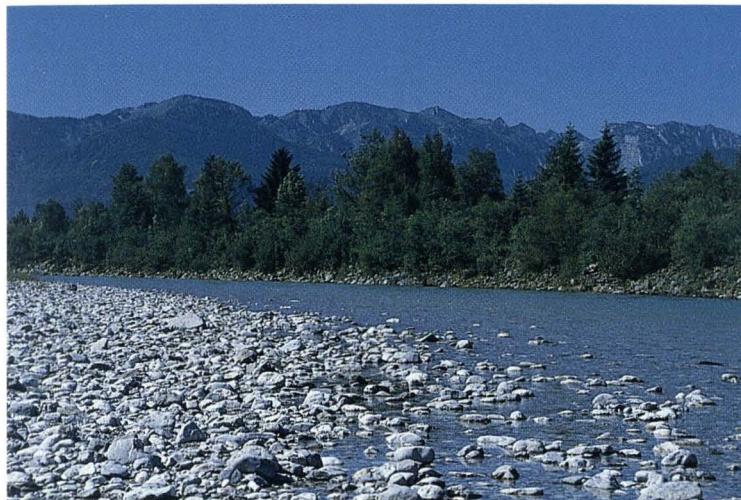


Abb. 3.12: Bereits bei Lenggries macht sich die Geschieberückhaltung im Sylvensteinspeicher mit deutlicher Sohlentiefung bemerkbar.



Die Isar von Bad Tölz bis München-Bogenhausen

Abb. 3.13: Die mangelnde Geschiebefracht führt in der Ascholding-Pupplinger-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 eingeschwängt 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.

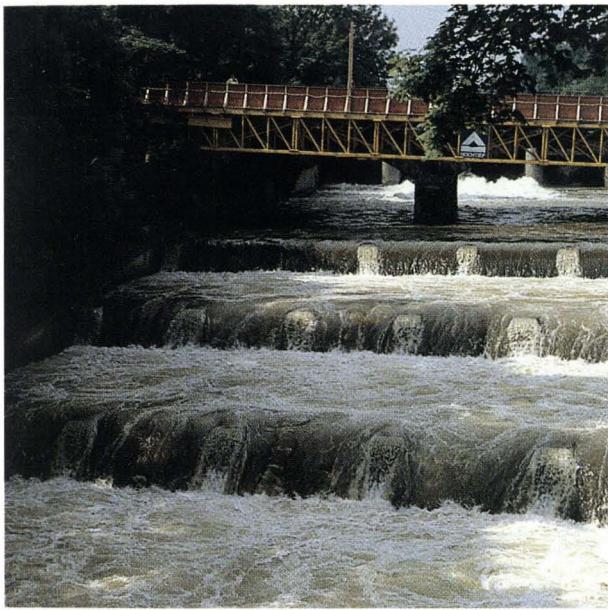


Abb. 3.18: An der Maximiliansbrücke in München wird die Isar gestaut. Vor 100 Jahren war die Anlage noch mit einer Floßgasse versehen worden.

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



Abb. 3.20: Unterhalb der Maximiliansbrücke muß die Isarsohle 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.

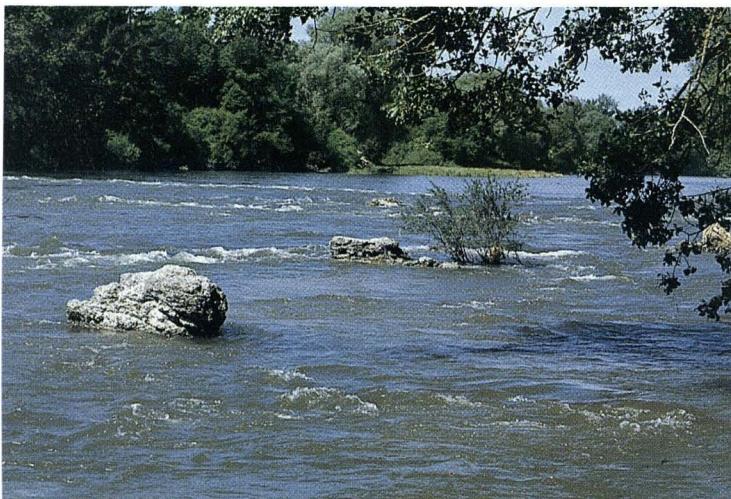
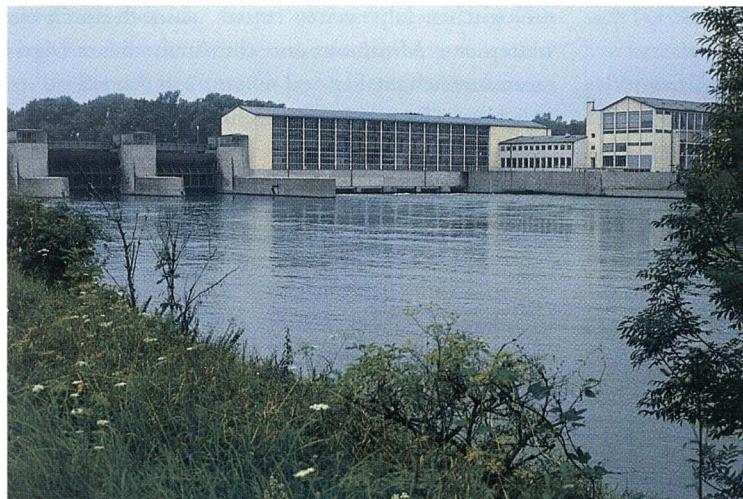


Abb. 3.22: Oberhalb von Landshut schützt bei den „Sieben Rippen“ eine natürliche quartärzeitliche Nagelfluhbank die Isarlsohle gegen die Eintiefung.



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.

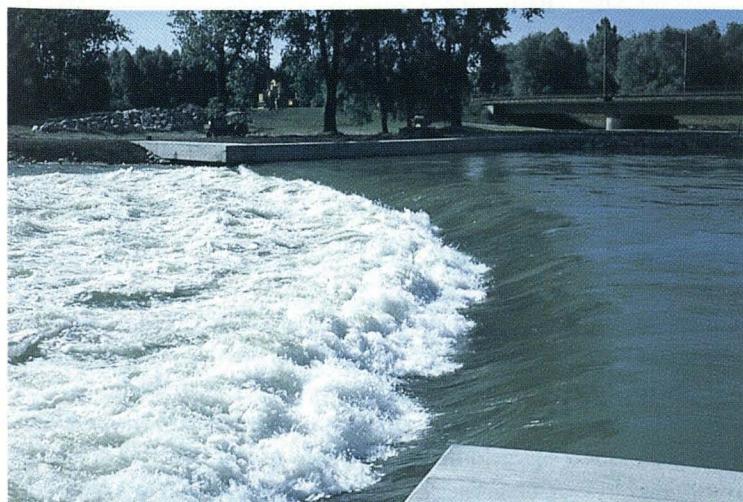
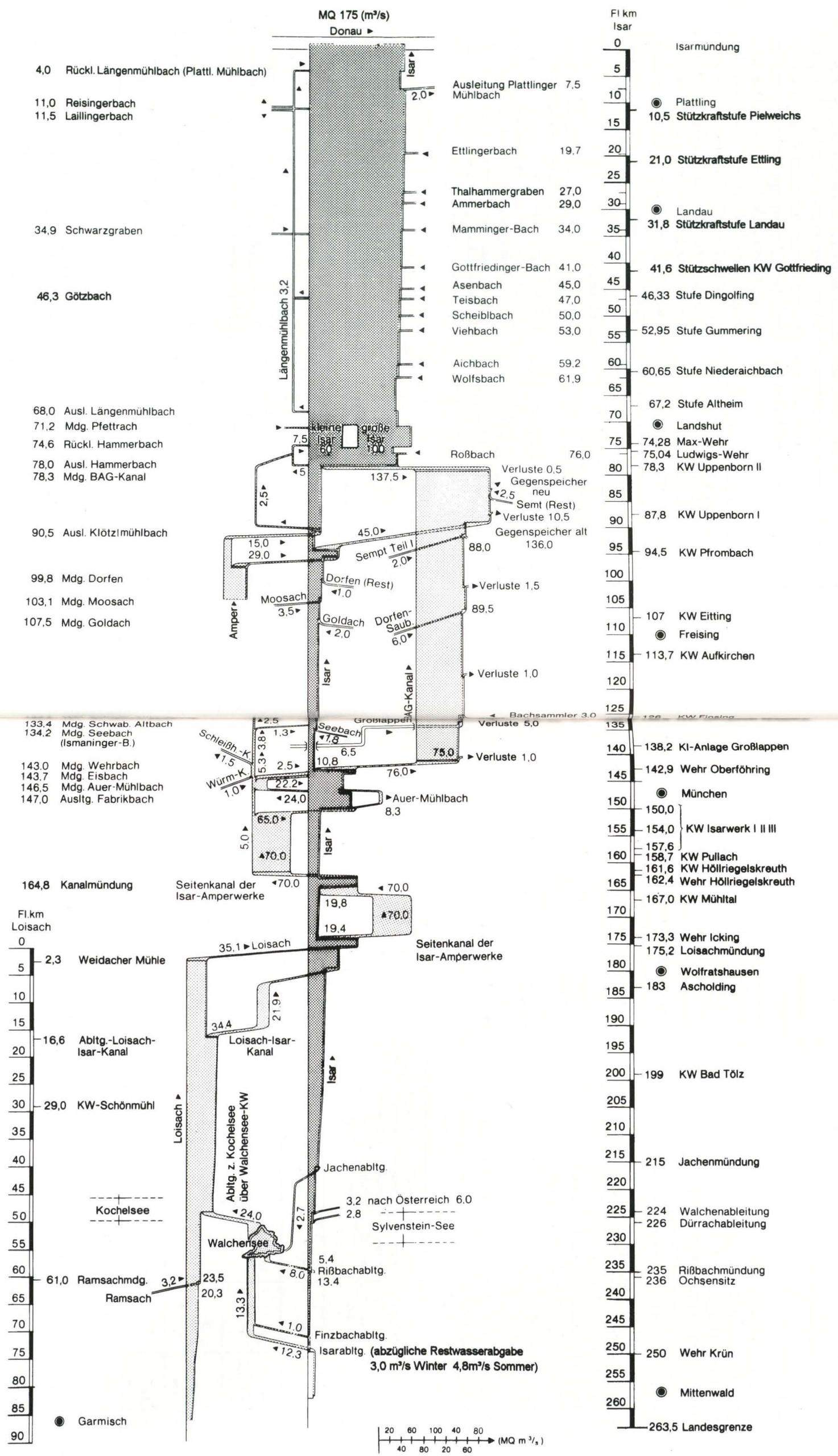


Abb. 3.26: Von Plattling abwärts wird die Flusssohle mit Grundschwellen gegen die Eintiefung gesichert.

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 sommernkalt 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_5), Ammonium (NH_4) und Gesamtphosphor (P-gesamt), so stellt sich die Isar im Oberlauf und im Stadtgebiet München als ein gering belastetes Fließgewässer dar. Erst unterhalb der Abwassereinleitungen 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 Phosphatkonzentrationen 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 Meßgrößen

	Isar, Mitten- wald oh. Leutasch km 260	Isar, Baier- brunn km 163	MIAG - Kanal, Unter- föhring km 145	MIAG - Kanal, Nieder- neuching km 128	Isar, Moos- burg km 96	MIAG - Kanal, Hofham km 80	Isar, Dingol- fing km 46	Isar, Plattling km 9
Mittlere T ($^{\circ}$ C)	5,2	10,7	12,7	11,4	11,3	11,6	13,8	13,6
Temp., 90-Per- zentil ($^{\circ}$ C)	9,4	18,1	20,9	20,0	18,3	20,2	21,0	22,0
Leit- fähigkeit μ S/cm	208	348	350	392	518	459	480	447
BSB_5 (mg/l)	<1,2	<1,5	<1,7	2,8	<1,8	2,6	2,4	2,3
NH_4 -N (mg/l)	<0,033	<0,034	<0,027	0,168	<0,056	0,167	0,117	<0,063
NO_3 -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 Ammonium-Stickstoffs 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 Nitrateintrag 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 Verabschiebung 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 (Gütekasse III), Bad Tölz (Gütekasse IV), München (Mittlerer-Isar-Kanal: Gütekasse III), Freising (Gütekasse IV) und Landshut (Gütekasse 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 Gütekasse II.

GEWÄSSERBESCHAFFENHEIT in BAYERN

Gewässer: ISAR
 Parameter: 1625A * BESCHAFFENHEIT *

Geßstelle: PLATTLING BR. B 8 169.5.100.20 = F209

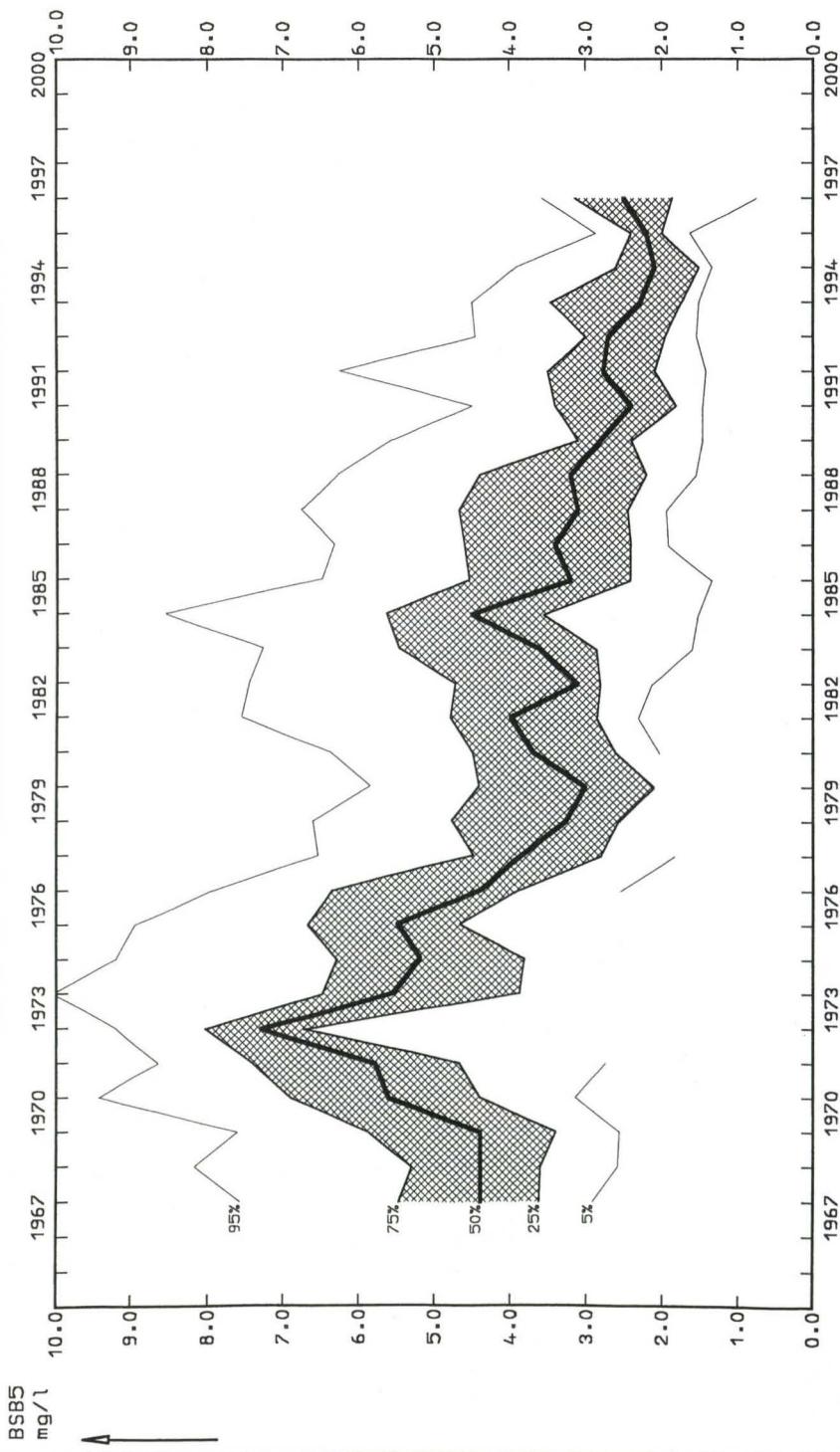


Abb. 5.1: Entwicklung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB_5) in der Isar bei Plattling (Jahresmittelwerte 1967-1996); der BSB_5 ist ein Maß für die Belastung eines Gewässers mit biologisch abbaubaren organischen Stoffen.

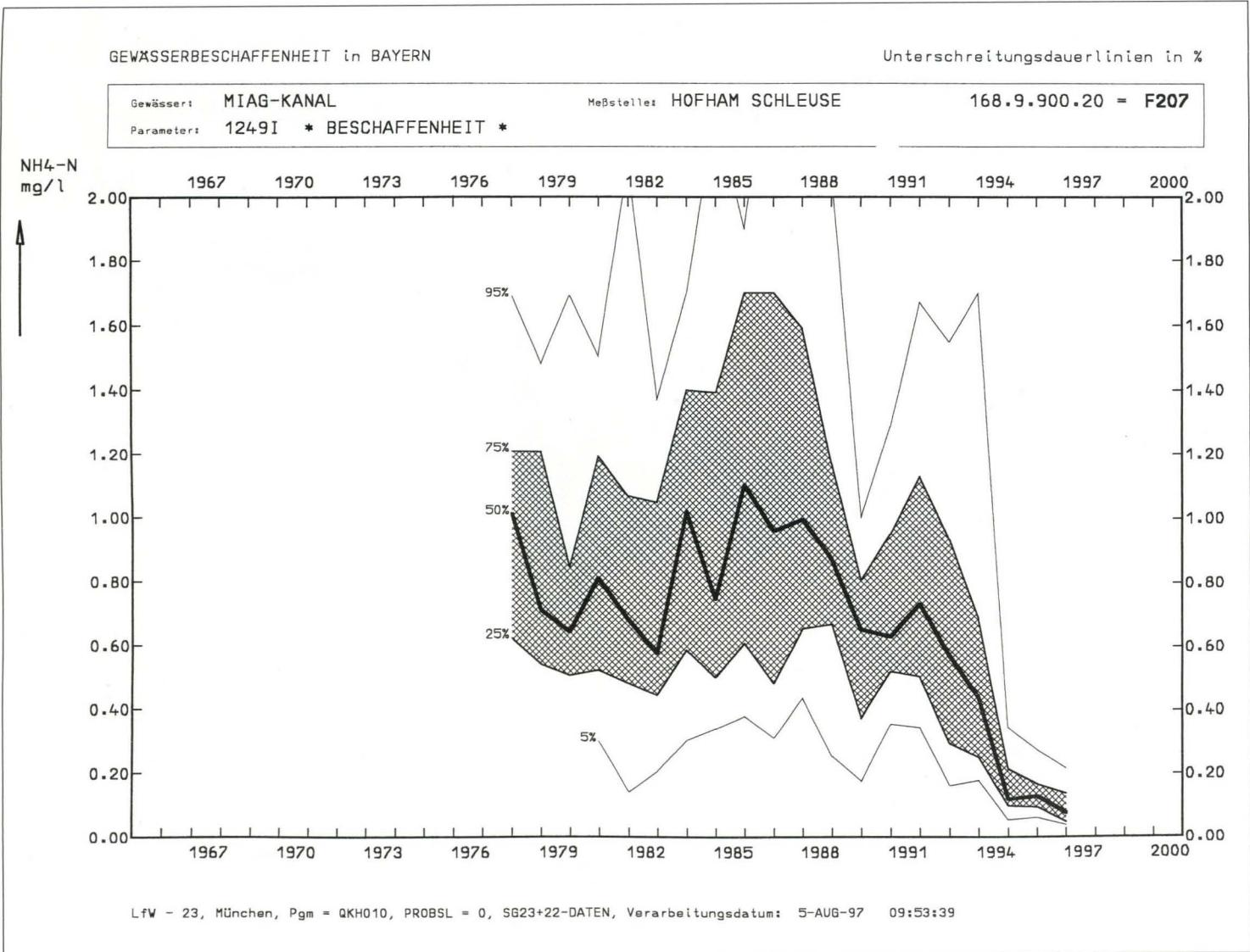
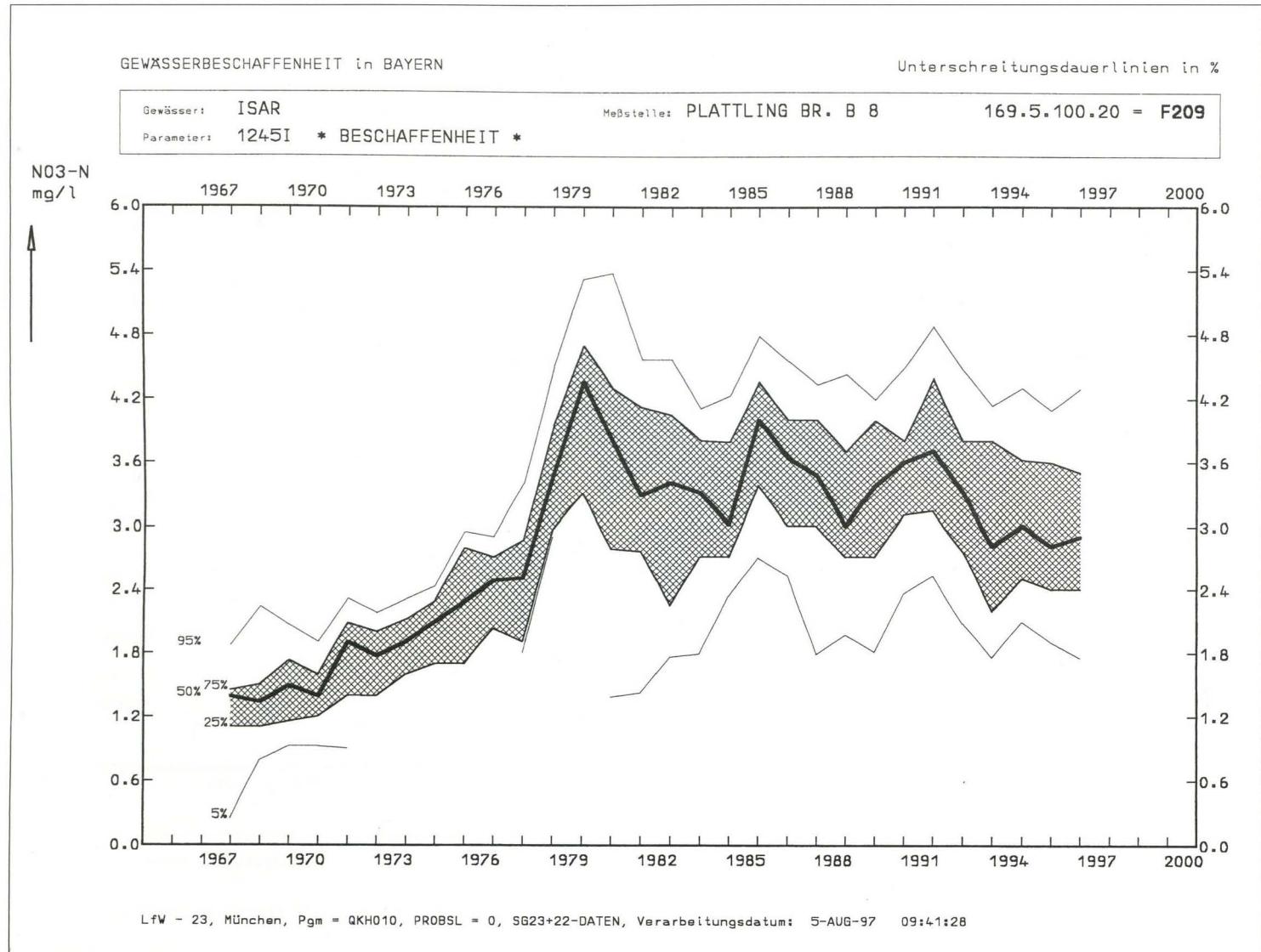


Abb. 5.2: Entwicklung der Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs im MLAG-Kanal oberhalb Landshut; Jahresmittelwerte 1967-1996.

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



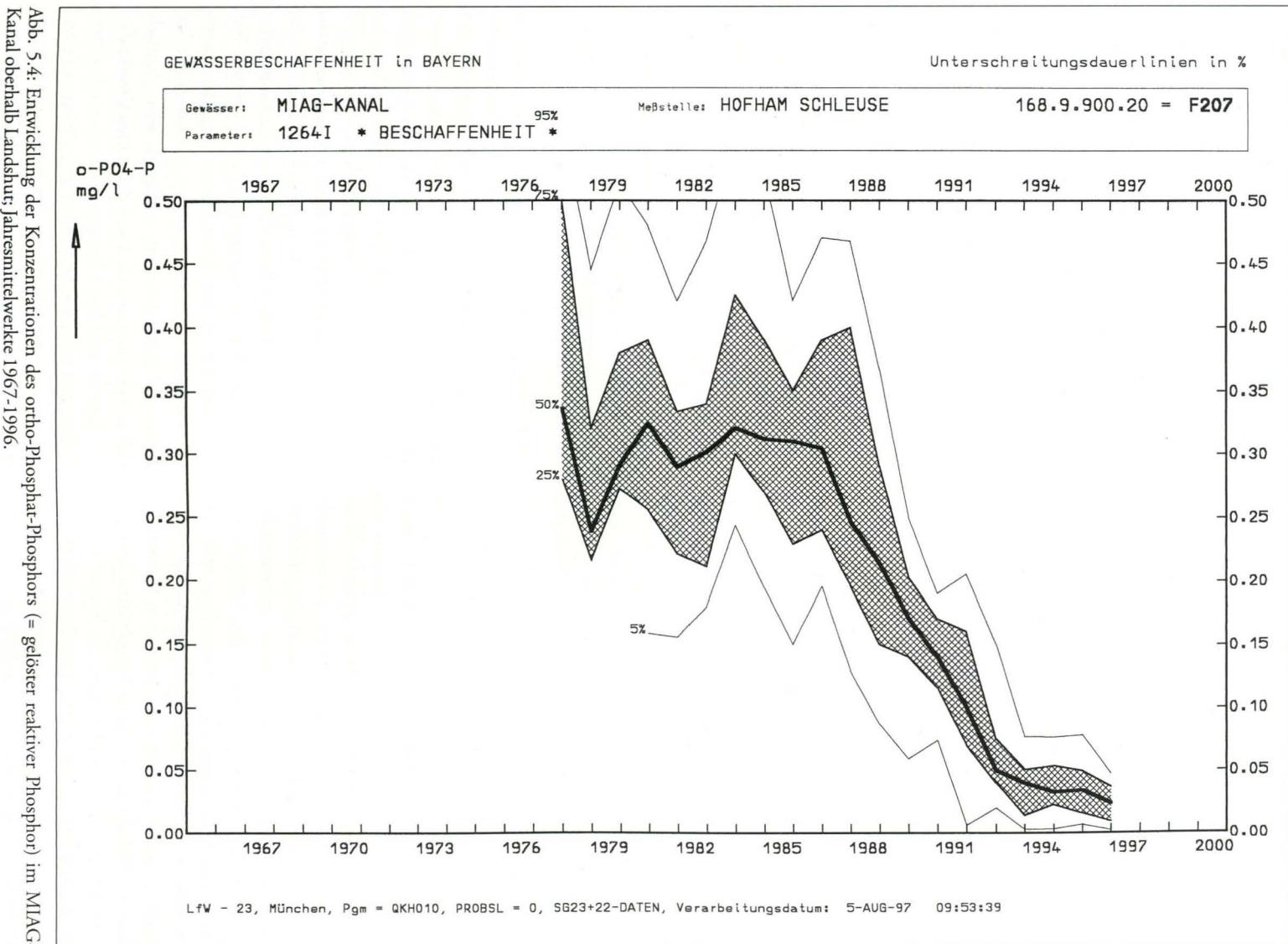


Abb. 5.4: Entwicklung der Konzentrationen des ortho-Phosphat-Phosphors (= gelöster reaktiver Phosphor) im MIAG-Kanal oberhalb Landshut; Jahresmittelwerte 1967-1996.

In der aktuellen Gewässergütekarte aus dem Jahre 1995 ist das Sanierungsziel, die Gewässergütekasse II, fast durchgehend erreicht. So weist die Isar selbst nur mehr unterhalb von Bad Tölz auf einem kurzen Stück Gewässergütekasse II-III auf; überdies verlängerte sich die oberhalb gelegene nur gering belastete Fließstrecke der Gütekasse I-II. Neueste Erhebungen (April 1997) zeigen, daß nun auch die Strecke unterhalb von Bad Tölz in Gütekasse II einzustufen ist. Einzig der Mittlere-Isar-Kanal ist zwischen München und der Amperüberleitung bei Moosburg durchgehend kritisch belastet (Gütekasse 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 Bettssedimente 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 gleichzeitig 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 Teirlückeleitung 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
Flohkrebs (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 bevorzugenden 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 Fließgewässerbiozönosen 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 Biozönosen 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 Teirlückeleitung der Oberen Isar am Krüner Wehr hat wesentlich zur Wiederansiedlung und Bestandssicherung 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 Chironomidae (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).

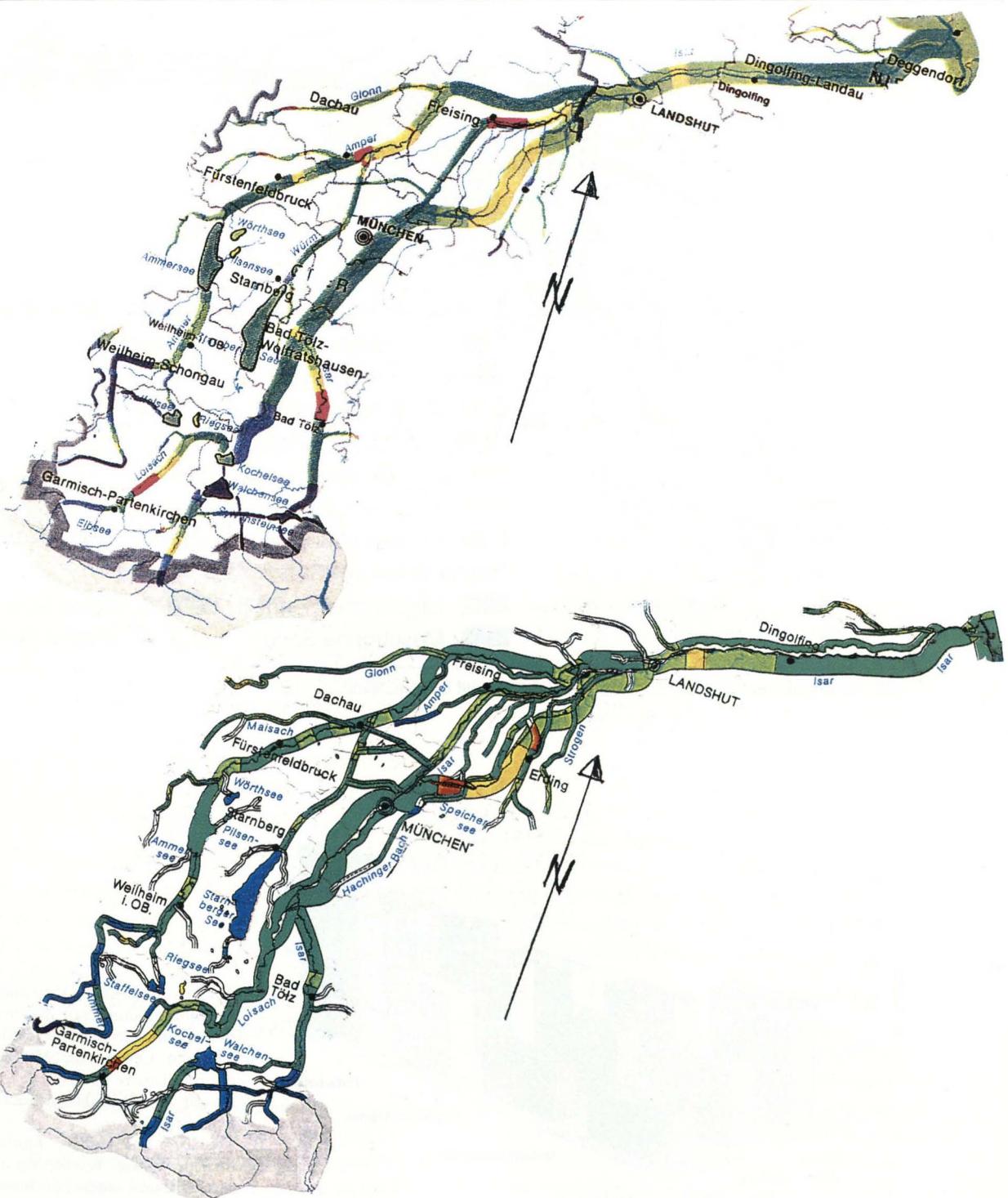


Abb. 5.5: Die biologische Gewässergüte von Isar, Amper und Loisach. Stand 1973 (oben) und 1984 (unten). Legende siehe Seite 60

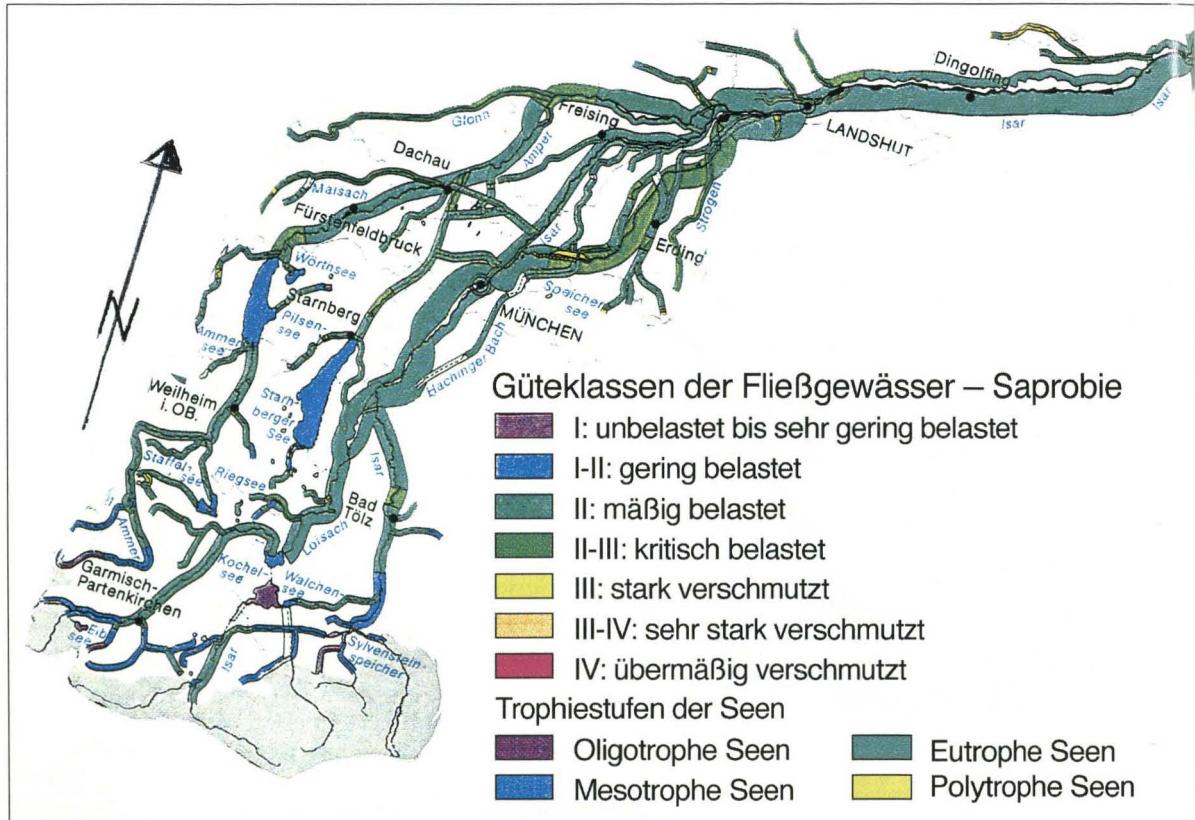


Abb. 5.6: Die biologische Gewässergüte von Isar, Amper und Loisach. Stand im Jahre 1995.

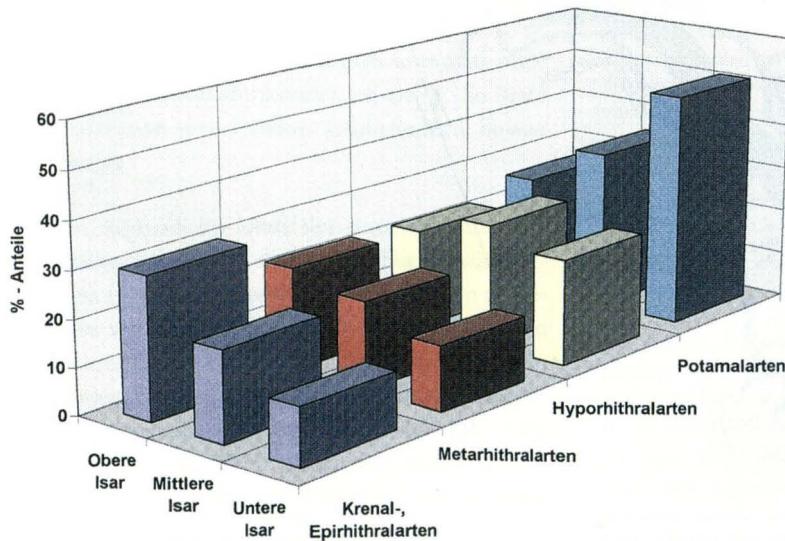


Abb. 5.7: Prozentuale Verteilung der biotopgebundenen Zoobenthonorganismen in den 3 Isarabschnitten Obere Isar, Mittlere Isar und Untere Isar; Anteile der für die einzelnen Flußregionen typischen Arten.
 Krenal = Quellregion, Epirhithral = Obere Forellenregion, Metarhithral = untere Forellenregion, Hyporhithral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

6 Die Vegetationsverhältnisse

Peter Jürging und Thomas Schauer

Bevor der Mensch das Flussystem 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 neu entstandenen 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 dramatische Reduzierung der natürlichen Geschiebedynamik und die Hochwasserfreilegung ganzer Tallandschaften. Vielerorts 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 bedingen, 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 schwerpunktsmäßige 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 Schneeholz-Kiefernwälder erwähnt, die im Oberlauf die Stelle der Hartholzaue 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

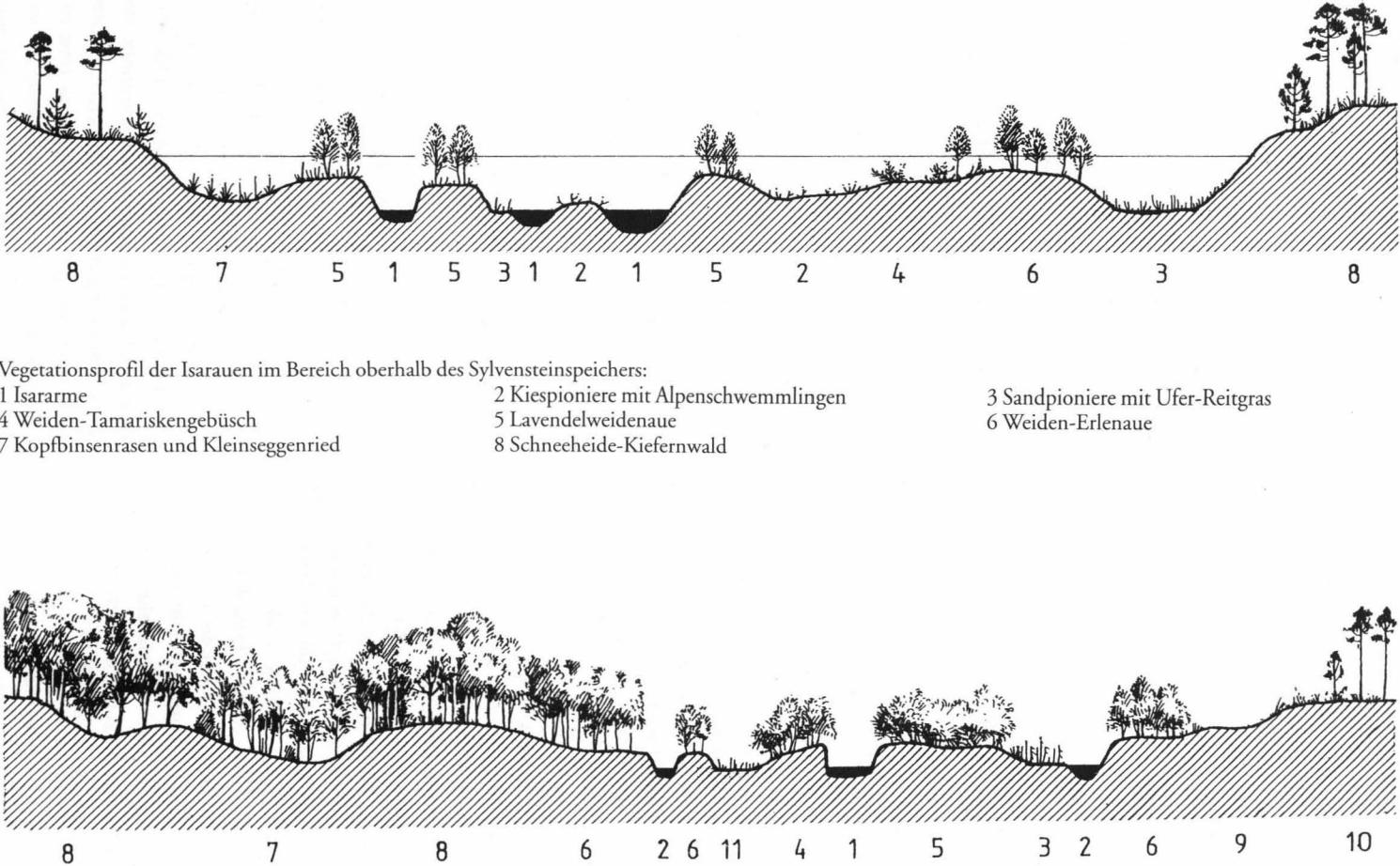
Die Auenvegetation der Isar ist in dem oberen Laufabschnitt noch am stärksten von dem alpinen Wildflußcharakter geprägt (Abb. 6.3). So finden wir in dem weitläufigen System der Kies- und Sandbänke jüngste Pionierstadien mit spärlicher Vegetation neben gut entwickelten Strauchweidenbeständen mit fast 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 Schneeholz-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 ehemalig uneinge-

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



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 Ascholdinger- 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 Pionervegetation der offenen Kies- und Sandbänke

Geschiebetransport und Geschiebeumlagerung während großer Hochwasserereignisse schaffen neue, offene Kies- und Sandflächen, auf denen sich nach und nach eine Pionervegetation (Abb. 6.4) ansiedelt. Zunächst sind es viele ein- und zweijährige Arten wie Einjähriges Rispengras (*Poa annua*) oder Kleines Leinkraut (*Chaenorhinum minus*). Eine typische Pionerpflanze 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 (*Kerneria 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 (*Mycetaria germanica*) ein. Sie leiten das nächstreifere Sukzessionsstadium der Auenentwicklung ein.

Die Pionervegetation 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 Pionervegetation, 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 Pionervegetation 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 Ascholdinger- 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 Ascholdinger- 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 schüttere Pioniergebäude, in der Gehölze nur sehr sporadisch auftreten, folgt ein gehölzreiches Stadium mit Tamariske (*Myricaria germanica*), Lavendel- 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 Hochwassereignis 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*), Zwerp-Glockenblume (*Campanula cochlearifolia*) 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 zwergwüchsigt bleibt. Auf durchfeuchten, 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 cannabinina*) 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 Silberweidenäue abgelöst. Ausgedehnte Bestände der Lavendelweidenäue 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 Lavendelweidengebüsche ausgebildet. Heute, nach der Teirlückleitung 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 Grauerlenäue

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 Grauerlenäue förderlich sind, beschränken sich im Oberlauf der Isar nur auf kleine Flächen, die meistens im Mündungsreich von feinmaterialliefernden Zubringern liegen. Die Grauerlenäue gewinnt erst im späteren Verlauf der Isar, wo auch durch Geschiebeabrieb vermehrt Feinmaterial entsteht, an Ausdehung. Als Begleitarten treten in der Grauerlenäue 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 fortgeschrittenen Bodenbildung für diese anspruchsvollen Laubbäume 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-warmer, 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, zwergschreichen 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 Spirkie (*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 feinerdarem Grobschotter können sich Kiespioniere wie Silberwurz (*Dryas octopetala*), Schnee-Pestwurz (*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 Hochwassereignissen alte Gerinne und Seitenbäche teilweise zugeschottert 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. So wohl 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 Kopfbinsenriede (*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 Oberföhringer 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 engen 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 Staubereiche 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 Brennnessel (*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 Gleituferbereiche beschränkt. Ab der Wasserrückleitung aus dem Mitteren Isarkanal sind bis

weit unterhalb Plattling, also bis in den Mündungsbe- reich, 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 Gebüschoformationen, vorwiegend aus Weiden, Erlen und Papeln, 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 Weichholzauen, direkt am Wasser geprägt von Strauchweiden, die landeinwärts in Baumweiden- und anschließend in Weiden- und Grauerlenwälder übergehen, und von seltener überfluteten Hartholzauen, von der Eschenäue 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.

Weichholzauen

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 Weichholzaue kommen heute nur noch kleinflächig vor und haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Mündungsgebiet. Im Gegensatz zur Isarstrecke vor München fehlen Lavendel-Weiden (*Salix eleagnos*) weitgehend.

Ebenfalls auf flussnahen, jungen und somit unreifen Flussablagerungen mit regelmäßigen Überschwemmungen und damit einhergehenden Ablagerungen von nährstoffreichem Schlick, 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 Rauhaarigem Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), mit Fluss-Greiskraut (*Senecio fluvialis*), 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 Kopfwiesen zeugen. Bereits 1902 wurden nach LINHARD (1964) in die Silberweidenaue 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 Heckenkraut (*Circaea lutetiana*), Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*), Riesen-Schwingel (*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 Hochwassereignissen 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 Flußkorrektion 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 (*Circaeae lutea*), 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 Eschenauen landwirtschaftlich genutzt.

Großflächig zusammenhängende, naturnahe Eschenwälder existieren noch an der unteren Isar bei Niederpöring, 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 ausgedeicht 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 Eschenaue 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 Isarmünd, 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*), Sumpf-Segge (*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 Ettling meist kleinflächig, da sie im Laufe der Zeit vielerorts durch land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen verdrängt wurden. Erst ab etwa Niederpöring 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 (*Leucojum vernum*, 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 Ei-senhut (*Aconitum napellus*), Grünliche (Abb. 6.24) und Weiße Waldhyazinthe (*Plantanthera chlorantha*, *P. bifolia*), Schwarze Akelei (*Aquilegia atrata*) und Filz-Segge (*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-Schwingel (*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 Gebüschoformationen

Auf Röhböden der ehemaligen Weichholzaue, die infolge der Grundwasserabsenkung trocken gefallen sind, haben sich nach SEIBERT (1962) lockere Gebüschoformation 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 Eschenau 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 Gebüschoformationen sind, bis auf das Mündungsgebiet, immer wieder eingestreut in den früheren Weichholzauen 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 Brennenvegetation 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 (*Plathanthera 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 verkrustete 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 (*Callitrichia 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 Altgewässern mit schlammigen Grund eindeutig die Teichrose (*Nuphar lutea*) vor, die mitunter ihre Schwimmblätter flächendeckend ausbreitet. Auch größere Wasserstands Schwankungen 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 Pionierröhricht

aus Breitblättrigem Rohrkolben (*Typha latifolia*), durchsetzt von Schwanenblume (*Butomus 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 Pionierröhrichte 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 Dörfer. Hier bestimmen auf schlammigen Standorten u.a. Röhrichte des Großen Wasserschwaden (*Glyceria maxima*), des Aufrechten Igelkorbens (*Sparganium erectum*), des Kalmus (*Acorus calamus*) und vorgelagert ausgedehnte Bestände der Wassermelze (*Mentha aquatica*) und des Tannenwedels (*Hippuris vulgaris*, Abb. 6.34) die Auflandungsvegetation.

Die z.T. sehr großen Altgewässer, z.B. in der Pöringer Schweige, 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 Sumpfsegge (*Carex acutiformis*) durchsetzt. In Bereichen, die längere Zeit trockenfallen, tritt neben dem Schilf das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) dominant auf. An trockenfallenden, feinsandig-schlickigen Uferbereichen können sich bei länger anhaltenden Trockenperioden sehr schnell kurzlebige Schlammlingsfluren 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 linksseitigem 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 Gehölzsiedlung 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*), Kantiger Lauch (*Allium angulosum*), Aufrechte Waldrebe (*Clematis recta*), Gemeine Natternzunge (*Ophioglossum vulgatum*) sowie etliche Orchideen wie z.B. Echte Sumpfwurz (*Epipactis palustris*), Große Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*) und Steifblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza incarnata*).

Auf nährstoffreicherem Boden 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-Schmieie (*Deschampsia cespitosa*), Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*) und Wolligem Honigras (*Holcus lanatus*) geprägt, in die sich u.a. Sumpf-Platterbse (*Lathyrus palustris*) und Kantiger Lauch (*Allium angulosum*) eingeschoben 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): Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen.- Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), Laufener Forschungsberichte Nr. 3.

- Hofmann, J. (1883): Flora des Isargebietes von Wolfratshausen 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 Standortsverhältnisse.- 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 Wildflüßlandschaft.- Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, 55 Jg., München.
- Schauer, Th. (1998): Die Vegetationsverhältnisse an der Oberen Isar vor und nach der Teilrückleitung.- 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.

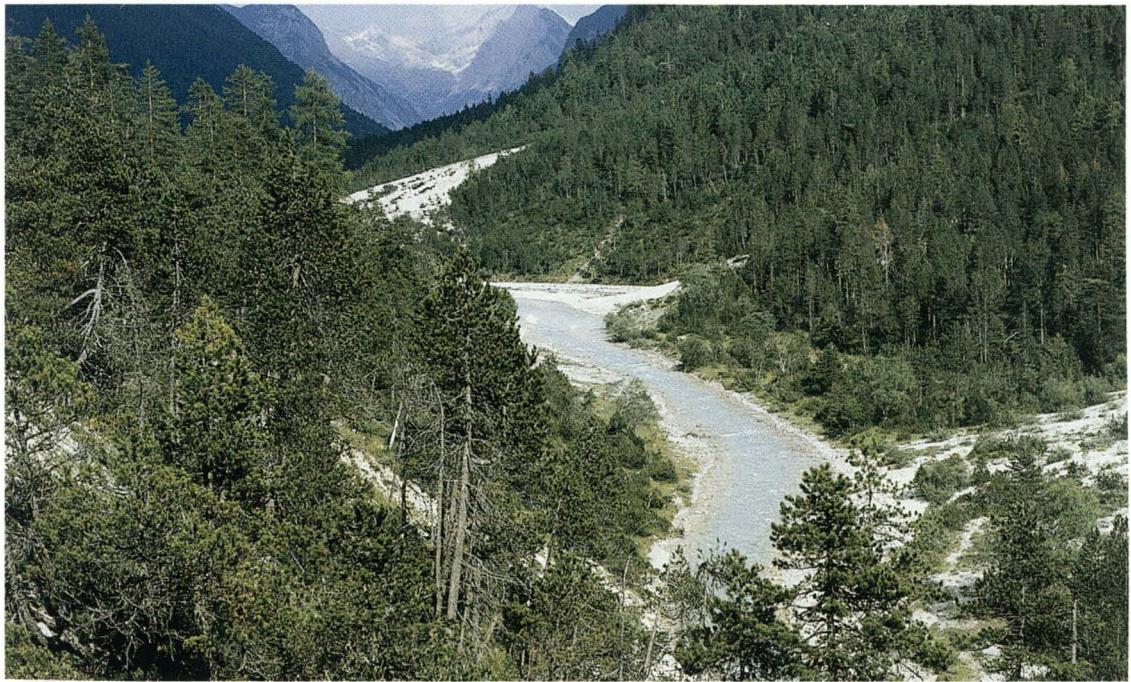


Abbildung 6.2: Die Isar als kleiner Wildbach im Hinterautal im Karwendel.



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 Kelch-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 Schneeheide-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.

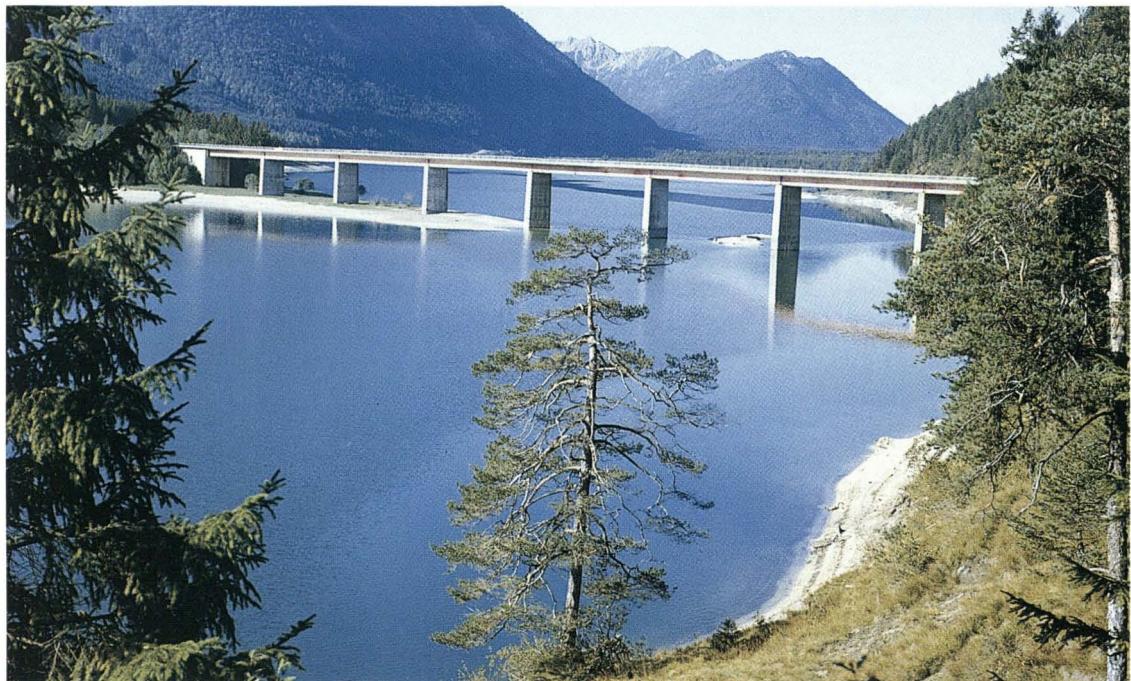


Abbildung 6.9: Der Sylvensteinspeicher wirkt als Geschiebefalle. Dadurch verliert die Isar ein wesentliches Merkmal eines Wildflusses.

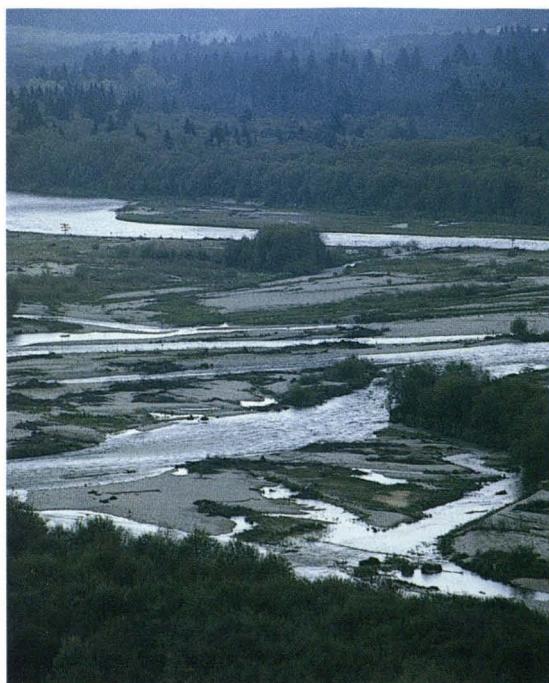


Abbildung 6.10: Die Isar bei Puppling im Jahre 1984 mit vielen kaum bewachsenen Kiesbänken.

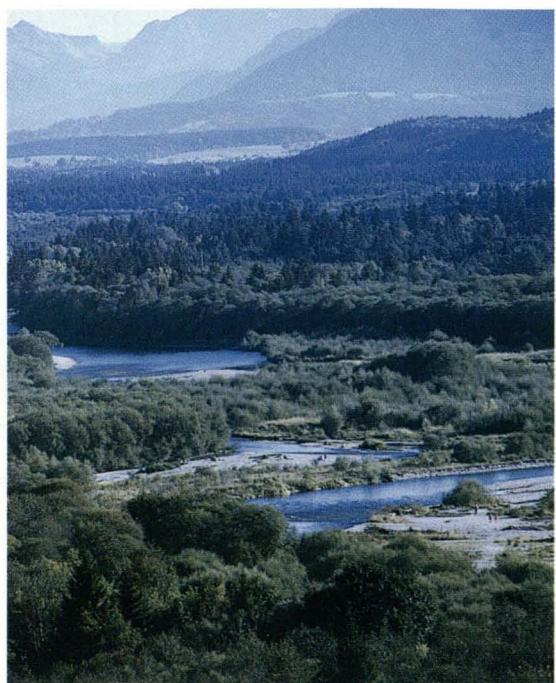


Abbildung 6.11: Die Isar bei Puppling im Jahre 1988 mit beginnender Verbuschung.



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



Abbildung 6.13: Der Haarblättrige Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*) - hier im Bereich der Ascholdinger 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.

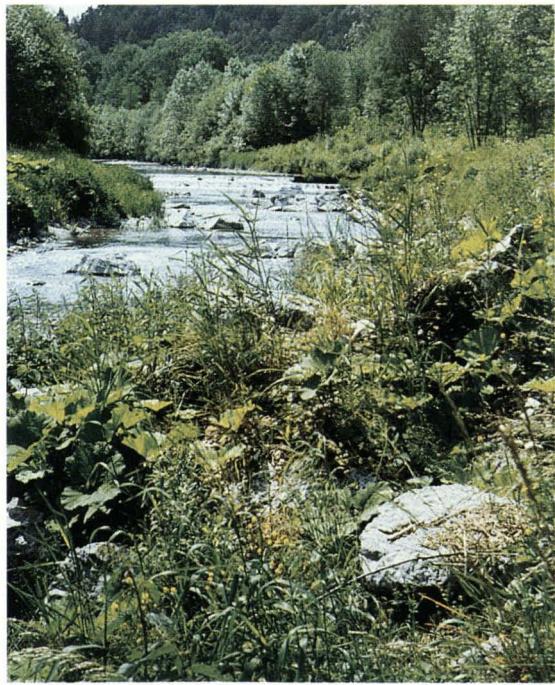


Abbildung 6.15: Die Gewöhnliche Pestwurz (*Petasites hybridus*) ist auf nährstoffreichen Feinsedimenten bestandbildend.



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



Abbildung 6.17: Silberweidenauen bei Hochwasser.



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



Abbildung 6.19: Eschenaue auf nährstoffreichen Auelehmern.

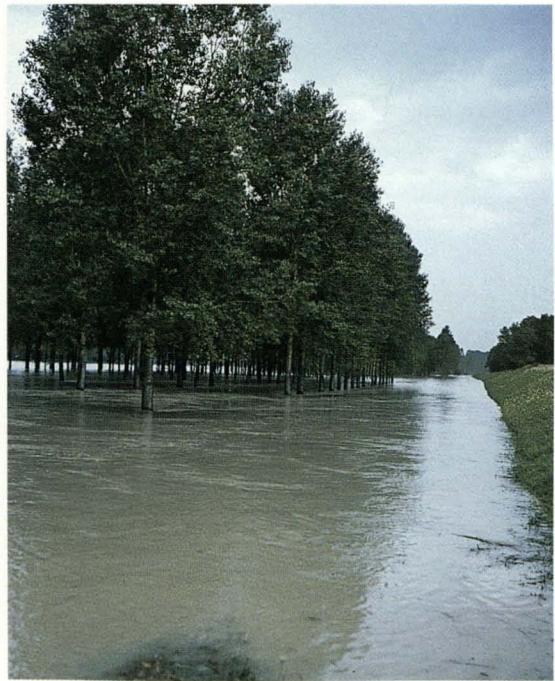


Abbildung 6.20: Pappelkulturen – hier bei Hochwasser – ersetzen vielfach naturnahe Auenwälder.



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*).

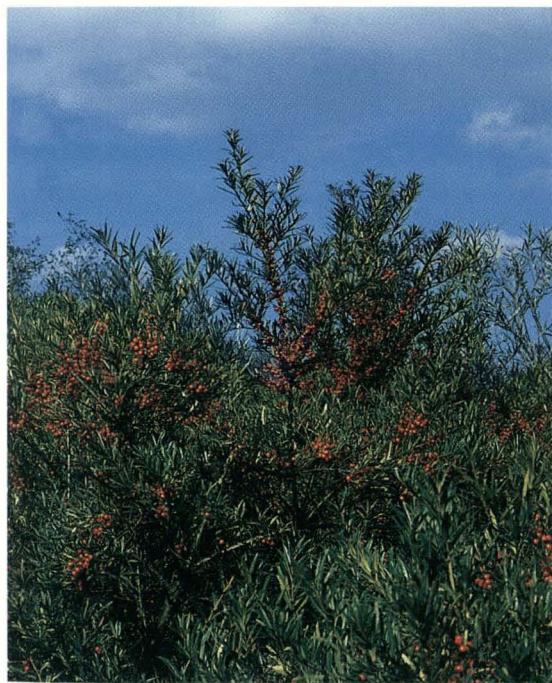


Abbildung 6.25: Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*).



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



Abbildung 6.27: Schwalbenwurz (*Vincetoxicum officinale*).



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

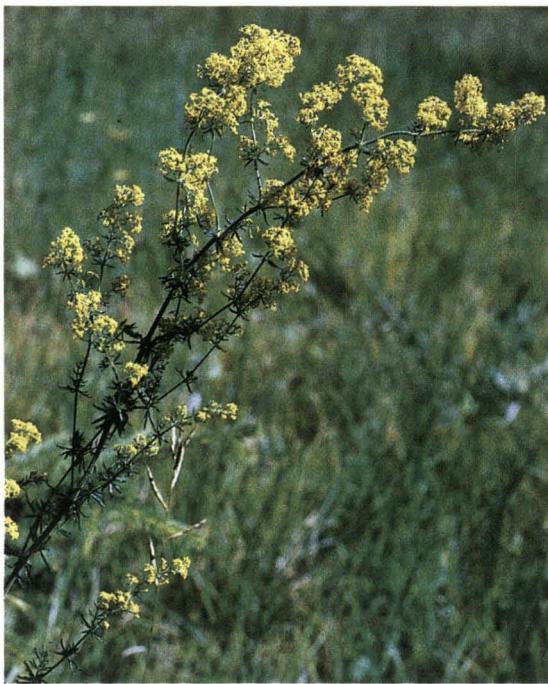


Abbildung 6.29: Echtes Labkraut (*Galium verum*).



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



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



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

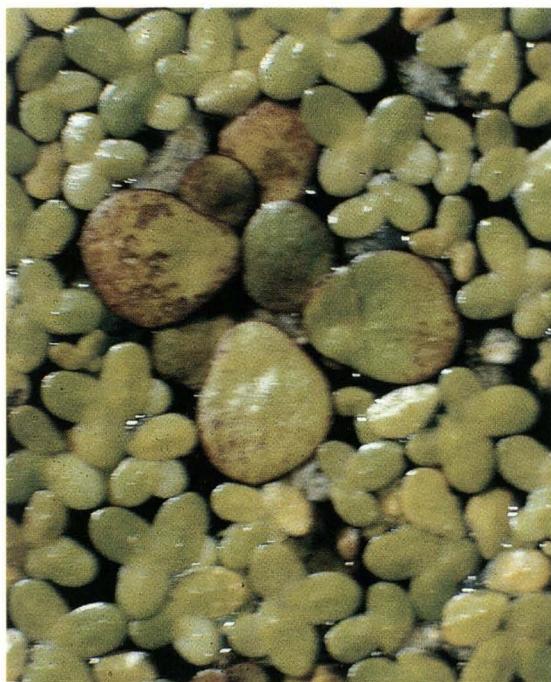


Abbildung 6.33: Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*) und Teichlinse (*Spirodela polyrrhiza*) in Altarmen.



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



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

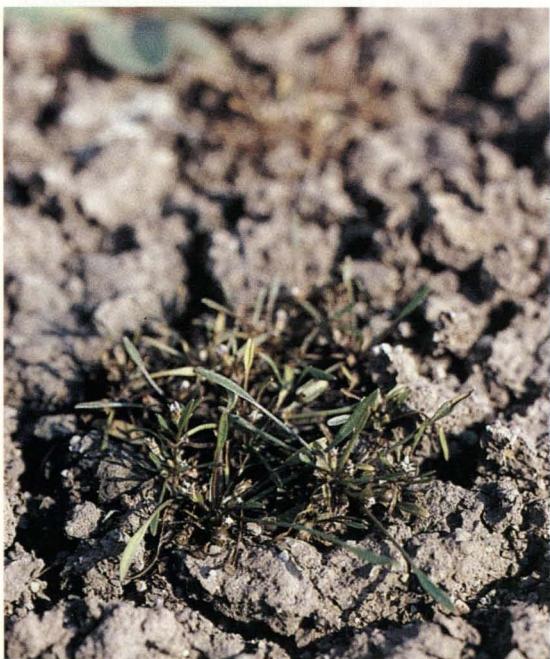


Abbildung 6.36: Schlammkraut (*Limosella aquatica*), eine winzige Pflanze auf Schlammböden, die im Sommer öfters trockenfallen.



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 beeindrucken die Majestäten der Lüfte: Es ist nicht ungewöhnlich, südlich Mittenwald oder bei Vorderriß ein Steinadlerpaar das Tal quer 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 Uferböschungen 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 Gänseäger, 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 „Flussseeschwalbe“ 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 Überwinterungsraum 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 Rosenseeschwalbe (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 nachbrutzzeitliche 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 gestiegerte 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 (TRELLINGER 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 verschilfsten 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 reliktiär 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 määndrierende Altwasserarme zu erwärmen.

7.5 Literatur

- Bauer, U. und H. Zintl (1995): Brutbiologie und Entwicklung der Brutpopulation des Gänseägers *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.; Reichholz, 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: Isaraue 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 Limikolen-durchzug an den Stauseen der Mittleren Isar im Frühjahr 1997. *Avifauna. 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 verständiger Kolbenenten *Netta rufina* am Kleinhesseloher See in München. *Orn. Anz.* 37: 46-54.
- Pfadenhauer, J. und Schlemmer, R. (1991): Ökologische Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ettling und Isarmündung (Zusammenfassung). Gutachten TU München/ Freising.
- Reichholz-Riehm, H. (1994): Langzeitstudie Stützkraftstufe Landau Isar 1985-1994. Vögel. Mskr.
- Schäffer, N. (1989): Schwarzstirnwürger *Lanius minorim* 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. *Naturwfl. Zeitschr. f. Niederbay.* 52-114.
- Zintl, H. (1979): Ein Gänseäger *Mergus merganser* von der oberen Isar in Finnisch-Lappland. *Anz. orn. Ges. Bay.* 18: 83.
- Zintl, H. (1988): Zur Bestandsentwicklung von Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*), Fluß-regenpfeifer (*Charadrius dubius*), Flußuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Gänseäger (*Mergus merganser*) an der Isar vom Sylvensteinsee bis zur Loisachmündung. *Egretta* 31: 83-97.
- Zintl, H. (1993): Zwei Jahrzehnte Schutz der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) in der sich wandelnden wildflußartigen Isaraue 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 (*Chondrostoma 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 nährstoffreicherem, 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 (*Aramis 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 ausgeschlos-

sen 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: Rotauge (*Rutilus rutilus*), Laube (*Alburnus alburnus*), Rottfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Aal (*Anguilla anguilla*), Schleie (*Tinca tinca*), Brachsen (*Aramis 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 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 aufgesplittert 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 Fischereiausübung 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, ab man Fisch höchstens in der Fastenzeit. Hier wurde, einige Gourmets ausgenommen, lieber „Schweinernes“ 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 Sohlenschwellen 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 Satzfischen spezialisierten und die benötigten Mengen an Satzfischen 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 Satzfischen, 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 Mittelaufwand 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 Fischtreppen in Icking oder an der Geschiebesperre bei Fall. Die Öffnung von anderen – wenn auch noch zu wenigen – Sohlenschwellen, sowie der Umbau von Schwällen zu rauen 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 „übige“ 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 Aussagekräft als Saprober (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 kaltsteno-therm-torrenticolen (konstant kalte Fließgewässer bewohnenden) Bachgrundfauna über die thermophil-ripicole (wärmeliebend und Ufer von Fließgewässern bewohnende) bis zur hygrophil-silvicolae (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 Käferzönosen 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, kaltsteno-thermen (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 Langtasterwasserkäfer (*Hydraena gracilis* Germ.), dem kalkliebenden Kiesel-Zwergwasserkäfer (*Hydraena lapidicola* Kies.) und Orchymonts Zwergwasserkäfer (*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 Habitate 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-Schlamm schwimmkäfer (*Oreodytes davisi Curt.*), der Bergbach-Schlamm schwimmkäfer (*O. sanmarkii Sahlb.*) und der hochalpine Graustreifige Schlamm schwimmkäfer (*Stictotarsus griseostriatus Deg.*) als typische Besiedler hinzu. Am Spülzaum 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. ruficorne Strm.*, um nur einige markante Arten zu nennen, dazu so seltene Kurzflügler wie *Stenus longipes Heer*. In Quellbächen am Sylvensteinsee konnten im Geröll zahlreich die Hakenkäfer *Elmis rietscheli Steff.* und *Riolus subviolaceus (Müll.)* nachgewiesen werden; letztere Art hat sich bis an die untere Isar bei Niederpöring 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 (holzzerstörende) Bockkäferarten, darunter Seltenheiten wie der Gebirgs-Halsbock (*Lepatura 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 depsarium 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-Ascholdinger Au

Der Flußabschnitt der Ascholdinger 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 m³ jährlich in den Stauräumen des Sylvensteinspeichers und des Kraftwerkes Bad Tölz tiefte sich allerdings die Isar auch in der Pupplinger-Ascholdinger Au um Meterbeträge ein. Damit ging der größte Teil der offenen Kiesflächen verloren; sie wuchsen mit Grasfluren und Weißen-Weidengebüsch 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 Schottertümeln finden sich neben den dealpinen und subalpinen Schwimmkäfern *Oreodytes davisi Curt.* (Alpen-Schlamschwimmkäfer) und *O. sanmarkii* (Sahlb.) (Bergbach-Schlamschwimmkäfer) nun auch schon der Nordische Schlamschwimmkäfer (*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* (Duft.), der Gerandete Schlamschwimmkäfer oder *Agabus nebulosus* (Forster), der Verschleierte Tauchschwimmkäfer sich in flachen Schottertümeln 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 willkomme-ne 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 Prachtläufer, während das kühtere 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 kaltsteno-therm-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 Druckwassertümeln hinter den Ufern findet man den bereits überall stark gefährdeten Ähnlichen Zahnlügel-Tauchläufer (*Nebrioporus assimilis Payk.*); er wurde aber auch noch bei Landshut und an der Isarmündung nachgewiesen. Seltsamerweise findet man in einigen Restwassertümeln 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. ruficorne* 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 luteolentus* Er. konnte hier am Isarufer in der Pupplinger Au erstmals und einmalig für Deutschland nachgewiesen werden.

Als ein Eldorado für die seltensten Prachtläufer Mitteleuropas gelten natürlich die Erica-Föhrenheidebestände der Pupplinger-Ascholdinger 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-Schlamschwimmkäfer (*Oreodytes davisi Curt.*) konnte hier zum ersten Mal und in großer Zahl am Spülbaum unter Kieseln 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-Ahnenlaufkäfer (*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 m³/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 Schmalprachtkäfer (*Agrius 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 *Gnypteta 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 meidend) 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) Gebüschesgesellschaft
- Arboricole (baumbewohnende) Holzfauna

d) Vagile (unstete) Zönosen:

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

Vorreiter 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 Dammalaufkäfer (*Nebria livida* (L.), RL2, der Fluchtlaufkäfer (*Dolichus halensis Schall.*), RL1, der Punktierter 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 (*Pachnephorus pilosus Rossi*), RL3 und der auf Binsen sitzende Eherne Zahnfurchen-Erdfloß (*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 Ettling 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 sub-violaceus Müll.*) RL3* bei Niederpöring neben den

weitverbreiteten üblichen Arten auf, ebenso ufernahe Grundwassertümpel bewohnende stenöke Arten wie der Zierliche Zwerghauchkäfer (*Bidessus delicatus Schaum*) RL4S*, der Gepfeilte Zwerg-Wasserkäfer (*Hydraena saga Orch.*) RL4S* und der Glänzende Teichwasserkäfer (*Limnebius nitidus Marsh.*), RL3*, letztere drei vergesellschaftet gegenüber Oberframmering. 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 (*Sympetrum fusca V. d. L.*), die Speer-Azurjungfer (*Coenagrion hastatum Charp.*), der Südliche Blaupfeil (*Orthetrum brunneum Fonsc.*) und die Frühe Heidelibelle (*Sympetrum fonscombei Selys*).

9.2.5 Das Isarmündungsgebiet

Das Isarmündungsgebiet zwischen Landau und Isarmünd (gründlich untersucht in der „Ökologischen Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ettling 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 (*Suphydrus dorsalis F.*), Geflammter Graben-Schwimmkäfer (*Agabus undulatus Schrk.*), daneben Arten der Schlammlur 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 Grundschwällen und Wiederbespannung der Auwälder im Mündungsbecken aber zeigt eine weise ökologische Einsicht, derzufolge die wertvolle und hochangepaßte Flora und Fauna, nicht zuletzt die reichhaltige Käferfauna der Unteren Isar noch im letzten Augenblick vor dem Zusammenbruch erhalten werden kann.

* Gefährdungskategorien der Roten Liste gefährdeter 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 Insekten ausgewählter Kleingewässer im Isareinzugsbereich nördlich Landshut (Nddy.) unter Einbeziehung weiterer Makroinvertebratengruppen.- Ber. ANL (15): 131-147; Laufen/Salzach.
- Gaggermeier, H.-J. (1983): Unsere Pflanzenwelt. Kleiner Biotopführer durch den Landkreis Deggendorf, in: Auf der Sonnenseite des Bayerischen Waldes.- Neue Presse Verl. Passau: 259-276.
- Hebauer, F. (1991a): Aquatische und periaquatische Käfer- und Wasserwanzenfauna, in: Ökologische Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ettling und Isarmündung (Zusammenfassung).- Geobotanik, TU München: 52-55.
- Hebauer, F. (1991b): Käfer und Schrecken, in: Stützkraftstufe Landau a. d. Isar.- Schriftenreihe des Bay. Landesamtes für Wasserwirtschaft Heft 24: 83-94.
- Hebauer, F. (1994a): Stützkraftstufe Landau/Isar.- Abschlußbericht Langzeituntersuchung über die biologische Entwicklung im Staubereich 1985-1994.- WWA Landshut, 34 pp.
- Hebauer, F. (1994b): Entwurf einer Entomosoziologie aquatischer Coleoptera in Mitteleuropa (Insecta, Coleoptera, Hydradephaga, Hydrophiloidea, Dryopoidea).- Lauterbornia 19: 43-57.
- Plachter, H. (1986): Die Fauna der Kies- und Schotterbänke 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 Faunistik einiger Wasserinsektenordnungen (Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera) in Niederbayern.- Lauterbornia 6: 1-84.
- Schulte, H. (1993): Notizen zur Faunistik der Wasserkäfer im südöstlichen und südlichen Bayern (Insecta, Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea, Dryopoidea).- Lauterbornia 13: 1-19.



Abb. 9.1: *Oreodytes davisi* (Curtis), der Alpen-Schlammchwimmkäfer, 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 Schlammchwimmkäfer, fast in ganz Deutschland verschwunden, fand im Isarbett der Pupplinger Au eine vorläufig sichere Bleibe.



Abb. 9.4: *Stictotarsus griseostriatus* (Deg.), der Graustreifige Schlammschwimmkäfer, eine boreo-alpine Seenart, ist in Bayern nur vom Seeonsee am Gaiglstein 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 Unterer Isar bei Landshut beschrieben.



Abb. 9.7: *Agabus undulatus* Schrank, der Geflamte 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 xerothermophile 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 Hartholzaue, 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 Flustäler. Entlang dieser Flustäler 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.
- Reichholz, 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 lokal im gesamten Isartal, wo die Raupenfutterpflanze wächst.

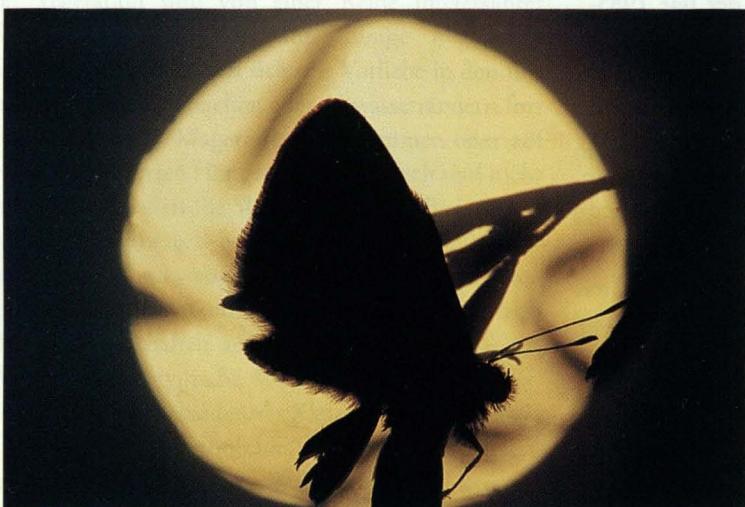


Abb. 10.2 Lebensraum Damm:
Die flussbegleitenden Dämme sind häufig von Magerrasen bedeckt und bieten für viele Tagfalter ausgezeichnete Lebensbedingungen. Ikarusbläuling (*Polyommatus icarus* Rott.) vor Sonnenuntergang. Larvalentwicklung v.a. an Papilionaceen im Magerrasen.



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



Abb. 10.4 Flachlandspezialist:
Punktierter Weiden-Augenspanner
(*Cyclophora pendularia* Cl.) dessen Ver-
breitungsgebiet ausgehend vom Do-
nautal in das untere und mittlere Isartal
hereingreift; Südgrenze ungefähr Frei-
sing.



Abb. 10.5 Alpinist:
Der Graubindige Mohrenfalter (*Erebia*
aethiops Esp.), eine im Alpenbereich oft
häufige Tagfalterart, deren Verbrei-
tungsareal in Auwaldbiotopen des Isar-
tales 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 Vor-
kommen entlang der Isar nördlich bis
Landshut und Landau a.d. Isar nachge-
wiesen.



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 Wassermünzen-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 Feuchtwiegen 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 ungeregelter 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 Kulturländern, Nutzung der Wasserkraft und Schutz vor Hochwasser waren die Gründe, die Isar einzuziehen, 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 Waldfunktionsplanung 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 Ascholdinger 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 Isarstausseen	1982	400
Rosenau	1940/1994	11,15
Isaraltwasser und Brennenbereich bei Mamming	1994	51,00
Isarauen bei Goben	1994	74,50
Isaraltwasser bei Neutiefenweg	1984	37,00
Altaufsenke 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 schwelfähigen Staustufenkette von Landshut bis Dingolfing (1948-1960) standen Belange der Energieerzeugung 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. LANDES-AMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1984), Donau und Wertach gewonnenen Erfahrungen an der Isar weiterentwickelt.

Mit den gesteigerten Anforderungen nahmen der Umfang der Planungen (landschaftspflegerische Beleitpläne) 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 Stützschwellenkraftwerkes 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 Stützschwellenkraftwerk 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 angesetzt. Die Entwicklung von Röhrichtsäumen 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 Beleitpläne 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 Dammböschen 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 neu geschaffenen 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 Aufenthaltspläne.

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 Steilufern 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 bespannt 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 Sohleintiefung 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 Ettling 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 aufge- und verlandete 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 Ettling, wo das Aueökosystem bereits vor dem Bau der Staustufen nachhaltig durch Flußeintiefung, Grundwasserabsenkungen und ausbleibende Überflutungen geschädigt war, weist das Auesystem ab Ettling noch ein weitgehend geschlossenenes 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 landschaftspflegerischen 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 Ettling 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 $3 \text{ m}^3/\text{s}$ und $6 \text{ m}^3/\text{s}$) und rechten ($3 \text{ m}^3/\text{s}$) 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 un durchlässigen 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) einzubeziehen, 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 Neubegründung geschlossen werden.

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

11.3.1.5 Zusammenfassung Staustufen Gottfrieding bis Pielweichs

Als Ergebnis des Staustufenausbaus an der unteren Isar ist eine neue Gewässerlandschaft mit neuen Standortbedingungen, Lebensräumen und Lebensgemeinschaften entstanden, die einen Komplex mit den Resten der alten Flußlandschaft, insbesonders den verbliebenem Auwäldern, Altwässern, Röhrichten, Magerrasen und Feuchtwiesen bildet. Die charakteristische Gewässerdynamik von Flußauenökosystemen ist nicht mehr gegeben, sie war aber durch die Gewässerregulierung, fehlende Geschiebezufluhr aus den oberliegenden Flüßstrecken und Eintiefung der Gewässersohle ohnehin nur noch eingeschränkt vorhanden bzw. bei Fortschreiten der Eintiefung wären auch ökologisch intakte Bereiche unterhalb Ettling beeinträchtigt worden.

Die Entwicklung in den Stauräumen ist in Übereinstimmung mit den Zielvorstellungen der landschaftspflegerischen Begleitpläne durch eine fortschreitende Sukzession bestimmt, Pionierstadien gehen zugunsten von auwaldähnlichen Wäldern mit Röhrichten und Hochstaudenfluren zurück. Eine großräumiger Erhaltung 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 Fließgeschwindigkeiten noch Fließcharakter zeigen, sind in den oberen Abschnitten der Stauhaltungen (Stauwurzel) verblieben. Bedeutsam ist daher die Sicherung dieser Auengüter durch Überführung des Grundeigentums in das Eigentum des Freistaats Bayern.

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

Das Landschaftsbild ist im Zuge des Gewässerausbau neu gestaltet worden und wird durch die großflächigen Staubbereiche mit Inseln, Vorschüttungen, Flachwasserzonen und auwaldähnlichen Wäldern geprägt. Die neuen Deich- und Dammwege ermöglichen 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 Ausdehnung ein Schutzgebiet von gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung.

Mit dem Einstau der SKS Pielweichs ist die Geschiebezufluhr 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. Aufgrund der überragenden naturschutzfachlichen Be-

deutung des Isarmündungsgebietes und der flußmorphologisch günstigeren Verhältnisse (geringer werden des 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 Obernach 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-Weidenäue auf, in der trockeneren Aue mit durchlässigeren Schotterablagerungen setzt sich der Schneehedekieferwald 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 Isartales haben deutliche Veränderungen der Tallandschaft und des ursprünglichen Wasserabflusses bewirkt. Ein alpines Flussystem 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 tieft sich auch in ihren mittleren Laufabschritten 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 naturnähtere 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 Sohlentiefung in gewissem Maße entgegen.

Ein solches Vorgehen zur Entwicklung von frei fließenden 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 Stauanlegen 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.

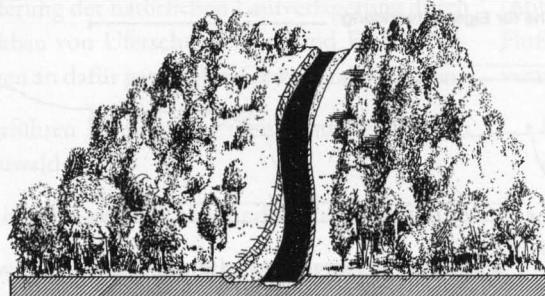
Vorrangiges Ziel für die Entwicklung der Isar ist die Aktivierung des Geschiebetransports durch:

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

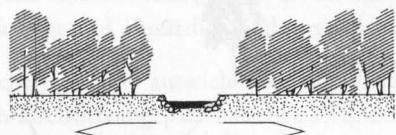
Die Geschiebebewirtschaftung ist im Hinblick auf die begrenzten Vorräte und die Nachhaltigkeit der Flußentwicklung haushälterisch und mit Umsicht durchzuführen.

An weiteren Zielen sind zu nennen:

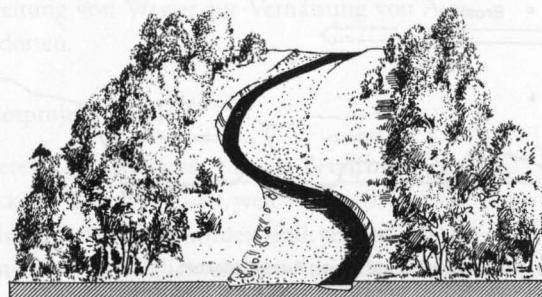
- Anlegen von Fischpässen oder Umgehungsgerinnen an Wehren für im Wasser wandernde Tierarten (Abb. 11.19)



Ausgangslage



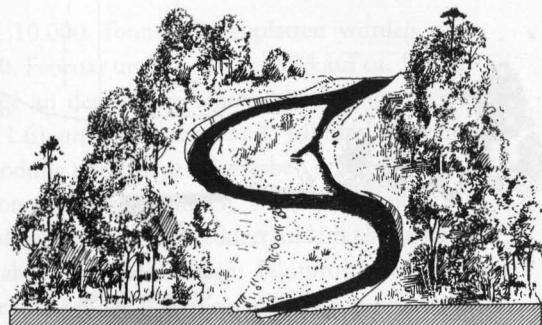
Entwicklungsflächen bereitstellen
Uferverbau entfernen
Nutzung auflassen
Eigenentwicklung belassen
Steuernde Eingriffe bei Bedarf



Entwicklungsphase I



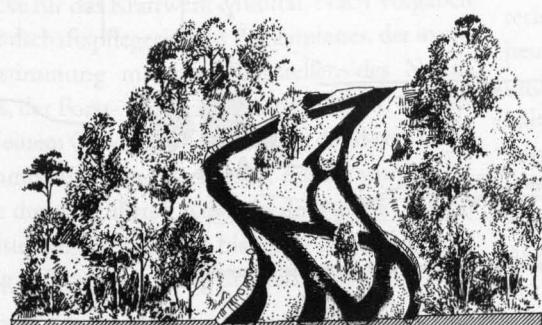
Beginnende Seitenerosion mit Geschiebeeintrag; Kiesbänke bilden sich aus



Entwicklungsphase II



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



Entwicklungsphase III



Verzweigter Flusslauf; auf wechselnden Kiesbänken Auenvegetation unterschiedlicher Altersstadien

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

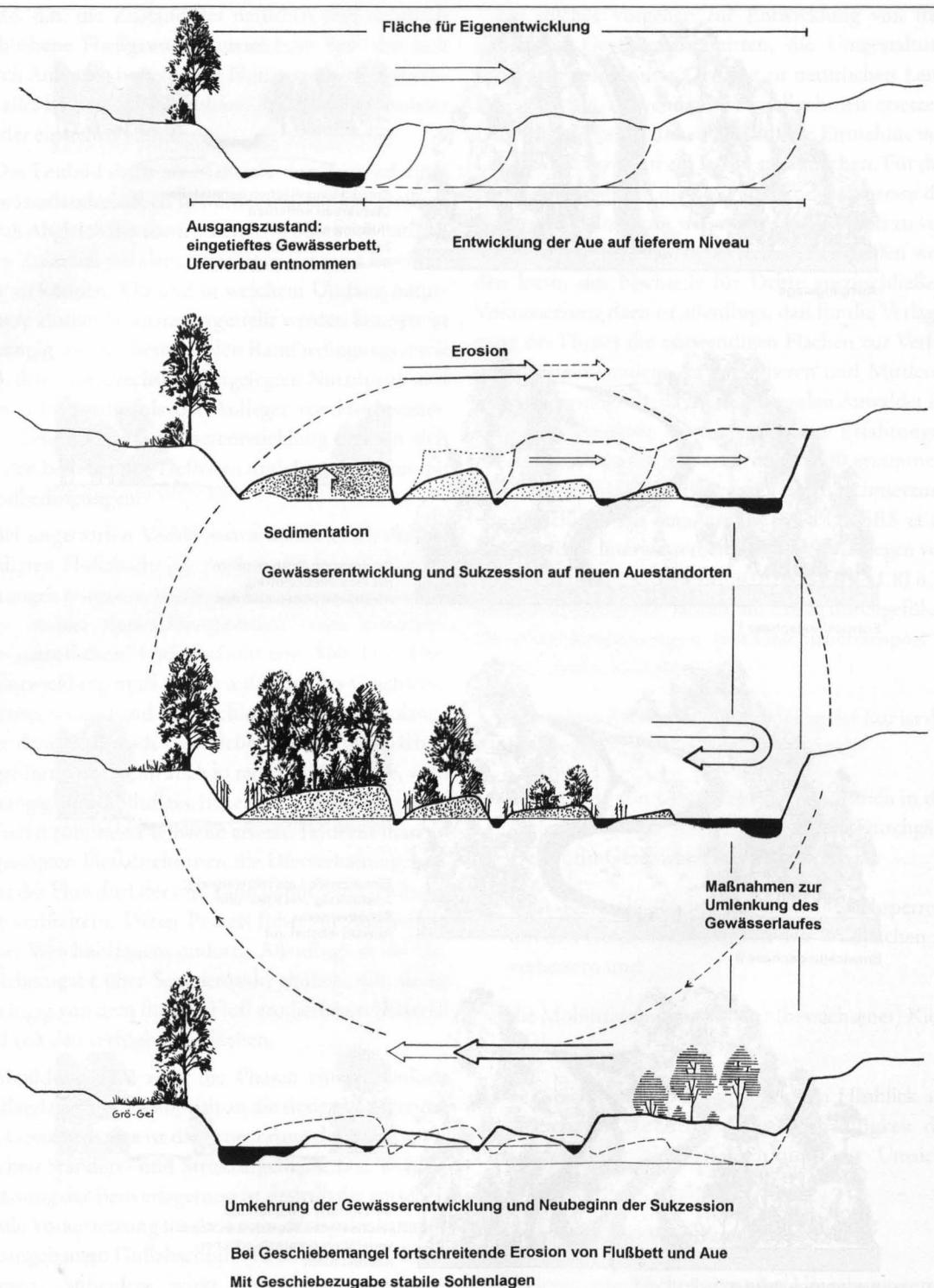


Abbildung 11.2: Phasen einer gelenkten Gewässerentwicklung bei einem verzweigten Lauftyp mit Eintiefungstendenz und Geschiebemangel.

- Förderung der natürlichen Laufverlagerung durch Rückbau von Uferschutzbauten und Flussaufweiterungen 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 Mühlthal 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 Gewässerpfegekonzept des Bayerischen Landesamts für Wasserwirtschaft, erstellt worden ist, sind die durchgeföhrten 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 m³/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 Gewässerohle 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

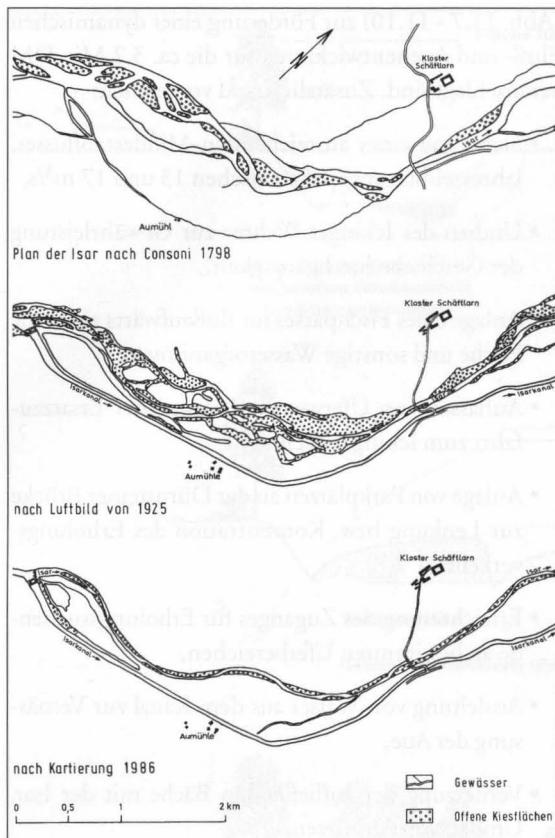
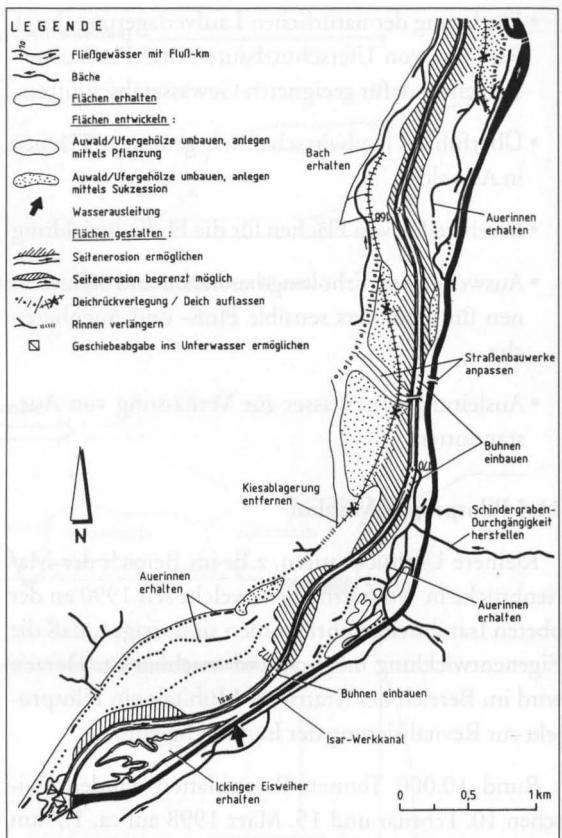


Abb. 11.3: Wandel des Gewässerverlaufs der Isar im Bereich Mühlthal von 1798 über 1925 bis 1986 als Vorgabe für die Überlegungen zur Revitalisierung.

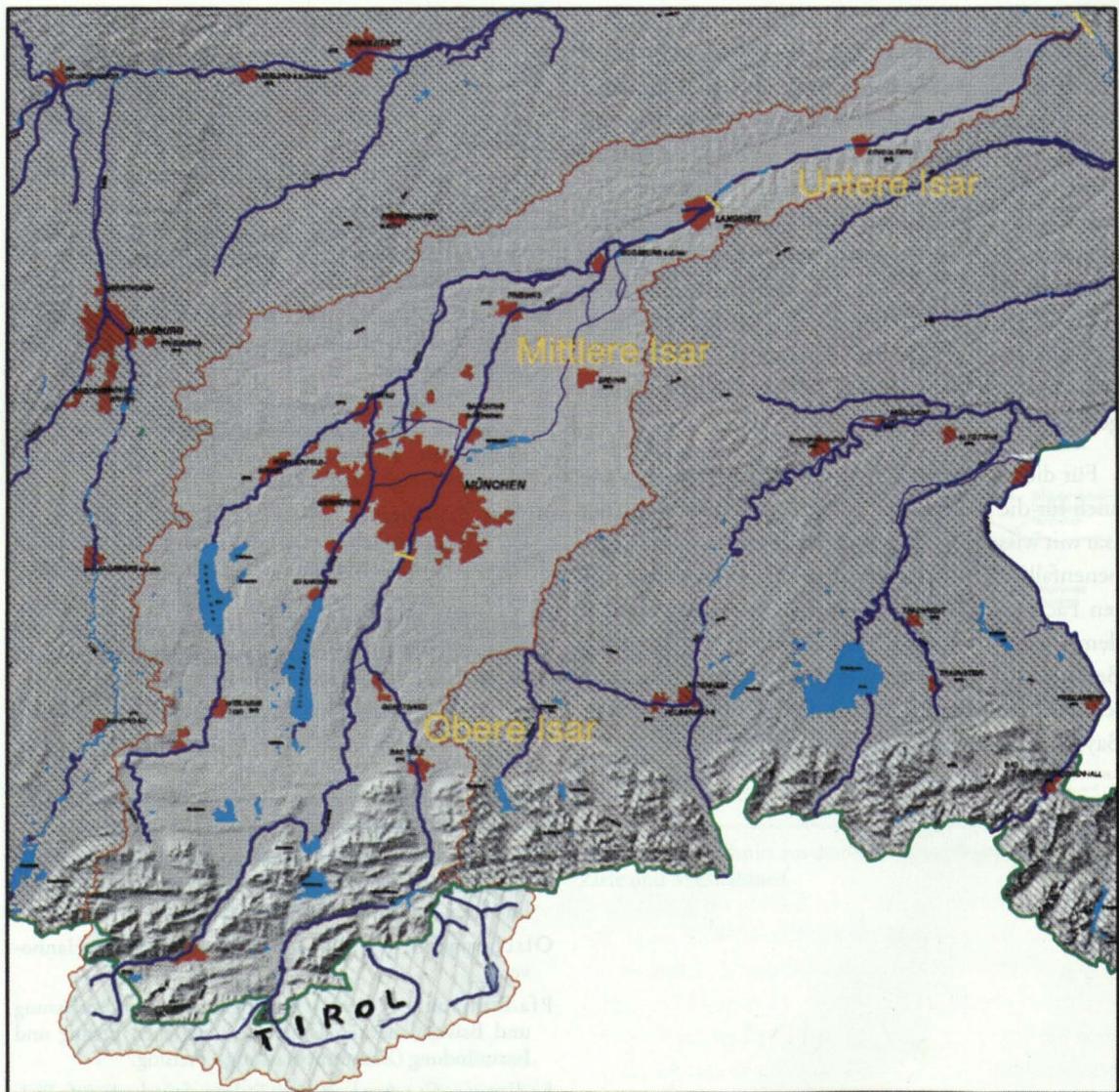


wieder ablaufen können. Fluss typische Lebensräume, insbesondere Kiesbänke und Weichholzauen, deren Anteil seit der Flussverbauung in den letzten 70 Jahren sehr stark zurückgegangen ist, können wieder neu entstehen. Das Pilotprojekt Mühlthal ist das erste größere Vorhaben einer Flussrenaturierung mit 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 Uferrückbaumaßnahmen 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 Ettling 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 und Anbringen eines neuen Gehölzschutzes



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.

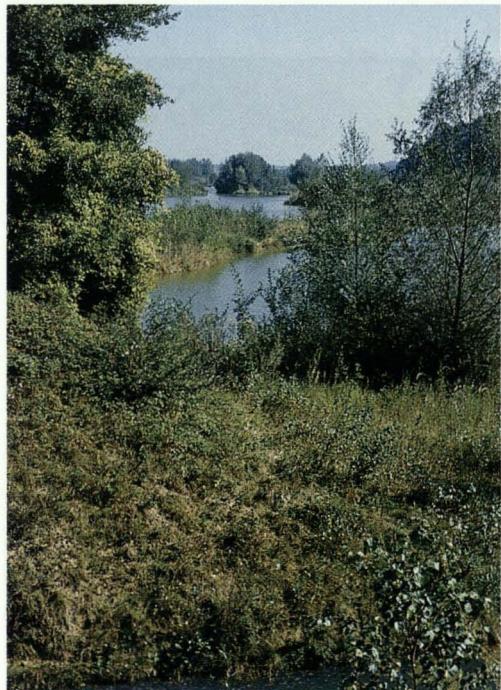


Abb. 11.12: Die Stützkraftstufe Landau beherbergt ein Mosaik von Auwald- und Gewässerkomplexen; inzwischen hat sich auch hier das Blaukehlchen angesiedelt.

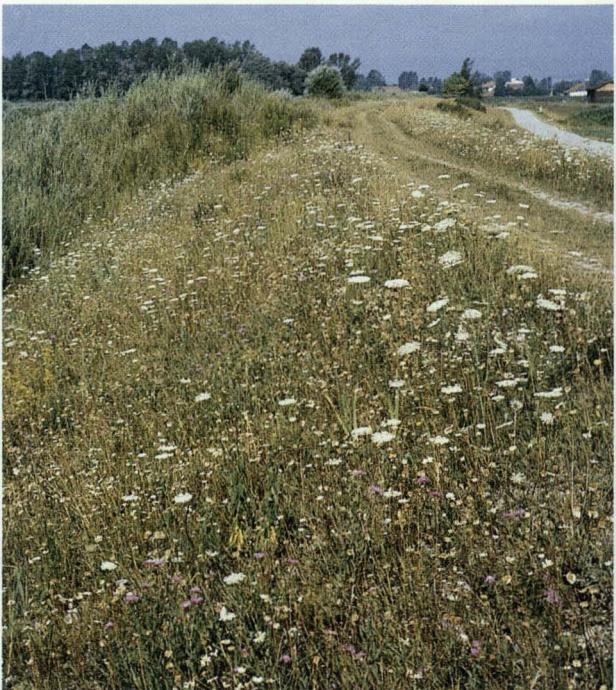


Abb. 11.13: Die Deich- und Dammböschungen mit ihrem kiesigen Substrat werden von blütenreichen Magerrasengesellschaften besiedelt; Stützkraftstufe Ettling.



Abb. 11.14: Steilwand im Stauraum der Stützkraftstufe Ettling, Brutplatz für Flussfverschwalben.



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 neu gestaltetem Fischpaß 1996.



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

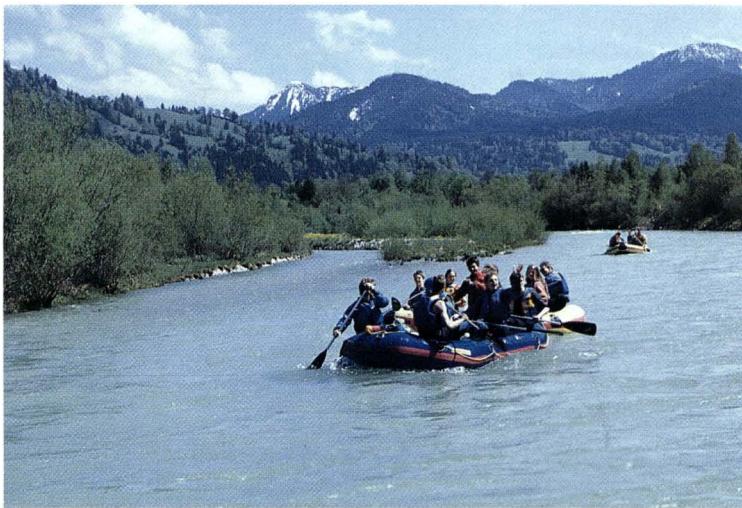


Abb. 11.21: Die Isar im Süden von München; ein Erholungsgebiet von überregionaler Bedeutung.

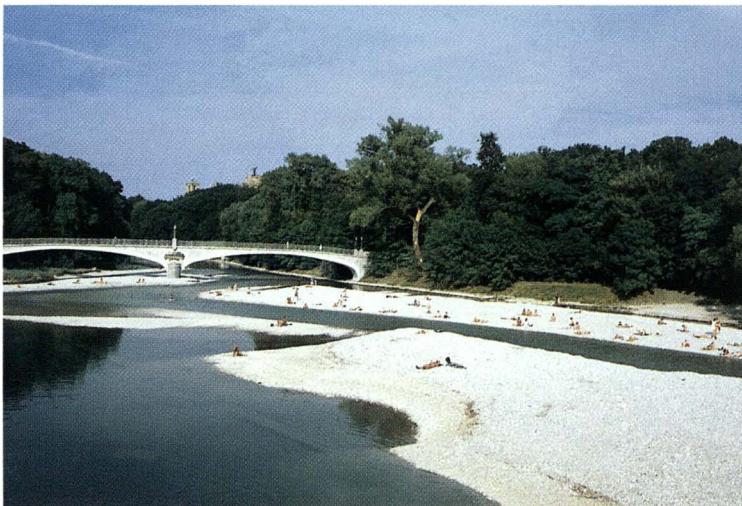


Abb. 11.22: Die Isar ist von ihrem Ausritt aus den Alpen bis in das Stadtgebiet von München ein Eldorado für badelustige und sonnenhungrige Ausflügler und Urlauber.



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 Grafling	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 Erding
Dr. Johann Karl Kugendstraße 7 81667 München	Gastschriftleitung
Dr. Brigitte Lenhart Maria-Einsiedl-Straße 53 82166 Gräfelfing	Dr. Johann Karl Jugendstraße 7 81667 München

Die Vegetationsverhältnisse an der Oberen Isar vor und nach der Teilrückleitung

Von Th. Schauer

Historische Karten und Bilder erlauben uns, das Landschaftsbild der großen Fließgewässer der Nordalpen, bevor sie durch den Menschen umgestaltet wurden, zu erahnen. Ausgedehnte Kies- und Schotterbänke, durchzogen von zahlreichen Wasserläufen, begleitet von einem breiten Auwaldgürtel unterschiedlicher Zusammensetzung und Entwicklungsstufen kennzeichneten diese Wildflusslandschaften. Reste naturnaher Gewässerabschnitte vermitteln heute noch eine Vorstellung über den ehemaligen Wildflusscharakter dieser Gewässer, den sie damals bis zur Mündung in die Donau hatten.

Von den bayerischen Flüssen weist die Isar oberhalb des Sylvensteinspeichers zwar noch wesentliche Merkmale eines alpin geprägten Wildflusses auf, aber auch für diesen Abschnitt haben Nutzungseingriffe zu Abstrichen natürlicher Verhältnisse der Gewässer- und Auendynamik geführt. Bis zum Jahre 1990 erfolgte bei Krün eine totale Ausleitung des Isarwassers in den Walchensee, die sich über die meiste Zeit des Jahres erstreckte, sodaß unterhalb des Krüner Wehres große Strecken der Isar trockenfielen. Als Flußleiche wurde das Isarbett mit den ausgedehnten, fast vegetationslosen Schotterflächen bezeichnet. Um diesen Mißstand zu beseitigen, wurde aus naturschutzfachlichen Gründen ab dem Frühjahr 1990 eine dauernde Restwasserführung erkämpft. Dies hat zu einer stärkeren Vegetationsentwicklung und damit zur Verbundung auf den Sand- und Kiesbänken geführt. Somit

hat sich im Laufe der letzten Jahre der Anteil offener Schotterbänke mit jungen Pionierstadien zu Gunsten gehölzreicher Auenstadien verringert. Der Lebensraum einer charakteristischen Fauna und Flora von Kiesbesiedlern wird eingeschränkt. Dieser Umstand erklärt sich nicht aus der natürlichen Wildflusdynämk, die Gründe hierfür liegen vielmehr darin, daß einmal der Geschiebeeintrag in die Isar aus den Teileinzugsgebieten und auch aus den angrenzenden Hängen durch Verbauungsmaßnahmen, sowie auch durch Kiesentnahmen reduziert ist. Zum anderen sind auch Transportkraft und Umlagerungstätigkeit der Isar durch zeitliche und mengenmäßige Beschränkung der Hochwasserabflüsse am Krüner Wehr reduziert. Als Folge der abgeschwächten Hochwasser- und Geschiebedynamik ist das Gleichgewicht zwischen Vegetationsentwicklung auf den Kiesbänken einerseits und Entstehung neuer Pioniersflächen durch Umlagerungstätigkeit des Wildflusses gestört.

Abhilfe könnte getroffen werden durch Schaffung einer verträglichen Geschiebedurchgängigkeit in den einmündenden Wildbächen, Verzicht auf Kiesentnahmen aus dem Isarbett und deren Quellzuflüssen, sowie durch eine Aufhöhung und Verlängerung der Hochwasserführung, indem während eines Hochwasserereignisses das gesamte Wasser in der Isar verbleibt. Eine reduzierte Restwasserführung zu den übrigen Zeiten müßte als energiewirtschaftlicher Ausgleich erfolgen.

Einleitung

Die Isar entspringt im Karwendelgebirge. Ihre beiden Quellzuflüsse liegen im Karwendeltal und im Hinterautal. Der obere Abschnitt des Isarlaufes zählt bis zum Beginn des Sylvensteinspeichers zu den wenigen Wildflußlandschaften der Alpen, die noch weitgehend ihren Wildflußcharakter erhalten haben (s.a. LIPPERT et all 1995, MÜLLER et all. 1992). Dazu gehören große Schwankungen zwischen Niedrig- und Hochwasserführung, Geschiebetransport und Geschiebeumlagerung und daraus resultierend verzweigter Flußlauf mit ständiger Laufverlagerung des Hauptstromes und der Nebengerinne. Im Vegetationsbild der Aue zeichnen sich diese Vorgänge in einem kleinflächigen Mosaik aus unterschiedlichen Pflanzengesellschaften mit Pionierstadien, jüngeren Folge- oder Sukzessionsstadien bis hin zu reiferen Auengehölzen ab.

Große Hochwassereignisse reißen Schotterbänke samt des Bewuchses fort oder überrollen Teile des Auwaldes mit Kies, Sand und Geröllmassen. Nach dem Hochwasser bleiben vegetationsfreie Schotterbänke zurück, die sich allmählich wieder besiedeln, zunächst mit Pioniergegesellschaften, die dann nach und nach von unterschiedlichen Folgegesellschaften abgelöst werden bis schließlich nach vielen Jahrzehnten, meist erst nach Jahrhunderten ein Endstadium erreicht wird, das in schotterreichen Flüssen der Kalkalpen häufig aus einem Schneehede-Kiefernwald oder verwandten Waldgesellschaften besteht. Dieser End- oder Klimaxwald kann sich nur auf den Flächen einstellen, die von der Hochwasser- und Geschiebedynamik nicht mehr erfaßt werden. Eine Änderung des Abflußregimes und vor allem eine starke Reduzierung des Geschiebetransportes und der Geschiebeumlagerung (s. JERZ, SCHAUER, SCHEURMANN 1986, MÜLLER et all. 1992, SCHAUER 1984) schränken diese dynamischen Vorgänge in der Aue ein und leiten eine einseitige Entwicklung zu reiferen Auenbeständen bis hin zu einer Klimax- oder Endgesellschaft ein. Diese Situation ist weitgehend bei den meisten nordalpinen Flüssen oder Flußabschnitten eingetreten, deren ursprünglich verzweigter Lauf reguliert und gestreckt oder durch den Bau von Staustufen stark verändert wurde.

Für den hier vorgestellten Abschnitt der Isar zwischen Krün und dem Sylvensteinspeicher haben diese tiefgreifenden Änderungen noch nicht stattgefunden. Dennoch erfolgten auch in diesem Abschnitt der Oberen Isar, vor allem in diesem Jahrhundert, Eingriffe durch den Menschen in das Wildflußsystem, die Änderungen in die Auenstandorte und Auenentwicklung brachten.

Als erstes ist hier der Bau des Krüner Wehres etwa im Jahre 1920 und die Ausleitung von Isarwasser bis zu 25 m³/sec über einen Kanal zum Walchensee zu nennen. In der ursprünglichen Bauausführung wurden dadurch für den weiteren Isarlauf nicht nur die Hochwasserspitzen gekappt und die Wasserführung für viele Wochen des Jahres auf Null reduziert, sondern es wurden auch Transport und Weitergabe des Geschiebes am Krüner Wehr unterbunden. Auszehrung von Kies im Isarbett und Eintiefungserscheinungen unterhalb Krün gaben Anlaß, das Wehr so umzubauen, daß bei großen Hochwässern eine Spülung und ein Weitertransport des aufgelandeten Geschiebes durch das Wehr möglich ist. Bei diesen Spülvorgängen, die bei Bedarf und entsprechenden Abflüssen etwa jährlich erfolgen, verbleibt das gesamte ankommende Hochwasser für eine Zeitspanne von etwa ein bis zwei Tagen in der Isar.

Die stark reduzierte oder oft fehlende Wasserführung der Isar während der meisten Zeit des Jahres führte in großen Teilen der Aue zu einer völligen Änderung der Standortverhältnisse. Mangelnde Wasserversorgung auf den durchlässigen Kiesalluvionen mit sehr geringem Speicher vermögen wurde zum limitierenden Faktor für das Pflanzenwachstum, insbesondere für die Auengehölze, da die Grundwasserstände stark absanken. Lediglich in vergleichsweise kleinen Teilbereichen der Aue, die von seitlichem Hangwasser und kleinen bei Gewitterregen anspringenden Quellen gespeist wurden, herrschten wechselfeuchte Bedingungen mit ausreichender Wasserversorgung. Überwiegend an diesen vom Hangwasser gespeisten Standorten der Feinkornanteil des Bodens, so erhöhte sich die Speicherkapazität, sodaß sich dort auch Pflanzengesellschaften wie Kopfbinsenrasen ansiedeln konnten, die reichlich Wasserversorgung benötigen. Auf den

übrigen Schotterflächen der Isarauen war eine Besiedlung und weitere Vegetationsentwicklung stark gebremst. Die Auenvegetation verblieb lange Zeit in der Pionierphase und offene, schütter bewachsene Schotterbänke mit fehlenden oder nur krüppelhaften Gehölzen nahmen große Flächen ein. Auch in den etwas älteren Stadien der Auenvegetation mit Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*), Grau-Erle (*Alnus incana*), Fichte (*Picea excelsa*) oder Föhre (*Pinus sylvestris*) und Latsche (*Pinus montana*) zeigten die Gehölze nur geringen jährlichen Zuwachs. Ausgedehnte Schotterfelder mit spärlichem Bewuchs brachten dieser Landschaft von seiten einiger Naturschützer die Bezeichnung „Flußleiche“ ein und der Wunsch nach Rückführung des Wassers in das Isarbett wurde laut.

Nach langen, schwierigen Verhandlungen zwischen der Bayerischen Staatsregierung und der Bayernwerk AG wurde ein Kompromiß ausgehandelt, der ab 1. Mai 1990 eine Teilrückleitung der Isar am Krüner Wehr in den Sommermonaten (1.5. bis 31.10.) von 4,8 m³/sec und in den Wintermonaten (1.11. bis 30.4.) von 3,0 m³/sec garantiert.

Wie sich diese Teilrückleitung auf das Grund- und Sickerwasser im Schotterbett der Isar, sowie auf die Wasserführung und schließlich auf die Lebensgemeinschaften des Kieslückensystems (Interstitial) und die der Aue auswirken wird, war weitgehend unbekannt.

Über die Lebensgemeinschaften des Kieslückensystems liegen vergleichende Untersuchungen durch das WWA Weilheim vor (s. LENHART et al. 1996). Der Wandel in der Vegetationsstruktur, sowie Verschiebungen in den Flächenanteilen der verschiedenen Sukzessionsstadien in der Aue wird von LAMPE (1993) behandelt.

Im folgenden wird versucht, anhand von pflanzensoziologischen Vergleichsaufnahmen aus den Jahren 1981, sowie von 1994 und 1996 eine vegetationskundliche Charakterisierung der Pflanzengesellschaften an der Oberen Isar zu geben und auftretende Änderungen in der Artenzusammensetzung oder tendenzielle Verschiebungen im Mengenanteil (Artmächtigkeit einzelner Arten im Zusammenhang mit der Teilrückleitung aufzuzeigen.

Die Pflanzengesellschaften

Die Auengesellschaften an der Oberen Isar lassen sich in 5 Gruppen zusammenfassen:

1. Pioniergebiet kiesreicher Alluvionen
(s. Tab. 1)
2. Pioniergebiet sandreicher Alluvionen
(s. Tab. 2)
3. Weiden-Tamariskengebüsch (s. Tab. 3 und 4)
4. Schneeholz-Kiefernwälder (s. Tab. 5)
5. Vegetation nasser Mulden und Altwasserrinnen
(s. Tab. 6)

Die Vegetationseinheiten 1 bis 4 sind das Ergebnis der Auensukzession auf den Sand- und Schotterbänken und führen die fortschreitende Auenentwicklung von der Pionierphase bis zum Endstadium vor Augen. In der fünften Gruppe sind die Gesellschaften der Nassstandorte mit Binsen und Seggenrieder – meist nasser Mulden und Rinnen in der Aue mit anstehendem Grundwasser oder Flachwasserbereiche – zusammengefaßt, in denen eine Entwicklung zu gehölzreichen Auengesellschaften erschwert ist.

Um einen vegetationskundlichen Vergleich der Situation vor und nach der Teilrückleitung zu erleichtern, werden die Pflanzengesellschaften und die dazugehörigen Aufnahmen in den Tabellen getrennt nach dem Aufnahmezeitpunkt, also vor bzw. nach der Teilrückleitung gegenübergestellt. Bei dem umfangreichen Aufnahmenmaterial der Weiden-Tamariskenfluren sind die Aufnahmen aus dem Jahre 1981 und die aus den Jahren 1994 und 1996 in getrennten Tabellen dargestellt.

Pioniergebiet

Ansiedlung einer Pioniergebiet setzt offene Sand- und Kiesbänke voraus, die durch Geschiebetransport und Geschiebeumlagerung entstehen. Nennenswerter Geschiebetrieb findet nur bei einem größeren Hochwasserereignis statt. Dabei werden die größeren Kornfraktionen des Geschiebes wie Kies und Geröll nur in den Zonen des Flusses mit hoher Fließgeschwindigkeit transportiert, während in Bereichen

mit geringerer Fließgeschwindigkeit nur die feinen Anteile wie Sand und Schluff weiterverfrachtet werden. Die größeren Anteile werden bereits wieder abgelagert. Dadurch kommt es zu einer gewissen Sortierung der Korngrößen. Es entstehen Schotterbänke mit überwiegend Grobkornanteil und Uferbänke mit überwiegend Feinkornanteil. Da die Standortverhältnisse auf grobem Kies und die auf Sand und Schluff sehr unterschiedlich sind, ist auch die Zusammensetzung der jeweiligen Pioniergebiete und deren Weiterentwicklung recht unterschiedlich. Es wird daher die Pioniergebiete der kiesreichen und die der sandreichen Alluvionen getrennt behandelt.

Die Pioniergebiete kiesreicher Alluvionen

Die Pioniergeellschaften kiesreicher Alluvionen setzen sich vor allem aus Arten der Steinschutt- und Geröllfluren zusammen, die ihre Hauptverbreitung in sehr lückigen Steinrasen oder Schuttfluren in der subalpinen und alpinen Stufe haben (s. Tab. 1). Blaugrüner Steinbrech (*Saxifraga caesia*), Alpen-Gemskresse (*Hutchinsia alpina*) und Alpen-Gänsekresse (*Arabis alpina*) sind einige typische Vertreter dieser sogenannten Alpenschwemmlinge oder dealpinen Arten. Sie dringen in tiefere Lagen auf den Flusschottern der Alpenflüsse oft weit in das Vorland vor. Voraussetzung sind offene Kiesflächen, die periodisch umgelagert werden.

In der frühen Phase der Pioniergebiete treten noch viele ein- und zweijährige Arten wie Einjähriges Rispengras (*Poa annua*) oder Kleines Leinkraut (*Chaeenorbinum minus*) auf. Auch der Knorpelsalat (*Chondrilla chondrilloides*), das Grasnelken-Habichtskraut (*Tolpis staticifolia*) und die oben genannten Alpenschwemmlinge konzentrieren sich auf die Anfangsphase der Pioniergebiete. Erst nach einigen Jahren machen sich ausdauernde oder verholzende Pflanzen wie Silberwurz (*Dryas octopetala*), Alpen-Thymian (*Thymus praecox* ssp. *polytrichus*), Schneeheide (*Erica herbacea*) oder Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*) breit. In diesem Stadium tauchen auch die ersten Gehölze wie Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*) und Purpur-Weide (*Salix purpurea*) auf. Mitunter erreichen sie auf diesen Pionierflächen eine Deckung von etwa 20 %, zeigen aber nur zwergenhaften Wuchs von ein bis zwei Dezimetern.

Diese reifere Pioniergeellschaft wird hier als Silberwurzflur bezeichnet. An weiteren Arten, die hier vermehrt auftreten, sind zu nennen: Blaugras (*Sesleria varia*), Alpen-Leinblatt (*Thesium alpinum*), Pfeifengras (*Molinia caerulea*), Wiesen-Augentrost (*Euphrasia rostkoviana*) oder Gold-Distel (*Carlina vulgaris*).

Auswirkung der Teirlückleitung

Die Silberwurzfluren bevorzugen relativ trockene, feinerdearme Stein- und Felsböden in der subalpinen Stufe, sowie Schotterbänke der Flüsse, die nach einem Hochwasser oder nach Regenfällen ziemlich rasch trocken fallen. Dennoch treten auch auf diesen trocken erscheinenden Kiesstandorten mitunter Feuchtarten der Kleinseggenrieder wie Gewöhnliche Simssehlilie (*Tofieldia calyculata*), Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*), Mehl-Primel (*Parnassia palustris*) oder Gelbe Segge (*Carex lepidocarpa*) auf. Diese feuchte Ausbildung der Silberwurzflur tritt erst nach der Teirlückleitung stärker in Erscheinung. In den Jahren zuvor war der Wasserhaushalt dieser brennenartigen Standorte zu sehr angespannt, als daß sich feuchte oder zumindest wechselfeuchte Arten ausbreiten hätten können. Bei ganzjähriger Wasserführung der Isar finden diese Arten auch auf den meisten Schotterbänken einen Anschluß an das Sicker- und Grundwasser, was eine stärkere Ausbreitung ermöglicht. Aus demselben Grund werden auch die Gehölze in ihrem Wachstum gefördert, die vor der Teirlückleitung im trocken gefallenen Kiesbett nur erschwerte Wuchsbedingungen hatten.

Die Pioniergebiete sandreicher Alluvionen

Die Anfangsstadien sand- und schluffreicher Uferbänke der Alpenflüsse werden meist vom Ufer-Reitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*) beherrscht. Gegenüber Kies- und Geröllstandorten weisen diese Flächen mit hohem Feinkornanteil ein gutes Speichervermögen von Wasser und Nährstoffen auf. Rasch treten daher Feuchtarten wie Gebirgs-Simse (*Juncus alpino-articulatus*), Schuppen-Segge (*Carex lepidocarpa*) oder Bunter Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*) auf. Rasch wird auch eine vergleichsweise hohe Vegetationsdeckung auf diesen gutwüchsigen Pionier-

standorten erreicht. Häufig finden sich auch stickstoff- oder nährstoffliebende Arten ein. Eine Zunahme dieser Nährstoffzeiger ist von Jahr zu Jahr festzustellen. Zu erwähnen sind Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) und Röß-Minze (*Mentha aquatica*), die in den Uferreitgrasfluren stellenweise vorherrschen. Dazu gesellen sich, bisher nur sporadisch auftretend, einige Neophyten wie Telekie (*Telekia speciosa*) oder Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*) und bereits auch Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*). Die an Ruderalarten reiche Uferreitgrasflur konzentriert sich auf die Uferbänke des Isarhauptarmes und der Bereiche, die bereits bei kleinen Hochwässern erfaßt werden. An diesen häufig überfluteten Stellen tritt sowohl auf Sand, wie auf Kies auch das Echte Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*) verstärkt auf. Die Ausbildung der Uferreitgrasflur mit Arten der Kalkflachmoore und Kleinsegengesellschaften wie Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*), Gewöhnliche Simsenlilie (*Tofieldia palustris*) oder Buntem Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*) konzentriert sich auf die randlichen, meist etwas höher gelegenen Flächen, die nur selten überflutet und von Hang- oder Druckwasser gespeist werden.

Auswirkung der Teirlückleitung

Aufgrund der günstigen Wasserversorgung und Nährstoffsituation nach der Teirlückleitung wird besonders in der Uferreitgrasflur der Prozess der Verbuschung mit Grauerle und Weiden beschleunigt. Die Zunahme an o.g. Neophyten und Ruderalarten trifft vor allem für die sandreichen Alluvionen zu, die den stark durchströmten Hauptarm der Isar säumen. Dagegen treten diese Arten auf den höher gelegenen, hangwassergespeisten Flächen kaum auf. Die hohe Durchgängigkeit, die ein permantes Fließgewässer auszeichnet, fördert die Ausbreitung von Verbreitungseinheit oder Diasporen der Pflanzenarten. Die Neophyten und Ruderalarten kommen an entsprechenden Standorten im Raum Mittenwald und Scharnitz vor.

Folgegesellschaften

Das Weiden-Tamariskengebüsch

Auf die Pioniergebüsche der Flußalluvionen, in der Gehölze nur sehr vereinzelt auftreten, folgt ein gehölzreiches Auenstadium. Auf den Schotterbänken kalkreicher Flüsse und Bäche dominieren Lavendel- und Purpur-Weide (*Salix eleagnos*, *S. purpurea*). Enthalten die Schotterbänke noch ausreichend Feinmaterial, so findet sich auch die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) ein, die bereits als erstes Pioniergehölz bevorzugt auf sandreichen Standorten der Uferreitgrasgesellschaft auftritt. Die Samen der Tamariske benötigen zur Keimung feuchtes Substrat. Feinkörnige Sedimente, die nach Rückgang eines Hochwassers die Feuchtigkeit länger speichern, werden daher erfolgreicher besiedelt. Die Durchdringung des Schotterkörpers an der Oberen Isar mit Feinmaterial ist so groß, daß die Tamariske mehr oder weniger stark in den meisten Weidenbeständen vertreten ist. Daher wird hier das Lavendelweidengebüsch und das Weiden-Tamariskengebüsch nicht separat behandelt (vergl. MÜLLER u. BÜRGER 1990).

Ähnlich wie die Tamariske findet sich auf Uferbänken mit höherem Feinkornanteil bald auch die Grauerle (*Alnus incana*) ein. Gelangen Grauerle und Weiden zur Vorherrschaft, so unterliegt die Tamariske dem Konkurrenzdruck.

Die standörtlichen Unterschiede in der Korngrößen Zusammensetzung spiegeln sich auch in der Krautschicht wider. Kies- und geröllreiche Uferbänke sind durch Silberwurz (*Dryas octopetala*) und Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*) charakterisiert. Dazu gesellen sich viele Arten der Steinschutt- und Geröllfluren wie Blaugras (*Sesleria varia*), Alpen-Leinblatt (*Thesium alpinum*), Blaugrünes Habichtskraut (*Hieracium glaucum*) und Stachelspitze Segge (*Carex mucronata*). Reicht der Sicker- und Grundwasserspiegel dieser schotterreichen, meist lockerwüchsigen Weidenäue nahe an die Oberfläche, so werden diese wechselfeuchten Standorte durch einige Arten der Kalkflachmoore oder der Kleinseggenrieder gekennzeichnet. Zu nennen sind hier Gewöhnliche Simsenlilie (*Tofieldia calyculata*), Mehl-Primel (*Primula farinosa*),

Bunter Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*), Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*), Schuppen-Segge (*Carex lepidocarpa*) und Dorniger Moosfarn (*Selaginella spinulosa*).

Auf Uferböschungen mit hohem Feinkornanteil tritt die Silberwurz (*Dryas octopetala*) zugunsten von Huflattich (*Tussilago farfara*), Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*) und Kleinem Wegerich (*Plantago intermedia*) zurück. In der Huflattich-Ausbildung des Weiden-Tamariskengebüsches ist auch der Anteil der Gräser wie Ufer-Reitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*), Rohr-Schwingel (*Festuca arundinacea*) und Ausläufertreibendes Straußgras (*Agrostis stolonifera*) höher.

Auswirkung der Teilrückleitung

Durch die Teilrückleitung treten vor allem in der Huflattich-Ausbildung des Weiden-Tamariskengebüsches weitere nitrophile Arten wie Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) oder Röß-Minze (*Mentha longifolia*), sowie oben genannte Neophyten auf. Erkennbare Verluste in der Artenzusammensetzung des Weiden-Tamariskengebüsches hat es durch die Teilrückleitung nicht gegeben. Jedoch konnten sich infolge besserer Wasserversorgung Arten der Kleinseggenrieder und andere Feuchtezeiger wie Gewöhnliche Simsenlilie (*Tofieldia calyculata*) und Alpen-Binse (*Juncus alpinus-articulatus*) stärker ausbreiten. Zusätzliche Versorgung mit Nährstoffen ermöglicht weiteren Arten der Ruderal- und Unkrautfluren eine Ansiedlung. Eine weitere Ausbreitung von Ruderalarten und Neophyten könnte zumindest lokal die charakteristische Artenzusammensetzung kalkalpiner Flussalluvionen gefährden.

Die Tamariske (*Myricaria germanica*) profitiert zunächst von der besseren Wasserversorgung. Im Vergleich zu den Jahren vor der Teilrückleitung haben die Tamariskenbestände an Ausdehung und Wuchshöhe in den Jahren 1991 bis 1997 stark zugenommen. Allerdings gelangen sie nach und nach unter Konkurrenzdruck der ebenfalls geförderten Weiden- und Erlenbestände, sodaß bei weiterer ungestörter Entwicklung der Auengehölze die Tamariske unterliegen wird. Um den Fortbestand der Tamariske zu ermöglichen, müssen immer wieder Pionierflächen durch Hochwasser-

tätigkeit entstehen. Auf Geröllstandorten, die Strauchweiden und Erlen nur sehr langsames Wachstum erlauben, findet die Tamariske nur schlechte Wuchsbedingungen. Sie kann aber dort längere Zeit überdauern, wenn ihr eine Ansiedlung geglückt ist.

Schneeheide-Kiefernwälder

Die Schneeheide-Kiefernwälder der Nordalpen und des bayerischen Alpenvorlandes sind in einer detaillierten Studie von HÖLZEL (1996) neu bearbeitet worden. Aufgrund der klimatischen Verhältnisse ergibt sich zunächst eine Zweiteilung der Kiefernwälder, nämlich in die inneralpinen, warm-trockenen, zwergstrauchreichen Schneeheide-Kiefernwälder, wie im Tiroler Oberinntal, und in die grasreichen Kiefernbestände der kühl-feuchten Randalpen. Die Schneeheide-Kiefernwälder der niederschlagsreichen Randalpen, die sich durch hohen Anteil von Gräsern und Seggen wie Buntes Reitgras (*Calamagrostis varia*), Pfeifengras (*Molinia caerulea*), Stein-Zwenke (*Brachypodium rupestre*), Erd-Segge (*Carex humilis*) oder Horst-Segge (*Carex sempervirens*) auszeichnen, werden noch in die Subassoziationsgruppen der wärmebegünstigten Hangwälder und die der kühlfeuchten Tallalluvionen unterteilt.

Aufgrund der Gräserdominanz werden diese Kiefernbestände der Randalpen als randalpische Buntreitgras-Kiefernwälder den zentralalpischen Schneeheide-Kiefernwälder gegenübergestellt. Die Buntreitgras-Kiefernwälder auf Auenstandorten wie hier an der Oberen Isar zeigen aufgrund der Standortunterschiede in den Bodenverhältnissen und der zurückliegenden Entwicklungszeiträume (Sukzessionsstadien) der einzelnen Bestände verschiedene Ausbildungen oder Subassoziationen, die sich vor allem in der Krautschicht abzeichnen.

Der Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald

Der Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald ist das jüngste Glied der alluvialen Kiefernbestände. Der Übergang vom Weiden-Tamariskengebüsch zum Buntreitgras-Kiefernwald ist oft fließend. Auf feinerdearmen Grobschotterstandorten können sich die Kiespioniere und konkurrenzschwachen Arten lange

halten, auch wenn die Auendynamik infolge reduzierter Hochwasser- und Umlagerungstätigkeit abgeschwächt ist. Auf diesen relativ alten Alluvionen finden sich Latsche und krüppelhafte Kiefern ein und erreichen nur geringen Kronenschluß, sodaß in der Bodenschicht lichtliebende Arten gefördert werden. Dort dominieren Rohbodenbesiedler und Arten des lückigen Weiden-Tamariskengebüsches. Zu nennen sind Silberwurz (*Dryas octopetala*), Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*), Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*), Grauer Löwenzahn (*Leontodon incanus*) und Blaugrüner Steinbrech (*Saxifraga caesia*).

Auf Uferböschungen mit hohem Anteil an feinem Substrat hat sich bereits in den vorangegangenen Sukzessionsstadien meist ein dichter Bewuchs aus Weide, Erle und vielfach auch aus Fichte eingestellt. Hier ist es fraglich, ob auf diesen Flächen eine Entwicklung zu lockervwüchsigen Kiefernwäldern mit deren charakteristischen, artenreichen Krautschicht stattfinden wird.

Auf Schotterfächern, die durch seitlich einmündende Bäche und Gräben entstehen, werden Wald-Kiefer und Spirke meist durch Latschen ersetzt. Die Artensammensetzung der Krautschicht stimmt aber weitgehend mit der des Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwaldes überein.

Der Leinblatt-Buntreitgras-Kiefernwald

Der Buntreitgras-Kiefernwald mit Geschnäbeltem Leinblatt (*Thesium rostratum*) stellt ein fortgeschrittenes Stadium dieser alluvialen Kiefernbestände dar. Im Laufe der Sukzession werden die Rohbodenbesiedler und Arten der alpinen Schuttfluren wie Silberwurz (*Dryas octopetala*) und Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*) nach und nach verdrängt und anschließend Arten wie Geschnäbeltes Leinblatt (*Linum rostratum*), Nordisches Labkraut (*Galium boreale*), Amethyst-Schwingel (*Festuca amethystina*) oder Große Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*) treten vermehrt auf. Auch Gräser wie Bunt-Reitgras (*Calamagrostis varia*), Stein-Zwenke (*Brachypodium rupestre*) oder Pfeifengras (*Molinia caerulea*) gelangen zur Vorrherrschaft. Hinzukommen Vertreter der Kalkmagerrasen wie Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*), Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*), Dorniger Hauhe-

chel (*Ononis spinosa*) und Golddistel (*Carlina vulgaris*) sowie, gefördert durch die Rinderbeweidung, Arten der Wiesen und Weiden wie Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*), Vogel-Wicke (*Vicia cracca*), Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea*), Spitz-Wegerich (*Plantago lanceolata*), Große Bibernelle (*Pimpinella major*) und Rauer Löwenzahn (*Leontodon hispidus*). Die Entwicklung zum reiferen Stadium des Buntreitgras-Kiefernwaldes mit Geschnäbeltem Leinblatt läuft auf sandreichen Standorten rascher ab. Dort wird nach HÖLZEL (1996) gelegentlich das Silberwurz-Stadium übersprungen. Auf diesen Standorten tritt auch die Fichte vermehrt auf.

Der Hohe Anteil der Fichte auch auf anderen Flächen in der Aue ist einmal auf die hohen Niederschläge des Alpenrandes zurückzuführen, die die Fichte gegenüber der Föhre auch auf den Schotterstandorten konkurrenzfähig macht. Zum anderen dürften sich für die Fichte auch periodische Einträge von Nährstoffen und Feinsedimenten zu Hochwasserzeiten und ganzjährige Anlieferung von Stickstoff aus der Luft heute verstärkt wachstumsfördernd auswirken. Kronenschluß und starke Beschattung erschweren die Wuchsbedingungen in der Bodenschicht, sowie eine Ansiedlung der Föhre.

Wie bereits SCHRETZENMAYR (1950) erwähnt, ist auf den älteren Schotterböschungen der Isar in Höhe Lengries die Fichte fast ausschließlich verbreitet und die Föhre fehlt fast vollständig. Diese Fichtenbestände weisen jedoch charakteristische Föhrenbegleiter wie Schneeheide (*Erica herbacea*) oder Zwergbüchs (*Polygala chamaebuxus*) auf. Klimatische und edaphische Gründe werden dafür angeführt. Im Isarabschnitt zwischen Mittenwald und Vorderriß wird die Föhre durch geringere Niederschläge und vor allem durch den hohen Anteil des Gesteinsmaterial aus Hauptdolomit gefördert. Südseitig exponierte Standorte mit Grobschotter werden bevorzugt von der Föhre besiedelt.

Auswirkung der Teilrückleitung

Die Teilrückleitung dürfte sich auf die Artensammensetzung der Buntreitgras-Kiefernwälder aufgrund ihrer erhöhten Lage in der Talaue nicht so gravierend ausgewirkt haben wie auf die Vegetation der flußnahen

Sand- und Schotterbänke. Die Wasserversorgung der Kiefernstandorte dürfte nämlich weitgehend unabhängig von der Mindestwasserführung der Isar sein. Dennoch ist auch hier eine Zunahme der Feuchttarten zu verzeichnen. Auch unter den Gehölzen haben Fichte, Bergahorn und Faulbaum offenbar bessere Wuchsbedingungen. Wenn auch die Restwasserführung der Isar nicht unmittelbar zur Wasserversorgung der höher gelegenen Kiefernwaldstandorte beitragen, so dürfte sich heute der ausbleibende Dräneffekt eines ehemals fast ganzjährig trockenen Flussbettes – begleitet von einer Absenkung des Grundwassers im Gewässerbett – auf die Wasserversorgung der uferbegleitenden Standorte auswirken. Anzeichen einer stärkeren Verfärbung, die eine Gefährdung für die Krautschicht werden könnten, ergeben sich in den bestehenden Buntreitgras-Kiefernwäldern an der Oberen Isar derzeit nicht, zumal die grasreiche Bodenschicht einen stärkeren Fichtenanflug verhindert.

Vegetation nasser Mulden und Altwasserrinnen

Während auf den Sand- und Kiesbänken mit zunehmender Bodenreife eine Entwicklung zu Auengehölzen und schließlich zu Waldegesellschaften erfolgt, müssen in den wassergefüllten Mulden und Rinnen zunächst Verlandungsprozesse ablaufen, bevor eine Entwicklung zu einem Auenwald möglich ist. Eine Gehölzansiedlung in wechselnassen Mulden und Rinnen, die nach einem kleinen Hochwasser oft lange Zeit unter Wasser stehen, ist sehr erschwert.

Die Vegetation dieser wechselnassen, sowie der wassergefüllten, aber kaum durchströmten Standorte ist sehr vielfältig. Sie besteht aus einer Reihe meist sehr kleinflächig auftretender Gesellschaften der Seggenrieder und Kalkflachmoore. Die in Tab. 6 zusammengestellten Vegetationsaufnahmen können die Vielfalt dieser Gesellschaftskomplexe nur beispielhaft andeuten. Auf wechselnassen bis wechselfeuchten Kies- und Sandstandorten dominieren die Mehlprimel-Kopfbinsenrasen und auf länger überfluteten sand- und schluffreichen Uferbänken die Gesellschaft mit der Gebirgs-Simse (*Juncus alpino-articulatus*). In Altwasserrinnen mit starken Wasserspiegelschwankungen tritt die Gebirgs-Simse meist mit der Steif-Segge (*Carex elata*) und anderen Arten der Großseggenbestände auf.

Auswirkung der Teirlückleitung

Der vor der Teirlückleitung in der Aue verbreitete Mehlprimel-Kopfbinsenrasen konzentrierte sich auf die randlichen und oft sogar höhere gelegenen Uferbänke. Deren Wasserhaushalt wird nur wenig von der Isar beeinflusst. Diese Standorte wurden und werden durch seitlich zuströmendes Hang- und Quellwasser, sowie von Quellen, die bei den häufigen Gewitterregen anspringen, gespeist. Die typische Ausbildung der Gebirgs-Simse mit Steif-Segge (*Carex elata*) und anderen Großseggen wie Rispen-Segge (*Carex paniculata*) und Schnabel-Segge (*Carex rostrata*) beschränkte sich auf wenig vorhandene, hangwassergespeiste Altwasserrinnen. Beide Vegetationseinheiten werden durch die Teirlückleitung in ihrer Ausbreitung gefördert. Die Offenhaltung der Vegetationseinheiten dieser Nassstandorte hängt im Wesentlichen von der Wasserführung der Isar ab, während die Voraussetzungen für den Fortbestand der Pioniergesellschaften auf den Schotterbänken in einer Hochwasserdynamik mit ausreichendem Geschiebetrieb und entsprechender Umlagerungstätigkeit im Flussbett begründet liegen.

Veränderungen der Feuchte- und Stickstoffzahl in den Pflanzengesellschaften durch die Teirlückleitung

Jede Pflanzensippe ist von ELLENBERG et all. (1991) in einer neunstufigen Skala mit einer Wertzahl versehen, die ausdrückt, ob die Pflanze trockene oder sehr nasse Standorte (Feuchtezahl), nährstoffarme oder nährstoffreichere Plätze (Stickstoffzahl) oder kalkhaltige oder saure Böden (Reaktionszahl) anzeigen. So besitzen Pflanzen der Trockenstandorte Feuchtezahlen zwischen 1 und 3, Arten der Nassstandorte zwischen 7 und 9. Die Feuchtezahlen der Wasserpflanzen, als eigene Gruppe, liegen zwischen 10 und 12 (je nachdem die Arten zeitweise oder obligatorisch im Wasser stehen oder gänzlich untergetaucht leben).

Arten mit einer weiten Amplitude gegenüber eines Standortfaktors, wie Feuchte oder Stickstoffreichtum, bekommen keine Wertzahl und gehen daher in die Be-

rechnung der mittleren Feuchte oder des mittleren Stickstoffgehaltes nicht ein.

In der Tabelle auf S.12 sind die Feuchte- und Stickstoffzahlen zu den einzelnen Pflanzengesellschaften zusammengefaßt. Die aus den Vegetationsaufnahmen abgeleiteten Zeigerwerte stellen keine Meßwerte dar, sondern geben einen Hinweis auf die Größenordnung und lassen Tendenzen des ökologischen Verhaltens gegenüber Änderungen von Umweltfaktoren erkennen.

Im Falle der Vegetationsentwicklung vor und nach der Teirlückeitung an der Oberen Isar ergeben sich folgende Aspekte: Erwartungsgemäß hat die durchschnittliche Feuchte bei allen Vegetationseinheiten (hier sind die Vegetationsaufnahmen der nassen Mulden und Altwasserrinnen nicht miteinbezogen) nach der Teirlückeitung zugenommen. Die durchschnittliche Feuchtezahl aller Vegetationsaufnahmen (unter Ausschluß der Aufnahmen in nassen Mulden und Altwasserrinnen) beträgt vor der Teirlückeitung 4,5. Nach der Teirlückeitung ist sie auf 5,8 gestiegen. Bei der Stickstoffzahl hat sich nur eine geringfügige Erhöhung von 3,15 auf 3,4 ergeben. Diese niedrigen Werte kennzeichnen generell nährstoffarme Verhältnisse.

Hervorzuheben ist die Tatsache, daß die Pionierge-
vation kiesreicher Alluvionen gegenüber der Pionier-
vegetation auf sandreichen Uferböschungen weit niedrigere Feuchtezahlen besitzt. Die höhere Feuchtigkeit der sandreichen Pionierstandorte macht sich auch im Deckungsgrad der Vegetation bemerkbar. Kiesreiche Pionierstandorte sind im Mittel zu 0,28 bedeckt, während es die sandreiche Pionierge-
vation im Mittel zu einer Deckung von 0,55 bringt.

Bemerkenswert erscheint auch der relativ hohe Anstieg der Feuchtezahlen auf den Flächen des Buntreit-
gras-Kiefernwaldes von 4,3 auf 4,7 bzw. von 4,0 auf 5,3 durch den Grund- oder Sickerwasseranstieg infolge der Teirlückeitung. Dies könnte sich zu einem Wachstumsvorteil für die Fichte auswirken. An den Werten der Stickstoffzahlen (im Mittel 2,65 bzw. 2,9) hat sich vergleichsweise nur wenig geändert. Die Standorte können derzeit als stickstoffarm bezeichnet werden. Zu bedenken ist allerdings, daß die Prozesse

des Vegetationswandels aufgrund veränderter Standortfaktoren noch im vollen Fluß sein dürften.

Diese ermittelten Werte können nur als grobe Orientierung zur Situation der Feuchte- und Nährstoffverhältnisse dienen. Die Schwankungen in den verschiedenen Vegetationsaufnahmen innerhalb einer Pflanzengesellschaft sind oft beträchtlich. So erreichen Vegetationsbestände von Standorten, die überwiegend vom Überflutungswasser beschickt werden meist höhere Stickstoffzahlen als Pflanzenbestände auf Standorten, die vom Hangwasser oder durch den Kieskörper gefiltertes Drängewasser gespeist werden.

Diskussion

Im Vergleich zu anderen Alpenflüssen hat der Oberlauf der Isar noch weitgehend seinen natürlichen Wildflußcharakter erhalten. Vorhanden sind noch die Charakteristika, nämlich verzweigter Lauf, Geschiebeführung und starke Schwankungen der Abflüsse mit sehr hohen Hochwasserspitzen. Vorhanden sind auch in der Aue die dazugehörigen Pflanzengesellschaften mit charakteristischen Arten, sowie eine typische Abfolge der Vegetationsentwicklung.

Trotz dieses hohen Grades an Natürlichkeit und der herausragenden Seltenheit dieser Wildflußlandschaft, weist auch der obere und oberste Lauf der Isar bereits Mängel hinsichtlich der Natürlichkeit auf, die durch menschliche Eingriffe in den Fluß oder dessen Einzugsgebiet begründet liegen.

Geschiebeentnahme zur Kiesgewinnung geschieht bereits im obersten Flußabschnitt im Hinterautal oberhalb Scharnitz. Maßnahmen der Wildbachverbauung in den seitlichen Zubringern zum Schutz von Siedlungen und Infrastruktur führen zu weiteren Einschränkungen der Geschiebeinträge in den Fluß. Das Geschiebe, das am Krüner Wehr ankommt und zunächst zurückgehalten wird, läßt sich zwar bei Hochwasser durchspülen. Es bleibt aber teilweise unterhalb des Wehres in dem breiten Isarbett bei Wallgau liegen. Um eine Anhebung der Flußsohle und dadurch einen Rückstau des Grundwassers in angrenzendes Siedlungsgebiet zu verhindern, wird von Zeit zu Zeit Kies aus dem Isarbett entnommen, das der Isar flußabwärts

fehlt. Eine Vielzahl von Faktoren und Umständen tragen zu einem geringeren Geschiebeeintrag in die Isar bei. So ging auch teilweise die Anzahl von Blaiken und Erosionsflächen und somit die Abtragsbereitschaft auf ehemals übermäßig hoch durch Rinder, Ochsen und Pferde bestoßenen Almflächen und Waldungen im Einzugsbereich zurück, wie aus einem Luftbildvergleich zu entnehmen ist. Dieses Ergebnis einer verträglichen Almwirtschaft ist durchaus zu begrüßen. Es soll hier nicht einer stärkeren Beweidung, schon gar nicht in den Hochlagen z.B. durch Schafe das Wort geredet werden.

Nicht nur die Geschiebedynamik ist abgeschwächt, sondern auch die Hochwaserdynamik. Durch die Überleitung von Isarwasser bei Krün bis zu $25 \text{ m}^3/\text{sec}$ in den Walchensee kommen kleinere oder mittlere Hochwasserereignisse kaum zur Wirkung, da nur bei einer Spülung des Krüner Wehres – etwa alle ein bis zwei Jahre – das gesamte oberstromig ankommende Wasser für eine relativ kurze Zeitspanne abgegeben wird und somit im weiteren Isarverlauf zur Wirkung kommen kann. Große Hochwasser sind ohnehin selten und sind vor allem in den letzten 10 Jahren kaum aufgetreten. In der Strecke zwischen Wallgau und dem Sylvensteinspeicher fließen daher über lange Zeit nur geringe Wassermengen. Nur bei Extremereignissen kommt es zu kurzen und sehr steilen Hochwasserspitzen (s. LENHART et all. 1996). Diese Ereignisse, die eine Laufveränderung und Geschiebeumlagerung herbeiführen könnten, sind naturgemäß zu selten, als daß dadurch das gewünschte Bild einer Wildflusslandschaft mit überwiegend offenen Kiesflächen erzielt werden könnte.

Vor der Teirlückleitung waren langanhaltende Trockenphasen und Ausbildung eines Trockenbettes der Isar der limitierende Faktor für das Pflanzenwachstum und die Vegetationsentwicklung. Durch die ständige Wasserführung in der Oberen Isar seit der Teirlückleitung ist die Wasserversorgung für die Auenvegetation sichergestellt. Aufkommen eines Weidengebüsches, in der auch Erle und Fichte hinzukommen, sind die Folgen auf großen Flächen der Talaue. Dieser Wandel in der Biotopstruktur bleibt nicht ohne Auswirkungen für die Tierwelt. Besonders betroffen sind

vor allem an offene Kiesflächen angepaßte, spezifische Insektenarten, so z.B. einige selten Arten der Laufkäfer oder Heuschrecken (s. PLACHTER 1988), deren Lebensraum somit verkleinert wird (s.a. KUHN 1993, REICH 1990, 1993).

Umgekehrt wirkte sich die Teirlückleitung auf kiesbankbewohnende Vögel infolge besseren Nahrungsangebotes positiv aus (LANDESBUND FÜR VOLKSGELENKSCHUTZ 1996).

Finden Umlagerungsvorgänge im Flußbett nur in großen Zeitabständen statt, so kann die Vegetationsentwicklung auf den Pionierflächen ungestört über mehrere Sukzessionsstadien bis zur fast geschlossenen Weidenäue durchlaufen. Es werden pro Zeiteinheit mehr Flächen vom Auwald erobert als offene Flächen durch Umlagerungstätigkeit bei Hochwasser entstehen. D.h. das Verhältnis von offenen Pionierflächen zu geschlossenen Auenbeständen verschiebt sich zu Gunsten des Auwaldes. Nur ein kleiner Teil der Talalluvionen verbleibt den Schuttfluren.

Welches Verteilungsmuster zwischen offenen und bestockten Auenflächen sich mittel- bis langfristig aufgrund heutiger Abflußdynamik und Geschiebetätigkeit einstellen wird, kann nur schwer abgeschätzt werden. Unsicher sind auch Vorhersagen über künftige Entwicklung des Klimas und der Häufigkeit von Starkniederschlägen, die das Ausmaß der Hochwassereignisse wesentlich bestimmen.

Weitere Einwirkungen in das natürliche Auensystem bringt der hohe Besucherdruck, der seit der Teirlückleitung stark zugenommen hat. Auch die Rinderweide in der Aue, sicherlich seit Jahrhunderten in vielen Flußauen betrieben, schafft Veränderungen. Einmal sorgt die Beweidung der Aue für eine gewisse Offenhaltung verbuschter Flächen, anderseits erfolgt eine Düngung und Nährstoffanreicherung. Dies betrifft vor allem die Feucht- und Naßflächen, sowie die wassergefüllten Mulden und Rinnen, die von den Rindern durchwatet werden. Durch Tritt und selektives Freßverhalten findet ein zusätzlicher Wandel in der Artenzusammensetzung statt, die bereits SCHRETTENMAYR (1950) folgenderweise beschreibt: Durch den Weideeinfluß verschwinden einige Pflanzen wie

Schneeheide (*Erica herbacea*), Silberwurz (*Dryas octopetala*), Heideröschen (*Daphne cneorum*), Zwergbusch (*Polygala chamaebuxus*), Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*) oder Pfeifengras (*Molinia caerulea*). An deren Stelle treten Arten wie Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*), Zittergras (*Briza media*), Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), Weiß- und Wiesen-Klee (*Trifolium repens, T. pratense*), Kleine Bibernelle (*Pimpinella saxifraga*) und Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea*).

Verbesserungsmöglichkeiten

Verhinderung einer Gehölzentwicklung in der Aue durch Trockenfallenlassen des Isarbettes über viele Wochen ist sicherlich kein Schritt in Richtung größerer Naturnähe. Die Isar ist ein Wildfluß der Nordalpen. Im Einzugsgebiet fallen jährlich etwa 2000 mm an Niederschlägen. Häufig sind auch starke sommerliche Gewitterregen. Eine weitere Reduzierung der jährlichen Abflußmenge entspricht daher nicht den natürlichen Bedingungen des Naturraumes. Vor der Teilkürkleitung wurden nach SPEER (1977) der Isar mehr als die Hälfte des natürlichen Mittelwasserabflusses durch Ableitung in den Walchen- und Achensee entzogen. Die in Bad Tölz gegründete Notgemeinschaft „Rettet die Isar jetzt“ forderte bereits 1974 eine Rückleitung des Rißbaches, des Finzbaches und eines Teils der Isar, damit aus dem Rinnslal wieder ein Fluß wird (s.a. SPEER 1977).

Neben einer weiteren grenzüberschreitenden Verringerung der Nährstoffeinträge in die Isar und einer verträglichen Nutzung, sei es durch den Fremdenverkehr oder sei es durch die Landwirtschaft, dürfte eine Annäherung des Abflußgeschehens und der Geschiebeführung an natürliche Verhältnisse die bedeutsamste Maßnahme zur Verbesserung des Wildflußcharakters sein. Daß dies nur in kleinen Schritten geschehen kann, braucht nicht weiter diskutiert werden. Möglich und sinnvoll erscheint u.a. eine Dynamisierung der Abflußverhältnisse. Das bedeutet keine gleichmäßige Abgabe am Krüner Wehr wie bisher von $4,8 \text{ m}^3/\text{sec}$ im Sommerhalbjahr und von $3,0 \text{ m}^3/\text{sec}$ im Winterhalbjahr, sondern eine reduzierte Abgabe, dessen Wassermenge noch festzusetzen wäre. Legt man die Jahres-

menge der bisher vereinbarten Wasserabgabe von $4,8 \text{ m}^3$ bzw. von $3,0 \text{ m}^3$ zu Grunde, so ergäbe sich bei einer reduzierten Überleitung ein Guthaben. Dieses könnte zu einer Aufhöhung und zeitlichen Verlängerung kleinerer und mittlerer Hochwasser herangezogen werden. Für diese Zeit müßte das gesamte von Mittenwald ankommende Wasser, ohne Ausleitung zum Walchensee, in der Isar verbleiben. Durch eine verlängerte und erhöhte Hochwasserführung könnte auch das Geschiebe, das sich im aufgeweiteten Isarbett unterhalb Krün ablagert, weitertransportiert werden. Die Gefahr eines Rückstaues in ein Siedlungsgebiet infolge Flußbetaufhöhung wäre gemindert. Damit wäre auch die Notwendigkeit zur Geschiebeentnahme aus dem Fluß beseitigt. Geschiebetransport, Geschiebemumlagerung und Schaffung von offenen Pionierflächen in der Aue wären gesichert.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Thomas Schauer
Ziegelei 6
82538 Gelting

Tabelle der Feuchte- und Stickstoffzahlen der Pflanzengesellschaften vor und nach der Teilrückleitung

Vegetation	Feuchtezahl vor der Teilrückleitung	Feuchtezahl nach der Teilrückleitung	Stickstoffzahl vor der Teilrückleitung	Stickstoffzahl nach der Teilrückleitung
Pionervegetation kiesreicher Alluvionen				
Frühes Stadium	4,8	5,8	3,2	4,4
Späteres Stadium	–	4,6	–	3,5
Späteres Stadium feuchte Ausbildung	–	5,5	–	2,7
Pionervegetation sandreicher Alluvionen				
Typische Ausbildung	6,7	–	3,9	–
Ausbildung mit Ruderalzeigern	–	6,9	–	3,9
Ausbildung mit Alpenbinse	–	7,1	–	3,5
Weiden-Tamariskengebüsch				
Typische Ausbildung	4,8	5,5	3,4	3,5
Ausbildung mit Simsenlilie	5,2	5,9	3,0	3,2
Ausbildung mit Grauerle	5,3	–	3,2	–
Ausbildung mit Alpenbinse	–	6,8	–	3,5
Ausbildung mit Ackerkratzdistel	–	6,6	–	4,6
Buntreitgras-Kiefernwald				
Ausbildung mit Silberwurz	4,3	4,7	2,6	2,9
Ausbildung mit Geschnäbeltem Leinblatt	4,0	5,3	3,0	3,0
Vegetation nasser Mulden und Rinnen				
Rotes Kopfbinsenried	7,3	7,7	2,8	2,5
Alpenbinsenried	6,7	7,7	2,5	2,9
Steifseggenried	9,0	8,6	4,5	3,4

Literatur

- Ellenberg, H., Weber, H., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen D.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Göttingen, 1991
- Hölzel, N.: Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. Laufener Forschungsber. 3 (ANL) 1996
- Jerz, H., Schauer, Th. und Scheurmann K.: Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Gebiet der Ascholdinger und Pupplinger Au. Jb. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, München, 51. Jg. 1986
- Kuhn, J.: Naturschutzprobleme einer Wildflußlandschaft: Anmerkungen zur „Teilrückleitung der oberen Isar“. Natur und Landschaft, 68. Jg. H. 9, 1993
- Lampe, V.: Die Vegetation im Bereich der Umlagerungsstrecke der oberen Isar – historische und aktuelle Entwicklung. Diplomarbeit Fachbereich Biologie d. Philipps-Universität Marburg, 1993
- Landesbund f. Vogelschutz in Bayern, Kreisgruppe Garmisch-Partenkirchen: Teilrückleitung Obere Isar – Erfahrung nach sechsjähriger Praxis. Ornithologische Untersuchung an der Oberen Isar zwischen Krüner Wehr und Vorderriff. Abschlußbericht im Auftrag des Landesamt für Wasserwirtschaft, 1996
- Lenhart, B., Hannweber, M., Schmedtje, U., Schlösser, I.: Erfahrungen des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim mit der Isarrückleitung. Laufener Seminarbeiträge 4, 1997
- Lippert, W., Müller, N., Rossel, S., Schauer, Th., und Vetter, G.: Der Tagliamento – Flußmorphologie der größten Wildflußlandschaft in den Alpen. Jb. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, München, 60. Jg. 1995
- Müller, N. und Bürger, A.: Flußbettmorphologie und Auenvegetation des Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft. Jb. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, München, 55. Jg. 1990
- Müller, N., Dalhof, B., Häcker, B. und Vetter., G.: Auswirkungen von Flußbaumaßnahmen auf Flußdynamik und Auenvegetation am Lech – eine Bilanz nach 100 Jahren Wasserbau an einer nordalpinen Wildflußlandschaft. Berichte d. ANL, H.16., Laufen, 1992
- Plachter, H.: Die Fauna der Kies- und Schotterkörper de-alpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz. Berichte d. ANL, H.10, Laufen, 1986
- Reich, M.: Verwehrte Wildnis. Garten+ Landschaft, H. 6. 1993
- Schauer, Th.: Die Vegetationsentwicklung auf Umlagerungsstrecken alpiner Flüsse und deren Veränderungen durch wasserbauliche Maßnahmen. Interpraevent, Vil-lach, 1984
- Schretzenmayr, M.: Sukzessionsverhältnisse der Isarauen südlich Lengries. Ber. Bayer. Botan. Gesellsch. Bd. 28, 1950
- Speer, F.: Das Problemgebiet Obere Isar – Entwicklung, Zustand, Lösungsvorschläge, dargestellt am Beispiel der Isarauen zwischen Lengries und Bad Tölz. – Diplomarbeit Lehrstuhl f. Landschaftsökologie der TU München, Weihenstephan, 1977

Tabelle 1: Pioniergevegetation kiesreicher Alluvionen														
Frühes Stadium: A: vor der Teirlückleitung, a: nach der Teirlückleitung														
Späteres Stadium: b: nach der Teirlückleitung														
Späteres Stadium, feuchte Ausbildung: c: nach der Teirlückleitung														
Aufnahmenummer	3	10	37	17	41		71	80	126	57	60	67	62	30
Deckung Strauchschicht	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.05	0.0
Deckung Krautschicht	0.01	0.1	0.1	0.3	0.4		0.01	0.01	0.05	0.05	0.05	0.2	0.6	0.3
Aufnahmejahr	81	81	81	81	81		94	94	96	94	94	94	94	94
Gesellschaften	A	A	A	A	A		a	a	a	a	a	a	a	a
Charakterarten:														
<i>Gypsophila repens</i>	.	.	+	1	1		+	+	.	.	.	+	+	+
<i>Petasites paradoxus</i>	.	.	.	.	1		.	+	.	.	.	+	1	1
<i>Saxifraga caesia</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	+	.	.
Trennarten:														
<i>Dryas octopetala</i>	.	.	.	+	1		.	+	.	.	.	+	+	+
<i>Tolpis staticifolia</i>	+	.	+	.	1		.	.	.	.	.	1	+	2
<i>Silene vulgaris</i>	+	1	1	1	1		.	+	+	+	1	+	1	+
<i>Hutchinsia alpina</i>	+	1	.	1	+		+	.	+	.	+	.	.	+
<i>Arabis alpina</i>	+	+	1	.	.		.	.	+	+	+	.	.	.
<i>Aethionema saxatile</i>	+	.	1	+	.		.	+	+	.	+	.	.	.
<i>Parnassia palustris</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Tofieldia calyculata</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula farinosa</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex flava lepidocarpa</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex panicea</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
Arten der Steinschutt- u. Geröllfluren:														
<i>Sesleria varia</i>	.	+	+	+	1		+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thymus praecox</i> ssp. <i>polytrichus</i>	+	.	1	1	1		.	.	.	.	.	2	+	
<i>Carex mucronata</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thesium alpinum</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	.	.	.	+	.		+	+	.	+	.	1	1	1
<i>Galium pusillum anisophyllum</i>	+	1	1	+	+		.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Carex firma</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex scutatus</i>	.	.	+	+	.		.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Kernera saxatilis</i>	+	+	+	+	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Globularia cordifolia</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium glaucum</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acinos alpinus</i>	.	+	+	+	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linaria alpina</i>	.	.	+	+	.		+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carduus defloratus</i>	.	.	.	1	.		.	.	.	.	.	+	+
<i>Hieracium piloselloides</i> agg.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	+
<i>Polygala amara</i> agg.	+	.	.	.	.		+	.	.	.	+	.	.	.
<i>Moehringia ciliata</i>	.	.	+	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula auricula</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex sempervirens</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
Arten der Kleinseggenrieder u. Quellflur														
<i>Silene pusilla</i>	+	+	+	.	.		.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Selaginella selaginoides</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Schoenus ferrugineus</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus alpino-articulatus</i>	.	.	.	.	.		+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Pinguicula vulgaris</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga aizoides</i>	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.

Zu Tabelle 1: Pioniergevegetation kiesreicher Alluvionen

Außerdem kommen vor:

Ranunculus repens 3:+, 126:+, 30:+; *Arenaria serpyllifolia* agg. 3:+, 126:+, 30:+; *Epipactis atrorubens*, 10:+, 18:+; *Myricaria germanica* 17:+, 47:+; *Trifolium pratense* 41:1, 62:1, 37:+; *Teucrium montanum* 32:1, 7:+; *Theesium rostratum* 14:+, 9:1; *Convallaria majalis* 71:+, 84:+; *Solanum dulcamara* 80:+, 57:+; *Phleum pratense* pratense 57:+, 60:+; *Veronica anagallis-aquatica* agg. 57:+, 60:+; *Scabiosa columbaria* agg. 15:+, 26:+; *Ononis spinosa* 108:+, 33:+; *Gymnadenia conopsea* 67:+, 108:+, 4:+; *Sedum atratum* 17:+; *Poa minor* 10:+, 37:1, 17:1, 126:+; *Gentiana clusii* 122:+; *Cirsium arvense* 126:+, 62:+, 30:+; *Plantago major* ssp. *major* 57:+, 30:+; *Festuca pratensis* 17:+; *Galeopsis tetrahit* 57:+; *Galium boreale* 10:+; *Salix daphnoides* s 67:2, 7:+; *Vicia cracca* 10:+, 62:+; *Epilobium adenocaulon* 126:+; *Pimpinella saxifraga* *saxifraga* 3:+; *Fagus sylvatica* 78:+; *Veronica fruticans* 17:+; *Hieracium sylvaticum*, 80:+; *Mycelis muralis* 3:+; *Taraxacum officinale* agg. 71:+, 62:+, 30:+; *Deschampsia cespitosa* 17:1; *Betula pendula* 15:+; *Dactylis glomerata* 37:+, 30:+; *Ranunculus polyanthemos nemorosus* 108:+; *Arabis hirsuta* agg. 3:+; *Juniperus communis* ssp. *communis* 33:+; *Salix appendiculata* s 41:+; *Gentiana asclepiadea* 108:+; *Salix elaeagnos* 17:1; *Ranunculus montanus* *montanus* 108:+; *Angelica sylvestris* 108:+; *Gentiana utriculosa* 108:+; *Epipactis palustris* 108:+; *Fagus sylvatica* 80:+; *Origanum vulgare* 71:+; *Festuca rubra* ssp. *rubra* 57:+, 62:+; *Geranium robertianum* 60:+; *Impatiens glandulifera* 60:+; *Trifolium repens* 126:+, 62:+, 30:+; *Aquilegia atrata* 44:+; *Gentianella germanica* 37:+; *Festuca varia* 33:+; *Succisa pratensis* 33:1; *Antennaria dioica* 122:+; *Allium carinatum* 84:+; *Asperula cynanchica* 37:+; *Brachypodium pinnatum* 22:1; *Reseda lutea* 78:+; *Fraxinus excelsior* 79:+; *Hypericum perforatum* 62:+, 30:+, 22:+; *Galium verum* agg. 67:+, 32:+; *Centaurea scabiosa* 15:+; *Gentianella campestris* 32:+; *Carex brachystachys* 14:1; *Phalaris arundinacea* 30:+; *Medicago lupulina* 62:1, 30:+; *Cirsium oleraceum* 67:+; *Heracleum sphondylium* 62:+; *Scrophularia nodosa* 30:+; *Melilotus alba* 62:+; *Melilotus officinalis* 62:1; *Leontodon autumnalis* 30:+; *Erigeron acris* 30:+; *Sedum telephium* *telephium* 62:+; *Campanula rotundifolia* 62:+;

Tabelle 2: Pioniergevegetation sandreicher Alluvionen

A: Vor der Teirlückleitung																
B: Nach der Teirlückleitung, Ausbildung mit Ruderalzeigern																
C: Nach der Teirlückleitung, Ausbildung mit Alpen-Binse																
Aufnahmenummer	31	18	54	20	63	49	118	106	24	56	59	38	89	70	114	41
Deckung Strauchschicht	0.05	0.1	0.0	0.0	0.01	0.01	0.05	0.3	0.4	0.1	0.01	0.0	0.05	0,3	0.1	0.1
Deckung Krautschicht	0.5	0.6	0.6	0.8	0.8	0.5	0.6	1.0	0.1	0.4	0.3	0.1	0.4	0.8	0.6	0.6
Aufnahmejahr	81	81	81	94	94	94	96	94	94	94	94	94	94	94	96	94
Gesellschaften	A	A	A	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C
Charakterarten:																
Calamagrostis pseudophragmites	3	2	3	4	4	3	2	2	1	2	2	1	2	3	1	1
Tussilago farfara	2	2	2	2	+	2	2	3	+	1	1	+	1	.	.	+
Petasites paradoxus	.	.	.	2	.	1	+	.	.	.	.	1	1	+	.	.
Arten der Steinschutt- u. Geröllfluren:																
Silene vulgaris	1	1	.	+	1	1	1	1	+	1	.	1	+	.	.	.
Hutchinsia alpina	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Thymus praecox ssp. polytrichus	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polygala amara agg.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Dryas octopetala	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Gypsophila repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Arten der Kleinseggenrieder:																
Juncus alpino-articulatus	+	.	1	.	.	.	.	.	.	+	1	1	2	1	2	.
Carex flava lepidocarpa	1	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	1	1	1	1
Equisetum variegatum	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	1	2	.
Tofieldia calyculata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+
Parnassia palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
Carex panicea	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Krautige Vegetation oft gestörter Plätze																
Cirsium arvense	.	1	.	1	1	+	1	2	.	.	+	+	+	.	.	.
Sagina nodosa	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	+	.	.	+
Barbarea vulgaris	.	+	.	.	.	+	.	1	.	+	+	.	.	.	.	.
Eupatorium cannabinum	.	.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	+	+	.	.	.
Epilobium tetragonum ssp.tetragonum	.	.	.	+	+	1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Mentha longifolia	.	.	.	.	.	.	1	2	.	+	+	+	.	.	.	.
Festuca arundinacea ssp. arundinacea	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
Rumex obtusifolius	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Sonstige Begleiter:																
Salix elaeagnos (Strauch)	+	2	1	1	.	.	1	2	+	+	.	+	+	1	+	2
Rhinanthus aristatus glacialis	2	+	.	.	2	1	+	1	+	1	+	1	.	1	+	1
Centaurea jacea	.	.	.	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	.	1	+
Leontodon hispidus	1	+	.	+	1	+	1	.	+	+	+	+	.	1	2	+
Myricaria germanica (Strauch)	1	.	.	+	.	+	+	1	3	2	+	+	.	.	+	+
Carex flacca	2	.	1	+	.	.	+	1	.	+	.	+	1	2	1	2
Agrostis stolonifera gigantea	.	2	.	2	2	1	2	.	1	1	2	1	2	2	.	.
Salix purpurea (Strauch)	.	.	1	.	1	+	1	2	+	.	.	1	2	2	+	.
Taraxacum officinale agg.	.	+	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	+	.	+
Plantago lanceolata	1	1	.	+	1	.	+	.	.	.	.	.	+	+	1	.
Prunella grandiflora	1	.	.	+	1	.	.	+	+	.	.	+	.	+	+	+
Plantago major ssp.intermedia	.	.	1	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.
Galium mollugo album ssp. album	.	1	.	1	1	1	1	1	.	+	.	.	.	.	.	.

<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+
<i>Hypericum perforatum</i>	.	+	.	.	.	+	1	2	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	2	.	1	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Cerastium fontanum holosteoides</i>	.	+	.	.	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	+	.	.	+	1	.
<i>Molinia caerulea caerulea</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	3	1	.
<i>Vicia cracca</i>	.	1	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	+	1	.	+	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	.	+	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	+	.	.	+	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Briza media</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.
<i>Arenaria serpyllifolia agg.</i>	.	1	.	+	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	2	1	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea millefolium agg.</i>	.	.	.	1	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leucanthemum vulgare</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula cochleariifolia</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Alnus incana</i> (Strauch)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	+	+	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus polyanthemos nemorosus</i>	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.

Zu Tabelle 2: Pioniergevegetation sandreicher Alluvionen

Außerdem kommen vor:

Sonstige Begleiter (Kräuter):

Salix daphnoides 89:1, 70:2; *Dactylis glomerata* 31:1, 18:1; *Festuca ovina* agg. 31:1, 18:+; *Rumex acetosa* 18:+, 54:+; *Arenaria serpyllifolia* agg. 20:+, 38:+; *Equisetum arvense* 54:1, 118:+; *Veronica beccabunga* 54:+, 59:+; *Poa annua* 18:1, 38:+; *Scrophularia nodosa* 20:+, 24:+; *Alnus incana* 63:1, 106:+; *Arabis alpina* 49:+, 38:+; *Primula farinosa* 114:1, 41:+; *Urtica dioica* 20:1, 24:+; *Rorippa islandica* 59:+, 38:+; *Agropyron caninum* 49:+, 38:+; *Myosoton aquaticum* 49:+, 38:+; *Potentilla erecta* 114:1, 41:+; *Solanum dulcamara* 20:+, 63:+; *Phleum pratense* 63:+, 59:+; *Ononis spinosa* 49:+, 59:+; *Pinguicula alpina* 114:+, 41:+; *Verbascum nigrum* 20:+; *Hieracium piloselloides* 56:+; *Melampyrum sylvaticum* 20:+; *Linum catharticum* 31:+; *Sanguisorba officinalis* 63:+; *Salix appendiculata* s 18:1; *Triglochin palustre* 114:+; *Salix myrsinifolia* s 70:1; *Medicago minima* 20:+; *Melilotus alba* 59:+; *Lathyrus pratensis* 63:+; *Melilotus officinalis* 38:+; *Pimpinella major* 63:+; *Eleocharis palustris* 54:1; *Carex sempervirens* 114:+; *Phragmites australis* 54:1; *Solidago virgaurea* ssp. *virgaurea* 63:+; *Equisetum fluviatile* 54:+; *Valeriana officinalis* 63:+; *Ononis repens* 18:+; *Silene dioica* 63:+; *Helianthemum nummularium* *nummularium* 18:+; *Galium boreale* 41:+; *Festuca pratensis* 18:+; *Fagus sylvatica* s 89:+; *Hippocratea comosa* 18:+; *Prunella vulgaris* 59:+; *Gymnadenia conopsea* 114:+; *Reseda lutea* 89:+; *Carlina vulgaris* 114:+; *Myosotis laxiflorum* 106:+; *Leontodon autumnalis* 56:+; *Solidago canadensis* 118:+; *Salix myrsinifolia* 63:+; *Filipendula ulmaria* 20:+; *Sesleria varia* 114:+; *Epilobium hirsutum* 118:1; *Thesium alpinum* 114:+; *Ranunculus acris* agg. 20:+; *Selaginella selaginoides* 114:+; *Tripleurospermum perforatum* 38:+; *Schoenus ferrugineus* 114:1; *Cirsium palustre* 38:+; *Cirsium vulgare* 20:1; *Epilobium parviflorum* 59:+; *Matricaria discoidea* 59:+; *Misopates orontium* 38:+; *Echium vulgare* 20:1; *Silene pusilla* 38:+; *Potentilla reptans* 59:+; *Leontodon montanus* 38:+; *Carduus crispus* 20:+; *Veronica anagallis-aquatica* agg. 38:1; *Carex hirta* 59:+; *Tripleurospermum perforatum* 63:+; *Verbascum densiflorum* 20:+; *Potentilla anserina* 49:+; *Juncus bufonius* 59:+; *Senecio alpinus* 20:+;

Tabelle 3: Weiden-Tamariskengebüsch vor der Teilrückleitung

Arten der Steinschutt- und Geröllfluren		Arten der Kleinseggenrieder:		Arten der Krautigen Vegetation oft gestörter Plätze	
A Typische Ausbildung		Carex panicea	.	Cirsium arvense	.
B Ausbildung mit Simsensilie		Equisetum variegatum	.	Tussilago farfara	.
C Ausbildung mit Grau-Erle		Pinguicula vulgaris	.		
Aufnahmenummer	27 33 7 39 40 28 43	Selaginella selaginoides	.		
Aufnahmejahr	81 81 81 81 81 81	Carex hostiana	.		
Deckung Strauchschicht	0,05 0,4 0,2 0,1 0,1 0,1 0,05	Krautige Vegetation oft gestörter Plätze			
Deckung Krautschicht	0,3 0,6 0,6 0,5 0,6 0,4 0,4				
Gesellschaften	A A A A A A A B B B B B B C C C C C C C				
Charakterarten:					
<i>Salix elaeagnos</i> (S)	1 3 2 2 2 2 1				
<i>Salix purpurea</i> (S)	. 1 + . 1 1 1 . 2 1 .				
<i>Myricaria germanica</i> (S)	. . . . . . + . . . 2 . . . + . . 1 . . .				
Trennarten:					
<i>Dryas octopetala</i>	2 1 2 2 2 2 1				
<i>Gypsophila repens</i>	. 1 2 1 . + . + 1 1 1 2 . 1				
<i>Primula farinosa</i>	. . . . . . + . + 1 1 1 + 1 1 . . . + 1 .				
<i>Tofieldia calyculata</i>	. . . . . . . 1 + . . 1 + + . 1 + + + +				
<i>Carex flava lepidocarpa</i>	. . . . . . . . . . 1 . . . 1 1 . . 1 + .				
<i>Gentiana utriculosa</i>	. . . . . . . . + . . . 1 . 1 + . . + . .				
<i>Alnus incana</i> (S)	. . . . . . . . . . . . + + 1 1 1 1 2 2 4				
Arten der Steinschutt. u. Geröllfluren					
<i>Sesleria varia</i>	1 1 2 1 2 2 1				
<i>Thymus praecox</i> ssp. <i>polytrichus</i>	+ 2 1 1 2 + 1				
<i>Carduus defloratus</i>	+ + . . . + + + . . . + . . . + 1 . 1 1 .				
<i>Petasites paradoxus</i>	1 1 . 1 1 . . 1 . . . 1 . . . 1 1 . . . 1				
<i>Carex sempervirens</i>	. . . . . . . . . . 1 . 1 1 . . 2 . . . 1				
<i>Galium pusillum anisophyllum</i>	. . . . . . + + 1 +				
<i>Polygala amara</i> agg.	. . . . . . + . . + . . . . . . + . . . 1 +				
<i>Thesium alpinum</i>	. 1 . + + . . 1				
<i>Carex firma</i>	. . . 1 1 1 . +				
<i>Saxifraga caesia</i>	. . 1 . . 1 1				
<i>Aster bellidiastrum</i> + + + .				
<i>Anthyllis vulneraria</i> ssp. <i>alpestris</i>	. + . . 1 1				
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	+ 1				
<i>Rumex scutatus</i>	. + 1				
<i>Gentiana clusii</i> +				
<i>Tolpis staticifolia</i>	. + +				
Arten der Kleinseggenrieder:					
<i>Carex panicea</i>	. . . . . . . . . . 1 3 + 1 1 1 . + 1 .				
<i>Equisetum variegatum</i>	. . . . . + 1 + 1 . . . + .				
<i>Pinguicula vulgaris</i>	. . . . . . . . . . 1 + +				
<i>Selaginella selaginoides</i> + +				
<i>Carex hostiana</i>	. . . . . . . . . . + + . . . . 1				
Krautige Vegetation oft gestörter Plätze					
<i>Cirsium arvense</i>	. . . . . . 1 + 1				
<i>Tussilago farfara</i>	. . . . . . 2 1 2 . . .				

Sonstige Begleiter (Gehölze):															
Picea abies (S)	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+	+	.	.
Salix appendiculata (S)	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.
Sonstige Begleiter (Kräuter):															
Briza media	+	1	.	.	1	.	+	+	1	1	.	1	1	1	1
Carex flacca	1	1	.	.	+	.	.	2	1	1	.	3	1	1	3
Buphthalmum salicifolium	+	1	1	1	.	1	.	1	1	1	1	.	1	1	.
Euphorbia cyparissias	+	2	.	.	1	.	.	1	1	1	1	+	.	+	.
Erica herbacea	.	.	2	+	+	1	.	1	2	2	.	.	2	.	1
Thesium rostratum	.	.	1	.	.	1	.	1	.	1	1	1	1	.	1
Plantago lanceolata	+	1	.	.	.	.	1	+	.	.	.	1	.	1	1
Hippocratea comosa	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	1	.	1	2	1
Leontodon hispidus	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	1	1	1	1	.
Lotus corniculatus	.	.	.	.	1	.	1	1	1	.	1	+	.	1	1
Rhinanthus aristatus glacialis	.	2	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1	1	2
Potentilla erecta	.	.	+	.	.	.	+	1	.	1	1	.	.	+	1
Festuca ovina agg.	.	1	.	.	.	.	1	+	.	1	1	.	+	.	2
Biscutella laevigata	.	+	.	1	1	1	.	1	.	.	1	+	1	.	.
Galium boreale	+	+	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	1	1	.
Leucanthemum vulgare	.	1	.	.	1	.	.	+	.	.	1	.	.	+	.
Vicia cracca	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	+	.	+	1
Prunella grandiflora	.	1	.	.	.	1	1	.	1	.	1	.	.	.	.
Trifolium montanum	.	1	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	1	+
Carlina vulgaris	.	.	.	.	.	+	.	1	+	+	1	.	+	.	.
Linum catharticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+
Phyteuma orbiculare orbiculare	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	1
Trifolium pratense	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	2
Carex humilis	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	+	.	1	.	+
Sanguisorba minor	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.
Ononis repens	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	2
Molinia caerulea caerulea	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	2	.	2	3
Galium verum agg.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.
Helianthemum nummularium nummularium	+	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Ranunculus montanus montanus	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
Lathyrus pratensis	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1
Carex ericetorum	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.	1
Ranunculus polyanthemos nemorosus	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	+	+	.
Dactylis glomerata	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1	1	.
Achillea millefolium agg.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	1
Galium mollugo album ssp. album	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1

Zu TABELLE 3: Weiden-Tamariskengebüsch vor Teirlückeleitung

Außerdem kommen vor:

Salix myrsinifolia 33:+, 32:1; *Plantago media* 49:+, 32:1; *Pimpinella saxifraga saxifraga* 13:+, 32:1; *Gentiana verna* 12:+, 29:+; *Prunella vulgaris* 9:1, 13:1; *Festuca pratensis* 12:1, 32:1; *Gymnadenia conopsea* 29:+, 38:+; *Betula pendula* 13:1, 38:1; *Silene vulgaris* 43:1, 12:1; *Calamagrostis varia* 40:1, 23:1; *arex ornithopoda* 33:+, 38:+; *Rubus saxatilis* 8:+, 30:1; *Silene pusilla* 33:+, 12:+; *Berberis vulgaris* 16:1; *Medicago lupulina* 43:1; *Alchemilla vulgaris* agg. 13:+; *Centaurea scabiosa* 6:1; *Arenaria serpyllifolia* agg. 43:1; *Ophrys insectifera* 29:+; *Platanthera bifolia* 38:+; *Angelica sylvestris* 32:+; *Selaginella helvetica* 26:+; *Asperula cynanchica* 38:+; *Hieracium sylvaticum* 12:1; *Antennaria dioica* 23:1; *Convallaria majalis* 6:1; *Cerastium fontanum holosteoides* 43:+; *Listera ovata* 30:+; *Eupatorium cannabinum* 13:+; *Carex digitata* 43:+; *otentilla anserina* 49:+; *Echium vulgare* 43:+; *Pinus mugo mugo* 26:1; *Pinus mugo* agg. 16:2; *Amelanchier ovalis* 23:+; *Hutchinsia alpina* 43:+; *Polygonum viviparum* 38:1; *Globularia cordifolia* 23:1; *Polygala amara* agg. 16:1; *Rumex acetosa* 43:+; *Agrostis stolonifera gigantea* 43:2; *Festuca rubra* ssp. *rubra* 16:1; *Tetragonolobus maritimus* 30:1; *Hypericum perforatum* 13:+; *Laserpitium latifolium* 38:+; *Daphne cneorum* 6:1; *Leontodon incanus* 6:1; *Epipactis atrorubens* 6:+; *Picea abies* 7:+; *Melampyrum sylvaticum* 12:+;

Tabelle 4: Weiden-Tamariskengebüsch nach der Teilrückleitung

A: Typische Ausbildung

B: Ausbildung mit Simsenlilie

C: Ausbildung mit Alpen-Binse

D: Ausbildung mit Huflattich

29	115	12	17	128	104	76	102	4a	21	107	61	88	68	1	2	40	51	39	23	65	6	13	117	119	109	110			
0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	0.4	0.6	0.3	0.5	0.6	0.9	0.9	0.7	0.7		
0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.7	0.9	1.0	0.5	0.8	0.2	1.0	0.5	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0			
94	96	94	94	96	96	94	96	94	94	96	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	96	96	94	96		
B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D			
2	2	2	2	3	3	2	2	1	2	3	3	1	2	2	2	2	4	2	2	3	2	1	1	3	3	3	3		
2	.	1	1	1	.	.	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3	1	1			
2	1	+	1	.	+	1	+	2	.	1	+	2	+	1	+	.	2	.	1	1	1	1	.	2	2	2	2		
.	.	.	.	1	.	1	.	2	2	2	.	2	2	2	2	3	3	2	1	2	.	.	1	.	2				
1	1	.	+	+	+	+	.	2	2	.	2	.	+	1	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
.	+	.	+	+	+	.	.	+	+	.	+	+		
+	+	.	+	1	+	1	.	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.		
1	1	+	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
1	1	+	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
+	+	1	.	.	2	+	+	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	2	.	2	1	.	1	1	1		
.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	2	2	.	.	+	+	1	.	1	.	1	.	1	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	2	1	2	3			
.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	1	.	1	.	1	1	1	1	1	1	2	.	1	.	1	2	.		
1	1	.	1	2	2	.	1	.	1	1	1	.	.	1	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	.	.	+	.	+	1	1	+	1	.	1	1	.	1	.	1	1	1	+	2	.	1	.	.	.	.
+	1	1	1	1	+	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	2	2	.	+	1	2	1	1	.	1	3	.	.	.	1	.			
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	+	+		
.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	+		
.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	+		
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	+	.	.	+	.	.	1	2	.	1	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	.	.	1	2	.	1	.	2	.	2		

Krautige Vegetation oft gestörter Plätze														
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca arundinacea</i> ssp. <i>arundinacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla reptans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+
Sonstige Begleiter (Gehölze):														
<i>Picea abies</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.
<i>Salix myrsinifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Salix daphnoides</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Amelanchier ovalis</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+
Sonstige Begleiter (Kräuter):														
<i>Carex flacca</i>	.	+	.	.	+	.	.	1	2	+	+	+	+	1
<i>Molinia caerulea</i> caerulea	.	+	.	+	1	1	+	.	2	1	1	1	2	1
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	+	+	.	+	.	1	1	.	+	1
<i>Leontodon hispidus</i>	+	.	.	.	+	+	.	1	1	+	.	+	+	1
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	+	1	1	1	1	.	1	.	1	+	1	+	+	1
<i>Prunella grandiflora</i>	+	.	.	+	.	1	.	.	+	1	1	.	1	1
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	2	1	+	.	+	1
<i>Rhinanthus aristatus</i> glacialis	.	.	.	.	1	.	+	.	1	1	.	1	1	.
<i>Centaurea jacea</i>	.	.	+	.	+	.	.	+	+	+	+	+	+	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	+	.	+	1
<i>Agrostis stolonifera</i> gigantea	.	.	.	.	.	.	1	1	2	+	.	.	.	1
<i>Erica herbacea</i>	+	.	1	+	.	1	.	.	.	1	.	1	.	1
<i>Carlina vulgaris</i>	.	+	.	.	.	1	+	.	.	+	+	+	+	.
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	+	+	.
<i>Calamagrostis varia</i>	.	1	.	+	1	2	.	.	+	3	.	+	.	1
<i>Leucanthemum vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Linum catharticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+
<i>Galium mollugo</i> album ssp. <i>album</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Carex ornithopoda</i>	.	+	+	.	+	.	1	.	.	+	+	+	+	1
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Campanula cochleariifolia</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.
<i>Hieracium piloselloides</i>	+	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Scabiosa columbaria</i> columbaria	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Ononis spinosa</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnadenia conopsea</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Sanguisorba minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Galium boreale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	+
<i>Pimpinella major</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.	.
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	1
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.

+	.	+	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	
.	.	.	+	.	.	.	+	
.	.	.	.	+	+	+	
.	.	.	+	+	+	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.
.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	+	.	.	+	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	
.	+	+	+	
.	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	2	.	2
.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	
.	
.	
.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
.	+	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
.	+	+	
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
.	.	1	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Zu TABELLE 4: Weiden-Tamariskengebüsch nach Teilrückleitung

Außerdem kommen vor:

Fagus sylvatica 123:+, 4a:+; *Salix appendiculata* 1:1, 2:1; *Pinus sylvestris* 76:1, 82:1; *Leontodon incanus* 1a:+, 65:+; *Epipactis atrorubens* 112:+, 87:+; *Potentilla anserina* 42:+, 51:+; *Valeriana officinalis* agg. 110:+, 82:+; *Selaginella helvetica* 42:+, 128:+; *Campanula rotundifolia* 28:+, 82:+; *Orobanche gracilis* 12:+, 23:+; *Tripleurospermum perforatum* 40:+, 39:+; *Myosotis palustris* 13:+, 110:1; *Filipendula ulmaria* 109:+, 110:1; *Ranunculus acris* agg. 107:+, 2:+; *Prunella vulgaris* 12:1, 102:1; *Plantago media* 42:+, 128:+; *Pinus mugo* mugo 12:+; *Juniperus communis* ssp. *communis* 12:+; *Frangula alnus* 72:1; *Acer pseudoplatanus* 72:+; *Betula pendula* 72:1; *Fraxinus excelsior* 72:1; *Gentiana clusii* 65:+; *Succisa pratensis* 2:+; *Arenaria serpyllifolia* agg. 25:+; *Maianthemum bifolium* 28:+; *Solanum dulcamara* 110:+; *Symphytum officinale* agg. 110:+; *Cerastium fontanum holosteoides* 39:+; *Alchemilla alpina* 128:+; *Globularia punctata* 112:+; *Helianthemum nummularium nummularium* 28:+; *Gentianella germanica* 1a:+; *Gentianella ciliata* 4a:+; *Arrhenatherum elatius* 119:1; *Campanula patula* 112:+; *Leontodon autumnalis* 39:+; *Phleum pratense* pratense 119:1; *Salix caprea* 2:1; *Carex ericetorum* 10:+; *Dorycnium germanicum* 115:1; *Centaurea montana* 111:1; *Milium effusum* 117:1; *Epipactis helleborine* 2:+; *Poa nemoralis* 119:1; *Primula elatior* 117:+; *Melilotus officinalis* 107:+; *Eleocharis quinqueflora* 65:1; *Saxifraga mutata* 65:+; *Taraxacum palustre* agg. 102:+; *Reseda lutea* 90:+; *Urtica dioica* 25:+; *Solidago canadensis* 110:+; *Rumex obtusifolius* 110:+; *Agropyron repens* 110:+; *Telekia speciosa* 110:+; *Senecio alpinus* 110:1; *Plantago major* ssp. *intermedia* 13:+; *Juncus inflexus* 13:1; *Barbarea vulgaris* 110:1; *Tolpis staticifolia* 25:+; *Globularia cordifolia* 66:+; *Polygala amara* agg. 68:+; *Polygonum viviparum* 104:+; *Linaria alpina* 103:+; *Aster bellidiastrum* 51:+; *Galium pusillum anisophyllum* 120:+; *Primula auricula* 120:+; *Carex alba* 72:1; *Rubus caesius* 82:1; *Ajuga reptans* 82:+; *Hieracium piloselloides* agg. 76:+; *Adenostyles glabra* 72:+; *Gentiana asclepiadea* 76:+; *Polygonatum verticillatum* 82:+;

Tabelle 5: Schneehide-Kiefern-Wälder													
Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald													
A: vor der Teirlückeleitung													
a: nach der Teirlückeleitung													
Leinblatt-Buntreitgras-Kiefernwald													
B: vor der Teirlückeleitung													
b: nach der Teirlückeleitung													
Aufnahmenummer	15	24	5	35	34	19	4	20	25	35a	125	121	
Deckung Baumschicht											0.0	0.0	0.0
Deckung Strauchschicht	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	
Deckung Krautschicht	0.9	0.7	0.8	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.6	0.7	0.5	0.9	
Aufnahmejahr	81	81	81	81	81	81	81	81	81	94	94	94	
Gesellschaften	A	A	A	A	A	B	B	B	B	a	a	a	
Charakterarten:													
<i>Erica herbacea</i>	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	
<i>Molinia caerulea caerulea</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	2
<i>Galium boreale</i>	+	1	1	.	1	1	1	1	1	.	+	.	
<i>Calamagrostis varia</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Festuca amethystina</i>	.	1	.	1	1	1	.	.	.	1	.	1	
<i>Epipactis atrorubens</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Polygala chamaebuxus</i>	1	+	1	.	+	1	.	.	+	.	.	.	
<i>Daphne cneorum</i>	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1
<i>Coronilla vaginalis</i>	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Aquilegia atrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Trennarten:													
<i>Dryas octopetala</i>	1	2	1	1	1	.	.	.	.	2	2	1
<i>Globularia cordifolia</i>	2	+	2	1	.	.	.	.	.	1	+	1
<i>Linum catharticum</i>	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+
<i>Gypsophila repens</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	+
<i>Leontodon incanus</i>	1	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Petasites paradoxus</i>	.	.	:	.	·	.	.	.	.	+	.	.
<i>Antennaria dioica</i>	+	1	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Carex ericetorum</i>	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Hieracium piloselloides agg.</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Saxifraga caesia</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Thesium rostratum	.	1	1	1	1	.	1	.	.	1	+	1	
<i>Gymnadenia conopsea</i>	+	.	1	.	+	.	1	.	.	+	.	+	
<i>Brachypodium rupestre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Ranunculus polyanthemos nemorosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nadelhölzer													
<i>Picea abies</i> (Strauch)	.	1	.	2	2	1	1	4	4	1	+	1	
<i>Pinus sylvestris</i> (Strauch)	.	.	1	.	.	.	2	1	.	+	.	.	
<i>Pinus mugo uncinata</i> (Baum)	.	1	.	.	.	3	.	.	.	1	2		
<i>Picea abies</i> (Baum)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus mugo mugo</i> (Strauch)	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>communis</i> (Strauch)	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.

54	21	31	45	48	53	11	1	81	86	74	75	85	77	73	83	36	58	105	16	52
0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0-0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
0.5	0.5	0.2	0.5	0.5	0.8	0.4	0.3	0.6	0.5	0.5	0.4	0.7	0.8	0.5	0.3	0.5	0.9	0.6	0.7	0.2
0.6	0.6	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0
94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	
2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	.	1	1	+	2	2	2	2	
1	+	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	.	1
+	.	.	2	.	1	1	1	1	1	+	1	1	2	.	+	1	.	1	1	.
1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	4	3	2	2	2	.	3	3
.	+	.	.	+	1	1	.	1	1	+	1	.	.	.	1	.	1	1	.	
+	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.	.	+	+	
.	1	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
.	
.	+	+	
1	2	1	1	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.
.	+	2	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.		
1	1	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	1	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
.	1	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	1	.	.	1	.	.
+	
.	
.	+	
.	+	
+	.	+	+	+	+	1	+	1	1	1	1	.	.	1	.	1	.	+	1	.
.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.	+	.	+	.	
.	+	+	1	1	1	.	.	.	1	.	.	.	1	2	1	1	2	.	1	
.	+	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.
.	+	+	+	.	+	.	+	.	+	
1	+	1	1	1	2	1	2	2	2	+	2	1	2	1	2	2	2	2	3	.
1	1	.	.	.	.	.	.	2	3	2	1	3	2	2	2	2	.	.	.
1	.	.	1	1	2	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	4
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	
.	.	.	.	.	.	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Laubhölzer												
<i>Salix elaeagnos</i> (Strauch)	.	1	2	.	.	.	.	.	.	2	2	2
<i>Alnus incana</i> (Strauch)	.	1	.	2	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Salix purpurea</i> (Strauch)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Berberis vulgaris</i> (Strauch)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Frangula alnus</i> (Strauch)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum lantana</i> (Strauch)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Amelanchier ovalis</i> (Strauch)	.	.	1	.	.	1	.	.	1	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i> (Strauch)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sorbus aria</i> agg. (Strauch)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Arten der reicheren Laubwälder:												
<i>Convallaria majalis</i>	.	.	1	.	.	.	2	.	2	.	.	.
<i>Melica nutans nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.
<i>Listera ovata</i>	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.
<i>Aposeris foetida</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.
<i>Daphne mezereum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Arten der Kleinseggenrieder:												
<i>Tofieldia calyculata</i>	.	.	1	+	+	+	+	+	.	.	+	.
<i>Primula farinosa</i>	+	1	+	1	1	.	+	.	.	.	.	+
<i>Parnassia palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Selaginella selaginoides</i>	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epipactis palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gentiana utriculosa</i>	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pinguicula vulgaris</i>	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Schoenus ferrugineus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige Begleiter (Kräuter):												
<i>Sesleria varia</i>	1	2	3	2	3	3	3	2	2	1	1	3
<i>Potentilla erecta</i>	.	1	1	.	1	1	1	.	1	+	.	+
<i>Prunella grandiflora</i>	1	1	.	1	1	.	.	.	.	1	.	1
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	1	1	1	1	.	1	1	+	.
<i>Briza media</i>	1	1	1	.	1	.	.	.	.	1	1	1
<i>Hippocrepis comosa</i>	1	1	2	1	1	1	2	.	.	1	.	.
<i>Carex flacca</i>	1	1	.	1	.	.	1	1	.	.	+	.
<i>Carex sempervirens</i>	+	1	2	2	.	2	2	1	2	+	.	1
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1
<i>Carlina vulgaris</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon hispidus</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	1
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.	+	.
<i>Thymus praecox</i> ssp. <i>polytrichus</i>	2	1	.	.	.	1	.	.	.	1	+	+
<i>Rhinanthus aristatus</i> <i>glacialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Galium verum</i> agg.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Biscutella laevigata</i>	+	1	1	1	.	1	.	+	.	.	.	.
<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Pimpinella major</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gentiana clusii</i>	1	+	1	+	1	1	1	.	.	.	.	.
<i>Ononis repens</i>	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.	.	+
<i>Rubus saxatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.
<i>Scabiosa columbaria columbaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.

3	1	2	2	3	3	2	.	3	.	3	2	3	2	2	.	2	4	3	2	2	
.	3	1	3	1	1	1	+	2	.	1	1	2	2	2	.	2	2	1	.		
.	2	.	1	2	1	.	.	.	1	.	1	.	1	1	.	1	.	1	1		
+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	.	1	
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	2	1	+	+	.	1	.	+	
.	.	+	+	.	+	+	.	+	+		
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	+	.	+	.	
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
.	.	+	+	.	.	.	1	2	.	.	2	.	.	1	.	.	+	.	.		
.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
.		
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
.	+	.	.	+		
.	.	+	1	1	+	1	.	+	+	1	+	+	1	1	.	+	+	+	+	.	
.	.	+	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+		
.	.	+	+	.	.	+	+	1	+	+	1	.	1	.	+	+	+	+	.		
.	.	.	+	+	+	+	.	.	+		
.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
2	1	1	1	1	1	2	.	3	1	2	1	1	.	1	.	.	2	.	2	1	2
.	.	+	+	+	1	+	1	+	+	1	1	+	1	+	1	+	+	1	+	+	1
1	1	1	+	1	+	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	.	1	1	1	1	1
+	.	1	+	1	1	1	1	1	1	.	1	1	.	+	1	1	+	1	+	1	
+	+	1	1	1	+	1	.	2	1	1	1	1	.	1	1	1	1	+	.	1	.
+	.	+	1	1	+	.	+	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	1	.	1	.
.	.	.	1	.	1	.	1	+	1	.	.	.	.	+	.	.	1	.	1	+
.	.	1	.	1	1	.	1	+	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	+
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
.	+	.	.	+	.	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	.	.	.	
.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	1	1	.	1	+	1	+	1	+	.	
.	.	+	+	.	.	+	+	+	1	1	.	.	+	.	+	+	.	+	+		
.	.	1	.	1	.	1	.	1	+	.	.	.	1	1	1	.	1	+	1	.	
+	2	+	1	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
.	.	1	1	1	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	+
+	.	+	.	+	.	1	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	+	.
.	+	+	+	.	.	.	+	
.	+	+	+	.	.	.	+	1	1	+	.	1	1	.	.	.	.	+	.
.	+	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	1	+	1	.	+	1	
.	+	+	+	.	.	.	+	.	+	.	1	1	1	1	1	+	+	+	+	.	
.	+	+	1	.	1	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	1	.	.	2	.	1	
+	.	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.	+	

Trifolium montanum	.	1	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.
Plantago lanceolata	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Phyteuma orbiculare orbiculare	.	.	.	.	+	1	.	1	+	+	.	.
Carex humilis	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2	1	.
Angelica sylvestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aster bellidiastrum	.	.	1	.	+	+	1	1	1	.	.	.
Ranunculus montanus montanus	.	.	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.
Sanguisorba minor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Centaurea jacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis stolonifera gigantea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ophrys insectifera	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.
Platanthera bifolia	.	+	+	.	.	1	.	.	1	.	.	.
Thesium alpinum	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Leucanthemum vulgare	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphrasia rostkoviana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Carduus defloratus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Ononis spinosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cirsium oleraceum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gentiana verna	+	.	1	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Campanula rotundifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Pinguicula alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Polygala amara agg.	+	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.
Carex firma	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago media	.	4	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Asperula cynanchica	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
Dactylorhiza maculata	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.
Maianthemum bifolium	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.
Carlina acaulis ssp. acaulis	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Gentiana asclepiadea	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
Gentianella germanica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.

.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.	+	.	1	.	+
.	.	.	+	+
1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	1	.	.	+	.	.
.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	+	+	1	.	.	+	.	.	.
.
.	+	+
.	+	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.
.	.	.	+	1	.	.	.	1	.	.	.	+	1	.	.	+	1	.	.
.	.	.	.	.	1	.	1	.	+	1	.	1	.	1	.	1	.	.	.
.
.	+
.	+
.	+	.	+	+	+
+	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	.	+	+	+	+	.	.	.
.	.	.	1	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2	.	.	1	.	.
.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	+	.	+	.	.
.
.	.	.	+	+	+	.	.
.	.	.	+
.	.	.	+
.	.	.	+
.	.	.	+
.	.	.	+	+
.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
.	+	.	+

Zu TABELLE 5: Schneeheide-Kiefernwälder

Außerdem kommen vor:

Sorbus aucuparia 83:1, 52:+; *Carex panicea* 35:1, 34:1; *Spiranthes aestivalis* 53:+, 52:+; *Valeriana saxatilis* 5:1, 19:1; *Hieracium glaucum* 35:+, 35a:+; *Anemone nemorosa* 20:1, 25:+; *Polygonatum multiflorum* 24:+, 5:1; *Salix myrsinifolia* 11:+, 77:1; *Homogyne alpina* 19:+, 25:+; *Carex alba* 20:2, 25:1; *Hieracium sylvaticum* 19:+, 25:+; *Orchis mascula* 19:+, 25:+; *Astrantia major* 25:1, 83:+; *Vaccinium myrtillus* 25:1, 52:1; *Selaginella helvetica* 24:+, 125:+; *Galium pusillum anisophyllum* 15:+, 19:1; *Orobanche gracilis* 53:+, 73:+; *Aegopodium podagraria* 48:+, 58:+; *Galium mollugo album* ssp. *album* 85:+, 58:+; *Trifolium pratense* 31:+, 53:+; *Knautia dipsacifolia* 77:1, 83:1; *Trifolium medium* ssp. *medium* 11:1, 83:1; *Succisa pratensis* 1:+, 74:+; *Allium carinatum* 35a:+, 75:+; *Scabiosa columbaria lucida* 4:1; *Plantago serpentina* 86:+; *Rhinanthus minor* 5:1; *Festuca rubra* ssp. *rubra* 4:1; *Prunella vulgaris* 125:1; *Scorzoneroides humilis* 35:+; *Chaerophyllum hirsutum* 58:+; *Campanula patula* 105:+; *Polygonatum verticillatum* 25:+; *Anthericum ramosum* 81:+; *Fragaria vesca* 52:+; *Orchis militaris* 36:+; *Teucrium montanum* 31:+; *Koeleria pyramidata* 11:1; *Hieracium pilosella* 24:+; *Carex juncifolia* 34:2; *Dactylorhiza incarnata* 4:+; *Carex echinata* 34:1; *Carex hostiana* 24:1; *Cirsium arvense* 85:+; *Petasites hybridus* 77:1; *Plantago major* ssp. *intermedia* 73:+; *Echium vulgare* 48:+; *Potentilla reptans* 48:+; *Rubus caesius* 85:1; *Equisetum arvense* 77:+; *Ajuga reptans* 77:+; *Achillea millefolium* agg. 36:+; *Solidago virgaurea* ssp. *virgaurea* 5:+; *Carex ornithopoda* 20:2; *Deschampsia cespitosa* 48:+; *Betula pendula* 11:+; *Fraxinus excelsior* 77:+; *Fagus sylvatica* s 77:+; *Juniperus communis* ssp. *alpina* 121:+; *Rhamnus saxatilis* 86:+; *Vaccinium vitis-idaea* 25:+; *Cephalanthera longifolia* 20:+; *Hepatica nobilis* 20:1; *Cypripedium calceolus* 20:+; *Lilium martagon* 20:+; *Centaurea montana* 20:+; *Mercurialis perennis* 77:1; *Campanula cochleariifolia* 31:+; *Carex mucronata* 15:1; *Gentianella ciliata* 81:+; *Laserpitium latifolium* 83:1;

Tabelle 6: Vegetation nasser Mulden und Altwasserrinnen											
Rotes Kopfbinsenried: A: vor der Teirlückeleitung; a: nach der Teirlückeleitung											
Alpenbinsenried: B: vor der Teirlückeleitung; b: nach der Teirlückeleitung											
Steifseggenried: C: vor der Teirlückeleitung; c: nach der Teirlückeleitung											
Aufnahmenummer	21	22	11	1	2	19	47	44	42	45	46
Deckung Strauchschicht	0.0	0.0	0.0	0.01	0.05	0.01	0.3	0.3	0.05	0.1	0.0
Deckung Krautschicht	1.0	1.0	0.7	1.0	0.8	0.8	1.0	0.7	1.0	0.3	0.8
Aufnahmejahr	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
Gesellschafts-Nummer	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B
Charakterarten:											
<i>Carex flava lepidocarpa</i>	+	2	2	2	2	2	3	2	2	2	4
<i>Carex panicea</i>	2	2	2	2	2	2	1	1	3	1	1
<i>Primula farinosa</i>	1	1	1	1	+	1	1	1	1	+	+
<i>Tofieldia calyculata</i>	1	1	1	+	.	1	+	1	+	1	.
<i>Carex hostiana</i>	3	3	2	.	1	1	1	2	3	.	1
<i>Parnassia palustris</i>	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	+
<i>Eleocharis quinqueflora</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	2
<i>Pinguicula vulgaris</i>	.	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Gentiana utriculosa</i>	.	.	1	+	+	1	.	.	.	.	.
<i>Epipactis palustris</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Triglochin palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennarten:											
<i>Schoenus ferrugineus</i>	3	2	4	2	1	2	3	3	.	1	1
<i>Juncus alpino-articulatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Carex elata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arten der Röhrichte und Seggenrieder:											
<i>Carex paniculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex rostrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Krautige Vegetation oft gestörter Plätze											
<i>Tussilago farfara</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus inflexus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Barbara vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arten der Steinfluren und alpinen Rasen:											
<i>Sesleria varia</i>	1	.	1	1	2	2	1	+	2	1	.
<i>Saxifraga caesia</i>	.	.	+	+	.	+	.	+	.	.	.

51	52	53	5	47a	8	46a	55	34	43
0.0	0.01	0.0	0.01	0.05	0.01	0.1	0.0	0.0	0.1
0.7	0.9	1.0	1.0	0.6	0.9	0.6	0.9	0.5	0.7
81	81	81	94	94	94	94	94	94	94
C	C	C	a	a	a	b	b	c	c
1	3	1	2	1	1	2	2	1	3
1	1	.	.	1	2	+	.	1	2
.	.	.	+	1	.	+	.	.	.
.	.	.	1	1	.	1	.	.	.
.
.	.	.	+	1	+	+	+	.	.
.	.	.	.	+	1	1	1	2	.
.	.	.	2	.	.	2	.	.	.
.	.	.	+	+	+	+	.	.	.
.
2	.	.	+	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	+	1	.
.	.	.	1	2	4	.	.	.	.
1	2	1	.	+	1	1	4	2	2
1	1	3	.	.	.	.	.	3	1
2	2	2	.	.	.	.	.	.	.
3	3	.	.	.	.	.	.	.	.
2	1	.	.	.	.	.	.	.	.
1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
.	2	2	.	.	.	.	.	.	.
1	1	1	+	.	.	.	+	.	+
1	+	.	.	.	.	.	1	.	.
1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	+
.	.	.	.	2	.	+	.	.	.

Dryas octopetala	.	.	+	.	.	+	.	1	.	.	.
Calamagrostis pseudophragmites	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gentiana clusii	+	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Gypsophila repens	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.
Thesium alpinum	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.
Petasites paradoxus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.
Begleiter (Sträucher):											
Salix elaeagnos	.	.	+	1	1	1	2	3	1	2	.
Alnus incana	.	.	+	.	.	.	.	1	.	+	.
Salix purpurea	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Pinus mugo mugo	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.
Myricaria germanica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Salix myrsinifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige Begleiter (Kräuter):											
Potentilla erecta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	.
Carex flacca	1	2	1	.	1	2	2	1	.	1	1
Leontodon hispidus	2	1	.	.	+	1	1	1	1	+	.
Molinia caerulea caerulea	.	.	.	.	.	1	2	2	.	2	.
Prunella grandiflora	.	1	.	.	.	.	+	1	.	1	.
Ranunculus repens	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Galium boreale	1	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.
Linum catharticum	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.
Briza media	.	1	.	.	.	+	1	.	.	.	.
Succisa pratensis	.	.	.	1	2	1	.	.	1	.	.
Centaurea jacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis stolonifera gigantea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunella vulgaris	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.
Thesium rostratum	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
Lotus corniculatus	.	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Rhinanthus minor	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
Phyteuma orbiculare orbiculare	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.
Erica herbacea	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
Sanguisorba minor	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
Buphthalmum salicifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Tetragonolobus maritimus	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.
Gymnadenia conopsea	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Zu TABELLE 6: Vegetation passier Mulden und Altwasserrinnen

Außerdem kommen vor:

Außerdem kommen vor:
Nitella spec. 34:2; *Valeriana dioica* 42:+; *Ranunculus polyanthemos nemorosus* 42:1; *Scirpus sylvaticus* 52:+; *Taraxacum officinale* agg. 53:1; *Galium uliginosum* 53:1; *Plantago media* 2:+; *Primula auricula* 46:+; *Campanula cochleariifolia* 45:+; *Rhinanthus aristatus glacialis* 5:1; *Cephalanthera longifolia* 2:+; *Polygonum viviparum* 22:+; *Lychnis flos-cuculi* 51:+; *Gaultheria pusilla anisophyllum* 45:+; *Gentiana asclepiadea* 19:+; *Aethionema saxatile* 45:+; *Festuca pratensis* 51:+; *Aster bellidifolium* 42:+; *Festuca rubra* ssp. *rubra* 2:1; *Valeriana saxatilis* 22:+; *Euphrasia rostkoviana* 47a:+, 43:+; *Anthyllis vulneraria* ssp. *alpestris* 2:1; *Trifolium pratense* 55:1; *Carex firma* 45:1; *Koeleria pyramidata* 8:+; *Eriophorum angustifolium* 11:+; *Trifolium montanum* 19:+; *Selaginella selaginoides* 47a:+, 8:+; *Orchis ustulata* 2:+; *Carex capillaris* 2:1; *Thymus praecox* ssp. *polytrichus* 45:+; *Taraxacum palustre* agg. 5:+; *Agrostis stolonifera* *stolonifer* 55:1; *Phragmites australis* 53:3; *Trifolium hybridum* 55:+; *Equisetum fluviatile* 53:2; *Plantago major* ssp. *intermedia* 55:+; *Glyceria plicata* 51:2; *Eupatorium cannabinum* 43:+; *Rumex crispus* 53:1; *Carex hirta* 53:1;

Arten der Arten der Kleinseggenrieder u. Quellfluren: *Saxifraga aizoides* 47a:+; +; *Pinguicula alpina* 47a:+; *Myricaria germanica* 47a:+;



Abb.1: Vor der Teirlückleitung fiel das Isarbett für längere Zeit trocken. Hier, in Höhe des Pegels beim Ochsensitz besaß die Isar durch seitlich zufließendes Hang- und Grundwasser auch vor der Teirlückleitung meist ganzjährig eine geringe Wasserführung.

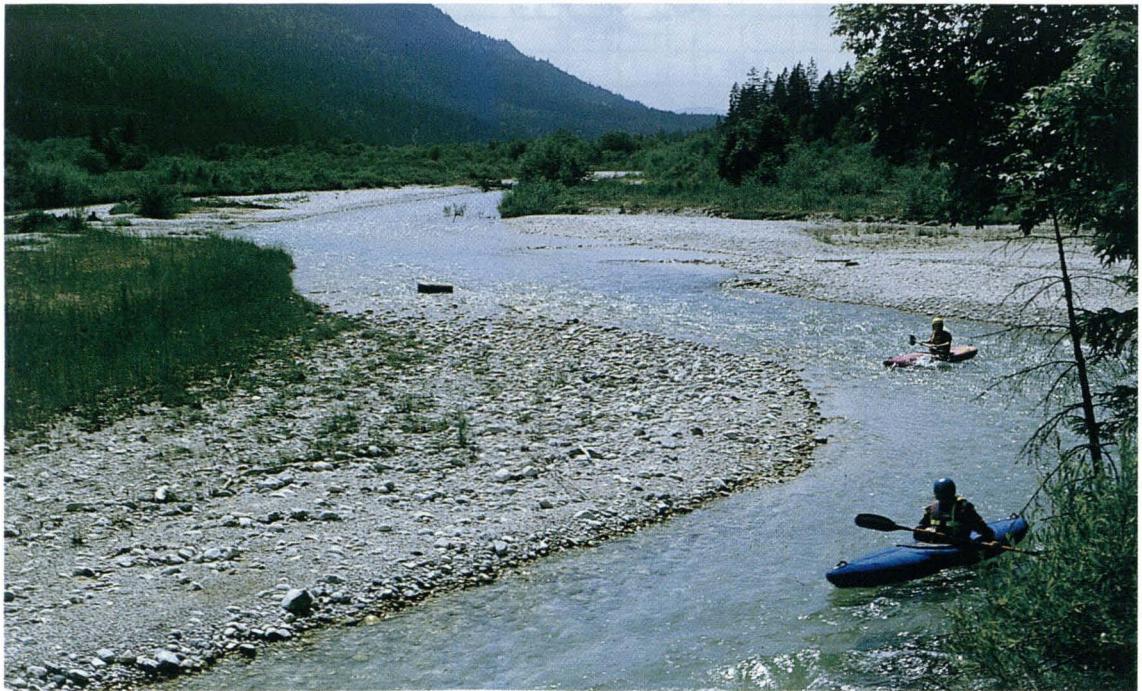


Abb. 2: Eine ganzjährig durchgehende Wasserführung erhöhte die Attraktivität an der Oberen Isar für Wassersportler und Erholungssuchende – aus naturschutzfachlicher Sicht nicht unproblematisch.



Abb. 3: Das Grasnelken-Habichtskraut (*Tolpis staticifolium*) gehört zu den charakteristischen Schotterpionieren alpiner Flüsse.



Abb. 4: Stellenweise entwickelte sich ein staudenreicher Ufersaum aus Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) und Roß-Minze (*Mentha longifolia*), gefördert durch Feinsedimente und ständiger Durchfeuchtung infolge der Teirlückleitung.



Abb. 5: Eine Entwicklung der Strauchweiden wie auch die der Tamariske (*Myricaria germanica*), war auf dem trockengefallenen Isarschotter erschwert.



Abb. 6: Ständige Wasserführung der Isar und angehobene Sickerwasserstände in der Aue fördern nicht nur die Tamarisken, sondern auch die übrigen Gehölze.



Abb. 7: Anlandung von feinsedimentreichen Kiesbänken (hier nach einem Sommerhochwasser im Jahre 1995) werden meist vom Ufer-Reitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*) besiedelt.



Abb. 8: Ausgedehnte Uferreitgrasfluren in Höhe Wallgau.



Abb. 9: Der Schneehohe-Kiefernwald – hier überwiegend mit Spirken und jüngeren Fichten – stellt an der Oberen Isar das reifste Stadium der Auenentwicklung dar.

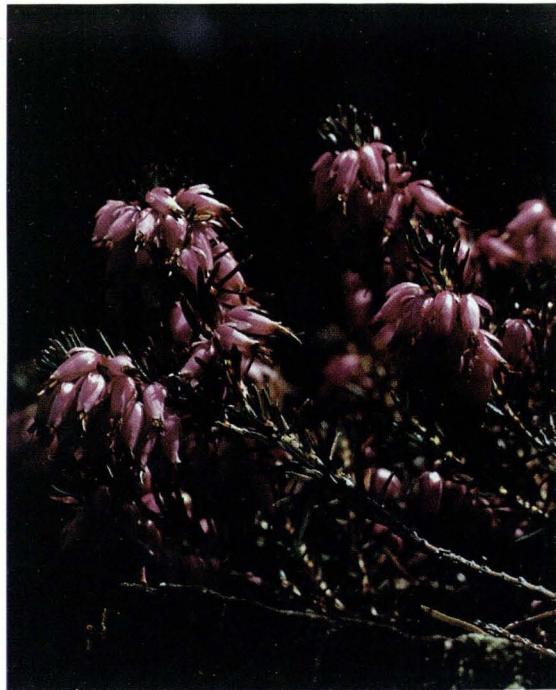


Abb. 10: Die Schneehohe (*Erica herbacea*), eine Charakterart der Gebirgs-Kiefernwälder.

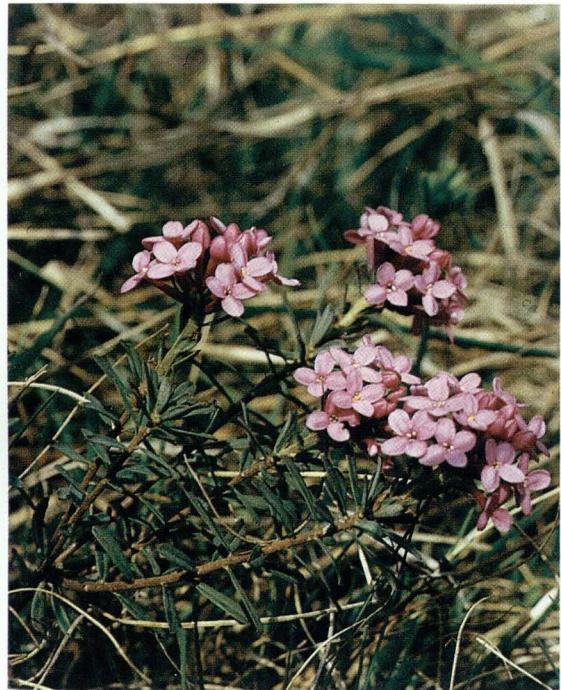


Abb. 11: Auch das Heideröschen (*Daphne cneorum*) zählt zu den regelmäßigen Begleitern der Schneehohe-Kiefernwälder.



Abb. 12: Das Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*), eine Art der Quellmoore und der sickernassen Kalkmagerrasen.



Abb. 13: Die Rote Kopfbinse (*Schoenus ferrugineus*) wächst hier oft im sickernassen Grobschotter.



Abb. 14: Das breite Isarbett ist von zahlreichen Mulden und Rinnen durchzogen; dort siedelt sich häufig das Rote Kopfbinseried an.



Abb. 15: Gewöhnliche Simsenlilie (*Tofieldia calyculata*).



Abb. 16: Sumpf-Stendelwurz (*Epipactis palustris*).



Abb. 17: Gewöhnliches Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*).



Abb. 18: Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*).

Abb. 15 -18 zeigen charakteristische Arten der Quellmoore und Kalkflachmoore. Diese Arten gedeihen auch auf den von Sickerwasser durchströmten Schotterbänken der Oberen Isar.

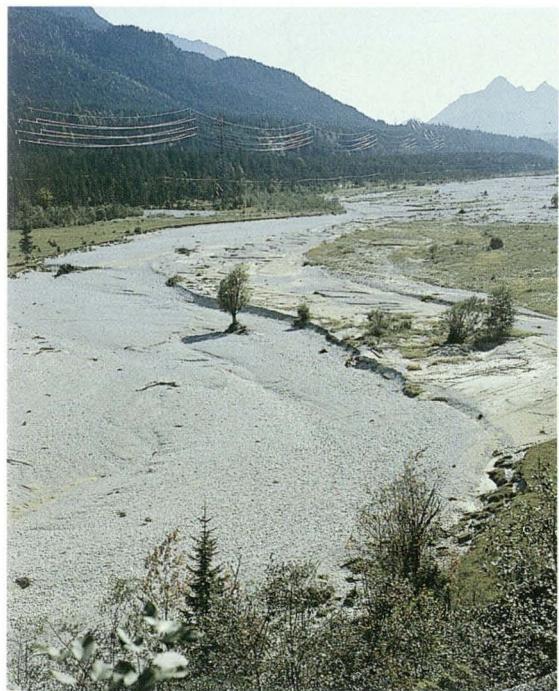


Abb. 19: Isarabschnitt bei Flusskm 245,8 im September 1983 mit weitläufigen Kiesflächen.

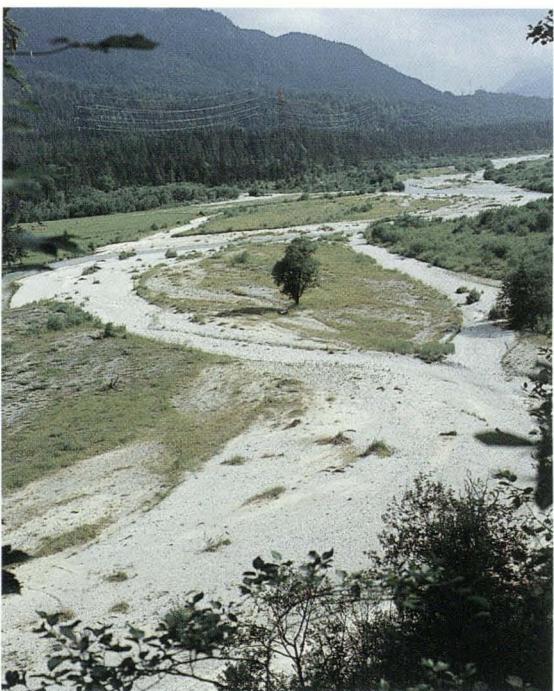


Abb. 20: Derselbe Flussabschnitt im Juni 1994 von Uferreitreitgrasfluren und Lavendelweidengebüsch bewachsen.

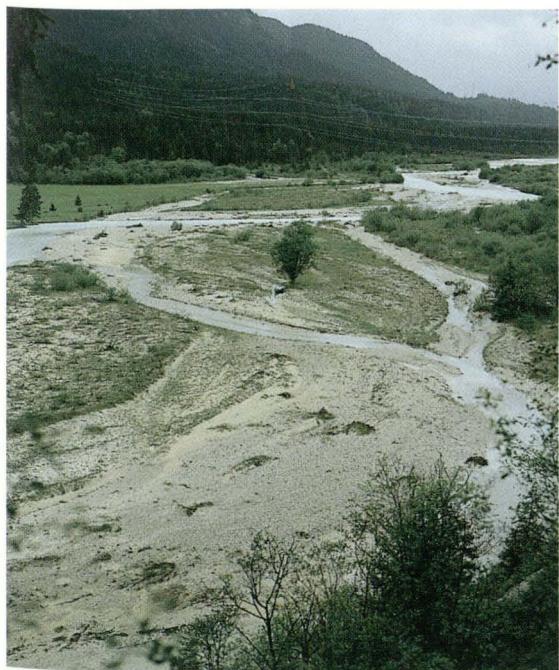


Abb. 21: Derselbe Flussabschnitt bei Flusskm 245,8 im August 1995 nach einem Hochwasser, das einen Teil der Kiesbänke wieder freigelegt hat.

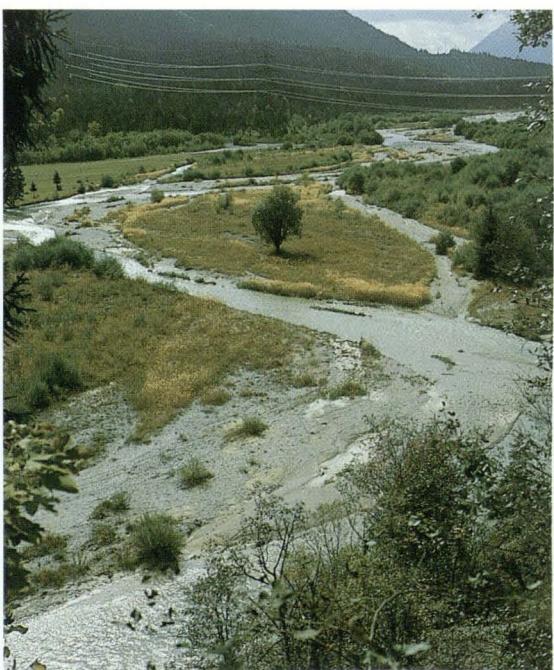


Abb. 22: Derselbe Flussabschnitt im September 1996, größtenteils wieder bewachsen.



Abb. 23: Flußabschnitt bei Flußkm 243,4 im Juli 1989: Breite Schotterbänder durchziehen die Flußaue.



Abb. 24: Derselbe Flußabschnitt im September 1995, größtenteils von einer Weichholzaue besiedelt.



Abb. 25: Isarabschnitt bei Flusskm 242,8 im Juni 1989: Weitläufige Bereiche des Flussbettes sind von der Umlagerung geprägt.



Abb. 26: Derselbe Flussabschnitt im Juli 1996: Sieben Jahre später hat sich das Weiden-Tamariskengebüsch stark ausgebreitet, das noch regelmäßig von Rindern beweidet wird.

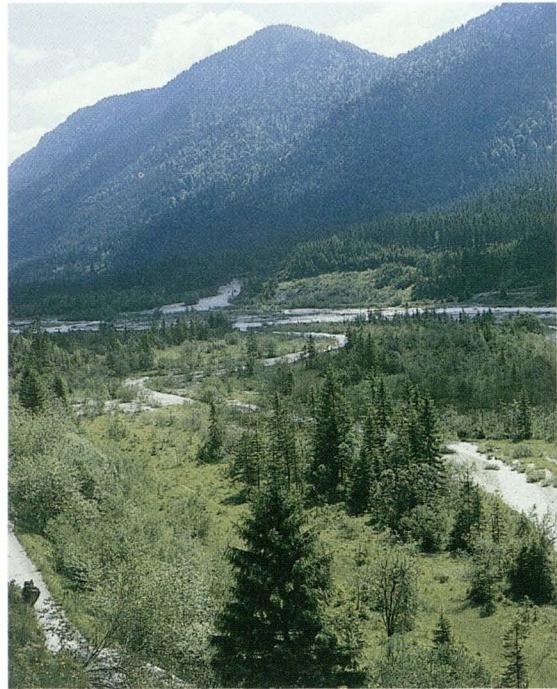


Abb. 27: Isarabschnitt bei Flusskm 242,2 im Juni 1989: Auch vor der Teilrückleitung drangen die reiferen Auenstadien stellenweise weit in das Isarbett vor.

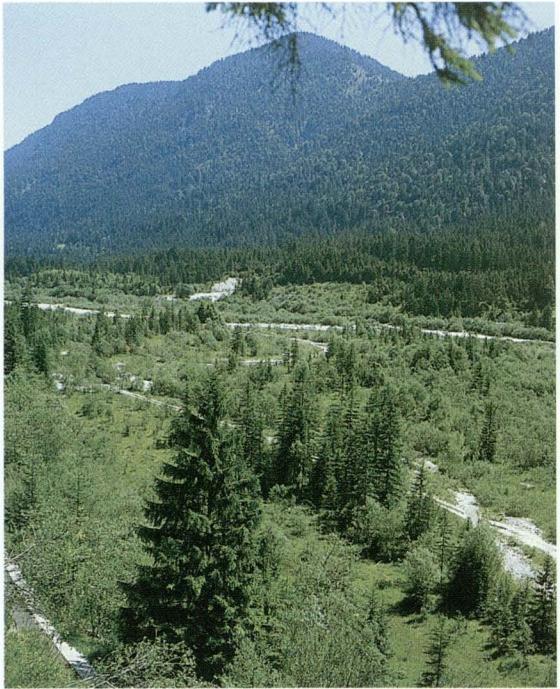


Abb. 28: Derselbe Flussabschnitt im Juli 1996: Nur wenig hat sich hier im Vegetationsbild nach sieben Jahren geändert.



Abb. 29: Isarabschnitt bei Flusskm 241,4 im Juni 1989: Im zeitweilig trockengefallenen Isarbett blieben die Gehölze lange zwergwüchsig.

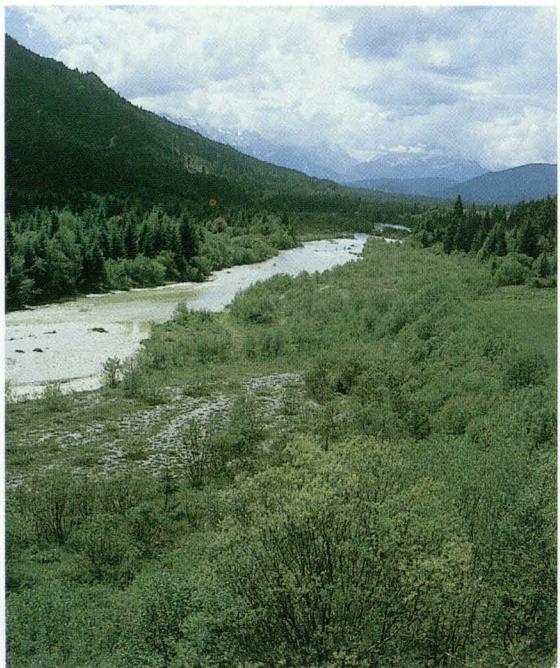


Abb. 30: Derselbe Isarabschnitt im Juli 1997: Durch die ständige Wasserführung der Isar wird das Wachstum der Strauchweiden gefördert.



Abb. 31: Isarabschnitt bei Flusskm 241,0 im Juni 1989: Erodierendes Steilufer und einmündende Gräben liefern jährlich große Schottermassen und damit Pionierstandorte.



Abb. 32: Derselbe Flussabschnitt im Juli 1997: Trotz reichlicher Kiesanlieferung vermag die Weichholzaue aufgrund guter Wasserversorgung in kurzer Zeit viele Kiesflächen zu erobern.



Abb. 33: Isarabschnitt bei Flusskm 239,6 im Juni 1995 nach einem Hochwasser, das zu Uferanbrüchen und Geschiebeanlungen führte.

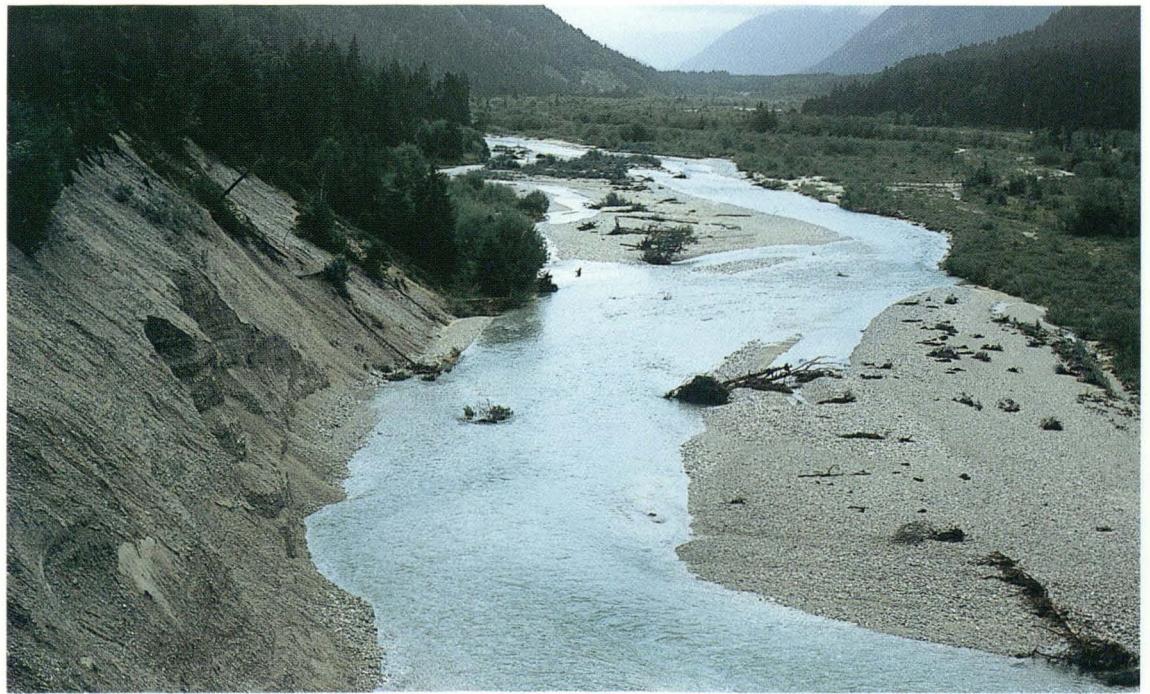


Abb. 34: Isarabschnitt bei Flusskm 240,8 im September 1995: Steile Prallhänge sind derzeit wohl die ergiebigsten Kieslieferanten, um neue Schotterflächen in der Isar entstehen zu lassen.

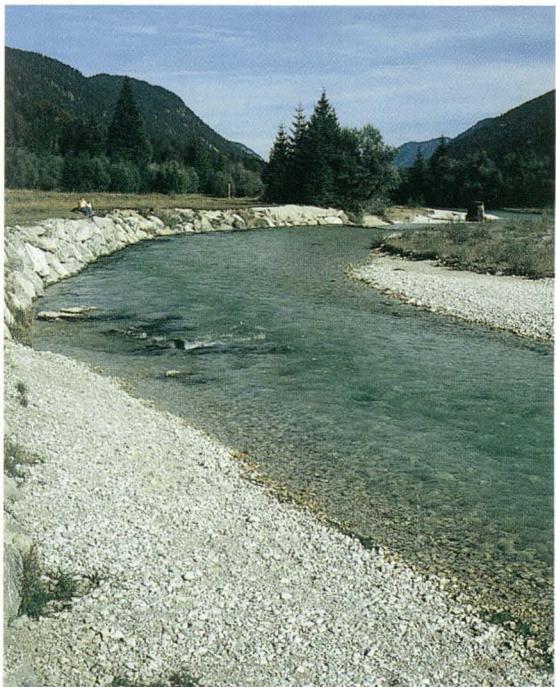


Abb. 35: Ufersicherung bei Flusskm 241,8 aus dem Jahre 1993, heute nach einigen Hochwässern hinterspült, schränken die Wildflussdynamik ein.

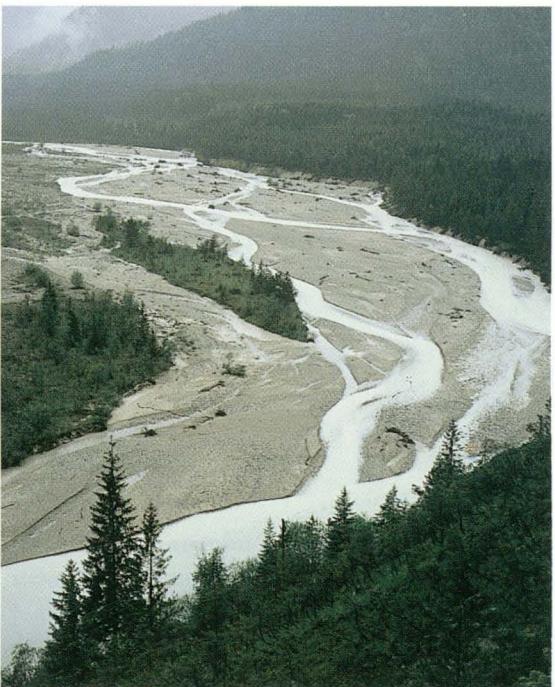


Abb. 36: Der Rißbach bei Vorderriß im Juni 1995, ein wichtiger Geschiebelieferant, hat nur bei ausgiebigen Regenfällen eine Wasserführung.

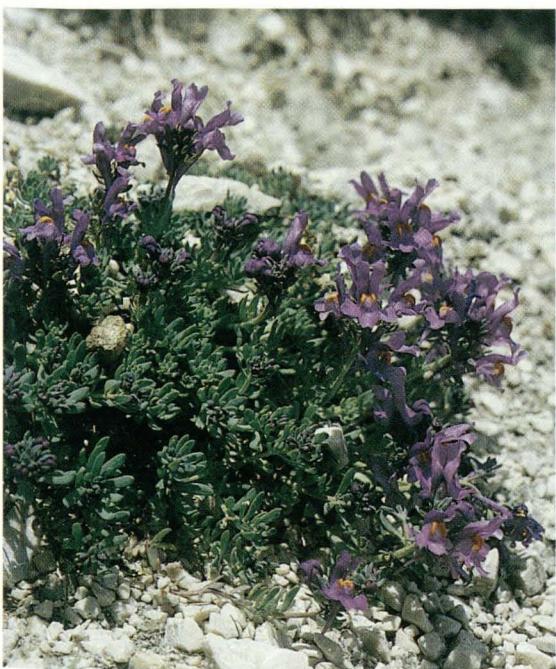


Abb. 37: Das Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina*) dringt als Alpenschwemmling oft weit ins Vorland der Alpenflüsse vor.

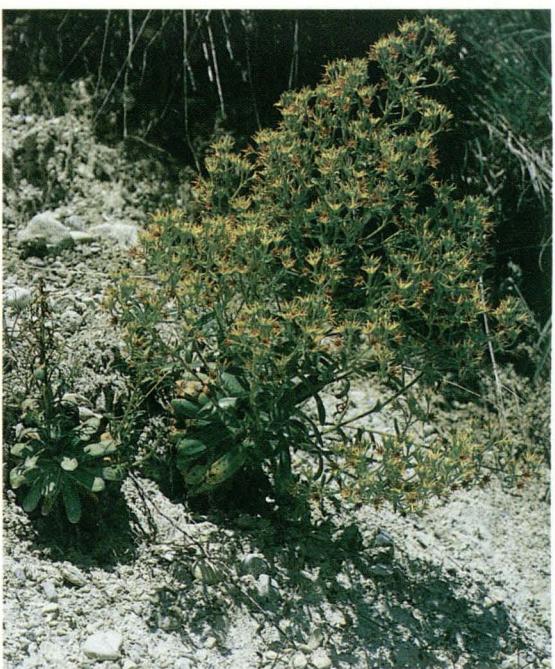


Abb. 38: Der Kies-Steinbrech (*Saxifraga mutata*) bevorzugt an der Oberen Isar steile Uferanbrüche mit Sickerwasseraustritt.
Alle Photos: Dr. Thomas Schauer

Die Buckelwiesen bei Mittenwald: Geschichte, Zustand, Erhaltung

von Doris Gutser und Joachim Kuhn

Buckelwiesen sind eine naturkundliche Kostbarkeit der Kalkalpen und ihres Vorlandes. Die bedeutendsten Restvorkommen des gesamten Alpenraumes liegen im Niederwerdenfelsener Land. Vor allem in der Umgebung von Mittenwald werden die extrem mageren und schwachwüchsigen, überaus arten- und blütenreichen Mähder auch heute noch traditionell bewirtschaftet; sie sind einzigartige nutzungsgeschichtliche Dokumente von hervorragendem Erholungswert.

Schon 1958 beklagte Otto Kraus die „Kultivierung“ und Besiedlung der Mittenwalder Buckelwiesen, die einstmals durch ihre Weite von vielen Quadratkilometern beeindruckt hatten. Heute sind die wenigen verbliebenen Restbestände zunehmend durch Brachfallen bedroht. Die bereits bewaldeten Buckelwiesen-Brachen nehmen mittlerweile schon sehr viel größere Flächen ein als die gemähten Wiesen. Trotz der starken Heimatverbundenheit vieler Mittenwalder und anderer Niederwerdenfelsener Familien und ihres großen Engagements für die Buckelwiesen ist die Fortführung der traditionellen jährlichen Sensenmahd im erforderlichen Umfang längerfristig nicht gewährleistet

Im Raum Mittenwald - Klais - Krün - Wallgau bestehen jedoch noch günstige Voraussetzungen, die Mähder auch für die Zukunft als landschaftsprägende Lebensräume zu erhalten. In den letzten Jahren wurden daher einige Grundlagen für ein umfassendes Konzept zur Erhaltung und Wiederherstellung der Buckelwiesen erarbeitet. Untersucht wurden mögliche Alternativen zur jährlichen Mahd (Pflegevarianten), die Auswirkungen des Brachfallens und der Erfolg von Regenerationsmaßnahmen (Entbuschung und Folgepflege).

In diesem Beitrag werden die Buckelwiesen bei Mittenwald entstehungs- und nutzungsgeschichtlich, floristisch und vegetationsökologisch skizziert. Die Möglichkeiten ihrer Wiederherstellung werden beschrieben und Empfehlungen für die zukünftige Pflege gegeben. Durch Schwenden und Folgepflege nicht allzu alter Brachen können Buckelwiesen weitgehend restauriert werden. Auch wenn die jährliche Mahd niemals in jeder Hinsicht ersetzt werden kann, sind mit bestimmten Pflegemaßnahmen (Mahd in mehrjährigem Turnus, Beweidung durch Ziegen und Schafe) durchaus positive Ergebnisse zu erzielen – sofern einige Regeln beachtet werden.



Foto 1: Buckelwiesen in einem Schmelzwassertälchen am Fuß des Brendten. Solche Tälchen sind typisch für den Mittenwalder Raum. Ende Juni 1994.

Alle Fotos: D. Gutser

1. Vorkommen und Verbreitung

Buckelfluren¹⁾ sind auf die Kalkalpen und deren engeres Vorland beschränkt. Sie liegen vorwiegend in den Nördlichen Kalkalpen, wurden aber auch aus den Julischen Alpen in Slowenien beschrieben (z.B. MÜLLER 1959). Das nördlichste Vorkommen ist aus dem Naturschutzgebiet Magnetsrieder Hardt östlich von Weilheim/Obb. bekannt (QUINGER et al. 1994). Landschaftsprägend sind Buckelfluren heute nur noch um Mittenwald - Klais - Krün, Berchtesgaden, Pfronten und Oberjoch.

Die großflächigsten und vielfältigsten Buckelfluren sind in solchen Alpentälern entwickelt, in denen die Hauptbahnen der eiszeitlichen Gletscher verliefen und wo besondere Föhnstärken und -häufigkeiten auftreten (ENGELSCHALK 1971); welche Rolle der Föhn im einzelnen spielt, ist noch nicht geklärt. Die alpenfernsten Vorposten liegen etwa auf der 1000 mm-Niederschlagslinie; die höchstgelegenen Vorkommen

dürften im langjährigen Mittel bis über 2000 mm Jahresniederschlag erhalten. Buckelfluren entstanden vorwiegend über karbonatreichem Lockergestein; die Ausgangssubstrate der Mittenwalder Fluren reichen jedoch von Moränen, Terrassenschottern und Hauptdolomit bis hin zu Schiefertonen der Partnach- und Raibler Schichten (JERZ & ULRICH 1966).

Ursprünglich war fast das gesamte Gelände von Buckeln bedeckt (Lutz in LUTZ & PAUL 1947) – selbst die Sohlen mancher Trockentäler, wie etwa der für die Mittenwalder Gegend charakteristischen Schmelzwassertälchen. Nur Hänge, die steiler als ca. 35° sind, Quellmulden und Talauen waren nicht gebucketelt (ENGELSCHALK 1971).

2. Entstehung

Über die Entstehung der Buckelfluren gibt es verschiedene Theorien, die ENGELSCHALK (1971)

¹⁾ Die Mittenwalder nennen ihre buckligen Mähdere „Buckelwiesen“. Auch anderswo in Südbayern und bei vielen Autoren hat sich dieser Name eingebürgert. Da jedoch nicht das gesamte bucklige Gelände gemähte Wiesen trägt – viele tragen Wälder oder Weiden – soll im folgenden der Begriff „Buckelflur“ als allgemeine Bezeichnung des geomorphologischen Phänomens verwendet werden.

ausführlich diskutiert. Die zwei wichtigsten sind die Karst- und die Frosttheorie:

Nach der Karsttheorie lösen Regen- und Schmelzwasser Kalk aus dem Untergrund, wodurch Mulden entstehen, die langsam nachsinken und sich erweitern. Besonders günstige Voraussetzungen für die Kalklösung bestehen in kühlem, schneereichem Klima, wenn reichlich kaltes Schmelzwasser anfällt, wie es im zeitigen Postglazial der Fall war. Aufschlüsse von Buckelfluren, in denen die Verwitterungstaschen unter den Mulden liegen, passen zwanglos zu dieser Theorie.

In den meisten Buckelfluren, so auch im Mittenwalder Gebiet, zeigt sich aber ein umgekehrtes Verwitterungsbild: Feinerdetaschen und -zapfen greifen von den Flanken ins Buckelinnere vor (JERZ & ULRICH 1966). Hier kann die Entstehung des Buckel-Mulden-Reliefs nicht allein durch Karsterscheinungen erklärt werden. Weiterreichende Hypothesen liefert die Frosttheorie: Die schräge Lage von Verwitterungssäcken und die gelegentliche Einregelung der Längsachsen von Steinen senkrecht zur Buckeloberfläche sprechen für Bewegungen, wie sie der Frost in Verbindung mit Bodeneis hervorbringt. Ursprünglich waagerechte Bodenschichten und normalerweise senkrechte Verwitterungssäcke sind durch Würgebewegungen beim häufigen Durchfrieren des Bodens (Kryoturbation) in ihrer Lage verändert worden. Durch Bodenfließen hervorgerufene Dreh- und Fließbewegungen haben die Buckelung verstärkt und die Formen unregelmäßiger gemacht (ENGELSCHALK 1982).

Die Prozesse der beiden beschriebenen und anderer Theorien dürften sich zumeist überlagert haben: Nach ENGELSCHALK (1971, 1982) entstand in einer ersten Phase ein leichtgebuckeltes Primärrelief, das in der Regel – je nach Mächtigkeit des Lockergesteins – entweder durch Kryoturbation und Solifluktion oder durch linienhafte Erosion stärker herausgearbeitet wurde. Als Entstehungszeit ist das ausklingende Spät- und zeitige Postglazial anzunehmen. Für diese Annahme spricht unter anderem, daß Schotterterrassen des Isartales aus diesem Zeitraum stark ausgeprägte Buckelfluren aufweisen, jüngere Terrassen dagegen nahezu buckelfrei sind. Unter den gegenwärtigen klima-

tischen Bedingungen können sich Buckelfluren nicht neu bilden.

3. Traditionelle Nutzung

Im Unterschied zu vielen anderen Kalkmagerrasen sind die meisten Buckelwiesen schon seit Jahrhunderten durch eine traditionelle Mahd geprägt (vgl. BÄDER 1936; Foto 2): Die einst durch Auflichtung ehemaliger Wälder entstandenen Weiden wurden – einhergehend mit einem zunehmend kühleren und niederschlagsreicherem Klima und der damit notwendigen Stallhaltung – nach und nach in Wiesen umgewandelt, um Winterfutter für das Vieh zu gewinnen. In den kühl-humiden Grünlandwirtschaftsgebieten des Alpenraumes und des Alpenvorlandes hat diese Umwandlung vermutlich schon viel früher und in weit stärkerem Ausmaß stattgefunden als in wärmebegünstigten Gegenden, was auf die langen, schneereichen Winter zurückzuführen ist (QUINGER et al. 1994).

In der Regel wurden die Buckelfluren als reine Heumahdwiesen genutzt („Wiesmahd“), daneben kam auch die Kombination von Wiesmahd und Beweidung vor. Traditionell ausschließlich beweidete Buckelfluren liegen meist über 1200 m ü. NN, im Einzugsbereich von Almen und Alpen (QUINGER et al. 1994). Im Niederwerdenfelser Land, einem klassischen kleinförmigen Schafhaltungsgebiet, überwog die reine Wiesennutzung: Die einschürgigen Mähder wurden nicht gedüngt und zumeist in der zweiten Julihälfte zur Heugewinnung mit der Sense gemäht. Schlecht zugängliche Buckelwiesen nutzte man offenbar nicht jedes Jahr. Wegen des Platzmangels in der Ortschaft Mittenwald wurde das Heu in den zahlreichen, für die Buckelwiesenlandschaft so typischen Hütten gelagert und im Winter mit Schlitten aus dem weglosen Gelände heimgeholt.

Während der Mahdzeit bewohnten die Besitzer für ungefähr zwei Wochen die Hütten in den Wiesengründen („Kochhütten“), einige Frauen mußten jedoch täglich zurück in die Dörfer zum Melken. An schönen, sonnigen Tagen können die mageren Wiesen nur gemäht werden, wenn sie vom Tau benetzt sind – also nur am sehr frühen Morgen bis in den Vormittag hinein, zwischen 4 und ca. 9-10 Uhr (Westhänge), und



Foto 2: Steiler Südwesthang eines Schmelzwassertälchens etwa zwei Wochen nach der Mahd. Nicht alle Wiesen werden so scharf abgemäht, offene Bodenstellen gibt es aber fast überall. Mitte August 1994.

ab 5 Uhr abends (Osthänge). An Regentagen wird auch tagsüber gesenst. Die Handmahd der buckligen Wiesen ist eine Kunst, die heute nur noch wenige Menschen beherrschen. Die Mittenwalder wetzten ihre geschmeidigen Messer mit einem besonders weichen „Mailänder Schleifstein“, den es jetzt kaum mehr zu kaufen gibt. Früher wurden die Messer noch von Hand gedengelt, heute kommen sie meistens durch die Maschine. Dies geht zwar schneller, jedoch werden die Messer nicht so scharf, so daß öfter, nämlich jeden Morgen vor der Mahd, gedengelt werden muß.

Buckelwiesen, die entlang der Triebwege zu den Almen lagen, wurden während des Auftriebs im Mai vor und während des Abtriebs im September nachbeweidet; mähfähige Fluren wurden nach Möglichkeit im Hochsommer geschnitten. Im Niederwerdenfelser Land spielte die Vor- und Nachbeweidung der Buckelfluren mit Bergschafen eine beachtliche Rolle, da dort wurde jedoch auch, wie in den anderen Buckelflur-Gegenden üblich, mit Rindern beweidet (bis in die erste Jahrhunderthälfte mit Murnau-Werdenfelsern). Zu den Vorweidegebieten der Mittenwalder

Schafe gehörten nach KAU (1981) vor allem Teillächen des Kranzbergs.

4. Standortverhältnisse

Klima: Die Mittenwalder Buckelfluren liegen zwischen 900 und 1400 m ü. NN („Hochfläche“: 900-1000 m; Kranzberg: 1000-1400 m; s. Abbildung 1). Mit durchschnittlich ca. 1330 mm Jahresniederschlag ist die „Hochfläche“ das trockenste Buckelflurgebiet ihrer Höhenlage – in Oberstdorf im Allgäu, im regenreichsten Gebiet, fallen zum Beispiel im Mittel 1980 mm. Auch thermisch sind die Mittenwalder Fluren, mit durchschnittlich 12° C während der Vegetationsperiode bzw. 6-7° C im Jahresmittel, deutlich begünstigt (RINGERL 1982). Im Vergleich zu den Klimaten außer alpiner Kalkmagerrasen-Landschaften ist das Mittenwalder Klima aufgrund des Alpenstaus und der Höhenlage jedoch als kühlfeucht einzustufen (vgl. DEUTSCHER WETTERDIENST 1952).

Böden: Auf der „Hochfläche“ zwischen Mittenwald, Klais und Krün wurde während der Würmeiszeit vorwiegend karbonatreiches Geschiebematerial des Fern-

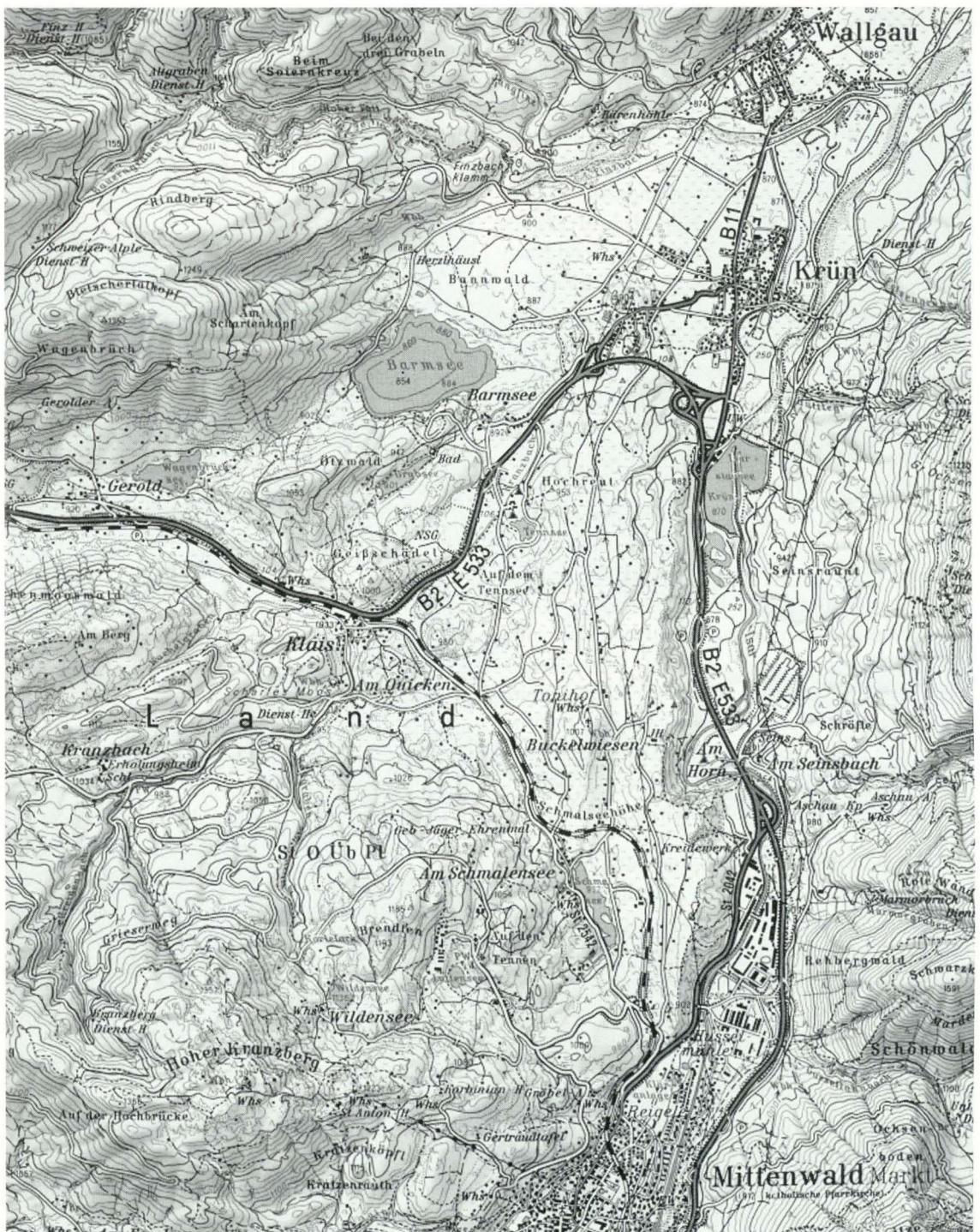


Abbildung 1. Ausschnitt aus der topographischen Karte 1:50000, L 8532 Garmisch-Partenkirchen. Die im Text häufig erwähnte „Hochfläche“ wird von der Straße Klais - Mittenwald und der Bundesstraße Klais - Krün - Mittenwald (B2/E533) umgrenzt. Die Buckelfluren am Kranzberg (Abbildung 2) umfassen den Bereich Gröbel-Alm - St. Anton-Hütte - Hoher Kranzberg - Karlelack. Abdruck mit Genehmigung des Bayerischen Landesvermessungsamtes Nr. 1161/97.

gletschers abgelagert. An der spätglazialen Bodenbildung war aber auch kristallinreiches Substrat der Rückzugsmoräne beteiligt. So treten dort über Grundmoräne auf engstem Raum zwei verschiedene Bodentypen auf (JERZ & ULRICH 1966): Aus kalkschlammreichem Geschiebematerial haben sich Pararendzinen mit geringer Entwicklungstiefe – nach LUTZ (1959) 10-90 cm, durchschnittlich 40 cm – gebildet, aus kristallinreicher Moräne sind Braunerden mit größerer Mächtigkeit entstanden. Der Kranzberg besteht überwiegend aus Hauptdolomit, über dem sich, je nach Exposition, verschiedene Rendzinen entwickelt haben: Süd- und ostexponierte Hänge tragen vorwiegend sehr flachgründige, trockene Rendzinen, nord- und westexponierte dagegen feuchte Moderrendzinen mit teilweise mächtigen organischen Auflagen (JERZ & ULRICH 1966). Es mag zunächst verwundern, daß die trockeneren und flachgründigeren Böden gerade an den Ost- und nicht an den Westhängen vorkommen. Da die Osthänge aber dem Isartal zugewandt sind, unterliegen sie dem austrocknenden Föhneinfluß weitaus mehr; zudem fällt dort wohl auch weniger Niederschlag als an den wetterseitigen Westhängen. Im gesamten Mittenwalder Buckelflurgebiet treten kleinflächig Vergleyungen und sogar Vermoorungen auf. In ebenen Lagen und bei besonders schwach ausgeprägter Buckelung können die Böden stellenweise oberflächlich recht stark entkalkt sein.

Kleinstandörtliche Differenzierung: Wie kein anderer Kalkmagerrasen-Lebensraum sind die Buckelwiesen durch eine extrem kleinräumige, ziemlich regelmäßige kleinstandörtliche Differenzierung gekennzeichnet; Exposition, Ausaperungsneigung (Foto 3), Bodenfeuchte und Windschutz wechseln innerhalb weniger Quadratmeter. Darüber hinaus sind die Feuchtigkeitskontraste zwischen Buckeln und Mulden um so größer, je undurchlässiger der Untergrund ist. In feinerdereichen Buckelfluren auf Moräne halten sich Stau- und Sickerfeuchte der Mulden (Foto 4) länger als in Fluren auf gleichmäßig hochdurchlässigen Unterlagen wie Dolomitschutt. Auch die verschiedenen Bodenprofile beeinflussen die reliefbedingte Standortgliederung. In Gebieten, wo die feinerde- und humusreichen Verwitterungstaschen nur unter den Dellen liegen (zum Beispiel im Kloaschautal des Mangfallge-

birges; ZECH & WÖLFEL 1974), ist die standörtliche Verschiedenartigkeit der Buckel und Mulden allerdings deutlich erhöht gegenüber Buckelfluren, in denen, wie um Mittenwald, keine räumliche Übereinstimmung von Dellen und Verwitterungstaschen besteht (RINGLER 1982).

5. Flora und Vegetation

Die Nährstoffarmut und die große Vielfalt an Mikrostandorten bedingen den enormen Artenreichtum und die einzigartige Blütenpracht der Buckelwiesen. Allein in den von GUTSER (1996 a, b) untersuchten traditionellen Mähdern der „Hochfläche“ und des Kranzbergs wurden 155 Gefäßpflanzen, darunter 32 Arten der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns (SCHÖNFELDER 1986), und 39 Moosarten gefunden (Tabellen 2 und 3, im Anhang). In den 50 m² großen Aufnahmeflächen kamen durchschnittlich 64 (52-78) Gefäßpflanzen und 12 (4-22) Moose vor (GUTSER 1996 a, vgl. Tabelle 1).

Bedingt durch die äußerst geringe Nährstoffversorgung der Standorte, welche durch sehr bodennahes Abschneiden der Vegetation und durch Bodentrockenheit noch verschärft wird, sind die Buckelwiesen extrem schwachwüchsig und teilweise sogar recht lückig; dies gilt vor allem für die Mähder des Kranzbergs, die auf sehr flachgründigen und trockenen Rendzinen wachsen (Foto 7). Die Buckelwiesen sind insgesamt derart mager, daß Arten wie Gewöhnliches Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*) oder Rotes Straußgras (*Agrostis capillaris*), die im außeralpinen Wirtschaftsgrünland als Magerkeitszeiger gelten, hier Nährstoffzeiger sind.

Aufgrund des hohen Anteils an dealpinen Pflanzen (z.B. Scheuchzers Glockenblume *Campanula scheuchzeri*, Horstsegge *Carex sempervirens*, Silberwurz *Dryas octopetala*, Stengelloser Enzian *Gentiana acaulis*, Clusius' Enzian *Gentiana clusii*, Kriechendes Gipskraut *Gypsophila repens*, Schwarzes Kohlröschen *Nigritella nigra*, Vielblättriges Läusekraut *Pedicularis foliosa*, Felsenbaldrian *Valeriana saxatilis*) bezeichnete Paul (in LUTZ & PAUL 1947) die Vegetation der Buckelwiesen als „dealpine ... Grasflur, deren Ausdehnung aber durch die menschliche Wirtschaft bedingt ist“. In den



Foto 3: Ausapernde Buckelwiese. Südexponierte Hangbereiche und Buckelkuppen sind bereits schneefrei. In der Mitte sammelt sich das Schmelzwasser zu einem Rinnal, das zunächst in einer tiefen Mulde am Hangfuß aufgefangen wird. Ende März 1995.



Foto 4: Wassergefüllte Mulde einige Stunden nach einem Gewitterregen. Aus der Pfütze spitzen u.a. die breiten Blätter des Wechselfeuchtezeigers Niedrige Schwarzwurzel (*Scorzonera humilis*) heraus. Anfang Juni 1994.



Foto 5: Traditioneller Mähder im „Liebestal“ auf der „Hochfläche“, fortgeschrittener Frühjahrsaspekt: Zu Clusius' Enzian (*Gentiana clusii*) gesellen sich bereits Wundklee (*Anthyllis vulneraria*) und Hufeisenklee (*Hippocratea comosa*). Mitte Mai 1994.



Foto 6: Ein Wiesenbuckel im Hochfrühling. Den Aspekt dominieren Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*, z.T. schon verblüht) und Hufeisenklee (*Hippocratea comosa*). In den angrenzenden Mulden blühen die letzten Mehleimeln (*Primula farinosa*); im Hintergrund links einzelne Individuen der Fliegenwurz (*Ophrys insectifera*). Ende Mai 1995.



Foto 7. Ausschnitt eines extrem schwachwüchsigen Mähders am Kranzberg-Osthang. Es dominieren die ledigen, glänzenden Blattrosetten der Nacktstengligen Kugelblume (*Globularia nudicaulis*), recht häufig sind auch die winzigen, silbrig behaarten Rosetten des Katzenpfötchens (*Antennaria dioica*). 21.6.1996.

Buckelwiesen sind über 50 % der Arten der alpinen Blaugras-Horstseggenrasen (*Seslerio-Caricetum semperfirrientis*) und der Polsterseggenrasen (*Caricetum firmae*) enthalten. Andererseits kommen auch einzelne Steppenarten (Geflecktes Ferkelkraut *Hypochoeris maculata*, Trifthafer *Avena pratensis*) und submediterrane Arten (Berggamander *Teucrium montanum*, Echte Kugelblume *Globularia punctata*, Zierliche Sommerwurz *Orobanche gracilis*) vor, die sich hier ihren Höhengrenzen nähern.

Lutz (in LUTZ & PAUL 1947) beschrieb die Vegetation der Mittenwalder Mähder pflanzensoziologisch als Silberdistel-Horstseggenrasen (*Carlino-Caricetum semperfirrientis*). Alpische Vorkommen dieser kennartenlosen Assoziation sind heute zwar nicht wie die präalpinen vom Aussterben bedroht, werden aber immerhin als stark gefährdet eingestuft (WALENTOWSKI et al. 1991). In diesen artenreichen Rasen treffen auf kleinstem Raum viele verschiedene pflanzensoziologische Kennarten-Gruppen zusammen, die zum Beispiel im Alpenvorland zwischen Starnberger See und Ammersee nur in verschiedenen Gesellschaften auf unterschiedlichen Standorten und Hängen vorkommen (vgl. WIEDMANN 1954); die einzelnen Arten können folgenden pflanzensoziologischen Klassen bzw. Ordnungen zugeordnet werden (vgl. GUTSER 1996 a, Tabelle 2):

- den Trocken- und Halbtrockenrasen (*Festuco-Brometea*)
- den alpinen Kalksteinrasen (*Seslerietea*)
- den bodensauren Magerrasen (*Nardo-Callunetea*)
- dem Wirtschaftsgrünland (*Molinio-Arrhenatheretea*), insbesondere den Naß- und Streuwiesen (*Molinietalia*), weniger den Fettwiesen (*Arrhenatheretalia*)
- den Flach- und Zwischenmooren (*Scheuchzerio-Caricetea*), vorwiegend den Kalkflachmooren (*Tofieldiatalia*)
- den thermophilen Saumgesellschaften (*Trifolio-Ge ranietea*)
- den Schneeheide-Kiefern-Wäldern (*Erico-Pinetea*)
- anderen Wäldern (*Querco-Fagetea*, *Vaccinio-Piceetea*).

Vikariierende Arten, wie Clusius' und Stengelloser Enzian (*Gentiana clusii* und *G. acaulis*) oder Schnee-

heide und Heidekraut (*Erica herbacea* und *Calluna vulgaris*), die sich auf wechselndem Substrat gegenseitig ersetzen und normalerweise nur weit voneinander entfernt vorkommen, können in den Buckelwiesen direkt nebeneinander gefunden werden.

Je nach Exposition, Hangabschnitt und -neigung treten die Silberdistel-Horstseggenrasen in verschiedenen standörtlichen Varianten auf (GUTSER 1996 a): An sehr steilen, trockenen Hängen und an Hangoberkanten, besonders in süd- und ostexponierten Lagen, wachsen vorwiegend Ausbildungen mit trockenheitsertragenden Arten (z.B. Echte Kugelblume *Globularia punctata*, Berggamander *Teucrium montanum*, Grauer Löwenzahn *Leontodon incanus*). An stärker von Hangzug- und Quellwasser durchfeuchteten Hangfüßen, in feuchten Rinnen und entlang von Bächen kommen dagegen Ausbildungen mit vielen Kalkflachmoor-Arten vor (z.B. Mehlprimel *Primula farinosa*, Gewöhnliches Fettkraut *Pinguicula vulgaris*, Herzblatt *Parnassia palustris*). Manchmal sind an quelligen Standorten aber auch trockenheitsertragende Arten in zum Teil sehr hoher Deckung zu finden, zum Beispiel Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*) oder Silberwurz (*Dryas octopetala*). Diese Arten können dort konkurrenzarm gedeihen, weil die Wasserschüttung der Quellen im Laufe des Jahres meist stark schwankt und die Bestände oberflächlich austrocknen (vgl. WIEDMANN 1954). In flachen Lagen, vor allem bei schwacher Buckelung, gedeihen oft Ausbildungen mit säurezeigenden Arten (z.B. Bergwohlverleih *Arnica montana*, Borstgras *Nardus stricta*) oder sogar Borstgrasrasen-Fragmente; flachwurzelnde Säurezeiger (wie Katzenpfötchen *Antennaria dioica* oder Hoppes Habichtskraut *Hieracium hoppeanum*) sind dagegen in fast allen Aufnahmen vertreten. Entlang der Wirtschaftswege und um die Hütten herum sind manchmal Ausbildungen mit nährstoffzeigenden Arten anzutreffen.

Die standortsdifferenzierende Wirkung der Buckelung selbst hängt von deren Ausmaß ab und äußert sich am deutlichsten auf ebenem bis mäßig geneigtem Gelände und in den unteren Abschnitten steiler Hänge. Die Mulden der traditionellen Mähder sind dort generell wüchsiger und artenreicher als die Buckel. Während trockenheitsertragende Arten fast aus-

schließlich auf den Buckeln vorkommen, sind die meisten *Tofieldietalia*-, *Molinietalia*- und *Arrhenatheretalia*-Arten fast nur in den Mulden anzutreffen – zumindest in den stärker gebuckelten Wiesen. Verglichen mit anderen Buckelwiesengebieten sind die Unterschiede in der Buckel- und Muldenvegetation um Mittenwald jedoch recht gering: Selbst bei sehr ausgeprägter Buckelung gibt es nur Feuchte- oder Nährstoff-Varianten des Silberdistel-Horstseggenrasens. Dagegen werden beispielsweise die gebuckelten Wiesen an der Hardtkapelle im Magnetsrieder Hardt bei Weilheim von zwei verschiedenen Assoziationen besiedelt, die sogar unterschiedlichen Verbänden angehören: dem *Violion caninae* auf Buckeln und dem *Eriophorion latifolii* (heute *Caricion davallianae*) in Mulden (RINGLER 1982).

Ein Vergleich mit den alten Aufnahmen von LUTZ & PAUL (1947) ergab weder gravierende Veränderungen in der Artenzusammensetzung noch in den Deckungswerten. In den neuen Aufnahmen (GUTSER 1996 a) wurden jedoch vereinzelt einige nährstoffzeigende, vor allem aber brachezeigende Arten (insbesondere die Brachegräser Steinzwieke *Brachypodium rupestre* und Rohrpfeifengras *Molinia arundinacea*) häufiger oder sogar neu gefunden. Es ist gut möglich, daß einige der Buckelwiesen zwischendurch kurzfristig brach lagen oder – wohl vor allem vor Einführung der staatlichen Förderprogramme – nicht immer regelmäßig gemäht wurden. Schon LUTZ (1959) berichtete von Beständen, die infolge Arbeitskräftemangels ein oder mehrere Jahre stehengeblieben waren. Das stellenweise vermehrte Vorkommen von nährstoffzeigenden Arten erklärt sich vermutlich aus der Fragmentierung: Auf der „Hochfläche“ liegen heute Buckelwiesenreste inmitten von Intensivgrünland; LUTZ und PAUL (1947) haben ihre Vegetationsaufnahmen noch vor den großen „Kultivierungen“ der 60er und 70er Jahre gemacht, als noch größere, zusammenhängende Buckelwiesenkomplexe vorhanden waren (s. Abschnitt 7).

6. Anmerkung zur Fauna am Beispiel der Tagfalter

Die Tierwelt der Buckelwiesen ist noch kaum untersucht. Wie das Beispiel der Schmetterlinge zeigt, setzt

sich jedoch auch die Fauna aus Arten unterschiedlichster Lebensraumtypen zusammen: Typische Kalkmagerrasen-Falter wie *Lysandra bellargus* (Himmelblauer Bläuling) oder *Cupido minimus* (Zwerg-Bläuling) kommen zusammen mit Niedermoor-Faltern wie *Metitaea diamina* (Baldrian-Scheckenfalter) und mit Arten mageren Graslandes unterschiedlicher Feuchtigkeit wie *Eurodryas aurinia* (Goldener Scheckenfalter) vor (GIESEN 1987). Solche Artenkombinationen treten in keinem anderen Kalkmagerrasen-Lebensraumtyp auf (QUINGER et al. 1994).

7. „Kultivierungen“

Die „Kultivierung“ der Buckelwiesen, d.h. deren Einebnung und Melioration, erfolgte erst relativ spät: Um 1920 waren die gebuckelten Fluren im gesamten Alpenraum wohl noch unangetastet. Mitte der 70er Jahre konnten – im Rahmen der ersten Biotopkartierung – von den ehemals ca. 36000 ha Buckelfluren des bayerischen Alpenraums nur noch 1120 ha aufgenommen werden (das sind ca. 3 %; RINGLER & HARTMANN 1986, zit. nach QUINGER et al. 1994). Auf den Niederwerdenfelser Raum entfielen davon etwa 830 ha (SCHOBER 1982).

Die Geschichte der Kultivierung sei am Beispiel der „Hochfläche“ nördlich von Mittenwald kurz zusammengefaßt (nach BECHTEL 1940, LUTZ 1959, ENGELSCHALK 1971): Noch zu Beginn dieses Jahrhunderts erstreckten sich die dortigen Buckelwiesen über etwa 810 ha. Das erste Grundstück wurde 1919 auf der Gemarkung Krün durch private Initiative von Hand planiert. Die systematisch betriebenen Kultivierungen setzten 1928 auf Anweisung des Landesamtes für Moorwirtschaft ein; bis 1935 wurden 33 ha durch zwei eigens gegründete „Ödlandgenossenschaften“ und drei Lager des Reichsarbeitsdienstes in Handarbeit eingeebnet. Nach Gründung einer Flurbereinigungsgenossenschaft nahm man 1935 eine von den Besitzgrenzen unabhängige Gesamt kultivierung in Angriff, der bis 1941 265 ha zum Opfer fielen. Ab 1956 wurden die Buckelfluren unter Aufsicht der Moorwirtschaftsstelle Weilheim durch den „Wasser- und Bodenverband“ maschinell planiert. Bis 1959 waren insgesamt 333 ha, bis ca. 1970 schließlich 556 ha

Buckelwiesen eingeebnet – das sind etwa 70 % des Ausgangsbestandes. Noch in den 70er Jahren kam es zu weiteren Verlusten. Die Buckelwiesenreste der „Hochfläche“ liegen vor allem in steilen Erosionstälchen oder Hanglagen und sind ringsherum von Intensivgrünland umgeben.

Auf den kultivierten Fluren wurden vor allem in den 50er Jahren Hofsiedlungen errichtet. Die Planierung ermöglichte die Umwandlung der Mähder in ertragreicheres, leichter zu bewirtschaftendes Grünland. Bei entsprechender Düngung erbrachten die eingesäten, zweischürigen Fettwiesen bzw. Mähweiden bis zu sechsmal höhere Erträge als die ehemaligen, ungedüngten Buckelwiesenmähder: pro Jahr und Hektar ca. 40-60 (90) dz Heu und Grummet auf den kultivierten Flächen gegenüber 10 dz Wiesmahdheu (LUTZ 1959).

Die letzten Einebnungen fanden im Mittenwalder Raum – von einem illegal planierten Tagwerk abgesehen – ca. 1980 statt (H. Schiedermayr mündlich). Heute werden die Buckelwiesen als Mager- und Trockenstandort durch den Biotopschutz-Artikel (Art. 6d) des Bayerischen Naturschutzgesetzes geschützt. Die staatlichen Förderprogramme (s.u.) sind mit der Auflage verbunden, nicht mehr zu kultivieren.

8. Heutige Situation

Auf den noch vorhandenen Buckelfluren ist heute eindeutig ein Trend von der Mahd zur Beweidung festzustellen, da die enorme Handarbeit beim Mähen und die schwierige Mechanisierung in keinem Verhältnis zur Erntemenge steht (H. KRAUS 1982). Im Raum Mittenwald werden seit den 80er Jahren zunehmend ehemalige Mähder mit Schafen, vereinzelt mit Ziegen, aber leider auch mit Rindern und Pferden beweidet, was stellenweise zu sehr negativen Veränderungen der Bestände – vor allem zu starken Trittschäden und Eutrophierungserscheinungen – geführt hat. Das gravierendste Problem für die Erhaltung der Buckelwiesen sind gegenwärtig jedoch die seit den 60er Jahren auftretenden Nutzungsauffassungen: Weite Teile der jetzt noch als Buckelwiesen ansprechbaren Bestände verwalden stark, vorwiegend mit Fichte und Kiefer. Im Landkreis Garmisch-Partenkirchen werden derzeit

höchstens noch 350-400 ha regelmäßig gemäht, davon 250-300 ha im Mittenwalder Raum (H. Schiedermayr mündlich).

Von 1986 bis 1995 wurde die Buckelwiesenmahd im Landkreis Garmisch-Partenkirchen durch das landkreiseigene „Buckelwiesenprogramm“ gefördert: je nach Schwierigkeitsgrad mit 600-800 DM pro ha. Die Finanzierung erfolgte aus staatlichen Förderprogrammen, vor allem aus dem „Mager- und Trockenrasen-Programm“. Dessen Vorgaben sind: 1. einmalige Mahd nach dem 15. Juli, 2. keine Intensivierung durch Planierungen und/oder Düngung und 3. keine Beweidung oder Aufforstung. Im Jahr 1994 nahmen landkreisweit etwa 400 Grundstücksbesitzer bzw. Klein- und Nebenerwerbslandwirte am „Buckelwiesenprogramm“ teil, das damals noch nicht in Vertragsform, sondern in Form von Vereinbarungen ausgeführt wurde (H. Schiedermayr mündlich).

Im Frühjahr 1996 wurden alle staatlichen Einzelprogramme zum neuen Bayerischen Vertragsnaturschutzprogramm zusammengefaßt. Seither werden einheitliche Verträge abgeschlossen. Diese unterscheiden sich nicht nur formal, sondern auch inhaltlich etwas von den alten Vereinbarungen: Es können jetzt pro Hektar und Jahr Beträge um 1250 DM bezahlt werden, die Laufzeit beträgt allerdings 5 Jahre – hoffentlich wirkt eine so lange vertragliche Bindung nicht abschreckend, insbesondere auf ältere Buckelwiesenbesitzer! Flächen, die im Winter als Skipiste dienen, fallen nun aus dem Förderprogramm heraus. Der frühestmögliche Mahdzeitpunkt wurde auf den 1. Juli vorverschoben, damit der Aufwuchs in einem frischeren Zustand geerntet oder der Mähtermin dem Betriebsrhythmus besser angepaßt werden kann; im Sommer 1996 wurden die Buckelwiesen, zumindest am Kranzberg, jedoch nicht früher als gewöhnlich gemäht – die meisten Besitzer müssen ohnehin zuerst das Heu der gedüngten, zweischürigen Wiesen einbringen.

Viele Wiesenbesitzer aus Mittenwald und den umliegenden Gemeinden nehmen eigens für die Buckelwiesenmahd während der zweiten Julihälfte Urlaub. Nicht alle sind Kleinlandwirte, viele kommen aus den verschiedensten Berufsgruppen (z.B. Geschäftsleute,

Vertreter, Ärzte, Polizisten, Lehrer). Die Heimatverbundenheit der Bevölkerung und ihr Engagement für die Buckelwiesen ist wohl einzigartig im weiten Umkreis.

Seit 1989 werden im Raum Mittenwald vom Maschinenring Oberland auch Entbuschungen durchgeführt: Bis einschließlich 1994 wurden nach H. Schiedermayr etwa 30 ha geschwendet und wieder gemäht. Das Material wurde zum größten Teil als Einstreu verwertet. Finanziert werden die Maßnahmen hauptsächlich durch Zuschüsse gemäß den „Landschaftspflege-Richtlinien“: Eine Erstinstandsetzung, d.h. Entbuchen, Häckseln, Erstmahd und Abtransport, kommt auf etwa 5000-7000 DM/ha; eine Zweitmahd kostet, je nach Gelände, zwischen 1500 und 5000 DM/ha. Abgerechnet wird nicht nach Fläche, sondern nach Stunden.

Fallbeispiel Kranzberg

Im Sommer 1996 wurde im Auftrag der Regierung von Oberbayern der aktuelle Zustand der Buckelfluren am Kranzberg erfaßt (GUTSER 1996 b, Lage s. Abbil-

dung 1). Es ergab sich folgende Flächenbilanz (Abbildung 2, Fotos 8 und 9): Noch um 1940, vor den Enebnungen, Intensivierungen und Nutzungsauffassungen, gab es in dem ca. 190 ha großen Untersuchungsgebiet am Kranzberg schätzungsweise mindestens 160 ha offene Buckelfluren mit blütenden Magerrasen, die nur stellenweise durchsetzt waren von einzelnen Bäumen. Von diesen 160 ha sind inzwischen etwa 35 ha eingeebnet (z.T. für Lifthänge), der weitaus größte Teil, nämlich mindestens 70 ha, ist bewaldet (sehr alte Brachen sowie Teile der 15- bis 30-jährigen Brachen) und etwa 25 ha können als halboffene Buckelfluren bezeichnet werden (5- bis 15-jährige Brachen sowie lichtere Teile von 15- bis 30-jährigen Brachen). An offenen Buckelfluren sind nur etwa 30 ha übriggeblieben, davon tragen 24 ha noch intakte Magerrasen (traditionelle Wiesmahd, Ziegenweiden) und 6 ha relativ intakte Magerrasen (bis 5 Jahre alte Brachen, Schafweiden).

Diese Entwicklung hat einerseits eine gravierende Veränderung des Landschaftsbildes („Verfinsterung der Landschaft“, ENGLMAIER & SCHEMEL

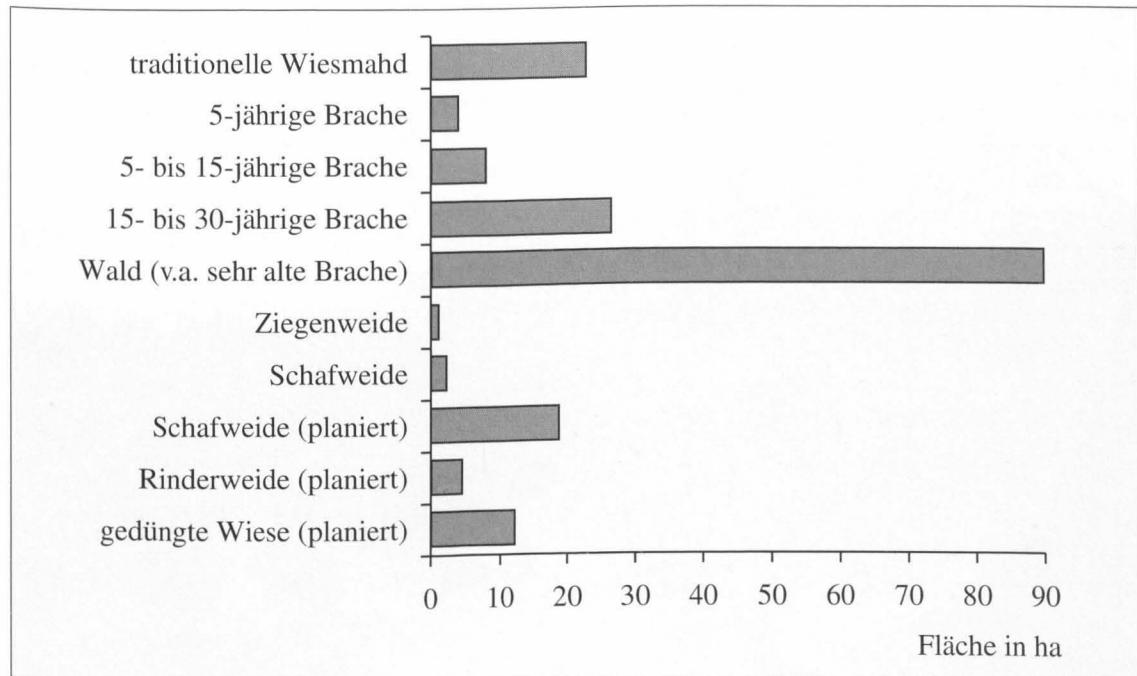


Abbildung 2. Flächennutzungsverteilung des etwa 190 ha großen Buckelflur-Gebiets am Kranzberg 1996 (ohne Bundeswehrgelände). Die Kategorie „Wald“ umfaßt Bergwälder (ca. 30 ha) und dicht bewaldete, sehr alte, d.h. über 30-jährige Buckelwiesenbrachen (ca. 60 ha). Auch Teile der 15- bis 30-jährigen Brachen sind bereits dicht bewaldet (ca. 10 ha).



Foto 8: Ausschnitt des Kranzberggipfels mit Blick auf die Wettersteinwand, vor oder um 1960.



Foto 9. Etwa derselbe Ausschnitt des Kranzberggipfels Ende Juli 1996.

1977), den Verlust der weiten Ausblicke entlang der Wanderwege und somit eine Verminderung des Erholungswertes, andererseits auch einen kontinuierlichen Artenrückgang zur Folge. Davon betroffen sind vor allem kleinwüchsige und lichtbedürftige Arten – darunter etliche Blütenpflanzen der Roten Liste Bayerns –, die oft schon in frühen Brachestadien verschwinden.

9. Auswirkungen verschiedener Pflegevarianten und des Brachfallens auf Vegetation und Flora

In Anbetracht der sich verändernden Rahmenbedingungen stellt sich die Frage, ob es Alternativen zur jährlichen traditionellen Mahd der Buckelwiesen gibt. Im Rahmen einer Diplomarbeit (GUTSER 1996 a) wurden verschiedene Pflegevarianten und Brachestadien untersucht und mit – möglichst direkt benachbarten – traditionellen Mähdern verglichen; alle Bestände liegen auf der „Hochfläche“ nördlich von Mittenwald (s. Abbildung 1). Insgesamt wurden 140 Aufnahmen à 50 m² und – zur Differenzierung der Buckel- und Muldenvegetation – 315 Aufnahmen à 1 m² mittels der feinen Aufnahmeskala nach QUINGER (1994) erstellt. Die Nutzungsgeschichte der verschiedenen Flächentypen und gegebenenfalls der Beweidungsmodus wurden durch Befragungen der Eigentümer und Nutzungsberichtigten in Erfahrung gebracht. Der Vergleich mit den traditionell gemähten Wiesen berücksichtigte strukturelle Aspekte, Arten- und Blütenreichtum, Verteilung der Arten auf Buckel und Mulden, soziologische Artengruppen, Wuchs- und Lebensformen, nutzungsspezifische Artengruppen sowie ausbreitungs- und populationsbiologische Gesichtspunkte. Im folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Diplomarbeit (GUTSER 1996 a) und ergänzende Erkenntnisse aus der Zustandserfassung der Buckelwiesen am Kranzberg (GUTSER 1996 b) kurz zusammengefaßt. Eine ausführliche Diskussion – auch einzelner Arten – mit zahlreichen Literaturhinweisen findet sich bei GUTSER (1996 a; Publikation in Vorbereitung).

Auswirkungen einer Mahd im zwei- bis dreijährigen Turnus

Schon eine im Abstand von zwei bis drei Jahren durchgeführte Mahd läßt einige Abweichungen zu den

jährlich gemähten Flächen erkennen. Hervorzuheben ist hier vor allem die verhältnismäßig hohe Deckung der Brachegräser: Rohrpfeifengras (*Molinia arundinacea*) und Steinzwerg (*Brachypodium rupestre*) decken zusammen durchschnittlich 20 %, in den jährlich gemähten Wiesen hingegen nur 3 %. Die mittleren Artenzahlen der 50m²-Aufnahmen entsprechen denjenigen der traditionellen Mähder (Tabelle 1). Eine Verminderung der Mahdhäufigkeit wirkt sich auf schwächerwüchsigen Standorten, beispielsweise am Kranzberg, weniger stark aus als auf gutwüchsigen Standorten.

Auswirkungen der Beweidung mit Schafen

Die Auswirkungen der Beweidung hängen sehr stark vom Beweidungsmodus, also von Besatzdichte, Beweidungsbeginn und -dauer, und von den Geländegegebenheiten ab.

Auffällige Trittschäden wurden in den untersuchten Schafweiden kaum entdeckt, abgesehen von einem sehr steilen, flachgründigen Bereich einer Koppel am Kranzberg. In jeder Weide gibt es aber mehr oder weniger stark eutrophierte Stellen, was vor allem auf das nächtliche Pferchen innerhalb der Weiden zurückzuführen ist. Obwohl Bergschafe die Gehölze (v.a. Fichten) nicht wirkungsvoll verbeißen, fressen sie wenigstens die für sie erreichbaren jungen Nadeln; das hat Krüppelwuchs der Bäume zur Folge und verlangsamt den Sukzessionsprozeß. Die Buckel werden von den Schafen meist radikal abgefressen, die Mulden bleiben dagegen fast unversehrt, was sich in der höheren Deckung der Brachegräser und in den geringeren Artenzahlen in den 1m²-Aufnahmen der Mulden wider spiegelt (Bracheeffekt!).

Soweit die Flächen weder unter- noch überbeweidet sind – also weder eine Streuschicht noch sichtliche Ertragsrückgänge oder gar Erosionsschäden auftreten – unterscheiden sich nur die Deckungsgrade einzelner Arten von denen der Wiesen (beispielsweise war die Deckung der Brachegräser in den untersuchten Beständen etwas höher als in den traditionellen Mähdern), nicht jedoch die mittleren Artenzahlen der 50m²-Aufnahmen (Tabelle 1). Anders ist es in unterbeweideten Flächen (Foto 12), wo bei deutlich höherer

Tabelle 1. Ausgewählte Artenzahlen und Deckungswerte der untersuchten Flächentypen (Pflegevarianten und Brachestadien) der Mittenwalder Buckelwiesen nach GUTSER (1996 a). Flächentypen: M = traditionelle Mähder; WS = Schafweiden (soweit nicht unterbeweidet); WZ = Ziegenweide; M3 = in 2- bis 3-jährigem Turnus gemähte Flächen; B5, B12, B20, B30 = 5-, 12-, etwa 20- bzw. etwa 30-jährige Brachen; E15, E25 = entbuschte und wiedergemähte Flächen, die zuvor etwa 15 bzw. etwa 25 Jahre brachgelegen waren. Alle untersuchten Bestände liegen auf der „Hochfläche“. Rote Liste-Arten = Arten der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns (SCHÖNFELDER 1987).

Flächentyp	M	WS	WZ	M3	B5	B12	B20	B30	E15	E25
Untersuchte Flurstücke:	8	2	1	2	2	2	3	5	3	2
Zahl 50 m ² -Aufnahmen:	38	13	5	7	8	6	15	15	15	12
davon mit Moosproben:	17	8	4	0	4	3	14	11	12	11
Artenzahlen										
Gefäßpflanzen										
arithmetisches Mittel:	64	63	65	64	61	58	49	38	63	62
Spanne:	52-78	57-71	61-72	54-66	51-77	52-64	41-58	9-55	47-76	55-69
Rote Liste-Arten										
arithmetisches Mittel:	6,5	5	6,5	6	4,5	2,5	2	1	5	2,5
Spanne:	1-11	2-8	6-9	3-9	2-8	1-5	0-4	0-3	0-9	1-5
Moose										
arithmetisches Mittel:	12	12,5	8,5	-	12,5	7,5	6	5,5	8,5	5,5
Spanne:	4-22	6-18	6-11	-	10-15	4-12	3-11	3-10	3-16	3-8
Deckungen										
Brachegräser										
Median:	3	5	18	20	39	57,5	55	70	30	40
Spanne:	0,3-18	3-32	10-27	12-23	30-50	17-60	22-90	4-100	5-45	1-80
Gehölze										
Median:	0	0	0	0	0,5	11,5	20	40	0	0
Spanne:	0	0	0	0	0-5	3-70	10-60	12-100	0-5	0

Brachegrasdeckung erheblich weniger Arten als in den Mähder vorkommen; insbesondere sehr bracheempfindliche Arten fallen bei Unterbeweidung aus (vgl. den Abschnitt „Auswirkungen des Brachfallens“).

Das Brandknabenkraut (*Orchis ustulata*) und die Fliegenragwurz (*Ophrys insectifera*) wurden in keiner der untersuchten Schafweiden gesehen. Der Schmalblättrige Klappertopf (*Rhinanthus glacialis*) und die Wiesenflockenblume (*Centaurea jacea*) kamen in allen untersuchten Weiden in viel geringerer Stetigkeit und Deckung als in den benachbarten traditionellen Mähder vor. Da alle untersuchten Weiden generell früher genutzt werden als die Wiesen, kann zumindest die Schädigung des Therophyten *Rhinanthus glacialis* auf die Unterbindung der Samenproduktion zurückgeführt werden. Konkurrenzschwäche, auf offene Bo-

denstellen angewiesene Arten mit hoher Samenproduktion, wie Purgierlein (*Linum catharticum*) oder Mehlprimel (*Primula farinosa*), wurden in den Weiden nicht – wie man denken könnte – öfter als in den Wiesen gefunden. Dies liegt vermutlich einerseits an den Bracheeffekten in den Mulden, andererseits sind Bodenentblößungen in den Weiden nicht wesentlich häufiger als in den traditionellen Mähder (vgl. Foto 2).

Eine sehr frühe Beweidung (Beginn Ende April/Anfang Mai) wirkt sich negativ auf Arten mit einer frühen Entwicklung aus (Clusius' Enzian *Gentiana clusii*, Silberwurz *Dryas octopetala*, Herzblättrige Kugelblume *Globularia cordifolia*, Zwergbuchs *Polygala chamaebuxus*, Wundklee *Anthyllis vulneraria* und Hufeisenklee *Hippocrepis comosa*; Foto 11). Wird im Juni beweidet,



Foto 10: Schafweide kurz nach dem Auftrieb. Da diese Fläche erst nach der Enzianblüte bestossen wird, werden frühblühende Arten hier kaum geschädigt. „Hochfläche“, Anfang Juni 1994.



Foto 11: Schafweide (links) und traditioneller Mähder (rechts) im späten Frühjahr. Während in der Wiese die gelbblühenden Leguminosen (v.a. Hufeisenklee *Hippocratea comosa* und Wundklee *Anthyllis vulneraria*) aspektbildend sind, ist die schon Ende April/Anfang Mai beschickte Weide zu diesem Zeitpunkt bereits abgegrast und eintönig grün. Im Vordergrund der eingeebnete und aufgedüngte Talboden. Anfang Juni 1994.



Foto 12: Unterbeweidete, einer Brache ähnelnde Schafweide auf der „Hochfläche“. Sie wird seit 20 Jahren um Mitte Mai besloßen und war zuvor 15 Jahre lang brachgelegen. Im Mai und Oktober ist die Besatzdichte zeitweilig recht hoch, von Juni bis August hingegen sehr niedrig. Unter dem Verbiß der jungen Triebe durch die Schafe haben die Fichten „Fußsäcke“ ausgebildet. Anfang Juli 1994.

werden hochwüchsige Arten mit später Entwicklung geschädigt (z.B. Bergwohlverleih *Arnica montana*, Geflecktes Ferkelkraut *Hypochoeris maculata* und Skabiosenflockenblume *Centaurea scabiosa*); eine Beweidungspause im Juni/Juli vorausgesetzt, können sich die zuletzt genannten Arten jedoch in sehr früh beschickten Flächen halten.

Gefördert durch Beweidung werden einerseits Arten, die von den Schafen gar nicht, selten oder nur in jungem Zustand gefressen werden (wie Steinzwenke *Brachypodium rupestre*, Dreizahn *Danthonia decumbens*, Zittergras *Briza media*, Pyramidenschillergras *Koeleria pyramidata*, Trifthafer *Avena pratensis*, Labkraut-Arten *Galium* spp., Sumpfkreuzblume *Polygala amarella* und Flohsegge *Carex pulicaris*). Andererseits profitierten durch die Beweidung auch Arten, denen Verbiß aufgrund ihrer Ausläufer oder Rhizome nicht viel anhaben kann (u.a. Rotes Straußgras *Agrostis capillaris*, Blutwurz *Potentilla erecta* und Roter Schwingel *Festuca rubra*, der unter Weidegang sogar besser nachtreibt).

Auswirkungen der Beweidung mit Ziegen

Verglichen mit allen anderen Flächentypen, auch den Schafweiden (!), sind die Ziegenweiden in einem sehr guten Zustand und den traditionellen Mähdern insgesamt am ähnlichsten. Von großer Bedeutung dafür ist sicherlich der vergleichsweise späte Beweidungsbeginn (Mitte Juni bis Mitte Juli; die Mähdern werden zumeist in der zweiten Julihälfte geschnitten). Die Artenzahl, auch der Rote-Liste-Arten, entspricht selbst in einer lange brachgelegenen Fläche derjenigen der Wiesen (Tabelle 1). Trittschäden wurden auch in steilen Bereichen nicht festgestellt.

Die Ziegenfläche der Tabelle 1 lag vor der Beweidung ca. 25 Jahre brach (Foto 13). Dort brachten die Ziegen erwartungsgemäß fast alle Gehölze innerhalb der Koppel zum Absterben, die überlebenden höheren Bäume verbissen sie bis in 2 m Höhe. Die Brachegrasdeckung ist mit 18 % deutlich geringer als in den entbuschten Flächen; verantwortlich dafür ist sicherlich, daß die entbuschten Flächen so spät, frühestens ab Mitte August, gemäht werden.

Auswirkungen der Beweidung mit Rindern

Rinderweiden wurden nur am Kranzberg untersucht. Ihre Vegetation hat unter allen dort vorkommenden Flächentypen die geringste Ähnlichkeit mit den traditionellen Mähdern, auch wenn in steilen, gebuckelten Bereichen noch einige beweidungsresistente Arten der Silberdistel-Horstseggenrasen vorkommen – darunter allerdings kaum Rote-Liste-Arten. Flachere Teile sind ohnehin stark aufgedüngt. Stellenweise hat der Rindertritt sogar das Relief bis zur Unkenntlichkeit verändert. Eine Beweidung mit Rindern stellt also sicherlich keine Pflegealternative dar!

Auswirkungen des Brachfallens

Während in den ersten Jahren nach der Nutzungs-aufgabe vor allem die Verfilzung durch Brachegräser den Aspekt dominiert, kommt später zunehmend der Gehölzaufwuchs hinzu (Foto 15). Die beiden Brachegräser *Brachypodium rupestre* und *Molinia arundinacea* decken in den untersuchten 5-jährigen Brachen zu-

sammen schon durchschnittlich 39 % (Tabelle 1). In den Mulden der 25-jährigen Brachen beträgt ihre Deckung sogar durchschnittlich 85 %, auf den vergleichsweise trockenen Buckeln dagegen nur 20 %. Die Gehölzentwicklung ist geprägt durch eine generative Ausbreitung von Fichten und Kiefern, die sehr stark vom Samenangebot und von der Standortsgunst der Fläche abhängt. Bei diesbezüglich besten Voraussetzungen können Buckelfluren schon nach 30 Jahren vollkommen zugewachsen sein (mit einer Gehölzdeckung von fast 100 %!). Im Durchschnitt betragen die Deckungswerte der Gehölze jedoch in etwa 20-jährigen Brachen ca. 20 % und in etwa 30-jährigen Brachen ca. 40 % (Tabelle 1).

Verfilzung, Gehölzaufwuchs sowie Auteutrophierungseffekte durch mangelnden Nährstoffentzug wirken sich nachteilig auf die Artenzusammensetzung der brachgefallenen Flächen aus. So wachsen in den 5-jährigen Brachen durchschnittlich noch 90 %, in den 12-jährigen 85 %, in den 20-jährigen 75 % und in den



Foto 13: Koppel in einer Ziegen-Umtriebsweide am Brendten. Die seit 6 Jahren beweidete Fläche war zuvor ca. 25 Jahre lang brachgelegen. Die Ziegen verbeißen die Bäume bis in fast 2 m Höhe. Um den Bestand wieder mähbar zu machen, wurden die Baumleichen regelmäßig entfernt. Die bewaldete Fläche im Hintergrund soll etwa gleichzeitig mit der heutigen Ziegenweide brachgefallen sein. Ende Juni 1994.



Foto 14: Rinderweide am Kranzberg mit starken Trittschäden. Nur wenige, beweidungsresistente Arten der Silberdistel-Horstseggenrasen sind übriggeblieben. 13.6.1996.



Foto 15. Eine etwa 20- bis 30-jährige, artenarme Buckelwiesenbrache im „Bärntal“ am Kranzberg. Das Rohrpfeifengras (*Molinia arundinacea*) bewirkt eine starke Verfilzung. 4.7.1996.

30-jährigen Brachen nur noch 55 % der Arten unmittelbar benachbarter traditioneller Mähder. Die Anzahl der Rote-Liste-Arten ist dagegen schon in den 12-jährigen Brachestadien auffallend niedrig (Tabelle 1). Weniger stark ist der Artenschwund lediglich an sehr steilen Hängen, Felsstandorten und sickernassen Stellen, wo die Rasen schwächerwüchsig und selbst nach längerer Brache weniger verfilzt sind. Auch zwischen Buckeln und Mulden zeigen sich Unterschiede: Auf den wesentlich weniger verfilzten Buckeln der untersuchten 25-jährigen Brachen wachsen im Schnitt noch 80 % der Arten der Wiesenbuckel, in den Mulden nur noch 40 % der Wiesenmulden-Arten.

Das Sukzessionsverhalten einzelner Arten wird hauptsächlich von ihrer Wuchs- und Lebensform bestimmt; entscheidend ist dabei vor allem die Fähigkeit, unterirdische Ausläufer oder Rhizome zu treiben (vgl. Tabelle 2). Kleinwüchsige Arten ohne Ausläufer sind am stärksten durch Brachfallen gefährdet; etliche Arten wurden schon in frühen Brachestadien kaum oder gar nicht mehr gesehen (Wiesenaugentrost *Euphrasia rostkoviana*, Frühlingsenzian *Gentiana verna*, Sumpfkreuzblume *Polygala amarella*, Gewöhnliche Kreuzblume *Polygala vulgaris*, Mehlprimel *Primula farinosa*, Gewöhnliches Fettkraut *Pinguicula vulgaris*, Herzblatt *Parnassia palustris*, Brandknabenkraut *Orchis ustulata*, Bergahnenfuß *Ranunculus montanus*, Herzblättrige Kugelblume *Globularia cordifolia* und Frühlingssegge *Carex caryophyllea*). Gefördert werden dagegen vorwiegend Arten mit langen Ausläufern oder Rhizomen (neben den Brachekräfern z.B. Blaugrüne Segge *Carex flacca* und Nordisches Labkraut *Galium boreale*, in den frühen Brachestadien auch Rauhaariges Veilchen *Viola hirta*, Gewöhnliches Sonnenröschen *Helianthemum nummularium*, Blutwurz *Potentilla erecta* u.a.). In jüngeren und mittelalten (bis etwa 20-jährigen) Bracherasen können einige recht lichtbedürftige Arten auffallend häufig vorkommen, die vermutlich empfindlich auf jährlichen Sommerschnitt reagieren (z.B. Weiße Waldhyazinthe *Plathanthera bifolia*, Wohlriechende Händelwurz *Gymnadenia odoratissima*, Amethystschwingel *Festuca amethystina*, Niedrige Schwarzwurzel *Scorzonera humilis*, Geflecktes Ferkelkraut *Hypochaeris maculata* und Bergwohlverleih *Arnica montana*).

Erfolg von Wiederherstellungsmaßnahmen (Entbuschung und Wiederaufnahme der Mahd)

Die untersuchten Bestände waren ehemals 15 bis 30 Jahre lang brachgelegen, bevor sie – zwei bis fünf Jahre vor dem Untersuchungstermin – entbuscht (geschwendet) und zwei- bis dreimal gemäht wurden. Es zeigte sich, daß der Erfolg dieser Regenerationsmaßnahmen vom Ausmaß des Artenschwundes und somit vom Brachealter abhängt. Die Unterschiede zu den traditionellen Mähdern werden vor allem in der Artenzusammensetzung und in den Deckungswerten einzelner Arten deutlich, nicht oder kaum jedoch in den durchschnittlichen Artenzahlen und im Gesamtdeckungsgrad der Vegetation.

Arten, die schon längere Zeit (etwa 5 Jahre) aus einer Fläche verschwunden sind, können im allgemeinen nicht wieder zurückgewonnen werden, wenn sie – und das ist die Regel – weder eine große dauerhafte Samenbank (generative Diasporenbank) aufbauen können noch Diasporen mit besonderen Mechanismen zur Fernausbreitung besitzen: Drei Arten der Silberdistel-Horstseggenrasen wurden in keiner der geschwendeten und wieder gemähten Flächen gefunden (Frühlingsenzian *Gentiana verna*, Sumpfkreuzblume *Polygala amarella* und Frühlingssegge *Carex caryophyllea*). Weitere vier Arten kamen nicht in Flächen vor, die ehemals länger als 15 Jahre brachgelegen waren (Wiesenaugentrost *Euphrasia rostkoviana*, Herzblättrige Kugelblume *Globularia cordifolia*, Gezähnter Moosfarn *Selaginella selaginoides* und Rauher Löwenzahn *Leontodon hispidus*). Den ehemals länger als 20 Jahre brachgelegenen Flächen fehlten nochmals acht Arten (Deutscher Enzian *Gentiana germanica*, Clusius' Enzian *G. clusii*, Stengelloser Enzian *G. acaulis*, Katzenpfötchen *Antennaria dioica*, Mausöhrchen *Hieracium pilosella*, Silberwurz *Dryas octopetala*, Niedrige Schwarzwurzel *Scorzonera humilis* und Simsenlilie *Tofieldia calyculata*).

Mit durchschnittlich 93 % (86-98,5 %) ist die Gesamtdeckung der Vegetation in den entbuschten und wieder gemähten Flächen zwar etwas geringer als in den traditionellen Mähdern gleicher Standorte, in Anbetracht der vielen, beim Schwenden entstehenden offenen „Baumteller“ jedoch recht beachtlich. Die meist



Foto 16: Eine 1990 entbuschte und seidem dreimal gemähte Buckelflur, die zuvor 20 Jahre brachgelegen war. Dominierendes Gras, besonders in den Mulden, ist hier das Rohrpfeifengras (*Molinia arundinacea*). Typisch für solche Bestände ist auch ein vermehrtes Vorkommen von Doldenblütlern (v.a. *Laserpitium latifolium* und *L. siler*). „Hochfläche“, August 1994.

nur 1-10 m² großen Kahlstellen sind in den wenigen Jahren seit der Entbuschung schnell zugewachsen. Die Arten, die solche Kahlstellen unmittelbar besiedeln können („Baumteller-Arten“, z.B. Alpendistel *Carduus defloratus*, Rauhaariges Veilchen *Viola hirta*, Rohrpfeifengras *Molinia arundinacea*, Weidenblättriges Ochsenauge *Buphthalmum salicifolium*, Steinzwenke *Brachypodium rupestre*, Gewöhnliches Sonnenröschen *Helianthemum nummularium*, Blutwurz *Potentilla erecta*, Schwarze Akelei *Aquilegia atrata*, Bergsegge *Carex montana*, Zwergbüchsen *Polygala chamaebuxus* und Wundklee *Anthyllis vulneraria*), zeichnen sich einerseits durch eine mehrere Jahre überdauernde Samenbank und/oder effiziente Ausbreitungsmechanismen, andererseits durch die Fähigkeit zur Bewältigung der schwierigen Bedingungen offener Bodenstellen aus (Trockenheit, starke Temperaturschwankungen etc.). Insgesamt wurden 35 der in den Buckelwiesen vorkommenden Arten an Baumteller-Standorten gefunden.

Die durchschnittliche Artenzahl der 50m²-Aufnahmen in den geschwendeten und wieder gemähten Flächen unterscheidet sich – unabhängig von der Dauer der vorausgegangenen Brache – nicht von derjenigen in den traditionellen Mähdern (Tabelle 1). Waren die Flächen vor der Entbuschung längere Zeit brachgelegen, kam es jedoch zu stärkeren internen Verschiebungen im Artenbestand als bei kürzerer Brache: Während bracheempfindliche Arten, darunter etliche Rote-Liste-Arten, seltener oder gar nicht vorkommen (s.o.), sind „Baumteller-Arten“ aufgrund des höheren Anteils an offenen Bodenstellen häufiger.

Neben den „Baumteller-Arten“ wachsen in manchen entbuschten und wieder gemähten Flächen auch einige *Molinion*-Arten (Niedrige Schwarzwurzel *Scorzoneroides humilis*, Teufelsabbiß *Succisa pratensis* und Nordisches Labkraut *Galium boreale*) häufiger als in den traditionellen Mähdern, was auf die späte Durchführung der Pflegemahd im Herbst zurückzuführen sein dürfte. Auch die Brachegräser, die in den ge-

schwendeten und wieder gemähten Flächen durchschnittlich immerhin noch 30 bzw. 40 % decken (Tabelle 1), werden durch Herbstmahd weniger stark zurückgedrängt als durch die traditionelle Julimahd. Entfällt in entbuschten Beständen die nachfolgende Pflegemahd ganz, kann ein durch Verfilzung bedingter, schleichender Artenrückgang nicht verhindert werden, wie das Beispiel der geschwendeten Flächen im Bundeswehrgelände am Luttensee zeigt: Dort weisen die Bestände nach wie vor eine sehr hohe Brachegrasdeckung von durchschnittlich 60 % auf.

10. Pflegeempfehlungen

Noch können die Buckelwiesen im Raum Mittenwald als artenreiche und landschaftsprägende Lebensräume erhalten und entwickelt werden. Doch die Zeit drängt, denn der Zustand der (noch) halboffenen Buckelwiesenbrachen verschlechtert sich rapide, und je länger man die Verbrachung zuläßt, um so schwieriger und teurer wird eine Restauration. Will man eine weite, einigermaßen offene Buckelwiesen-Landschaft mit ihrem hervorragendem Erholungswert auch außerhalb der Naturschutzgebiete zurückgewinnen, müssen die einzelnen, noch intakten Restbestände wieder miteinander verbunden werden. Für die Wiederherstellung und künftige Pflege der Buckelwiesen lassen sich aus den oben beschriebenen Untersuchungen die folgenden Empfehlungen und Vorschläge ableiten.

Obwohl mit den dargestellten Pflegemaßnahmen durchaus positive Ergebnisse zu erzielen sind, kann die jährliche Mahd niemals in jeder Hinsicht ersetzt werden. Eine Fortführung oder Wiederaufnahme der traditionellen Sommermahd sollte deshalb grundsätzlich erste Priorität haben. Im Fall sehr schwachwüchsiger Mähder, insbesondere am Kranzberg, reicht vielleicht auch eine Mahd in zwei- bis dreijährigem Turnus aus. Für Flächen, auf denen sich in Zukunft eine Mahd nicht mehr organisieren lässt, sowie für bereits länger brachgefallene Bestände kann die Beweidung mit Ziegen und Schafen bei Einhaltung einiger Regeln eine akzeptable Alternative sein.

Auswahl der wiederherzustellenden Flächen: Die meisten Arten, die durch Brachfallen vollkommen aus

einer Fläche verschwunden sind, können ohne spezielle, oft aufwendige Maßnahmen (wie z.B. Streuauflage) nicht mehr zurückgewonnen werden. Deswegen ist der vorraussichtliche Erfolg der Regenerationsmaßnahmen schon am Zustand einer Brache ablesbar. Soll in überschaubarer Zeit nicht nur irgendein magerrasenähnlicher, sondern ein in seiner Struktur und Artenkombination mit den Silberdistel-Horstseggenrasen vergleichbarer Bestand wiederhergestellt werden, dann kommen im allgemeinen nur Flächen in Frage, die nicht länger als 20 Jahre brachgelegen sind. Ausnahmsweise können Entbuschung samt Folgepflege jedoch auch in noch älteren Brachen sinnvoll sein, etwa inmitten hochwertiger Magerrasen oder aus landschaftssthetischen Gründen.

Erstinstandsetzung: Um einen Bestand später wieder mähen zu können, müssen die Stämme direkt am Boden abgeschnitten werden (wie dies auf den vom Maschinenring geschwendeten Flächen ohnehin geschieht). Ziegen können ältere Bäume zum Absterben bringen und gut zur Bekämpfung von jungem Gehölzaufwuchs eingesetzt werden, jedoch müssen die Baumleichen mechanisch entfernt werden; bei sehr niedriger Besatzdichte schädigt eine Ziegenherde die Gehölze allerdings nicht unbedingt flächendeckend (Chr. Neuner mündlich). Zum Problem können auf den frisch geschwendeten Flächen die meist aus ästhetischen Gründen absichtlich belassenen Bäume werden: Vor allem windverbreitete Laubbäume (z.B. Birkenarten) oder die zur Wurzelbrutbildung befähigte Zitterpappel, aber auch Fichte und Kiefer können sich auf den vielen offenen Bodenstellen hervorragend ansiedeln und etablieren. Daher muß die Dichte der Samenbäume insbesondere dort sehr gering gehalten werden, wo weder jedes Jahr gemäht noch mit Ziegen beweidet werden kann: Lieber auf kleineren Schwendflächen radikal eingreifen, als auf einer großen zu zaghaft verfahren!

Folgepflege: Ohne Folgepflege können Brachegräser nicht zurückgedrängt werden; sie sollte zumindest anfangs jährlich erfolgen, vor allem bei hohen Brachegrasdeckungen. Unabhängig davon, ob gemäht oder beweidet wird – entscheidend ist der Zeitpunkt des Eingriffs: Am besten in Schach gehalten werden kön-

nen die dominanten Gräser während ihrer Hauptwachstumsphase (im Mittenwalder Raum Mitte Juni bis Mitte Juli). Soll das durch Beweidung geschehen, ist ein hoher Besatz nötig. Die Besatzdichte muß im Einzelfall mittels Kontrollen des Verbißzustandes überprüft und entsprechend angepaßt werden. Die Vorteile von Ziegen sind, neben der Bekämpfung der Gehölze, ihr geringes Gewicht sowie ein wenig selektives, recht gleichmäßiges Verbeißen. Vermutlich kann der Selektivfraß auch bei Bergschafen durch scharfe Beweidung eingeschränkt werden (vgl. KAU 1981), so daß auch sie zur Bekämpfung von Brachegräsern eingesetzt werden können. Bei reiner Schafbeweidung wird jedoch wahrscheinlich ein verstärktes Aufkommen von Gehölzen auf den entbuschten Flächen einige Probleme bereiten. Ein positiver Effekt der Beweidung – jedoch nur in Form von Hüteschafthalzung – könnte die Ausbreitung von Diasporen sein (vgl. FISCHER et al. 1995), die gerade in artenärmeren Beständen besonders erwünscht wäre.

Bestandserhaltende Pflege: Falls eine Fortführung oder Wiederaufnahme der traditionellen Mahd nicht zu organisieren ist, muß die alternative Beweidung in einer Weise durchgeführt werden, daß sie in ihren Wirkungen der jährlichen Sommermahd möglichst nahekommt. Unabhängig davon, ob Schafe oder Ziegen aufgetrieben werden, dürfte ein möglichst kurzer, aber scharfer Eingriff optimal sein. Dieser kann sowohl durch Hüteschafthalzung als auch durch Koppelschafthalzung in Form einer Umtriebsweide erreicht werden. Im Unterschied zu einer Beweidung, die auf die Zurückdrängung der Brachegräser abzielt (s.o.), sollte jedoch so spät wie möglich, am besten nicht vor Anfang Juli bestoßen werden: Dann werden auch die Kalkmagerrasen-Arten, die erst spät (ab Ende Juni) zur Samenreife gelangen, nicht geschädigt.

Die Wiederherstellung der Buckelwiesen am Kranzberg soll bereits 1997 in Angriff genommen werden. Mittelfristig ist eine Ausweitung der Zustandserfassung auf die anderen Gebiete nötig (z.B. „Hochfläche“, Hirzeneck, Bundeswehrgelände am Luttensee). Dann kann – in Zusammenarbeit mit allen Betroffenen und an den Maßnahmen Beteiligten – ein umfassendes Konzept zur Erhaltung und Regeneration

der Buckelwiesen erarbeitet werden. Kaum irgendwo sind die Voraussetzungen dafür so günstig wie bei der engagierten Mittenwalder Bevölkerung!

Danksagung

Eine besonders wichtige Grundlage dieser Arbeit sind die freundlichen und detaillierten Auskünfte der einzelnen Flächenbesitzer – stellvertretend genannt seien J. Karner, F. Knilling, A. Kramer, H. Kriener, Ch. Neuner, F. Ostler, A. und F. Sailer. Vielerlei Auskünfte, organisatorische Hilfen und fachliche Anregungen geben PD Dr. D. Maas (TU München-Weihenstephan), B. Quinger (Herrsching), A. Ringler (Walpertskirchen), H. Schiedermayr und P. Strohwasser (Landratsamt Garmisch-Partenkirchen), R. Weid (Regierung von Oberbayern, München) und P. Wörnle (ANL, Laufen). R. Lotto (Garmisch-Partenkirchen) bestimmte die zahlreichen Moosproben. Das Mittenwalder Gemeinearchiv stellte das historische Foto zur Verfügung. Das Bayerische Landesvermessungsamt genehmigte den Abdruck des Kartenausschnitts. Allen danken wir herzlich!

Anchrift der Verfasser:

Doris Gutser
Dürnast 1
D-85354 Freising

Dr. Joachim Kuhn
Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle
Permoserstr. 15
D-04318 Leipzig

Schrifttum:

Es sind hier vor allem Schriften mit regionalem Bezug und spezifische Buckelwiesen-Literatur aufgeführt (ausführliches Literaturverzeichnis s. GUTSER 1996 a).

Baader, J. (1936): Chronik des Marktes Mittenwald. – Nemayer, Mittenwald.

Bechtel, H. (Hrsg., 1940): Die Marktgemeinde Mittenwald: Strukturwandelungen einer Gemeinde im bayerischen Oberland. – Beiträge zur Heimat- und Siedlungsforschung. Technische Hochschule München und Arbeits-

- stelle München für Volksforschung und Heimaterziehung.
- Deutscher Wetterdienst (1952): Klima-Atlas von Bayern. – Bad-Kissingen.
- Engelschalk, W. (1971): Alpine Buckelfluren. Untersuchungen zur Frage der Buckelwiesen im Bereich des eiszeitlichen Isargletschers. – Regensburger Geographische Schriften 1.
- Engelschalk, W. (1982): Zur Frage der Entstehung der Buckelwiesen. – Laufener Seminarbeiträge (ANL) 6/82: 16-20.
- Englmaier, A. & H.-J. Schemel (1977): Freizeithütten und Flächenpflege im Alpenraum, Beispiel: Mittenwald. – Gutachten im Auftrag der Gemeinde Mittenwald. Alpeninstitut GmbH, Projektbericht 2053-52.
- Fischer, S. F., P. Poschlod & B. Beinlich (1995): Die Bedeutung der Wanderschäferei für den Artenaustausch zwischen isolierten Schaftriften. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg 83: 229-256.
- Frahm, J.-P. & W. Frey (1983): Moosflora. – UTB 1250. Ulmer, Stuttgart.
- Giesen, E. (1987): Zur Schmetterlingsfauna der Buckelwiesen zwischen Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald. – Diplomarbeit, Universität (LMU) München.
- Gutser, D. (1996 a): Buckelwiesen bei Mittenwald – ein floristischer und vegetationskundlicher Vergleich verschiedener Pflegemaßnahmen und Brachestadien. – Diplomarbeit, Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TU München-Weihenstephan.
- Gutser, D. (1996 b): Zustandserfassung der Buckelwiesen am Kranzberg bei Mittenwald. – Gutachten im Auftrag der Regierung von Oberbayern, München.
- Jerz, H. & R. Ulrich (1966): Erläuterung zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000 Blatt Nr. 8533/8633 Mittenwald. – Bayerisches Geologisches Landesamt, München.
- Kau, M. (1981): Die Bergschafe im Karwendel, eine Untersuchung der Haltungsform, der Futtergrundlage und des Verhaltens. – Diss., Lehrstuhl für Grünlandlehre der TU München-Weihenstephan.
- Kraus, H. (1982): Traditionelle und aktuelle Bewirtschaftung von Buckelfluren in Bayern. – Laufener Seminarbeiträge (ANL) 6/82: 52-56.
- Kraus, O. (1958): Es geht jetzt um die Buckelwiesen! – Jb. Ver. Schutz Alpenpflanzen u. -tiere 23: 150-154.
- Lutz, J. L. & H. Paul (1947): Die Buckelwiesen bei Mittenwald. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 27: 98-138.
- Lutz, J. L. (1959): Zum Problem der Buckelwiesenkultur bei Mittenwald. – Mitt. Landkultur, Moor- u. Torfwirtschaft 7 (4): 169-203.
- Müller, S. (1959): Buckelwiesen. Beobachtungen aus den Julischen Alpen. – Kosmos 55: 40-44.
- Oberdorfer, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 6. Aufl. Ulmer, Stuttgart.
- Quinger, B. (1994): Methoden und Erfahrungen bei der Dauerflächenbeobachtung von Magerrasen-Renaturierungsflächen im bayerischen Alpenvorland. – Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz (Bonn) 40: 113-123.
- Quinger, B., M. Bräu & M. Kornpropst (1994): Lebensraumtyp Kalkmagerrasen. – Landschaftspflegekonzept Bayern Bd. II.1. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München; Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzburg.
- Ringler, A. (1982): Verbreitung, Standort, Vegetation und Landschaftshaushalt von Buckelfluren in Südbayern. – Laufener Seminarbeiträge (ANL) 6/82: 21-36.
- Ringler, A. & G. Hartmann (1986): Dokumentation zur Nutzungs-, Landschafts- und Biotopflächen-Entwicklung nach dem 2. Weltkrieg. – Gutachten im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen, München.
- Schober, H. M. (1982): Erfassung und Wertung der Buckelfluren im Berchtesgadener Land. – Laufener Seminarbeiträge (ANL) 6/82: 47-50.
- Schönfelder, P. (1987): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. Neubearbeitung 1986. – Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 72.
- Walentowski, H., B. Raab & W. A. Zahlheimer (1991): Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 62, Beifl. 2.
- Wiedmann, W. (1954): Die Trockenrasen zwischen Würm- und Ammersee. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 30: 126-162.
- Zech, W. & U. Wölfel (1974): Untersuchungen zur Genese der Buckelwiesen im Kloaschautal. – Forstwiss. Centralbl. 93: 137-155.

Tabelle 2: Alphabetische Übersicht der in den Mittenwalder Buckelwiesen und ihren Brachestadien vorkommenden Gefäßpflanzen (nach GUTSER 1996 a, b). Aufgedüngte Bereiche sind nicht berücksichtigt.

Nomenklatur sowie Angaben zur Soziologie nach OBERDORFER (1990). KC, VC, OC, AC = Klassen-, Verbands-, Ordnungs-, Assoziationscharakterart; () = schwache oder lokale/territoriale Charakterart.

Wuchs- und Lebensformen (Quellen s. GUTSER 1996 a): n = niedrigwüchsig, h = hochwüchsig; P = Phanerophyt, C = Chamaephyt, H = Hemikryptophyt, G = Geophyt, T = Therophyt; frut (frutescentia) = verholzt, suff (suffrutescentia) = nur am Grunde verholzt, herb (herbacea) = krautig; scap (scaposa) = Schaftpflanze, caesp (caespitosa) = Horstpflanze, ros (rosulata) = Rosettenpflanze, sem (semirokulata) = Halbrosettenpflanze, rept (reptantia) = kriechend; rhiz (rhizomata) = Rhizome oder unterirdische Ausläufer, stol (stolonifera) = oberirdische Ausläufer, b = kurze Ausläufer (bei Rhizomen: ohne Ausläufer), l = lange Ausläufer, bulb (bulbosa) = Knollen oder Zwiebeln; brev (breviviva) = kurzlebig; HS = Halbschmarotzer, VS = Vollschmarotzer.

RL BY = Gefährdungskategorie der Roten Liste Bayerns (SCHÖNFELDER 1987).

Wissenschaftlicher Artnname	Deutscher Artnname	Soziologie	Wuchs- und Lebensform	RL BY
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bergahorn		P scap	
<i>Agrostis capillaris</i>	Rotes Straußgras		n H rept rhiz l	
<i>Ajuga reptans</i>	Kriechender Günsel		n H sem stol	
<i>Alchemilla glaucescens</i>	Frauenmantel	OC Nardetalia	n H caesp rhiz b	
<i>Allium carinatum</i>	Gekielter Lauch	KC Festuco-Brometea	n G bulb	
<i>Amelanchier ovalis</i>	Gewöhnliche Felsenbirne	AC Coton.-Amelanchieretum	P caesp	
<i>Anemone nemorosa</i>	Buschwindröschen	KC Querco-Fagetea	n G rhiz	
<i>Antennaria dioica</i>	Gewöhnl. Katzenpfötchen	OC Nardetalia	n C herb rept	3
<i>Anthericum ramosum</i>	Ästige Graslilie	VC Geranion	h H caesp	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gewöhnliches Ruchgras		n H caesp	
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Wundklee		n H sem	
<i>Aquilegia atrata</i>	Schwarze Akelei	VC Erico-Pinion	h H scap	
<i>Arnica montana</i>	Bergwohlverleih	OC Nardetalia	h H sem rhiz b	3
<i>Asperula cynanchica</i>	Hügelmeister	KC Festuco-Brometea	n H caesp rhiz b	
<i>Aster bellidiastrium</i>	Alpenmaßliebchen		n H ros	
<i>Astrantia major</i>	Große Sterndolde		h H sem	
<i>Avena pratensis</i>	Trifthafer		h H caesp	
<i>Betula pendula</i>	Hängebirke		P scap	
<i>Betula pubescens</i>	Moorbirke		P scap	
<i>Biscutella laevigata</i>	Brillenschötchen	OC Seslerietalia	n H sem rhiz b	
<i>Botrychium lunaria</i>	Echte Mondraute	(OC Nardetalia)	n G rhiz	3
<i>Brachypodium rupestre</i>	Steinzwenke		h G rhiz	
<i>Briza media</i>	Zittergras		n H caesp	
<i>Bromus erectus</i>	Aufrechte Trespe	OC Brometalia	h H caesp	
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	Weidenblättr. Ochsenauge		h H caesp	
<i>Calamagrostis varia</i>	Buntes Reitgras	AC Laserpitio-Calamagr. variae	h H caesp rhiz b	
<i>Calamintha alpina</i>	Alpensteinquendel	OC Seslerietalia	n H rept	
<i>Calluna vulgaris</i>	Heidekraut	KC Nardo-Callunetea	n C frut caesp	
<i>Campanula glomerata</i>	Büschelglockenblume	KC Festuco-Brometea	h H rept rhiz l	
<i>Campanula persicifolia</i>	Pfirsichblättr. Glockenbl.		h H sem	
<i>Campanula rotundifolia</i>	Rundblättr. Glockenblume		n H caesp rhiz b	
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Scheuchzers Glockenblume		n H caesp	
<i>Carduus defloratus</i>	Alpendistel	OC Seslerietalia	h H sem	
<i>Carex caryophyllea</i>	Frühlingssegge	(OC Brometalia)	n H caesp rhiz b	
<i>Carex davalliana</i>	Davalls Segge	AC Caricetum davallianae	n H caesp	3

Wissenschaftlicher Artnname	Deutscher Artname	Soziologie	Wuchs- und Lebensform	RL BY
<i>Carex dioica</i>	Zweihäusige Segge	KC Scheuchzerio-Caricetea	n H caesp rhiz	3
<i>Carex digitata</i>	Fingersegge	(KC Querco-Fagetea)	n H caesp	
<i>Carex ferruginea</i>	Rostsegge	AC Caricetum ferruginea	n H caesp rhiz	
<i>Carex firma</i>	Polstersegge	AC Caricetum firmae	n H caesp	
<i>Carex flacca</i>	Blaugrüne Segge		n G rhiz	
<i>Carex flava agg.</i>	Gelbe Segge	OC Tofieldietalia	n H caesp	
<i>Carex fusca (= nigra)</i>	Braune Segge	KC Scheuchzerio-Caricetea	n G rhiz	
<i>Carex hostiana</i>	Saumsegge	VC Caricion davallianae	n H caesp rhiz b	3
<i>Carex montana</i>	Bergsegge		n H caesp	
<i>Carex ornithopoda</i>	Vogelfußsegge		n H caesp	
<i>Carex pallescens</i>	Bleiche Segge	(OC Nardetalia)	n H caesp	
<i>Carex panicea</i>	Hirsensegge		n H rept rhiz l	
<i>Carex pulicaris</i>	Flohsegge	AC Parnassio-Caricetum fuscae	n H caesp rhiz b	3
<i>Carex sempervirens</i>	Immergrüne Segge		n H caesp	
<i>Carlina acaulis simplex</i>	Silberdistel		n H ros rhiz b	
<i>Centaurea jacea agg.</i>	Wiesenflockenblume		h H caesp	
<i>Centaurea pseudophrygia</i>	Perückenflockenblume	VC Polygono-Triisetion	h H caesp	
<i>Centaurea scabiosa</i>	Skabiosenflockenblume	KC Festuco-Brometea	h H caesp	
<i>Chrysanthemum leucanth.</i>	Margerite		h H sem	
<i>Colchicum autumnale</i>	Herbstzeitlose	OC Molinietalia	n G bulb	
<i>Cornus sanguinea</i>	Roter Hartriegel	(VC Berberidion)	P caesp rhiz	
<i>Coronilla vaginalis</i>	Umscheidete Kronwicke	AC Coronillo vag.-Pinetum	n C herb caesp	
<i>Corylus avellana</i>	Hasel	KC Querco-Fagetea	P caesp	
<i>Crepis alpestris</i>	Alpenpippau	OC Erico-Pinetalia	n H ros	
<i>Dactylis glomerata</i>	Wiesenknäuelgras		h H caesp	
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	Geflecktes Knabenkraut		n G bulb	3
<i>Dactylorhiza majalis</i>	Breitblättr. Knabenkraut	OC Molinietalia	n G bulb	3
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	Traunsteiners Knabenkraut	(AC Parnassio-Caric. fuscae)	n G bulb	2
<i>Danthonia decumbens</i>	Dreizahn	KC Nardo-Callunetea	n H caesp	
<i>Daphne striata</i>	Steinröschchen	(AC Erico-Rhododendr. hirs.)	n C frut	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Rasenschmiele		h H caesp	
<i>Dianthus superbus</i>	Prachtnelke	VC Molinion	h H caesp rhiz	3
<i>Dryas octopetala</i>	Silberwurz	KC Carici rupestris-Kobresietea	n C frut rept	
<i>Epipactis helleborine</i>	Breitblättrige Stendelwurz	(OC Fagatalia)	n G rhiz	
<i>Epipactis palustris</i>	Sumpfstendelwurz	VC Caricion davallianae	n G rhiz	3
<i>Erica herbacea</i>	Schneeheide	OC Erico-Pinetalia	n C frut caesp	
<i>Eriophorum latifolium</i>	Breitblättriges Wollgras	VC Caricion davallianae	n H caesp	3
<i>Euphorbia verrucosa</i>	Warzenwolfsmilch	VC Mesobromion	n H rept rhiz	
<i>Euphrasia stricta</i>	Steifer Augentrost		n T scap, HS	
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	Wiesenaugentrost	KC Molinio-Arrhenatheretea	n T scap, HS	
<i>Fagus sylvatica</i>	Rotbuche		P scap	
<i>Festuca amethystina</i>	Amethystschwingel	VC Erico-Pinion	n H caesp	
<i>Festuca ovina agg.</i>	Echter Schafschwingel		n H caesp	
<i>Festuca rubra rubra</i>	Roter Schwingel	KC Molinio-Arrhenatheretea	n H caesp rhiz	
<i>Filipendula vulgaris</i>	Knollige Spierstaude	KC Festuco-Brometea	h H caesp rhiz b	
<i>Fragaria vesca</i>	Walderdbeere	KC Epilobietea	n H rept stol l	
<i>Fragaria viridis</i>	Hügelerdbeere	VC Geranion	n H rept stol l	
<i>Frangula alnus</i>	Faulbaum	(OC Alnetea)	P caesp rhiz	
<i>Galium anisophyllum</i>	Ungleichblättr. Labkraut	OC Seslerietalia	n H caesp rhiz b	

Wissenschaftlicher Artnname	Deutscher Artname	Soziologie	Wuchs- und Lebensform	RL BY
<i>Galium boreale</i>	Nordisches Labkraut	VC Molinion	n H rept rhiz	
<i>Galium mollugo agg.</i>	Labkraut		h H rept rhiz l	
<i>Galium pumilum</i>	Niederes Labkraut	VC Violion	n H caesp rhiz b	
<i>Galium verum</i>	Echtes Labkraut	KC Festuco-Brometea	h H rept rhiz l	
<i>Gentiana acaulis</i>	Stengelloser Enzian	VC Nardion	n H ros	3
<i>Gentiana asclepiadea</i>	Schwalbenwurzenzian		h H caesp	3
<i>Gentiana clusii</i>	Clusius' Enzian	VC Seslerion	n H ros	3
<i>Gentiana utriculosa</i>	Schlauenenzian	(AC Primulo-Schoenetum)	n T caesp	3
<i>Gentiana verna</i>	Frühlingsenzian	OC Seslerietalia	n H caesp	3
<i>Gentiana german. solstitialis</i>	Deutscher Enzian	VC Mesobromion	n H brev	
<i>Geum urbanum</i>	Echte Nelkenwurz	OC Glechometalia	h H sem	
<i>Globularia cordifolia</i>	Herzblättrige Kugelblume	OC Seslerietalia	n C frut rept	
<i>Globularia nudicaulis</i>	Nackstenglige Kugelblume	OC Seslerietalia	n H ros	
<i>Globularia punctata</i>	Echte Kugelblume	VC Xerobromion	n H ros	
<i>Gymnadenia conopsea</i>	Mückenhändelwurz	(OC Molinetalia)	n G bulb	
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	Wohlriechende Händelwurz	VC Erico-Pinion	n G bulb	
<i>Gypsophila repens</i>	Kriechendes Gipskraut	KC Thlaspietea	n H rept	
<i>Helianthemum num. obscurum</i>	Gewöhnl. Sonnenröschen	OC Brometalia	n C suff rept	
<i>Hieracium hoppeanum</i>	Hoppes Habichtskraut	AC Aveno versicol.-Nardetum	n H ros stol l	
<i>Hieracium pilosella</i>	Mausöhrchen	(KC Nardo-Callunetea)	n H ros stol l	
<i>Hieracium murorum</i>	Waldhabichtskraut		h H sem	
<i>Hippocrepis comosa</i>	Hufeisenklee	OC Brometalia	n H caesp	
<i>Homogyne alpina</i>	Grüner Alpenlattich	VC Piceion	n H ros rhiz	
<i>Hypericum perforatum</i>	Echtes Johanniskraut	(KC Trifolio-Geranietea)	h H caesp rhiz b	
<i>Hypochoeris maculata</i>	Geflecktes Ferkelkraut		h H ros	3
<i>Knautia arvensis</i>	Wiesenwitwenblume	OC Arrhenatheretalia	h H caesp	
<i>Knautia dipsacifolia</i>	Waldwitwenblume		h H caesp	
<i>Koeleria pyramidata</i>	Pyramidenchillergras	OC Brometalia	h H caesp	
<i>Laserpitium latifolium</i>	Breitblättriges Laserkraut	AC Bupleuro-Laserpitietum	h H sem	
<i>Laserpitium siler</i>	Berglaserkraut	AC Bupleuro-Laserpitietum	h H caesp	
<i>Leontodon hisp. danubialis</i>	Rauher Löwenzahn		n H ros	
<i>Leontodon incanus</i>	Grauer Löwenzahn	VC Erico-Pinion	n H ros	
<i>Lilium martagon</i>	Türkenbund	(OC Fagetalia)	h G bulb	
<i>Linum catharticum</i>	Purgierlein	(OC Molinetalia)	n T caesp	
<i>Listera ovata</i>	Großes Zweiblatt		n G rhiz	
<i>Lonicera alpigena</i>	Alpenheckenkirsche		P caesp	
<i>Lotus corniculatus</i>	Hornklee	(OC Arrhenatheretalia)	n H caesp	
<i>Luzula campestris</i>	Feldhainsimse	(KC Nardo-Callunetea)	n H caesp rhiz b	
<i>Luzula multiflora</i>	Vielblütige Hainsimse	(KC Nardo-Callunetea)	h H caesp	
<i>Luzula nivea</i>	Schneehainsimse	VC Fagion	h H caesp rhiz	
<i>Maianthemum bifolium</i>	Schattenblümchen		n G rhiz	
<i>Melampyrum sylv. intermed.</i>	Waldwachtelweizen	OC Picetalia	n T scap, HS	
<i>Melandrium rubrum</i>	Taglichtnelke		h H sem rhiz b	
<i>Mercurialis perennis</i>	Waldbingekraut	OC Fagetalia	n G rhiz	
<i>Microstylis monophyllos</i>	Kleingriffel	VC Alno-Ulmion	n G bulb	
<i>Molinia arundinacea</i>	Rohrpfeifengras	(OC Molinetalia)	h H caesp	
<i>Molinia caerulea</i>	Blaues Pfeifengras	(OC Molinetalia)	h H caesp	
<i>Nardus stricta</i>	Borstgras	OC Nardetalia	n H caesp	
<i>Nigritella nigra</i>	Schwarzes Kohlröschen	(AC Seslerio-Caric. sempervir.)	n G bulb	

Wissenschaftlicher Artnname	Deutscher Artname	Soziologie	Wuchs- und Lebensform	RL BY
<i>Ophrys insectifera</i>	Fliegenragwurz	VC Mesobromion	n G bulb	3
<i>Orchis ustulata</i>	Brandknabenkraut	VC Mesobromion	n G bulb	3
<i>Orobanche gracilis</i>	Zierliche Sommerwurz		n G, VS	
<i>Parnassia palustris</i>	Herzblatt	OC Tofieldietalia	n H caesp	
<i>Pedicularis foliosa</i>	Vielblättriges Läusekraut	VC Caricion ferrugineae	h H sem, HS	
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	Berghaarstrang		h H scap	
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	Ziestblättrige Teufelskralle	VC Nardion	h H scap	
<i>Phyteuma orbiculare</i>	Kugelteufelskralle	OC Seslerietalia	h H scap	
<i>Picea abies</i>	Fichte		P scap	
<i>Pimpinella major</i>	Große Bibernelle	VC Arrhenatherion	h H scap	
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Kleine Bibernelle	KC Festuco-Brometea	h H scap	
<i>Pinguicula alpina</i>	Alpenfettkraut		n H ros	3
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Gewöhnliches Fettkraut	OC Tofieldietalia	n H ros	3
<i>Pinus sylvestris</i>	Waldkiefer		P scap	
<i>Plantago lanceolata</i>	Spitzwegerich	KC Molinio-Arrhenatheretea	n H ros	
<i>Plantago media</i>	Mittlerer Wegerich		n H ros	
<i>Platanthera bifolia</i>	Weißer Waldhyazinthe		n G bulb	
<i>Platanthera chlorantha</i>	Bergwaldhyazinthe		n G bulb	3
<i>Polygala amarella</i>	Sumpfkreuzblume		n H sem	
<i>Polygala chamaebuxus</i>	Zwergbüchs	OC Erico-Pinetalia	n C frut rept	
<i>Polygala comosa</i>	Schopfige Kreuzblume	KC Festuco-Brometea	n H caesp rhiz b	
<i>Polygala vulgaris</i>	Gewöhnliche Kreuzblume	VC Violion	n H caesp	
<i>Polygonatum odoratum</i>	Salomonssiegel	VC Geranion	n G rhiz	
<i>Polygonatum verticillatum</i>	Quirlblättrige Weißwurz		h G rhiz	
<i>Polygonum viviparum</i>	Knöllchenknöterich		n H caesp	
<i>Populus tremula</i>	Zitterpappel		P scap rhiz	
<i>Potentilla erecta</i>	Blutwurz	KC Nardo-Callunetea	n H caesp rhiz b	
<i>Primula farinosa</i>	Mehlprimel	VC Caricion davallianae	n H ros	3
<i>Primula veris</i>	Echte Schlüsselblume	(VC Mesobromion)	n H ros rhiz b	
<i>Prunella grandiflora</i>	Große Brunelle	KC Festuco-Brometea	n H sem stol	
<i>Pseudorchis albida</i>	Weißenzüngel	VC Nardion	n G bulb	3
<i>Ranunculus montanus</i>	Berghahnenfuß		n H sem	
<i>Ranunculus nemorosus</i>	Waldhahnenfuß		h H sem	
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	Zottiger Klappertopf	OC Arrhenatheretalia	n T scap, HS	
<i>Rhinanthus glacialis subalp.</i>	Schmalblättr. Klappertopf	OC Seslerietalia	n T scap, HS	
<i>Rhinanthus minor rusticulus</i>	Kleiner Klappertopf		n T scap, HS	
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	Rostblättrige Alpenrose	AC Vaccinio-Rhododendr. ferr.	h C frut caesp	
<i>Rhododendron hirsutum</i>	Bewimperte Alpenrose	AC Erico-Rhododendr. hirs.	h C frut caesp	
<i>Rosa pendulina</i>	Alpenheckenrose	OC Adenostyletalia	P caesp rhiz	
<i>Rubus idaeus</i>	Himbeere	AC Rubetum idaei	P caesp rhiz	
<i>Rubus saxatilis</i>	Steinbeere		n C frut rept	
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesensauerampfer	KC Molinio-Arrhenatheretea	h H caesp rhiz b	
<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder		P caesp	
<i>Sanguisorba officinalis</i>	Großer Wiesenknopf		h H sem rhiz b	
<i>Sanguisorba minor</i>	Kleiner Wiesenknopf	KC Festuco-Brometea	n H sem rhiz b	
<i>Scabiosa columbaria</i>	Taubenskabiose	OC Brometalia	n H sem	
<i>Scabiosa lucida</i>	Glänzende Scabiose	OC Seslerietalia	n H sem	
<i>Schoenus ferrugineus</i>	Rostrotes Kopfried	AC Primulo-Schoenetum ferr.	n H caesp	
<i>Scorzonera humilis</i>	Niedrige Schwarzwurzel	OC Molinietalia	n H sem	3

Wissenschaftlicher Artnname	Deutscher Artnname	Soziologie	Wuchs- und Lebensform	RL BY
<i>Selaginella helvetica</i>	Schweizer Moosfarn		n C herb rept	
<i>Selaginella selaginoides</i>	Gezähnter Moosfarn	OC Tofieldietalia	n C herb rept	3
<i>Sesleria albicans</i>	Kalkblaugras	OC Seslerietalia	n H caesp rhiz b	
<i>Solidago virgaurea</i>	Gewöhnliche Goldrute		h H scap	
<i>Sorbus aria</i>	Meelbeere		P scap	
<i>Sorbus aucuparia</i>	Vogelbeere		P scap	
<i>Stachys officinalis</i>	Heilziest	VC Molinion	h H sem rhiz b	
<i>Succisa pratensis</i>	Gewöhnlicher Teufelsabbiß	OC Molinietalia	h H sem	
<i>Teucrium montanum</i>	Berggamander	VC Xerobromion	n C suff rept	
<i>Thalictrum aquilegiifolium</i>	Akeleiblättrige Wiesenraute	(AC Alnetum incanae)	h H scap	
<i>Thesium alpinum</i>	Alpenleinblatt	OC Seslerietalia	n H caesp	3
<i>Thesium pyrenaicum</i>	Wiesenleinblatt	OC Nardetalia	n H caesp	3
<i>Thesium rostratum</i>	Geschnäbeltes Leinblatt	AC Erico-Pinetum	n H caesp	3
<i>Thymus polytrichus</i>	Alpenthymian	OC Seslerietalia	n C suff rep	
<i>Tofieldia calyculata</i>	Gewöhnliche Simsnelilie	VC Caricion davallianae	n H caesp rhiz b	
<i>Tragopogon prat. orientalis</i>	Wiesenbocksbart	OC Arrhenatheretalia	h H scap	
<i>Trichophorum cespitosum</i>	Rasenbinse		n H caesp	
<i>Trifolium montanum</i>	Bergklee	KC Festuco-Brometea	n H scap rhiz	
<i>Trifolium pratense</i>	Wiesenklee	KC Molinio-Arrhenatheretea	n H caesp	
<i>Trollius europaeus</i>	Trollblume	OC Molinietalia	h H sem	3
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Heidelbeere	(OC Picetalia)	n C frut caesp rhiz	
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Rauschbeere	OC Picetalia	h C frut caesp rhiz	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Preißelbeere	OC Picetalia	n C frut caesp rhiz	
<i>Valeriana dioica</i>	Sumpfbaldrian	(OC Molinietalia)	n H caesp rhiz b	
<i>Valeriana montana</i>	Bergbaldrian	VC Petasition paradoxi	h H scap rhiz b	
<i>Valeriana saxatilis</i>	Felsenbaldrian	OC Potentilletalia	n H scap rhiz b	
<i>Viola canina</i>	Hundsveilchen	VC Violion	n H caesp	
<i>Viola hirta</i>	Rauhhaariges Veilchen	OC Origanetalia	n H caesp rhiz b	

Tabelle 3: Alphabetische Übersicht der in den traditionellen Mähdern gefundenen Moose (Bestimmung R. Lotto, Nomenklatur nach FRAHM & FREY 1983). Nach GUTSER (1996 a).

<i>Abietinella abietina</i>	<i>Fissidens cristatus</i>	<i>Radula complanata</i>
<i>Brachythecium glareosum</i>	<i>Frullania tamarisci</i>	<i>Rhacomitrium canescens s. l.</i>
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	<i>Geheobia gigantea</i>	<i>Rhacomitrium lanuginosum</i>
<i>Calliergonella cuspidata</i>	<i>Hylocomium pyrenaicum</i>	<i>Rhytidadelphus squarrosus</i>
<i>Campylium chrysophyllum</i>	<i>Hylocomium splendens</i>	<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>
<i>Ctenidium molluscum</i>	<i>Hypnum cupressiforme</i>	<i>Rhytidium rugosum</i>
<i>Dicranum fuscescens</i>	<i>Hypnum jutlandicum</i>	<i>Sanionia uncinata</i>
<i>Dicranum muehlenbeckii</i>	<i>Hypnum lacunosum</i>	<i>Scapania sp.</i>
<i>Dicranum polysetum</i>	<i>Hypnum lindbergii</i>	<i>Thuidium delicatulum</i>
<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Plagiomnium affine</i>	<i>Thuidium philibertii</i>
<i>Ditrichum flexicaule</i>	<i>Pleurozium schreberi</i>	<i>Thuidium recognitum</i>
<i>Entodon concinnus</i>	<i>Polytrichum formosum</i>	<i>Tortella tortuosa</i>
<i>Fissidens adianthoides</i>	<i>Ptilidium ciliare</i>	<i>Weisia microstoma</i>

Bergwald – quo vadis?

Klimaänderung: Gefahr oder Chance für die Wälder der Alpen?

Von *Ernst Jobst*

Die Tatsache, daß sich innerhalb der letzten 120 Jahre die mittlere Jahrestemperatur der bodennahen Luftschichten weltweit um ca. 0,7°C erhöht hat, daß ferner in den letzten 10 - 15 Jahren eine ebenso weltweite Zunahme katastrophenartig ablaufender Witterungsereignisse (Starkregenfälle, Stürme) zu verzeichnen ist, legt die Vermutung nahe, daß damit der Beginn einer Wärmeperiode eingeleitet wird. Dies ist umso wahrscheinlicher, als der Wechsel zwischen wärmeren und kälteren Perioden offensichtlich zum Normalablauf unseres Klimageschehens gehört. Nachdem historisch einigermaßen sicher belegbar ist, daß während der vergangenen 2000 Jahre zweimal solche Ereignisse im alpinen Raum stattgefunden haben und dies weder zu einem Exodus der Bevölkerung noch zu einer ernsthaften Gefährdung der Bergwälder geführt hat, könnte man versucht sein, auch in Bezug auf die letztgenannten beruhigt in die Zukunft zu blicken. Eine solche Hoffnung wird sich jedoch aus mehreren, nachstehend aufgeführten Gründen als trügerisch erweisen:

– Bis weit in das 18. Jahrhundert hinein war die Arten- und genetische Vielfalt der Bergwälder so groß, daß in Hinblick auf ihre Verjüngung gewissermaßen immer wieder „aus dem Vollen“ geschöpft werden konnte. Angesichts der vor allem in den beiden letzten Jahrhunderten fast ausschließlich durch menschliche Einflußnahme herbeigeführten Verarmung an Mischbaumarten und dem damit verbundenen Überhandnehmen

von Nadelholzreinbeständen hat sich die Ausgangslage grundlegend in negativer Weise geändert.

- Dazu hat die bis etwa Anfang des 19. Jahrhunderts vollzogene Ausrottung des Raubwildes und die damit möglich gewordene, waldfeindliche Überhege der Schalenwildbestände maßgeblich beigetragen.
- In dieselbe Richtung wirkte sich eine vor allem nach dem 30-jährigen Krieg einsetzende Ausweitung der Wald-Weide- und Streunutzung mit ihren bekanntenwaldschädlichen Folgen aus.
- Erst seit relativ kurzer Zeit ist eine ständig in Zunahme begriffene Belastung der Alpenwälder durch den Fremdenverkehr, Bergtourismus und durch die Ausübung z.T. extremer Sportarten zu verzeichnen.
- Zu nennen sind schließlich die erst jüngst auftretenden, neuartigen, zivilisatorisch bedingten, teils unmittelbar durch die Luft, teils mittelbar über die Böden einwirkenden Waldgefährdungen.

Die zur Wiederherstellung gesunder, widerstandsfähiger und landeskulturell zufriedenstellender Bergwälder zu ziehenden Konsequenzen ergeben sich daraus von selbst. Angesichts des bedauerlichen Umstandes, daß auch bei größten, eigenstaatlichen Anstrengungen die neuartigen Waldschäden nur durch

weltweit zusammenwirkende Maßnahmen und deshalb voraussichtlich nur sehr langsam und gewissermaßen „millimeterweise“ reduziert werden können, sind alle in eigenen Zuständigkeiten und Möglichkeiten liegenden Bestrebungen um so rascher und nachhaltiger in die Wege zu leiten. Dies sind:

- Eine großflächige Absenkung der Schalenwildbestände mit dem Erfolgsziel, daß sich alle standortgemäßen Baum- und Straucharten ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen wieder einbringen und auch künftig natürlich verjüngen lassen.
- Die konsequente Weiterführung der schon bisher mit gutem Erfolg eingeleiteten Maßnahmen zur Trennung von Wald und Weide.

– Der Verzicht auf weitere Erschließungen zur Förderung von Fremdenverkehr und Bergtourismus sowie der Rückbau und die Renaturierung von Anlagen, die sich als zu weitgehend und belastend für die Bergwälder der Alpen erwiesen haben.

Nur die strikte und unverzüglich einzuleitende Erfüllung dieser genannten Forderungen wird wieder Bergwälder entstehen lassen, die den Ansprüchen auf Rohstoffleistung und auf Schutz- und Wohlfahrtswirkungen gerecht werden.

Die Tatsache, daß sich innerhalb der letzten 120 Jahre – aus welchen Gründen auch immer – die mittlere Jahrestemperatur der bodennahen Luftsichten um 0,7°C weltweit erhöht hat und daß in den vergangenen 10 - 15 Jahren eine ebenso weltweite Zunahme katastphenartig ablaufender Witterungseignisse (z.B. monsunartige Starkregenfälle, Stürme) zu verzeichnen ist, gibt zur Vermutung Anlaß, daß damit der Beginn einer Wärmeperiode eingeläutet wird. Die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme erhöht sich nicht zuletzt aus unserem Wissen, daß ein solcher Wechsel von kälteren zu wärmeren Perioden auch in der erdgeschichtlich kurzen Zeit der vergangenen 10.000 Jahre schon mehrmals stattgefunden hat, also gewissermaßen zum „Normalablauf“ des Klimageschehens auf unserem Planeten gehört. So hat KARL (22) ein anschauliches und beweiskräftiges Bild über den Klimazyklus dieses Zeitraumes und seine Folgen im Alpengebiet erstellt. Dabei wird für die letzten 2000 Jahre eine Warmzeit dokumentiert, die etwa um 200 v. Chr. beginnt und als Klimaoptimum der Römerzeit bis etwa 400 n. Chr. dauert, ihr folgte eine, als „Pessimum der Völkerwanderungszeit“ bezeichnete Kälteperiode, der ihrerseits eine neue, etwa um das Jahr 800 n. Chr. beginnende und um 1250 n. Chr. endende mittelalterliche Warmzeit folgte. Daran schloß sich wiederum eine kältere Periode mit dem Höhepunkt einer „kleinen Eiszeit“ etwa zwischen 1600 und 1750 an, deren Beendigung wir derzeit möglicherweise entgegengehen oder deren Ende bereits eingetreten ist.

In Bezug auf den Alpenraum kommt KARL (22) zu dem Ergebnis, daß weder die frühere noch die mittelalterliche Wärmeperiode die Bewohnbarkeit dieses Gebietes nicht nur nicht eingeschränkt, sondern eher gefördert hat, worüber beispielsweise die Gründung von (inzwischen wieder aufgegebenen) Dauersiedlungen in Form von Viehhöfen und Schwaigen bis in eine Höhenlage von 2000 m ü. NN und der Bau von zahlreichen Burgen und Klöstern Zeugnis ablegt, deren herrschaftliche Bewohner auf die Versorgung durch eine blühende Landwirtschaft angewiesen waren. Ebenso wenig verursachte der folgende Kälteeinbruch etwa einen Exodus der alpenländischen Bevölkerung; wie gut diese mit den wiederum veränderten Lebensverhältnissen zurechtgekommen ist, davon sprechen die

aus dieser Zeit stammenden Zeugnisse gotischer und barocker, sakraler und profaner Bauwerke eine beredete und überzeugende Sprache.

Was das Schicksal der im vorliegenden Zusammenhang besonders interessierenden Bergwälder anlangt, sei zunächst nochmal auf die einschlägigen Ausführungen KARLS (18, 22) zurückgegriffen:

„Auf die Bergwälder wirkten sich die Klimaschwankungen wegen der langen Lebensdauer und der großen ökologischen Spannweite der bestandsbildenden Baumarten, wenn überhaupt, nur langsam und stark zeitversetzt aus. So konnten Fichten, Zirben, Lärchen mit ihrer Lebenserwartung von 500 Jahren kürzere Klimaschwankungen mit einer Baumgeneration überbrücken, ganz abgesehen davon, daß sich Wälder ein eigenes Bestandsklima schaffen, das auch nachfolgenden Generationen ein Fortkommen ermöglicht. Die Höhenverbreitung der Wälder steht zwar im engen Zusammenhang mit dem Großklima, daneben spielen aber auch Standortsverhältnisse wie Moore, Schutthalde, Felswände eine Rolle. Pollenanalysen und Holzfunde belegen, daß in Warmzeiten die Waldgrenze, standörtliche und klimatische Eignung vorausgesetzt, um 200 bis 300 m höher lag als in der Gegenwart. Am Artengrundbestand hat sich seit 5000 Jahren nichts geändert, der Artenanteil wurde allerdings seit mindestens 1000 Jahren vom Menschen mehr oder weniger stark verändert. Die ökologische Spannweite der Waldbäume ist in den Alpen erstaunlich groß. Sehen wir von wärmebedürftigen, frostempfindlichen Arten ab, so stellen wir beispielsweise bei der Fichte eine Höhenverbreitung in den Alpen zwischen Höhenlagen von 2000 Metern und Vorkommen in Talbereichen um 400 Meter fest. Die prognostizierten schneearmen Winter würden die in jüngster Zeit von der Zerstörung durch Kriechschnee und Waldlawinen bedrohten Steilhangwälder bewahren und damit ganz wesentlich zur Sicherheit der besiedelten Täler beitragen.“

Beginnend mit der mittelalterlichen Warmzeit mußten die alpinen Wälder aufgrund der starken Bevölkerungszunahme und einer damit verbundenen Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzflächen große Flächenverluste hinnehmen, ein Vorgang – in

besonders anschaulicher Weise von KERNER von MARILAUN (23) beschrieben – der ja bekanntermaßen nicht ohne bis in unsere Zeit hineinreichende Folgen auch für die Schutzfunktionen der verbleibenden Waldbereiche blieb. Auch jetzt gibt es in den Alpen immerhin noch beträchtliche mit montanen und subalpinen Bergwäldern bestockte Flächen, deren Zustand in Bezug auf ihre naturnahen Baumartenanteile und Mischung zumindest bis in das erste Drittel des 19. Jahrhunderts im wesentlichen als durchaus befriedigend zu bezeichnen war. Wie MEISTER (29) z.B. für großräumige Waldreviere im Werdenfelser- und Tegernseerland und von BÜLOW (8) für die im Rupertiwinkel gelegenen, in ihrer Vorratshaltung teilweise stark abgesenkten Salinenwälder nachgewiesen haben. Man kann daher davon ausgehen, daß es der Biozönose Bergwald aufgrund der ihr innewohnenden Selbsterneuerungs- und Anpassungspotenz durchaus gelungen war, mit den beträchtlichen Klimaveränderungen fertig zu werden und diese ohne einschneidende Einbußen an Vitalität zu verkraften. Dies ist umso bemerkenswerter, als zumindest mit Beginn des Mittelalters, das nicht umsonst das „hölzerne“ Zeitalter genannt wird, neben großflächigen Rodungen enorme Anforderungen in Form von Holznutzungen, vor allem für Rüstungszwecke, für die Gewinnung von Salz und den bergmännischen Abbau von Erzen aller Art gestellt worden waren; was immerhin fast bis zur Ausrottung einzelner Baumarten wie z.B. der Eibe geführt hat, worauf noch näher eingegangen werden soll. Später gessellten sich in zunehmendem Maße noch Ansprüche in Form von Streu- und Weidenutzungen dazu.

So gesehen könnte also der um den weiteren Fortbestand alpiner Wälder besorgte Forstmann auch angesichts eines möglicherweise erneut sich abzeichnenden Klimawechsels einigermaßen beruhigt in die Zukunft blicken. Dies ist aber aus nachstehend aufgeführten Gründen mit Sicherheit **nicht** der Fall:

1. Eine Änderung der Ausgangssituation infolge der derzeit gegebenen Verarmung an Mischbaumarten und dem damit verbundenen Überhandnehmen der Nadelholzreinbestände;
2. Ein etwa seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts starkes Ansteigen der durch Schalenwild verursachten Schäden;

3. Über mehrere Jahrhunderte sich negativ auswirkende Beeinträchtigungen durch Waldweide- und Streunutzungen;
4. Mannigfaltige, in jüngerer Zeit ständig ansteigende Belastungen der Bergwälder durch Fremdenverkehr, Tourismus und Ausübung diverser Sportarten;
5. Auftreten neuartiger, zivilisatorisch bedingter Wildschäden.

Dies soll in Folgendem näher erörtert und verdeutlicht werden.

Die veränderte Ausgangslage

– Die Bergwälder konnten im Gegensatz zu den gegenwärtigen Verhältnissen bei allen bisherigen Klimaschwankungen – was die Arten- und genetische Vielfalt anbelangte – jedenfalls bis weit in das 18. Jahrhundert hinein sozusagen „aus dem Voll恩“ schöpfen, da überall ein noch ausreichender „Vorrat“ an allen standortgemäßen Baum- und Straucharten vorhanden war. Eine Ausnahme bildete schon verhältnismäßig frühzeitig – wie schon angedeutet – die Eibe und bei den Halbbäumen später offenbar die Stechpalme. Angesichts der bei SCHEEDER (33) für die mittelalterliche Rüstungsindustrie genannten Nutzungsmengen muß der Anteil an Eiben an der Gesamtbestockung nicht unbeträchtlich gewesen sein; aber selbst ein 1589 in Bayern erlassenes allgemeines Schlagverbot konnte diese Baumart nicht vor der fast völligen Ausrottung bewahren. Später dürfte der für das Weidevieh gefährliche Giftgehalt dieser Pflanze dazu beigetragen haben, daß sie keine Gnade mehr fand.

Die Wildschäden

– Noch weit entscheidender für den Erhalt aller natürlich vorkommenden Mischbaumarten waren die über lange Zeiträume hinweg vorhandenen, einer natürlichen Äsungskapazität entsprechenden Wilddichten von Rothirsch, Reh- und Gamswild. Darauf muß hier etwas näher eingegangen werden, weil dieser Sachverhalt offenbar auch in der einschlägigen Literatur noch zu wenig

Beachtung gefunden hat. In diesem Zusammenhang sei zunächst einmal darauf hingewiesen, daß das Raubwild in den alpinen Wäldern zumindest bis Mitte des 18. Jahrhunderts Standwild war. So berichtet z.B. IMFELD (12) für den Schweizerischen Kanton Obwalden: „Der Wolf, das gefürchteste Raubtier, war ursprünglich Standwild, später trat er nur noch sporadisch auf im Kanton, aber jedesmal versetzte er das Volk in Schrecken. Für den Abschuß von Wölfen wurden hohe Prämien bezahlt. Wenn aber den Jägern das Jagdglück nicht hold war, wurden Landesjagden veranstaltet, an denen das ganze Volk teilnehmen mußte. Im Jahre 1833 wurde der letzte Wolf in Obwalden oberhalb von Sarnen erlegt. Der Bär wurde früher in großen Prügfällen gefangen oder durch Schüsse erlegt. Die letzte Bärenjagd erfolgte 1820 in den Kerner Alpen. Der Luchs wurde früher ebenso zielstrebig ausgerottet wie Bär und Wolf. Nach alten Quellen wurde im Jahr 1781 der letzte Luchs in Obwalden geschossen.“

Als Ergebnis einer vom bayer. Herzog Wilhelm IV. im Jahre 1545 offenbar im Großraum München veranstalteten Jagd wird berichtet, daß die Strecke neben zahlreichen Schalenwildarten auch „an Wölff 38“ zählte (WITTELSBACHER JAGD, 41). Aus den im Jahre 1418 vom Erzbischof Eberhard III. von Salzburg erlassenen Anweisungen für den Jägermeister und sein Personal ist u.a. zu entnehmen, daß es spezielle Bärenfänger gab, denen die Kurzhaltung des Raubwildes wie der Bären, Wölfe und Luchse oblag (WIESER, 40).

Im Gefolge des 30-jährigen Krieges war es offenbar in weiten Landesteilen zu einer geradezu explosionsartigen Vermehrung der Wölfe gekommen, wie aus den nachstehenden Äußerungen neutraler und damit absolut glaubwürdiger Zeugen zu entnehmen ist. So klagt 1642 Abt Friesenegger von Andechs über die vielen Wölfe in der Gegend (MATHÄSER, 27): „Man muß sich verwundern, wie die Wölfe sich vermehren und überhand nehmen. Sie haben von der Kloster-Herde 8 Lämmer, und ein Schaf, und von anderen (zu Erling) Kälber, und ein Füllen zerrissen. Beim Nieder-Wildbrät ist gar nichts mehr anzutreffen, man weiß nicht, haben sie solches versprengt, oder ganz aufgefressen.“

Aus der schon o. zitierten Chronik von Staufeneck (WIESER, 40) ist folgendes zu entnehmen: „Wölfe gab es im Pflegegericht Staufeneck und Plain häufig. Die Wolfsplage war besonders im Winter 1630 in Röhrnbach und „Wolfrazau“ groß. Wölfe gab es auch in der Nähe der Residenzstadt (Salzburg, Erg. d. Verfassers). Der Luchs war noch im ganzen Land zuhause. In der Glenn wurden 1600 „an die 15 Lüchs“ gefangen! Am Untersberg wurde von den Staufeneckischen Jägern noch um 1700 auf Bären und Luchse gejagt. Der vorletzte Bär wurde 1825 in Großarl und der letzte 1830 am Schafberg erlegt.“

Desweiteren berichtet STUTZER (37), daß zur Zeit des Kurfürsten Maximilian I. der Klosterforst an der Seeseiten (zwischen Bernried und Seeshaupt, Erg. d. Verf.) zum Unterschlupf für elf landschädliche Wölfe geworden sei. „Bei einer Treibjagd hätten gar fünf alte Wölfinnen zwei Treiber angefallen, die nur mit aller Mühsal vor schlimmen Leibesschaden und schrecklichen Hinscheiden bewahrt werden können.“

Einer Chronik von Ruhpolding (BERGMAIER, 4) ist zu entnehmen, daß besonders in den Jahren 1631 bis 1640 sich die Wölfe stark vermehrt hätten und daß es in der Zeit von 1690 bis 1714 besonders viele „Luxe“ gab. 1725 legt der Pflegethainer von Traunstein dem Kurfürsten erneut eine Bittschrift vor mit dem Ersuchen, die beiden herzoglichen Herrenhäuser mit Kapelle abreissen und das dabei zu gewinnende Material für den Kirchenneubau verwenden zu dürfen mit der Begründung, „daß sie als Jagdhäuser überflüssig seien, denn seit 100 Jahren gäbe es fast kein Wild mehr.“

Schließlich soll auch der bayer. Historiker HUBENSTEINER (11) noch zu Wort kommen mit der Auswertung einschlägiger archivarischer Quellen. Auch er zitiert zunächst den Abt Friesenegger von Andechs, berichtet sodann von regelrechten Wolfsjagden, zu denen die ganze Jägerei und Hunderte von Treibern aufgeboten wurden und belegt dies auch mit Zahlen: „So sind im alten Kurbayern im einzigen Jahr 1650 gleich 107 Wölfe erlegt worden; 1659 waren es 89; 1670 immer noch 32. Erst in der Max-Emanuel-Zeit haben wir dann ein rasches Absinken der Abschlußzahlen; 1680 waren es noch 25, 1710 nur mehr 3.“ 1827 sei schließlich der letzte Wolf des Bayer. Waldes erlegt worden.

und 1836 der letzte im Oberland bei Egern am Tegernsee durch den Königl. Forstgehilfen Anton Hohenadl.

Zieht man Bilanz aus den vorgenannten, durch schriftliche Aufzeichnungen belegten „Berichte“, die sich sicher durch weitere Archivstudien noch erheblich vermehren ließen, so ist man sicher berechtigt, Hubensteiners Auffassung beizupflichten, daß „fast hundert Jahre lang die Wolfsplage zur Winterkälte dazugehörte“; dies um so mehr als die kleine Eiszeit zwischen 1600 und 1750 entsprechend strenge Winter zur Folge hatte. Und das bedeutet nicht mehr und nicht weniger, als daß auf alle Fälle den Bergwäldern entlang der Nordalpen von der Schweiz bis tief in den Salzburgischen Bereich hinein und auch großen Teilen des vorgelagerten Oberlandes mindestens 50 Jahre lang eine Erholungs- und Rekreationspause vergönnt war, in der sich bei meist gegen Null tendierenden Schalenwildbeständen alle von Natur aus vorkommenden Baum- und Straucharten **großflächig** auf natürliche Weise verjüngen und der möglichen Verbißzone entwachsen konnten. Dies umso ungehinderter, als das Rotwild – soweit überhaupt noch vorhanden – bis weit in das 19. Jahrhundert hinein während der Zeit der Vegetationsruhe nach Norden in die Flußauen bis zur Donau hin abwanderte und erst im Frühjahr in die alpinen Einstände zurückkehrte. Damit war der Grundstock für eine bis in das 19. Jahrhundert hineinreichende artenreiche Bergwaldgeneration gelegt. „Wo der Wolf geht, wächst der Wald“ sagt ein Wort polnischen Ursprungs; und dort mußte man es ja wissen, waren doch weite Gebiete dieses Landes jahrhunderte lang gewissermaßen eine Art europäische Urheimat der Wölfe.

Und nochmals gab es eine, aber nicht so lange währende „Verschnaufpause“ nach Aufhebung des Jagdregals 1848 und der damit einhergehenden Bindung von Jagd- sowie Jagdausübungsrecht an das Eigentum von Grund und Boden durch die Nationalversammlung in Frankfurt (PLOCHMANN, 31). Aber schon relativ bald kam es in den bayerischen Alpen zu Einschränkungen der Waldwirtschaft zugunsten der Schalenwildhege. Und so blieb es – etwa von 1860 ab beginnend – dem Hofjagdbetrieb und seinen Nachahmern aus dem Geburtsadel und der Geldaristokratie vorbehalten, diesen für die nachhaltige, natürliche

Waldverjüngung so vorteilhaften Zustand allmählich, aber auch gründlich zu beenden. Einen gewissen Vorschub leistete – ungewollt – dabei die damals seitens der forstlichen Wissenschaft entwickelte sog. Bodenreinertragslehre, die in ihrer Konsequenz einen ökologischen Rückschritt bedeutete und die offenbar derzeit in modifizierter Form „fröhliche“, aber unheilvolle Urständ zu feiern scheint. Diese Entwicklung, die Schritt für Schritt – im Detail oft genug beschrieben u.a. von MÜLLER (30), PLOCHMANN (31), SYRER (39) – die Waldwirtschaft mehr und mehr dem Diktat der Schalenwildhege unterwarf, gipfelte schließlich im Erlaß des Reichsjagdgesetzes, das den Trophäenkult weitgehend zum Maßstab jagdlichen Denkens und Handelns machte. Mit welch unbekümmter Leidenschaft man vor allem in Hofjagdzeiten der Jagd auf Rotwild huldigte, das man durch die Einführung der Winterfütterung zum ganzjährigen Standwild in den Bergwäldern gemacht hat, wurde von ACHLEITNER (1) in anschaulichster Weise in seinem Buch „Jagdparadiese in Wort und Bild“ dargestellt. Leider wurden maßgebliche Bestandteile des Reichsjagdgesetzes in das heute gültige Bundesjagd- und in das bayer. Jagdgesetz übernommen und wirken so bis in unsere Tage. Inzwischen hat sich zwar einiges zugunsten des Waldes geändert; so erlaubt beispielsweise das jetzt gültige Gesetz die Drück- und Riegeljagd sowie das Ankirren von Wild und die Winterfütterung wird auf das unumgänglich (?) notwendige Maß beschränkt. Aber die Auswirkungen dieser „Vergünstigungen“ lassen auf sich warten und so kommt man nicht umhin, all diese „Fortschritte“ halbherzig und in ihrem Vollzug bescheiden zu nennen. Wie wäre es beispielsweise sonst möglich gewesen, daß ein bergwaldbesitzender Landwirt sein Recht, gegen Beschlüsse seiner „Zwang“-Jagdgenossenschaft Klage zu erheben, in einem bis vor das Bundesverwaltungsgericht getriebenen Prozeß erstreiten mußte und dies gegen den geradezu erbitterten, mit wahrlich exzessiver Paragraphenfuchserei betriebenen Widerstand der staatlichen Jagdbevörden. Und das wäre nicht erfolgreich durchzuziehen gewesen, wenn nicht eine Reihe dem Naturschutz verpflichteter Verbände in richtiger Wertung der Angelegenheit gewissermaßen die finanzielle Bürgschaft geleistet hätten.

Wie sehr die durch das Schalenwild am Wald verursachten Schäden von offizieller Seite immer noch als eine „quantité négligeable“ erachtet werden, war erst kürzlich einer Sendung des Bayer. Rundfunks (Bayern 3 „Unser Land“ am 02.08.1996) zu entnehmen, in der der Bayer. Landwirtschaftsminister und ein Vertreter des Bayer. Waldbesitzerverbandes zur sog. Forstreform Stellung nahmen. Dabei wurde mit Nachdruck dem Abbau der Personalkosten, der Einführung kaufmännischer Methoden beim Holzverkauf, allen Bestrebungen zur Wiedererhöhung der Holzpreise und der unbürokratischen Erweiterung der Entscheidungsspielräume der Betriebsleiter das Wort geredet. Aber es fiel kein Wort über das Problem der durch das Schalenwild verursachten Waldschäden und dies angesichts des Umstandes, daß der Bayer. Oberste Rechnungshof vor nicht allzulanger Zeit die durch Wildschäden verursachten bzw. die zu deren Vermeidung notwendigen Zaunbau- und Unterhaltungskosten in Millionenhöhe der Bayer. Staatsforstverwaltung vorgerechnet und dem Parlament zur Kenntnis gebracht hatte. In diesem Zusammenhang erscheint es angebracht, an die einschlägigen Ausführungen PLOCHMANNS (31) zu erinnern: „Hohe Schalenwildbestände haben die Rückführung dieser Bestockungen in naturnähere, die ökologisch vielfach erforderlich und auch ökonomisch wünschenswert wären, verhindert, zumindest aber unwirtschaftlich verteuft. Für die Forstwirtschaft wurden die Schalenwildbestände zu einem Faktor, der den Forstbetrieben die Freiheit der Zielwahl und des Handelns raubte und ihnen Kostenmehrungen und Ertragsminderungen aufbürdete, die in einem krassen Mißverhältnis zum Ertrag der Landnutzung Jagd standen und stehen. Die Toleranzgrenze solchen Schadens läßt sich aber klar ziehen. Sie ist überschritten, wenn die forstwirtschaftlichen Ziele einer ordnungsgemäßen, also einer an praktischen und wissenschaftlichen Erkenntnis ausgerichteten Forstwirtschaft nicht mehr oder nur mehr mit unzumutbaren Mehrkosten oder Mindererträgen erreicht werden können. Die Grenze läßt sich in Schadenswerten, physischen oder monetären, eindeutig festlegen. Sie ist selbst dann überschritten, wenn der Schaden abgegolten wird. Das Interesse des Waldbesitzers liegt eindeutig nicht auf Schadensentgelung, sondern auf der Gewährleistung

eines strikten Schutzes vor übermäßigen Wildschäden.“

Waldweide und Streunutzung

– In diesem Zusammenhang sind auch die Gefährdungen der Bergwälder durch die Ausübung der Waldweide- und Streunutzungsberechtigungen zu nennen; letzteren kommt heute keine Bedeutung mehr zu. Die Waldweide dagegen stellte und stellt zu allen Zeiten – auch wenn ihre Folgen nicht so flächendeckend wie die Wildschäden in Erscheinung treten (SCHREYER und RAUSCH 35) – eine zusätzliche und durch Verbiß- und bodenverdichtende Trittschäden durchwegs beeinträchtigende Belastung vor allem in gemischten Jungbeständen dar. Denn auch das Weidevieh bevorzugt die weichen Nadeln der jungen Tannen, die zarten Blätter von Buche, Ahorn, Linde und anderen Laubhölzern vor den starren Nadeln der Fichten. In Erkenntnis dieses Sachverhaltes hat man nach dem Scheitern einschlägiger Bestimmungen des Bayer. Forstrechtsgesetzes ab den 60er Jahren auf dem Wege vertraglicher Vereinbarungen zur Trennung bzw. zur Ordnung von Wald und Weide bedeutende Erfolge erzielt, die zu weiterem diesbezüglichen Vorgehen ermutigen. Dies mit Nachdruck fortzusetzen erscheint unbedingt erforderlich, da eine wie auch immer traditionell oder auch mehr ökologisch ausgerichtete Almwirtschaft mehr denn je auf die Einbettung und Umrahmung durch schutzwirksame Bergmischwälder angewiesen sein wird (JOBST 13, 14). Deren Erhaltung wird auch durch eine noch so großzügige finanzielle Förderung der Almwirtschaft nicht ersetztbar sein.

Fremdenverkehr und Bergtourismus

– Einzubeziehen in den Kreis der Betrachtungen ist die Rolle, die der Fremdenverkehr im weitesten Sinne des Wortes spielt. Freizeitnutzungen aller Art – heute auch im alpinen Raum zu einem Wirtschaftsfaktor ersten Ranges geworden – belasten auch die Bergwälder teils unmittelbar durch die Inanspruchnahme von Flächen, teils in vielfältiger Weise mittelbar, die von der Beunruhigung von

Wildtieren bis zur Auslösung von Lawinen, aber auch von Rutschungen und Vermurungen reicht (JOBST, KARL, 20).

Nicht nur Naturschutzverbände, auch ein- und weitsichtige Manager dieses Wirtschaftszweiges sind längst zur Überzeugung gelangt, daß man vor allem auf dem Gebiet der Erschließung sowie der Entwicklung und Propagierung extremer Sportarten da und dort schon zu weit gegangen ist. Für die Sportverbände eröffnet sich hier noch ein weites Feld von Aufklärungs- und Erziehungstätigkeit, das notfalls auch durch drastische Maßnahmen ergänzt werden müßte. So ist es z.B. dem Verfasser dieser Zeilen nicht einsichtig zu machen, daß aufgelockerte Schutzwälder von Tiefschneeabfahrten durchpflegt werden, daß auch noch gefrorene Wasserfälle zum Eisklettern oder entlegenste Wildwasserschluchten zu waghalsigen und spektakulären „Canyoning“-Kunststücken benutzt werden müssen, weil im allgemeinen der Anmarsch zu solcherart fragwürdigem Natur-„Genuss“ mit unnötigen Beeinträchtigungen verbunden ist.

Erfreulicherweise machen sich – wenn auch noch schüchterne – Versuche zu sog. Rückbaumaßnahmen in Form von Renaturierungen von Skiabfahrten bemerkbar, deren Beispiel zur Nachahmung nur wärmstens empfohlen werden kann (DIETHMANN, POLZER und SPANDAU, 9).

Man wird jedoch realistischer Weise davon auszugehen haben, daß die Fremdenverkehrsindustrie in diesem zu den begehrtesten Erholungsgebieten Deutschlands gehörenden Alpenraum auch künftig ein nicht mehr wegzudenkender Wirtschaftsfaktor sein wird (KARL 19, 20).

Allerdings wird die Fremdenverkehrsindustrie gut beraten sein, wenn sie – sozusagen über den eigenen Gartenzaun hinaussehend – alle sich nur bietenden Möglichkeiten nutzt, um nicht nur einen Erhalt, sondern den notwendigen Wiederaufbau tatsächlich schutzwirksamer und erholungsträchtiger Bergmischwälder zu unterstützen, und wenn sie sich nicht ihren eigenen Ast absägen will (JOBST 16, JOBST und KARL 17, KARL 21).

Die neuartigen Waldschäden

– Gewissermaßen all die bisher genannten Gesichtspunkte überlagernd und durchdringend, gesellen sich endlich die zivilisatorisch verursachten neuartigen Waldschäden hinzu, die – dem gegenwärtigen Erkenntnisstand entsprechend und etwas vereinfachend ausgedrückt – unsere Wälder in mindestens zweifacher Hinsicht erleiden: einmal durch den übermäßigen, weil ungesund wachstumsfördernden Eintrag von Stickstoff in die Böden und von in ihrer Zahl und Wirkung wahrscheinlich noch nicht gänzlich erkannten Giften ebenfalls in die Böden und in das Grundwasser; und zum zweiten in unmittelbarer Weise durch aus der Luft auf die Assimilationsorgane der Bäume einwirkende Schadstoffe. Beide Schadstoffkomplexe zusammen schwächen – je nach Baumarten, und nach Witterungsabläufen in ihrer Intensität schwankend – die physische und mechanische Widerstandskraft des Einzelindividuums ebenso wie die des ganzen Ökosystems Wald (JOBST und KARL 17). Man muß nun beiße kein Prophet sein, um vorhersagen zu können, daß auch der Wald mit diesem Übel noch geräume, in Zahlen kaum bestimmbarer Zeit wird leben müssen; dabei handelt es sich doch um ein weltweites Problem, dem auch bei größten Anstrengungen im eigenen Land höchstens „millimeterweise“ beizukommen ist. So bezweifelt beispielsweise der Welt-Energie-Rat wohl mit Recht, daß die Industrienationen es schaffen werden, bis zum Jahr 2000 ihren Kohlendioxyd-Ausstoß auf das Niveau von 1990 zu drücken (Südd. Zeitung vom 18.07.96). Und der deutsche Sachverständigenrat für Umweltfragen scheint nicht recht viel optimistischer zu sein. Bedenkt man, daß hierzulande noch nicht einmal die Autos ohne Katalysator völlig aus dem Verkehr gezogen sind, daß im Gegensatz zu den meisten europäischen Ländern allein schon der Gedanke an eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf den Autobahnen immer noch als eine gesellschaftspolitische Diskriminierung empfunden wird und, daß die Versuche der Umlenkung des als einer der Hauptverursacher ausgemachten Fernlastverkehrs von der Straße auf

die Schiene noch keineswegs einen Durchbruch erzielt haben, dann besteht zu Optimismus auch wenig Anlaß. Und dies erst recht nicht, wenn man – was im vorliegenden Fall von besonderer Bedeutung wäre – feststellen muß, daß der Bau einer wirklich leistungsfähigen alpinen Eisenbahntransversale über den Brenner zwar seit 20 Jahren diskutiert wird, aber noch nicht einmal über ein umstrittenes Planungsstadium hinaus gediehen ist; wobei auch noch zu bedenken wäre, daß damit die Problematik der zusätzlich belasteten Zulaufstrecken keineswegs gelöst ist.

Bevor nun auf die aus diesen Betrachtungen zu ziehenden Konsequenzen eingegangen wird, seien einige Kernsätze aus einer vom Alpenforschungsinstitut GmbH Garmisch-Partenkirchen kürzlich herausgegebenen zusammenfassenden Darstellung der Ergebnisse zum Thema „Erhaltung der Bergwälder im Deutschen Alpenraum“ als Vorbereitung für einen Workshop vom 26.03.96 zitiert:

„In der Forstwirtschaft werden wildökologische Aspekte zu wenig berücksichtigt, dies wird meist der Jägerschaft und den Forschungseinrichtungen überlassen. Das Wild wird als waldbaulicher Standortfaktor kaum berücksichtigt. Die Forstwirtschaft muß ihrer Verantwortung für das Beziehungsgefüge Wald-Wild im Rahmen ihres gesetzlichen Auftrages gerecht werden und ihre Handlungsweise sowohl an waldbaulichen wie auch an wildökologischen Gesichtspunkten orientieren.“ Und an anderer Stelle weiter: „Die Berücksichtigung dieser ethischen Prinzipien im Umgang des Menschen mit der Natur und gerade mit Wildtieren wirft einige Fragen auf: Beide, Mensch und Tier haben das Recht auf körperliche Unversehrtheit. Ist der Mensch nun befugt, den Lebensraum des Wildtieres zu beschränken? Ist er befugt, über die Ausrottung bzw. den Totalabschuß von Wildtieren auch nur nachzudenken, geschweige denn ihn zu praktizieren? Das Schalenwild hat einen ethisch begründeten Anspruch auf Erhaltung als Lebewesen, das einen Bereich des Ökosystems Wald darstellt, ebenso hat der Mensch Anspruch auf Wilderlebbarkeit und Erholung. Das Problem liegt hierbei in der diesem Umstand Rechnung tragenden angepaßten Handlungsweise des Menschen.“

Da diese Druckschrift dem Vernehmen nach vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie finanziell gefördert sowie mit einem sehr anerkennenden Prädikat versehen wurde und damit als hochrangig fachlich akzeptiert betrachtet werden muß, seien dazu einige Bemerkungen erlaubt:

Daß das Wild von den Forstleuten als waldbaulicher Standortfaktor kaum berücksichtigt werde, zeugt angesichts einer kaum mehr überschaubaren einschlägigen Literatur und entsprechender, periodisch erstellter Schadensberichte von einer nur schwer verständlichen Unkenntnis der Verfasser. Diesen dürfte doch überdies die Tatsache nicht entgangen sein, daß die europäischen Kulturlandschaften einschließlich der Alpen sehr labilgewordene, nur durch menschliche Eingriffe zu erhaltende Ökosysteme sind (KARL 19, 21). Dazu gehört auch, daß der Mensch die Schalenwildbestände systemgerecht regulieren und als Jäger die von ihm ausgerotteten Großräuber ersetzen muß. Und abgesehen davon, daß der Verfasser dieser Zeilen vergeblich nach einer Erläuterung gesucht hat, wie denn ein den Standortfaktor Wild berücksichtigender Waldbau konkret aussehen soll, muß deshalb jedem mit den derzeitigen Verhältnissen in den alpinen Wäldern Bayerns einigermaßen Vertrauten klar sein, daß man einfach nicht beides zugleich wollen und erst recht nicht haben kann: nämlich einen für die Jagd und für die „Wilderlebbarkeit“ attraktiven Schalenwildbestand und gleichzeitig einen schutzwirksamen und damit landeskulturell funktionsfähigen Bergmischwald, noch dazu, wenn dieser in der gewünschten Form vielfach gar nicht mehr vorhanden ist, sondern erst wieder geschaffen werden muß. Und deshalb sollte man aufhören, sich mit den auch gut gemeinten „Heile-Heile-Segenswünschen“ selber in die Tasche zu lügen, sondern endlich die einzigen möglichen, richtigen Schlüsse aus den unumstößlichen Tatsachen ziehen.

Die Schlußfolgerungen

Angesichts der dargestellten derzeit unabänderlichen Gegebenheiten kann die Forderung nur lauten: Baldmöglicher und mit eiserner Konsequenz betriebener Umbau aller standortfremden Nadelholzreinbe-

stände und auch aller sonstwie artenarm gewordenen Bestockungen in naturnahe Bestände, in denen alle jeweils standortgemäßen Baum- und Straucharten in ausreichender Zahl und in räumlich günstiger Verteilung vertreten sind. Aufgrund zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen, wie sie z.B. schon vor Jahren u.a. von SCHREYER und RAUSCH (35), MEISTER (29) in Bergwäldern durchgeführt worden sind, und ebenso vieler praktischer Erfahrungen steht fest, daß die natürliche Verjüngungskraft auf allen Standorten und Höhenlagen ungebrochen und ausreichend gegeben ist. Natürlich verjüngen kann sich aber nur das, was auch als Samenträger vorhanden ist und so wird es sich als unumgänglich erweisen, das Fehlende durch Saat und Pflanzung zu ergänzen. Es muß sich also zur meist ohnehin überreichlich vorhandenen Fichte die Tanne, ferner je nach Standort (Höhenlage, Relief, Exposition und geologischer Untergrund) die Kiefer, die Lärche, die Zirbe, die Latsche, in seltenen Fällen wohl auch die Spirke gesellen und nicht zuletzt die Eibe, die früher – wie schon erwähnt – offenbar einen nicht zu unterschätzenden Anteil einer noch weitgehend natürlichen Bestockung ausmachte. Gerade diese seit langem an den Rand der Existenz gedrängte Baumart wird sich aufgrund ihrer Lang- und Zählebigkeit, ihrer geradezu phänomenalen Anpassungsfähigkeit an die unterschiedlichsten Standortbedingungen, ihres vitalen Stockausschlagvermögens, ihrer enormen Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge und ihrer Standfestigkeit als unverzichtbar erweisen (SCHEIDER 33, BAYER. LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT 3).

Der erfreulicherweise meist noch einigermaßen zulänglich vertretenen Rotbuche sind beizugeben die Hainbuche, die drei heimischen Ahornarten (Berg-, Spitz- und Feldahorn), die inzwischen auf Resistenz gegen das Ulmensterben gezüchtete Bergulme, die beiden Lindenarten (Sommer- und Winterlinde bzw. ihre Bastarde), die Esche, die Stieleiche, die heimischen, im Bergland natürlich vorkommenden Weidenarten und schließlich noch eine ganze Reihe sog. Bunthölzer wie Vogelbeeren, Mehlbeeren, die Wildobstarten (Wildkirsche, Wildbirne, Wildapfel), die Birken, die Aspe sowie endlich auch noch die 3 Erlenarten (Schwarz-, Grau- und Grünerle). Ebenso reichhaltig ist die Palet-

te der infrage kommenden Straucharten: zu nennen sind hier die beiden Weißdornarten, die Prunusarten (Schlehendorn und Traubenkirsche), Hartriegel, Liguster, schwarzer und Hirschholunder, Geißblatt, die beiden Schneeballarten, der Faulbaum, das Pfaffenbüschchen, die Felsenbirne, die Berberitze, die Haselnuss, der Wachholder und schließlich auch die fast völlig ausgererzte Stechpalme; dabei wird weder im Bezug auf die Baum- als auch auf die Straucharten der Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Nur auf eine solche Weise kann auf Dauer eine optimale, alle Bodenschichten erfassende und durchdringende Durchwurzelung, ein reichhaltiges, biologisch aktives und die Humusbildung förderndes Mikrobenleben, ein stufiger Bestandsaufbau und ein dementsprechend günstiges Waldbinnenklima erreicht werden. Und nur so kann das „Immunsystem“ künftiger Bergwälder so gestärkt und ihre Abwehrkräfte so mobilisiert werden, daß sie in der Lage sind, den auf sie zukommenden Gefährdungen biotischer und abiotischer Art zu widerstehen. Auf welchen Standorten eine so beschriebene Anreicherung mit den genannten Baum- und Straucharten erfolgen kann bzw. muß, darüber liefert die Kenntnis ihrer natürlichen Verbreitungsgebiete und eine inzwischen großflächig durchgeführte Standortkundung hinlänglich gesicherte Unterlagen.

Es liegt auf der Hand, daß solche Umbaumaßnahmen nur dann sinnvoll durchzuführen und auch finanziert werden können, wenn der Schalenwildbestand solange entsprechend ausgedünnt wird und bleibt, bis alle genannten, durch Naturverjüngung oder künstlich großflächig eingebrachten Baum- und Halbbaumarten dem Äser des Schalenwildes entwachsen und daher in ihrem dauernden Fortkommen gesichert sind; dies wird je nach Standort und Witterungsablauf aufgrund der auch unter Zaunschutz gemachten Erfahrungen 20 bis 50 Jahre dauern. Ansatzpunkte dafür sind bereits vorhanden nämlich dort, wo es einigen tatkräftigen Forstamts- u. Jagdleitern, im Rahmen der angelauften Schutzwaldsanierung gelungen ist, den Schalenwildbestand soweit zu reduzieren, daß sich Tanne, Buche und Ahorn ohne Zaun- bzw. sonstigen Schutz mit Erfolg natürlich verjüngen.

Im Prinzip ist die Forderung nach solchen Renaturierungsprojekten, welche unsere alpinen Bergwälder

in Hinblick auf ihre Schutz- und Wohlfahrtswirkungen und damit für die Erfüllung ihrer landeskulturellen Aufgabe wieder voll funktionsfähig machen sollen, längst durch mehrere, einstimmige Beschlüsse des Bayer. Landtags sanktioniert. Sie wird bekräftigt durch den Bayer. Ministerpräsidenten, der sich bereits 1989 in seiner Eigenschaft als damaliger Innenminister anlässlich der öffentlichen Vorstellung der in seinem Ressort verfaßten Broschüre „Wildbäche und Lawinen“ dahingehend geäußert hat, daß nur durch eine umgehende und nachhaltige Verminderung der überhöhten Wildbestände die Bergwälder und die Existenz des Lebens- und Wirtschaftsraumes Alpen zu retten sei (Abendzeitung München v. 06.10.1989).

Dabei kann und soll nicht verschwiegen werden, daß damit keineswegs schon die Voraussetzungen geschaffen sind, um die Bergwälder nun völlig sich selbst überlassen zu können. Es bedarf vielmehr nach wie vor pflegerischer Maßnahmen, so insbesondere zeitgerechter, verjüngungsfördernder Eingriffe in die Altbestände und auch der Mischwuchsregelung vor allem im Jungwuchs- und Dickungsalter. Die Kosten dafür ersparen zu wollen, hieße zwar „A“ sagen, sich dem darauf zwangsläufig folgendem „B“ aber zu versagen, hieße einem sich bereits abzeichnenden Erfolg den endgültigen Durchbruch in die Vollendung zu verweigern. Waldwirtschaft – gleichgültig, ob sie mit Schwerpunkt „Rohstofferzeugung“ oder „Wohlfahrtswirkung“ betrieben wird – ist nun einmal immer eine weit über die gegenwärtige Wirtschaftsgeneration hinaus sich stellende Aufgabe und daher können in die Verjüngung und Pflege zu tätigende Investitionen auch nicht an augenblicklichen wirtschaftlichen Gegebenheiten, seien es finanzielle Engpässe oder personelle Schwierigkeiten, gemessen werden. Wie immer sich Voraussetzungen und Bedingungen menschlichen Da-seins entwickeln und gestalten mögen, ist es kaum denkbar, daß auch in ferner Zukunft jemals auf einen der umweltfreundlichsten aller nachwachsenden Rohstoffe, nämlich das Holz, verzichtet werden könnte. Wahrscheinlicher ist vielmehr ein auf die Dauer gesehen steigender Bedarf. Und noch weniger entbehrlich wird der naturnahe Wald als Quelle vielgestaltiger Wohlfahrtswirkungen sein (BRINKMANN 7). In diesem Zusammenhang erscheint es angebracht, ein

Wort von Wilhelm Pfeil (1783 - 1859) zu zitieren, der wohl mit Recht als einer der Begründer einer naturnahen, dem Prinzip der Nachhaltigkeit verpflichteten Forstwirtschaft im europäischen Raum anzusehen ist: „Nichts ist täuschender als die Ersparung von Administrationskosten durch Einziehung von Forstdienststellen. Der Gewinn durch ersparten Gehalt liegt allerdings vor Augen; was aber durch eine weniger sorgfältige Benutzung der Gegenwart und weit mehr noch der Zukunft verloren geht, erfährt die obere Behörde niemals so bald. Das Fortschreiten zu einer besseren Waldwirtschaft ist nicht besser aufzuhalten als durch eine rücksichtslose Bildung zu großer Verwaltungsbezirke.“ (HASEL 10).

Einwände gegen eine solchermaßen vorzusehende Sanierung der Bergwälder wird es einige geben. Zwei davon sollen hiermit diskutiert werden: Der eine wird verständlicherweise aus der Jägerschaft bzw. aus den Reihen ihrer politischen Lobby kommen mit der Behauptung, all das führe unweigerlich zur Ausrottung des Schalenwildes, bedeute das Ende der Jagd im Bayer. Alpenraum, damit auch einer jahrhunderte alten jagdlichen Tradition, und dies sei nicht „vermittelbar“. Darauf kann die Antwort nur lauten: Wir leben in einer Zeit, in der jetzt und wahrscheinlich auch noch auf Jahre hinaus allen Bürgern Entbehrungen zugemutet werden und werden müssen, die für viele weit über den Verzicht auf Annehmlichkeiten und liebgewordene (sportliche) Betätigungen hinausgehen und zwar, ohne daß im einzelnen vorher gefragt wird, ob dies vermittelbar sei oder nicht. Des weiteren kann von einer Ausrottung des Schalenwildes ebensowenig die Rede sein wie vom Ende der Jagd. Gefordert wird zu gegebenermaßen eine längere Unterbrechung der konventionellen Jagdausübung, da das notwendige Ausdünnen und Niedrighalten der Wildstände am besten von Berufsjägern zu besorgen sein wird.

Die Jägerschaft unserer Tage ist daher aufgerufen, sich ihrer Verantwortung bewußt zu werden und sich in der notwendigen jahrelangen Geduld zu üben. Und vollends zur Nachdenklichkeit sollten die den Kern der Sache treffenden, nachstehend zitierten Sätze mahnen: „Ein wichtiges Mittel, ja, vielleicht das wichtigste, um die Äsungsverhältnisse des Hochwildes, aber auch

des Rehwildes, im Walde zu verbessern, ist die Verminderung des Wildstandes auf das tragbare Maß. Zahlen sind hier nicht angebracht, d.h. es ist nicht möglich, zu sagen, daß in allen Revieren zwei Stück Rotwild je 100 ha angemessen sind. Es gibt Reviere, wo vier Stück je ha unbedenklich gehalten werden können, und es gibt Reviere, die durch arme Böden und menschliche „Weisheit“ soweit gebracht sind, daß ein Stück auf 500 ha schon zuviel ist. Über die in den reinen Nadelholzwüsten durch das Rotwild angerichteten Schäden habe ich schon an anderer Stelle berichtet. Sie dürfen sich nicht wiederholen. Aber das Bestreben der Forstwirtschaft, nun das Steuer herumzuwerfen, und aus Holzfabriken, nicht etwa nur im Interesse des Wildes, wohl aber der Gesunderhaltung des Waldes, wieder das zu machen, was die Bezeichnung „Wald“ wirklich verdient, dieses Bestreben verlangt vom Jäger ein weitgehendes Opfer über Jahre hinaus, in denen der Rotwildstand in solchen Revieren auf ein Minimum verringert wird, das gerade noch ausreicht, um einen Wiederaufbau in späteren Zeiten zu ermöglichen. Ich glaube, der Jäger sollte sich in dieser Beziehung das Denken des Forstmannes zu eigen machen, der auch auf die Ernte seiner Arbeit verzichten und in Zeiträumen denken muß, die weit über seinen Tod hinausgehen...“. Diese Sätze stammen bezeichnenderweise aus der Feder Ulrich SCHERPINGS (34), dem Leiter des damaligen Reichsjagdamtes und einem der maßgeblichen Initiatoren des Reichsjagdgesetzes. Und genau darum geht es: wieder einen Wald zu schaffen, der diesen Namen wirklich verdient und der dann auch zugleich wieder einmal artgerechte Heimat für Wild ist, dem Bezeichnung „Wildtier“ angemessen ist und das in einem solchen Wald auch wieder einen ihm gemäßen Lebensraum mit ausreichender Äsung und Deckung findet. Was für das von Scherping vornehmlich genannte Rotwild zutrifft, gilt im Hochgebirge selbstverständlich auch für Reh- und Gamswild. Wie rasch übrigens selbst Bestände völlig ausgerotteter Wildarten hierzulande wieder aufzubauen sind, beweist die bereits gelungene Einbürgerung des Luchses und noch mehr die des Bibers, der laut Mitteilung des Bayer. Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bereits 1994 in 34 Bayer. Forstämtern wieder heimisch geworden ist, eine Zahl, die sich inzwischen fast verdoppelt haben dürfte. (KIENER und STRUNZ 24).

Ein weiterer Einwand könnte aus den Reihen der Waldbesitzer kommen, die von den Einnahmen aus dem Holzverkauf leben wollen und müssen – wozu schließlich auch die staatl. Forstverwaltung gehört –, indem sie den Verlust an produktiver Fläche durch die Einbringung so „unnützer“ Bestandesglieder wie z.B. Weiden, Aspen, Erlen und der Sträucher beklagen. Verluste dieser Art werden allerdings durch eine weitestgehende kostenlos Naturverjüngung der Nutzholzarten anstelle von Pflanzung und jahrelanger Zäunung der Kulturen vielfach aufgewogen. Auch Laubholzmischbestände sind nicht völlig gegen Windwurf- und -bruch gefeit – wie die Stürme der 90er Jahre gezeigt haben – aber gemischte und vor allem entsprechend stufig aufgebaute Wälder sind erfahrungsgemäß doch betriebssicherer, ein Bonus, der allerdings erst über lange Zeiträume zu Buche schlägt und deshalb auch schwer in Mark und Pfennig zu erfassen ist. Im übrigen kann niemand heute vorhersehen, welche Holzarten in 150 bis 250 Jahren auf dem Markt gefragt sind und eine auf Bestellung produzieren wollende Forstwirtschaft hat sich schon immer als „Holzweg“ erwiesen, nie aber eine, die dem von der Natur gewiesenen Weg gefolgt ist. Der Holzverwertungsreferent der bayer. Staatsforstverwaltung wäre wahrscheinlich derzeit froh, wenn er statt einem Übermaß an Nadelholz eine breite Palette von Laubhölzern in belangvollen Mengen anbieten könnte, die allemal noch ihren Preis haben.

Eine kritische Frage kann in solchem Zusammenhang nicht unterdrückt werden, nämlich, ob es nicht in vieler Hinsicht sinnvoller und erfolgversprechender wäre, die Millionen, die für die Erweiterung des Nationalparkes Bayer. Wald vorgesehen sind, im alpinen Raum einzusetzen, statt in das genannte Projekt, das ganz offensichtlich mit Zugeständnissen erkauf werden müßte, die geeignet sind, die Nationalpark-Idee zu verwässern.

Alles in allem gesehen könnte endlich Wirklichkeit werden, was KÖSTLER (25), der als Hochschullehrer einer Generation von Forstleuten Waldbau auf ökologischer Grundlage in Theorie und Praxis nahegebracht hat, in seiner damals vielbeachteten und heute noch richtungsweisenden Rede anlässlich der Tagung des

Deutschen Forstvereins 1954 in München postuliert hat, nämlich, daß Waldbau sich als Kulturaufgabe in des Wortes weitester und umfassendster Bedeutung darstellte. Nur in einem Punkt irrite Köstler, der in der Wildfrage resigniert hatte, nämlich, daß man mit dem Bau kilometerlanger Zäune einen gescheiten Ausweg gefunden habe. Um so mehr fühlt sich der Verfasser dieser Zeilen als Schüler Köstlers veranlaßt, hiermit einen anderen, vor allem sparsameren Ausweg vorzuschlagen. Man habe also den Mut, unverzüglich ans Werk und mit gutem Beispiel auch für die alpinen Nachbarländer tatkräftig voranzugehen nach der Devise, die SCHÄDELIN (32) ein weit über die Grenzen seiner Schweizer Heimat hinaus anerkannter Vertreter einer naturnahen Waldflege an den Anfang seines Buches gesetzt hat:

„Das Ziel ist hoch und fern
Der Weg beginnt hier und heute“

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ernst Jobst
Gelbfhofstraße 3
81375 München

Schrifttum:

- (1) Achleitner, A. (1913): Jagdparadiese in Wort und Bild, 245 Seiten, Berlin, Verlag Gebrüder Paetel
- (2) Alpenforschungsinstitut GmbH (1996): Erhaltung der Bergwälder im Deutschen Alpenraum, unveröffentl. Manuskript, 93 Seiten, Zusammenfassende Ergebnisse als Vorbereitung für den Workshop vom 26.3.1996
- (3) Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Unterlagen zur Erhaltung und Förderung der Eibe, 44 Seiten, LWF/SG I
- (4) Bergmeier, P. (1953): Ruhpolding – Heimatbach aus dem Miesenbach, 624 Seiten, Eigenverlag der Gemeinde Ruhpolding
- (5) Bernhart, A. (1988): Waldentwicklung, Verjüngung und Wildverbiß im Obb. Bergwald, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Jahrgang 139, Heft 6, S. 463 - 484
- (6) Bernhart, A. (1990): Entwicklung der Bestockung im Bergwald Oberbayern seit 1960, Forstwissenschaftliche Forschungen, Heft 40, S. 19 -29, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- (7) Brinkmann, D. (1996): Der Schutzwald in den bayerischen Alpen, unveröffentl. Manuskript (Vortrag bei Tagung der Arbeitsgemeinschaft Alpenländischer Forstvereine, 13./14.06.1996 in Hindelang)
- (8) Bülow von, G. (1962): Die Südwälder von Reichenhall, Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, 33. Heft, 316 S., München
- (9) Diethmann, Th.; Polzer, E. u. Spandau, L. (1995): Renaturierung eines Skigebietes, Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V., S. 87 - 130, München
- (10) Hasel, K. (1983): Das Bleibende im Werk von Wilhelm Pfeil, Der Forst- und Holzwirt, 38. Jahrgang Nr. 10, S. 245 - 252
- (11) Hubensteiner, B. (1985): Ein Wolf fraß die Schwagerdiren ..., Der Turmschreiber-Kalender, 288 Seiten, W. Ludwig Verlag München
- (12) Imfeld, R. (1981): Wild und Jagd in Obwalden, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Jahrgang 132, S. 608 - 609, Bühler Druck AG Zürich
- (13) Jobst, E. (1962): Über die Beziehung zwischen Land- und Forstwirtschaft im oberbayerischen Bergbauengebiet, Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, 32. Heft, 165 Seiten, München
- (14) Jobst, E. (1979): Was wird aus unseren Almen? Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V., S. 41 - 59, München
- (15) Jobst, E. (1986): Stirbt der Bergwald – steigt die Gefahr für den Bergsport? Zeitschrift des Österr. Institut für Schul- und Sportstättenbau, Nr. 4, S. 179 - 1985, Wien
- (16) Jobst, E. (1988): Unabwendbare Naturkatastrophen in den Alpen – schon immer? Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V., S. 11 - 16, München
- (17) Jobst, E. und Karl J. (1984): Mögliche Folgen des Waldsterbens im Hochgebirge, Forstwissenschaftl. Centralblatt, S. 186 - 194, Hamburg und Berlin
- (18) Karl, J. (1985): Steilhangwälder in den Alpen – Wälder ohne Zukunft, ders., S. 13 - 37
- (19) Karl, J. (1985): Der Alpenraum – heute, Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V., S. 161 - 174
- (20) Karl, J. (1990): Zerstörung der Bergwelt durch Tourismus, ders., S. 13 - 20
- (21) Karl, J. (1993): Unsere Umwelt Alpen, ders., S. 13 - 37
- (22) Karl, J. (1994): Klimaveränderungen in den Alpen – einst und jetzt, Berg 94, Alpenvereinsjahrbuch 1994, S. 272 - 286, München – Innsbruck – Bozen
- (23) Kerner von Marilaun, A. (1968): Die Alpwirtschaft in Tirol, ihre Entwicklung, ihr gegenwärtiger Betrieb und ihre Zukunft, Österreichische Revue (Nachdruck), Wien
- (24) Kiener, H. und Strunz, H. (1996): Die Rückkehr des Luchses nach Ostbayern, Nationalpark 2/96, S. 6 - 13

- (25) Köstler, I. N. (1954): Waldbau als Kulturaufgabe, Allg. Forstzeitschrift, 9. Jahrgang, Nr. 38/39, S. 417 - 421
- (26) Liss, B.-M. (1990): Beweidungseffekte im Bergwald, Forstwissenschaftliche Forschungen, Heft 40, S. 50 - 63, Paul Parey-Verlag, Hamburg – Berlin
- (27) Mathäser, W. (1979): Andechser Chronik, 318 Seiten, Südd. Verlag München
- (28) Mayer, H. (1982): 10 ökologische Wald-Wildgebote, Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V., S. 59 - 82, München
- (29) Meister, G. (1988): Ziele und Ergebnisse forstlicher Planung im Oberbayerischen Hochgebirge, Forstwissenschaftl. Centralblatt, S. 97 - 130, Paul Parey-Verlag, Hamburg und Berlin
- (30) Müller, W.-E. (1988): Zur Geschichte der Rehwildjagd, Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V., München
- (31) Plochmann, R. (1985): Wald und Jagd, ders. S. 32 - 48, München
- (32) Schädelin, W. (1936): Die Durchforstung als Auslese- und Veredelungsbetrieb höchster Wertleistung, 124 S., Verlag Paul Haupt, Bern-Leipzig
- (33) Scheeder, Th. (1994): Die Eibe, 124 Seiten, IHW-Verlag, Eching
- (34) Scherping, U. (1950): Waidwerk zwischen den Zeiten, 289 Seiten, Paul Parey-Verlag, Hamburg und Berlin
- (35) Schreyer, G. und Rausch, V. (1978): Der Schutzwald in der Alpenregion des Landkreises Miesbach, 101 Seiten, Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München
- (36) Schwarzenbach, F.-H. (1986): Die Verantwortung der Jäger für den Gebirgswald, Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V.
- (37) Stutzer, D. (1982): Zur Geschichte von Schloß und Park Bernried, Bayer. Rundfunk, Manuskrift
- (38) Suda, M. (1990): Die Entwicklung der Schalenwildbestände im Bayer. Alpenraum seit Anfang des 19. Jahrhunderts, Forstwissenschaftliche Forschungen, Heft 40, S. 30 - 39, Paul Parey-Verlag, Hamburg und Berlin
- (39) Syrer, E. (1990): 150 Jahre Jagdpolitik, Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V., S. 1 - 9, München
- (40) Wieser, M. (1978): Schloß Staufenec, 541 Seiten, Eigenverlag d. Gde. Piding
- (41) Wittelsbacher Jagd (1980): Sonderschau im Deutschen Jagdmuseum München, 151 S.

Wege zu einer verbesserten Begrünung von Schadstellen im Hochgebirge

Von *Ulrike Pröbstl, Ulrich Ammer, Siegfried Karpf*

Zusammenfassung

„Polierte Berge mit maschinellem Make-up“ so kritisierte Manfred Spöttl 1989 die Wiederbegrünung von Skipisten in den Hochlagen der Alpen. In Kenntnis der Probleme vergab im selben Jahr der Umweltbeirat des Deutschen Skiverbandes, unterstützt von der Stiftung Sicherheit im Skisport, einen Forschungsauftrag mit dem Ziel, Wege für eine verbesserte, naturnahe Hochlagenbegrünung aufzuzeigen. Anstelle von „Make-up“ aus standortsfremden Rasenmischungen sollten im Rahmen dieser Versuchsreihe vor allem Mischungen mit Kräutern eingesetzt werden, deren Eignung bei der natürlichen Wiederbegrünung beobachtet worden war.

Dazu wurden in zwei Skigebieten, dem Fellhorn und dem Nebelhorn, 10 Versuchsflächen angelegt, in denen jeweils eine artenarme Standardmischung (Variante II), eine aufgrund der Auswertung wissen-

schaftlicher Daten verbesserte Mischung (Variante I) und eine alternative, kräuterreiche Mischung (Variante III) jeweils nebeneinander angesät und in ihrer Entwicklung über 6 Jahre verfolgt wurden.

Ergänzt wurden diese Langzeitversuche durch eine weitere Versuchsreihe zur Begrünung von Pistenflächen mit Hilfe von Grassoden unter Einsatz von Geotextilien am Tegelberg bei Schwangau.

Die Ergebnisse zeigen, daß sich die Verwendung standortsgerechter Saatgutmischungen auszahlt, da die angesäten Flächen sich besser schließen und artenreicher sind. Für kleine Schadflächen stellt daneben die Sodenverpflanzung eine gute Möglichkeit dar, rasch eine naturnahe Regeneration zu erreichen.

Unabhängig von diesen Ergebnissen muß es ein vorrangiges Ziel sein, das Entstehen vegetationsloser Stellen durch Ski- oder Wanderbetrieb zu vermeiden.

1. EINFÜHRUNG

Die alpine Landschaft stellt einen der wenigen teilweise noch naturnahen Großlebensräume in Mitteleuropa dar. Gleichwohl nehmen auch hier die Belastungen ständig zu: Die touristische Nutzung mit rund 350 Millionen Übernachtungen und rund 100 Millionen Tagesbesucher pro Jahr (nach MESSERLI, 1989) hinterlassen deutliche Spuren in der Landschaft, die sich von den besiedelten Räumen bis in die Hochlagen erstrecken. Vor dem Hintergrund planierter Skipisten, vegetationsfreier Bereiche entlang von Wanderwegen und Erosionserscheinungen als Folge dieser Belastungen wurde Ende der 80er Jahre die Forderung immer lauter, diesen einmaligen Lebensraum besser zu schützen und zu bewahren. Auch Sportverbände – wie der Deutsche Skiverband – sahen sich hier zunehmend in der Verantwortung.

Daher vergab der Umweltbeirat des Deutschen Skiverbandes 1989 einen Forschungsauftrag an die Universität München mit dem Ziel, Wege für eine verbesserte, naturnahe Hochlagenbegrünung aufzuzeigen. Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens werden nachstehend vorgestellt.

2. VORUNTERSUCHUNGEN UND FORSCHUNGSANSATZ

Eine Analyse über die Verhältnisse auf Skipisten zeigte zunächst, daß die meisten der verwendeten Samenmischungen eigentlich für tiefere Lagen und für weit weniger extreme Standortbedingungen gedacht bzw. geeignet waren. Dort, wo mit diesen Arten ein höherer Deckungsgrad erreicht wurde, konnte dies nur durch eine intensive Düngung teilweise in Verbindung mit Bewässerung in Trockenperioden erreicht werden.

Parallel dazu ergaben Literaturrecherchen (PRÖBSDL, 1989) und bei Skigebietskartierungen gesammelte Erfahrungen, daß auch die Begrünung mit Rasenziegeln kleinflächig erfolgsversprechend sein kann, daß hierfür aber im Hinblick auf deren wirtschaftlichen Einsatz wenig Kenntnisse vorlagen.

Das o.a. Forschungsprojekt beschäftigt sich daher sowohl mit der Weiterentwicklung von Saatgutmischungen als auch mit dem Einsatz von Rasensoden.

3. ZUR HOCHLAGENBEGRÜNUNG DURCH AUSSAAT

3.1 Aussaat

Die Analyse der in den 80er Jahren üblichen Saatgutmischungen (vgl. auch Pröbstl, 1989) zeigte deutlich, daß bis dahin in der Regel kein standortgerechtes Saatgut verwendet worden war und daß der Anteil der Gräser und Leguminosen bei 98 bis 99% der Zusammensetzung lagen. Kräuter dagegen, die nach Studien von SCHIECHTL bereits 1967 als „anbauwürdig“ im Hinblick auf die Wiederbegrünung und den Erosionsschutz eingestuft worden waren, sind dagegen – wenn überhaupt – nur mit zwei Arten (*Achillea millefolium* und *Plantago lanceolata*) in den Saatgutmischungen vertreten.

Auch Aufnahmen in Sukzessions- und Pionierflächen im Gebirge wiesen auf die Bedeutung von Kräutern gerade bei der Bodenbefestigung hin. So zeichnet sich beispielsweise der Alpenpestwurz (*Petasites paradoxus*) durch ein besonders langes und verzweigtes Wurzelwerk aus. Eine weitere positive Eigenschaft vieler Kräuter ist, daß sie – anders als Weißklee – nicht verdämmend wirken und damit eine Einwanderung autochthoner Arten aus der Umgebung ermöglichen.

Ein Vergleich der untersuchten Wildgräser, Leguminosen und Kräuter mit dem Angebot im Samenfachhandel zeigte, daß – anders als noch vor wenigen Jahren – eine Reihe dieser potentiell geeigneten Arten mittlerweile vom Handel bezogen werden kann.

Dafür war maßgeblich der Trend zu naturnahen Gärten bzw. zu naturnahen Formen der Rekultivierung, der die Nachfrage nach Wildpflanzen und Wildkräutern erheblich ansteigen ließ, verantwortlich.

Diese Erfahrungen bildeten den Hintergrund für eine Versuchsreihe mit folgenden Zielsetzungen und Schwerpunkten:

1. Eine verbesserte Anpassung der üblichen Saatgutmischungen an die alpinen Standorte unter Auswertung der Erfahrungen der vergangenen Jahre.
2. Eine stärkere Berücksichtigung der zur Wiederbegrünung potentiell geeigneten Arten, insbesonde-

re der Kräuter im Hinblick auf die im Handel erhältlichen Arten.

3. Eine stärkere Orientierung der Saatgutmischungen an der Stabilität und an der Naturnähe. Der mögliche Futterwert, der Biomasseertrag oder die Kosten für das Saatgut sind nachrangig.

4. Zu den Zielen gehört es auch, Mischungen herzuarbeiten, die – sieht man von einer Startdüngung ab – keiner weiteren Pflege, wie Wässern und Düngen mehr bedürfen.

3.2 Versuchsanordnung und Methode

Zunächst wurden die Ergebnisse bereits vorhandener Versuche ausgewertet und daraus eine sogenannte „verbesserte Standartmischung“ abgeleitet. Sie bildete die Variante I.

Dieser Mischung wurde eine zweite Variante gegenübergestellt, die in ähnlicher Weise von verschiedenen Fachfirmen angeboten wurde. Sie repräsentiert das, was bislang in der Regel unter extremen Bedingungen, an Böschungen, auf Skipisten oder an Geländeinschnitten Verwendung fand.

Die Variante III löst sich von den bekannten Mischungen. Auf der Grundlage der von SCHIECHTL zusammengestellten Liste über „Wildkräuter und Wildgräser und ihre Eignung als geeignete Arten zur Aussaat“ (SCHIECHTL, 1967), bei der besonders auf eine rasche und tiefe Bodendurchwurzelung geachtet wurde, und einer intensiven Durchsicht und Bewertung weiterer im Handel befindlicher Wildpflanzen, wurde nach Alternativen zu den gängigen Saatmischungen gesucht

Nachdem nicht jede Art für die Hochlagen und die Wiederbegrünung von Schadstellen geeignet ist, wurde jede einzelne noch einmal auf ihre individuellen Standortansprüche hin (OBERNDORFER, 1983, ELLENBERG, 1982) überprüft.

Trotz dieser mehrstufigen Vorgehensweise bei der Erarbeitung einer dritten alternativen Mischung blieben eine Reihe von Unsicherheiten, die durch die Feldversuche geklärt werden sollten.

Dazu gehört neben dem veränderten Verhältnis von Gräsern, Kräutern und Leguminosen auch die Eignung einzelner Arten bei Aussaat.

Die nachstehende Tabelle zeigt die verwendeten Mischungen nach Artenzusammensetzung und Gewichtsprozenten.

Für die Versuchsreihe wurden Saatflächen in den Skigebieten am Fellhorn und am Nebelhorn angelegt.

Die Versuchsflächen wiesen eine Größe von 7 m auf 3 m auf und wurden für die drei verschiedenen Varianten in drei gleichgroße Unterflächen (~ 2,3 m x 3 m) aufgeteilt. Die Holzeinfassung und Drahtabdeckung sollte unbeabsichtigte Einflüsse von außen, wie Wanderer und Weidevieh, ausschließen.

Die Saatgutmenge lag bei 25 g / m². Jede Fläche erhielt eine einmalige Startdüngung mit einem organischen Langzeitdünger. Das Saatgut wurde gegen Erosion durch Starkregen und zum Schutz vor Winverfrachtung mit Stroh abgedeckt.

Um die Entwicklung der verschiedenen Saatgutmischungen über die Jahre hinweg zu dokumentieren, wurden alle Flächen 1991, 1993 und 1995 nach BRAUN-BLANQUET aufgenommen und zur Absicherung der Schätzergebnisse auf drei Flächen zusätzlich ein Stichprobenverfahren durchgeführt.

Erfäßt wurden die Gesamtdeckung in Prozent für jede Fläche, eine Artenliste für jede Untersuchungsfläche und die Deckung jeder Art. Aus diesen Werten wurde nach 5 Jahren die durchschnittliche Deckung und Stetigkeit für jede Art abgeleitet.

Die unterschiedlichen Bedingungen der einzelnen Versuchsflächen können der Abbildung 1 entnommen werden.

3.3 ERGEBNISSE

3.3.1 Entwicklung des Deckungsgrads

Nach 5 Jahren haben 5 von 10 Versuchsflächen (F1, F2, F6, N3 und N4) einen für den Erosionsschutz mindestens erforderlichen Deckungsgrad von 70% und mehr auf allen Teilflächen erreicht. Bei weiteren vier Versuchsflächen (F 3, F 5, N 1 und N2) weisen zu-

Arten	Alt.I "Verbesserte Standard"	Alt.II "Standard"	Alt. III "Alternativ"
GRÄSER:			
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	-	-
<i>Agrostis tenuis</i>	5	-	6
<i>Agrostis t. Highland</i>	-	6	-
<i>Carex flacca</i>	-	-	2
<i>Dactylis glomerata</i>	4	-	4
<i>Festuca heterophylla</i>	-	15	-
<i>Festuca pratensis</i>	4	-	2
<i>Festuca rubra commutata Banner</i>	-	10	-
<i>Festuca rubra fallax</i>	10	-	10
<i>Festuca rubra genuinea</i>	16	-	-
<i>Festuca rubra rubra</i>	-	25	-
<i>Festuca rubra trichophylla</i>	-	5	5
<i>Lolium perenne</i>	8	15	6
<i>Phleum pratense</i>	8	-	4
<i>Poa alpina</i>	-	-	8
<i>Poa annua</i>	1	-	1
<i>Poa pratensis</i>	15	10	8
<i>Poa compressa Reubens</i>	-	10	5
<i>Trisetum flavescens</i>	1	-	5
LEGUMINOSEN:			
<i>Anthyllis vulneraria</i>	2	-	2
<i>Lathyrus pratensis</i>	-	-	1
<i>Lotus corniculatus</i>	3	1	3
<i>Medicago lupulina</i>	3	-	3
<i>Trifolium hybridum</i>	4	-	4
<i>Trifolium pratense</i>	3	-	6
<i>Trifolium repens</i>	6	-	3
<i>Vicia villosa</i>	3	-	1
KRÄUTER			
<i>Achillea millefolium</i>	2	0,5	0,5
<i>Astrantia major</i>	-	-	2
<i>Buphtalmum salicifolium</i>	-	-	0,5
<i>Centaurea montana</i>	-	-	2
<i>Galium mollugo</i>	-	-	2
<i>Leontodon hispidus</i>	-	-	2
<i>Sanguisorba minor</i>	-	2,5	-
<i>Scabiosa columbaria</i>	-	-	2
Gesamtsumme in Gewichtsprozent	100 %	100 %	100 %

Tab. 1: Artenzusammensetzung der Samenmischungen in Gewichtsprozenten

Anteile in Gewichtsprozent	Alt. I	Alt. II	Alt. III
Anteil der Gräser	74 %	96 %	66 %
Anteil der Leguminosen	24 %	1 %	23 %
Anteil der Kräuter	2 %	3 %	11 %
	100 %	100 %	100 %

Tab. 2: Übersicht zur Verteilung der Samenmischungen in Gräser, Leguminosen und Kräuter

Gebiet	Standorteigenschaften und angrenzende Pflanzengemeinschaften	Ortsbezeichnung u. Höhenlage	Kenn-Nr.
Fellhorn	Flysch, nährstoffreiche Böden, mit guter Wasseraufnahme, kalkfrei, rutschgefährdet und instabil Umliegende Pflanzengemeinschaften: Borstgrasrasen, Alpenrosen- und Latschengebüsche	Bergstation 1950 m üNN Bergstation 1950 m üNN Trasse der Seilbahn 1875 m üNN Trasse der Seilbahn 1825 m üNN Schlepplift 1825 m üNN Bärenwang-Alm 1700 m üNN	F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6
Nebelhorn	flachgründige Humuscarbonat-Böden auf Schutt, Umliegende Pflanzengemeinschaften Blaugras-Horstseggenrasen z.T. stark degradiert	Gipfelstation 2200 m üNN Gipfelstation 2200 m üNN Bergstation 1960 m üNN Bergstation 1960 m üNN	N 1 N 2 N 3 N 4

Abb. 1: Rahmenbedingungen für die Aussaatversuche an den verschiedenen Versuchsflächen (Höhenlage, Standort, angrenzende Pflanzengemeinschaften)



Abb. 2: Lage der Versuchsflächen F₁ und F₂ am Fellhorn (Bergstation)

	Var. I	Var. II	Var. III	max. Diff.
F 1	75	70	90	20
F 2	95	95	100	5
F 3	85	75	55	30
F 4	15	20	40	25
F 5	60	85	85	25
F 6	90	70	85	20
N 1	50	70	65	20
N 2	70	70	60	10
N 3	90	90	95	5
N 4	80	70	80	10
Durchschnitt	71	72	76	17

Tab. 3: Die Übersicht zeigt die Deckungswerte in Prozent 5 Jahre nach der Ansaat. Durch Fettdruck werden die maximalen Deckungswerte der jeweiligen Flächen wiedergegeben.

mindest Teilstücken einen ausreichenden Deckungsgrad von 70 % und darüber auf.

Die zeitliche Entwicklung der Deckungswerte zeigt im ersten Jahr nach der Aufnahme nur geringe Unterschiede. Dies bedeutet, daß die Anfangsentwicklung bei allen Mischungen ähnlich war. Ausfälle einzelner Arten, eine gute Weiterentwicklung oder die Einwanderung zusätzlicher Arten von außen erklären die Unterschiede am Ende des Beobachtungszeitraumes.

Die relativ großen Abweichungen von fast 20% im Durchschnitt (vgl. Tab.3) mußten als Hinweis auf ein unterschiedliches Verhalten der Saatgutmischungen verstanden werden. Daher wurde in einem nächsten Analyseschritt geprüft, welche Arten für die Deckung verantwortlich sind, die Arten, die ausgesät wurden, oder solche Arten, die im Laufe der Zeit eingewandert sind.

Der Vergleich von „ausgesäten Arten“ und „zusätzlich eingewanderten Arten“ anhand der Summen der mittleren Deckungsprozente zeigte deutliche Unterschiede zwischen den drei Mischungen (Tab. 4 und Abb. 3).

Danach lassen alle Varianten die an sich wünschenswerte Einwanderung zu und wirken nicht verdämend. Allerdings bestimmen, wie Tabelle 4 verdeutlicht, bei Variante II (Standardmischung) nicht die ausgesäten Arten den Deckungsgrad, sondern die zusätzlichen (d.h. eingewanderte oder im Boden vorhandene) Arten. Hier überwiegt – trotz der sehr unterschiedlichen Standorte – in keinem Fall (!) der Deckungsgrad durch die ausgesäte Mischung.

Im Gegensatz dazu dominieren bei Variante III eindeutig die ausgesäten Arten im Vergleich zu den zusätzlichen Arten. Auch erreicht Variante III bei den ausgesäten Arten die höchsten durchschnittlichen Deckungswerte.

	1991		1993		1995	
	ausgesäte Arten	zusätzliche Arten	ausgesäte Arten	zusätzliche Arten	ausgesäte Arten	zusätzliche Arten
Variante I	19	21,9	37,3	26,9	54,9	38,2
Variante II	14,6	33,9	18,5	50,2	26,3	62,1
Variante III	28,3	16,9	46,7	21,6	67,9	33,9

Tab. 4: Durchschnittliche Summe der mittleren Deckungsprozente im Vergleich von ausgesäten zu zusätzlich eingewanderten Arten über die drei Aufnahmehäre

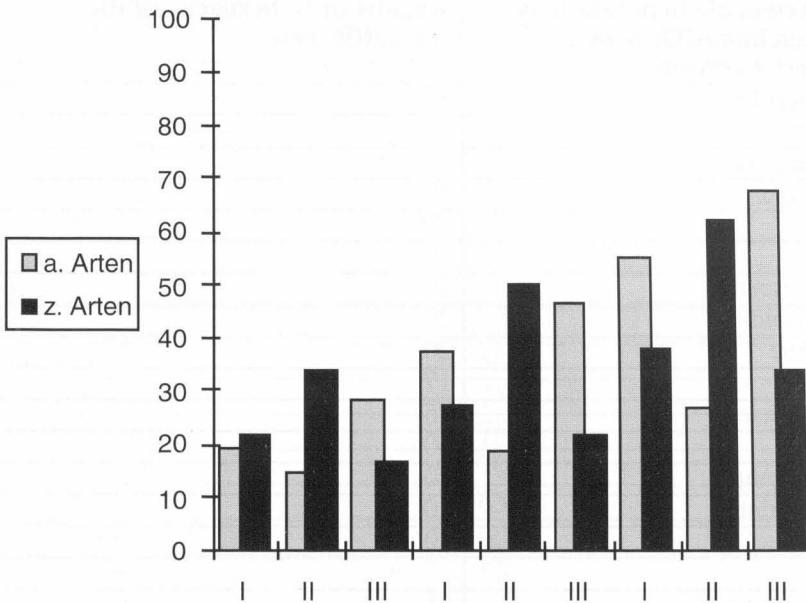


Abb. 3: Summe der mittleren Deckungswerte für ausgesäte und zusätzliche Arten im Vergleich

Die verbesserte Standardmischung, Variante I steht zwischen diesen beiden Extremen.

Das bedeutet, daß die mit der Saatgutmischung der Variante II angesäten Flächen ohne die Einwanderung von Arten nach 5 Jahren weitgehend vegetationslos wären, trotz der zunächst guten Anfangsentwicklung.

3.3.2 Arten mit hohem Deckungsgrad

Im Zusammenhang mit dem Deckungsgrad wurde auch geprüft, welche Arten in mindestens einer Untersuchungsfläche den Deckungswert 1 erreichen (das entspricht einem Deckungsgrad von 5-12,5 %, bzw. einem mittleren Wert von 9 %).

Die nachstehende Tabelle zeigt die Ergebnisse für die ausgesäten Arten. Hier erreichen 17 Arten einschließlich der sterilen Festuca-Pflanzen in mindestens einer Untersuchungsfläche den Deckungswert 1. In Spalte zwei ist angegeben, in wieviel Prozent der Ansaatflächen dies der Fall war.

Vergleicht man diese Aufstellung mit den Ansaatlisten (siehe Tab. 1), dann zeigt sich, daß alle in Tabelle 5 vorkommenden Arten in der Ansaatmischung III enthalten waren.

3.3.3 Artenzahlen

Neben dem Deckungsgrad wurden die verschiedenen Mischungen auch anhand der Artenzahlen miteinander verglichen. Dabei zeigte sich - wie Abbildung 4 zu entnehmen ist -, daß im Aufnahmehrjahr 1995 die Teilflächen mit der Ansaatvariante III die höchsten Artenzahlen aufweisen.

Von 1991 bis 1995 nehmen die Artenzahlen nicht zuletzt durch die Einwanderung zu. Dabei bleiben jedoch die unterschiedlichen Ausgangsniveaus der drei Varianten erhalten. Die schon von der Aussaat her artenreicheren Parzellen der Variante III sind dies auch noch im 5. Jahr nach der Anlage. Auffällig ist, daß die Zahl der ausgesäten Arten bei Variante II (Standard-Mischung) nach dem 5. Jahr zurückgehen. Dies weist auf Arten hin, die nicht standortgerecht sind.

3.3.4 Stetigkeit

Im Hinblick auf den Vergleich unterschiedlicher Ansaatmischungen und möglichen Empfehlungen für die Praxis spielt die Stetigkeit eine wichtige Rolle. Unter der "Stetigkeit" wird die Häufigkeit des Vorkommens einer Art an der Gesamtartenzahl einer Aufnahme verstanden. Kommen trotz unterschiedlicher Stan-

Ausgesäte Arten, die in mindestens einer Untersuchungsfläche den Deckungswert 1 erreichen	Angabe in % bezogen auf die Ansaatflächen
<i>Achillea millefolium</i>	53
<i>Festuca rubra</i>	47
<i>Lotus corniculatus</i>	43
<i>Galium mollugo</i>	30
<i>Festuca spec.</i>	20
<i>Poa alpina</i>	20
<i>Trisetum flavescens</i>	20
<i>Leontodon hispidus</i>	20
<i>Lolium perenne</i>	20
<i>Agrostis tenuis</i>	17
<i>Trifolium pratense</i>	15
<i>Poa annua</i>	10
<i>Centaurea montana</i>	10
<i>Trifolium hybridum</i>	10
<i>Trifolium repens</i>	10
<i>Poa pratensis</i>	7
<i>Anthyllis vulneraria</i>	5

Tab. 5: Ausgesäte Arten mit Deckungswert 1 und Anteil der Saatflächen

dortverhältnisse immer wieder die selben Arten vor, dann kann dies als Hinweis darauf gewertet werden, daß sie sich für Begrünungen besonders eignen.

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Stetigkeit der ausgesäten Arten.

Fünf Jahre nach der Aussaat waren 17 Arten festzustellen, die mit mindestens 50 % Stetigkeit vorkommen.

3.3.5 Die Eignung einzelner Arten und Artengruppen

Aus der Zusammenschau von Deckungsgrad und Stetigkeit (vgl. Tab. 7) lassen sich Hinweise für die Eignung zur Hochlagenbegrünung ableiten.

Als Ergebnis daraus erscheinen die in Tab. 8 dargestellten Arten als besonders anbauwürdig, weil sie sich

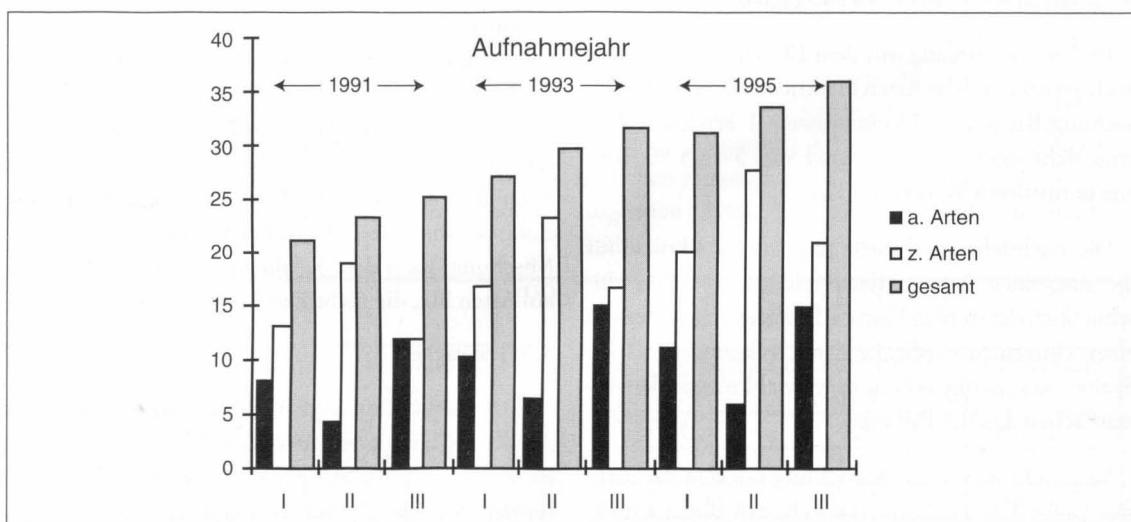


Abb. 4: Gemittelte Artenzahlen für ausgesäte (a.Arten) und zusätzlich eingewanderte Arten (z.Arten) sowie die Gesamtarzenzahl getrennt nach Varianten und Aufnahmejahr

Art	Stetigkeit in %
<i>Leontodon hispidus</i>	100
<i>Achillea millefolium</i>	97
<i>Lolium perenne</i>	93
<i>Lotus corniculatus</i>	93
<i>Centaurea montana</i>	90
<i>Galium mollugo</i>	90
<i>Festuca rubra</i>	87
<i>Poa annua</i>	85
<i>Poa alpina</i>	80
<i>Trifolium repens</i>	80
<i>Dactylis glomerata</i>	75
<i>Trisetum flavescens</i>	75
<i>Trifolium hybridum</i>	70
<i>Trifolium pratense</i>	65
<i>Phleum pratense</i>	60
<i>Agrostis tenuis</i>	50
<i>Poa pratensis</i>	50

Tab. 6: Ausgesäte Arten mit einer Stetigkeit von mehr als 50 %.

durch relativ hohe Deckungsgrade und/oder eine hohe Stetigkeit auszeichnen.

3.3.6 Besonderheiten und Abhängigkeiten von Höhenlage und Erosion

Einige der ausgesäten Arten (vgl. *Dactylis glomerata* oder *Festuca pratensis*) kommen erst verzögert auf, wobei es allerdings auch möglich ist, daß sie als kleine sterile Pflanzen übersehen wurden bzw. nicht unterschieden werden konnten. Auch *Astrantia major* und *Scabiosa columbaria* waren erst 1995 in je einer Ansaatfläche zu finden.

Ferner zeigte es sich, daß einige Arten trotz guter Anfangsentwicklung auch wieder verschwinden. So ist *Sanguisorba minor*, der 1991 auf den Ansaatflächen vorkam, ausgefallen. Nicht aufgegangen sind *Lathyrus pratensis*, *Vicia villosa* und *Buphthalmum salicifolium*. *Agrostis stolonifera* ist nach dem Vorkommen 1991 auf 3 Flächen 1995 nurmehr auf einer Ansaatfläche zu finden.

Auch *Carex flacca* geht von zwei auf eine Teilfläche zurück; in weiteren 8 Flächen ist die Art ganz ausgeblichen.

Ein drastischer Rückgang ist auch bei *Poa compressa* zu erkennen. Die Art war 1993 auf 18 der 20 Ansaatflächen vorhanden. 1995 war sie nurmehr auf 6 Teilflächen vertreten. Einen Einfluß auf die Ergebnisse der Begrünungsversuche hatte auch die Höhenlage. So werden an der Gipfelstation des Nebelhorns auf 2200 m Seehöhe auf beiden Quadraten und allen Teilflächen deutlich geminderte Deckungswerte erreicht. Vergleicht man die Werte zwischen den höheren und tieferen Lagen, dann sind es in den tieferen Lagen vor allen die Kräuter und Leguminosen, die durch hohe Werte zur Gesamtdeckung beitragen (vor allem *Achillea millefolium*, *Galium mollugo*, *Leontodon hispidus* und *Trifolium*-Arten). Bei den Gräsern sind die Unterschiede weniger deutlich.

Stellt man die am Nebelhorn erhaltenen Befunde denjenigen des Fellhorns gegenüber, dann wird deutlich, daß neben der Höhenlage die Lage am Hang und der Einfluß der Erosion mitentscheidend sind.

Generell waren die Ansaatkästen dort eingesetzt worden, wo Schadstellen anzutreffen waren. Dazu gehörten neben Schadbereichen unterhalb der Gipfelstation vor allem die eingeschnittenen Tobel, in denen große Schneemengen verbleiben und auch bei Starkre-

	Aussatmischung in Gewichtsprozenten für 3 Varianten			Ergebnisse der Analyse nach 5 Jahren nach Aussaat		
Arten	Variante I "Verbesserte Standard"	Variante II "Standard"	Variante III "Alternativ"	Deckung nach 5 Jahren > 5 %	Stetigkeit nach 5 Jahren > 50 %	Er- gebnis- be- wertung
GRÄSER:						
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	-	-			?
<i>Agrostis tenuis</i>	5	6	6	17 %	50 %	↑
<i>Carex flacca</i>	-	-	2			↓
<i>Dactylis glomerata</i>	4	-	4		75 %	→
<i>Festuca heterophylla</i>	-	15	-			?
<i>Festuca pratensis</i>	4	-	2			?
<i>Festuca rubra</i>	26	40	15	47 %	87 %	↑↑
<i>Lolium perenne</i>	8	15	6	20 %	93 %	↑↑
<i>Phleum pratense</i>	8	-	4		60 %	→
<i>Poa alpina</i>	-	-	8	20 %	80 %	↑↑
<i>Poa annua</i>	1	-	1	10 %	85 %	↑
<i>Poa pratensis</i>	15	10	8	7 %	50 %	↑
<i>Poa compressa Reubens</i>	-	10	5			?
<i>Trisetum flavescens</i>	1	-	5	20 %	75 %	↑↑
LEGUMINOSEN:						
<i>Anthyllis vulneraria</i>	2	-	2	5 %		→
<i>Lathyrus pratensis</i>	-	-	1			↓
<i>Lotus corniculatus</i>	3	1	3	43 %	93 %	↑↑
<i>Medicago lupulina</i>	3	-	3			↓
<i>Trifolium hybridum</i>	4	-	-	10 %	70 %	↑
<i>Trifolium pratense</i>	3	-	6	15 %	65 %	↑
<i>Trifolium repens</i>	6	-	3	10 %	80 %	↑
<i>Vicia villosa</i>	3	-	1			↓
KRÄUTER						
<i>Achillea millefolium</i>	2	0,5	0,5	53 %	97 %	↑↑
<i>Astrantia major</i>	-	-	2			↓
<i>Buphtalmum salicifolium</i>	-	-	0,5			↓
<i>Centaurea montana</i>	-	-	2	10 %	90 %	↑
<i>Galium mollugo</i>	-	-	2	30 %	90 %	↑↑
<i>Leontodon hispidus</i>	-	-	2	20 %	100 %	↑↑
<i>Sanguisorba minor</i>	-	2,5	-			↓
<i>Scabiosa columbaria</i>	-	-	2			↓

Eignung für die Hochlagenbegrünung:

↑↑ = sehr gute Eignung

↓ = geringe Eignung

↑ = geeignet

? = keine Aussage möglich

→ = eingeschränkte Eignung

Tab. 7: Ergebnisse und Empfehlungen für die Eignung zur Hochlagenbegrünung in Anhängigkeit von Deckung und Stetigkeit

Arten	Anmerkungen/ Begründung
<u>Sehr gute Eignung ergibt sich bei:</u>	
<i>Agrostis tenuis</i> <i>Festuca rubra</i> -Arten <i>Lolium perenne</i> <i>Poa alpina</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Trisetum flavescens</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Trifolium hybridum</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Achillea millefolium</i> <i>Centaurea montana</i> <i>Galium mollugo</i> <i>Leontodon hispidus</i>	relativ hohe Deckungsgrade, verbunden mit hoher Stetigkeit
<u>Eingeschränkte Eignung ergab sich für:</u>	
<i>Dactylis glomerata</i> <i>Festuca pratensis</i> <i>Phleum pratense</i> <i>Anthyllis vulneraria</i>	hohe Stetigkeit, aber geringe Deckung auf einigen Flächen höhere Deckung, generell aber geringe Stetigkeit nur auf wenigen Flächen höhere Deckung, geringe Stetigkeit hohe Stetigkeit, aber geringe Deckung
<u>Geringe Eignung zeigten im Untersuchungsgebiet:</u>	
<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Carex flacca</i> <i>Festuca heterophylla</i> <i>Poa compressa Reubens</i> <i>Lathyrus pratensis</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Vicia villosa</i> <i>Astrantia major</i> <i>Buphthalmum salicifolium</i> <i>Sanguisorba minor</i> <i>Scabiosa columbaria</i>	geringe oder keine Deckung und/oder geringe Stetigkeit, aber auch z.T. nicht mehr vorhanden oder nicht aufgegangen

Tab. 8: Eignung verschiedener Arten zur Hochlagenbegrünung

gen große Erosionskräfte wirksam werden. Diese Tobel waren früher mit Gehölzen (überwiegend Grünerle) bestockt. Sie wurde im Interesse der Weidewirtschaft geschwendet.

Die Steilheit des Geländes, die beschriebene Erosion verstärkt durch Narbenversatz als Folge der Beweidung

ließen Bodenwunden entstehen, deren Begrünung aus diesen Gründen schwieriger ist, obschon die Böden am Fellhorn auf Flysch deutlich nährstoffreicher sind als diejenigen am Nebelhorn.

Die ungünstigsten Verhältnisse wurden bei Fläche F4 angetroffen, wo auch nach 5 Jahren erst ein

Deckungsgrad von 40% erreicht werden konnte. Die Höhenlage ist, wie ein Vergleich zwischen den Flächen F4 und F5 zeigt, hier nicht entscheidend. Die Flächen F4 und F5 liegen in der gleichen Höhenlage, beim Deckungsgrad besteht z.B. bei Variante III eine Differenz von 40% (F4, 45%; F5, 85%), was nur durch Erosion mit Abspülung erklärt werden kann. Hier sind es vor allem die Gräser, deren Fehlen – viele fallen ganz aus oder sind nur in Einzelexemplaren vertreten – für dieses negative Ergebnis sorgen. Sie stellen bei allen Mischungen das Grundgerüst dar. Auch die Leguminosen fallen fast völlig aus.

Von den ausgesäten Arten sind in nennenswerten Umfang nur *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis*, *Achillea millefolium*, *Centaurea montana*, *Galium mollugo* und *Leontodon hispidus* vorhanden.

Dies bedeutet, daß sich auch bei diesem Extremstandort die Kräuter eher als positiv erwiesen haben. Beträgt man die dort zusätzlich eingewanderten Arten, dann sind auch hierbei zahlreiche Kräuter vertreten, deren Verwendbarkeit weiter zu überprüfen wäre. Dazu zählen u.a. *Plantago alpina*, *Alchemilla vulgaris*, (*Alchemilla alpina*), *Potentilla aurea*, *Campanula scheuchzeri* und *Trifolium badium*.

Bei den Gräsern zeichnet sich *Deschampsia cespitosa* als häufig einwanderndes Gras aus. Diese eingewanderten Arten konnten in kurzen Zeiträumen relativ hohe Deckungsgrade erreichen und wurden auf den unterschiedlichsten Bereichen vorgefunden.

3.3.7 Zusammenfassung

Auf 10 Flächen (6 am Fellhorn, 4 am Nebelhorn) mit je drei Saatgutvarianten (Variante I: Verbesserte Standardmischung, Variante II: Standardmischung und Variante III: Alternative, kräuterreiche Mischung) wurden nach 5 Jahren und drei vegetationskundlichen Aufnahmen (1991, 1993 und 1995) folgende Ergebnisse ermittelt:

Die artenreichste, insbesondere kräuterreichste Mischung (Variante III) führt in der Mehrzahl der Fälle zu den höchsten Deckungsgraden. Dies gilt für die unterschiedlichen Standortbedingungen auch für Höhenstufen bis ca. 2000 m.

Bei allen geprüften Saatgutmischungen nahmen die Deckungswerte von 1991 bis 1995 kontinuierlich zu, wobei diese bei den Saatgutmischungen I und III im wesentlichen durch die ausgesäten Arten, bei der Variante II (artenarme Standardmischung) hauptsächlich durch die zusätzlich eingewanderten Arten bestimmt werden. Hier hängt der Begrünungserfolg weniger von der Aussaatmischung als von der Einwanderung von Arten und von der Regenerationsfähigkeit des Standortes ab.

Aus dem Vergleich von Deckungsgrad und Stetigkeit lassen sich aus den Ansaatversuchen Arten bestimmen, die sich für die Anreicherung von Saatgutmischungen in Hochlagen empfehlen. Hierbei wurde die besondere Eignung der beigemischten Kräuter deutlich.

Die Versuche zeigten aber auch eine Abhängigkeit von den Standortverhältnissen und deren Vorbela stung. Während bei mäßiger Hangneigung und Höhenlagen um 1500 m bereits nach 1 Jahr in der Regel Deckungsgrade von 70% und mehr erreicht werden, geht der Begrünungserfolg (gemessen an den erzielten Deckungswerten) mit zunehmender Seehöhe zurück und erreicht den Ziel-Deckungsgrad von über 75% bei Höhenlagen von über 2200 m Höhe auch nach 5 Jahren noch nicht ganz. Die ungünstigsten Ergebnisse wurden bei extremen Standortverhältnissen (Rohböden, Bereiche mit hohem Gesteinsanteil oder starker Hangneigung) erreicht. Dies und eine hohe Erosionsbelastung führen zu unzureichenden Deckungswerten von nur 45%.

4. VERSUCHSREIHE ZUR VERWENDUNG VON GEOTEXTIL UND SODENVERPFLANZUNG

4.1 Zielsetzung

In Ergänzung der Ansaatversuche wurde in einer 2. Versuchsreihe eine Sanierungstechnik erprobt, die es erlaubt, mit standortgerechter, autochthoner Vegetation und ohne Düngergaben zu sanieren (siehe dazu auch ADJ, 1989; PARTSCH, 1980; SCHIECHTL, 1974, ZAUGG, 1984).

Dazu wurden folgende Verfahren getestet:

- Eine Verpflanzung von Grassoden aus benachbarten Rasenbeständen
- Eine Verpflanzung von Grassoden mit anschließender Ansaat zwischen den Soden und Schutz durch Geotextilien
- Eine Verpflanzung von Grassoden bei gleichzeitigem Schutz durch Geotextilien.

Mit der Erprobung dieser Techniken wurde im Sommer 1992 am Tegelberg bei Schwangau begonnen. Dazu wurden auf Problemstellen der Skiabfahrt zwei Versuchsflächen angelegt.

Um die Eignung der verschiedenen Verfahrensvarianten für die Praxis zu überprüfen, wurden der Untersuchung folgende Fragen vorgegeben:

- Wie sind Anwuchsverhalten und Ausbreitungstendenzen der versetzten Vegetationsstücke im Hinblick auf die oben genannten Versuchsvarianten zu beurteilen? Dazu sind vegetationskundliche Untersuchungen und Gegenüberstellungen der verschiedenen Saatgutmischungen nach

Artenzahl, Artenzusammensetzung sowie Deckungswerten erforderlich.

- Wie entwickeln sich die Entnahmeflächen?

4.2 Versuchsanordnung und Methode

Das Gelände für die Versuchsflächen wurde von der Tegelberg-Seilbahn AG zur Verfügung gestellt. Das Skigebiet liegt südlich der Gemeinde Schwangau im Ostallgäu. Aufgrund des Ausgangsgesteins sind hier Humuskarbonatböden anzutreffen, die in den Hochlagen relativ flachgründig ausgebildet sind.

Als Gelände für die Versuchsreihe wurde eine Skiabfahrt ausgewählt, die 1975/76 durch Sprengung und nachfolgende Planie entstanden war. Sie weist heute noch eine lückige Pflanzendecke auf.

1990/91 wurde außerdem die Gipfelstation an die örtliche Kanalisation angeschlossen. Dabei entstand ein 7-10 m breiter Streifen mit Rohboden. Im Bereich dieser Rohbodenfläche, mitten in der Skiabfahrt, wurden die beiden Versuchsflächen angelegt.

Versuchsfläche 1 weist 45 Grad Gefälle auf, Versuchsfläche 2 ist nur schwach geneigt. Die Versuchs-

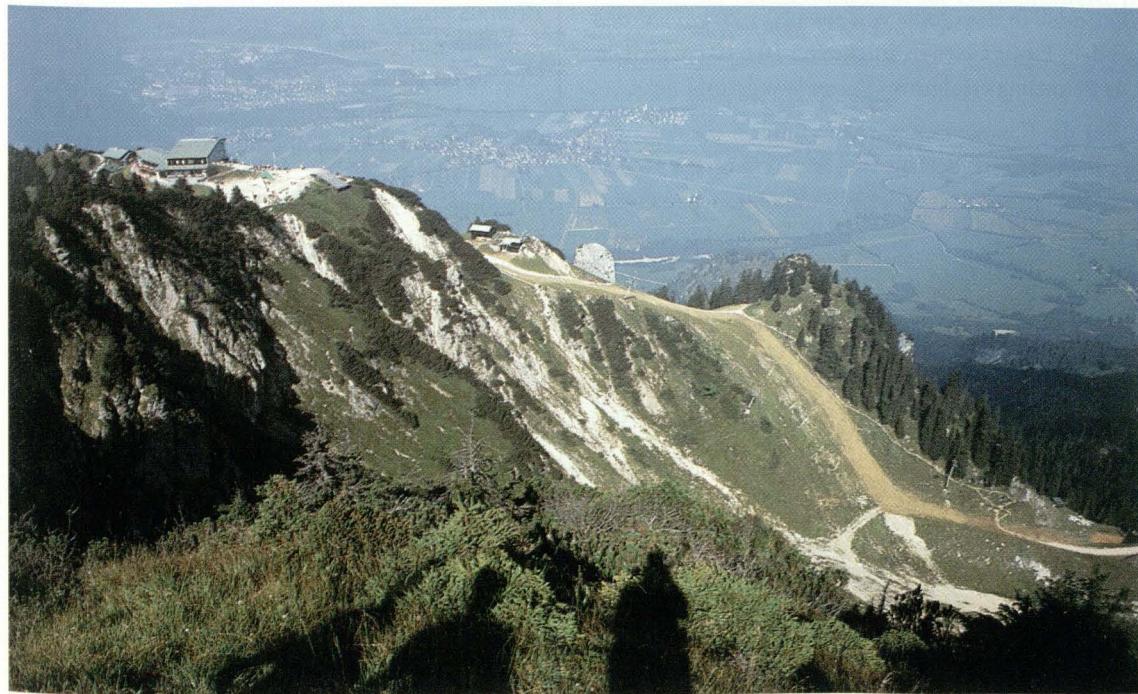


Abb. 5: Die Abbildung zeigt das Untersuchungsgebiet mit den Versuchsflächen auf der Skipiste. Versuchsfläche 1 liegt etwa in Bildmitte, Versuchsfläche 2 am rechten Bildrand

Für jede der Versuchsflächen wurde folgendes Raster verwendet:

Breite der Versuchsflächen 7 m

Unterfläche UF1 (2,3m)	Unterfläche UF2 (2,3m)	Unterfläche UF3 (2,3m)	
A oben: Grassoden 9 Soden pro m ²	B oben: Grassoden mit Überspannung durch Kokosgewebe 9 Soden pro m ²	C oben: Grassoden mit Ansaat und Überspannung mit Kokosgewebe 9 Soden pro m ²	Höhe der Versuchs- flächen 3 m
A unten: 16 Soden pro m ²	B unten: Grassoden mit Überspannung durch Kokosgewebe 16 Soden pro m ²	C unten: Grassoden mit Ansaat und Überspannung mit Kokosgewebe 16 Soden pro m ²	

Abb. 6: Aufteilung der Versuchsflächen

flächen sind auf eine Gesamtgröße von 7m x 3m ausgelegt.

Die Entnahme der Soden erfolgte außerhalb der Piste in einem Rostseggenrasen (*Carex ferruginea*) in der selben Höhenlage und bei gleicher Hangneigung. Die Soden in der Größe von etwa 20 x 20 cm wurden vor dem Einpflanzen in Stücke von 10 x 10 cm zerteilt. Die Pflanzung erfolgte im Raster jeweils auf Lücke.

Für die Rasenansaat war ursprünglich die Artenzusammensetzung der aus den Versuchen von Nebel und Fellhorn als Variante III bekannten Samenmischung vorgesehen.

Die Beschaffung dieser Mischung über den einschlägigen Großhandel erwies sich jedoch kurzfristig als nicht durchführbar; damit hätte der Versuch um 1 Jahr verschoben werden müssen.

Als Ersatz wurde deshalb eine handelsübliche Samenmischung verwendet. Es handelt sich dabei um den „Landschaftsrasen B extensiv mit Kräutern RSM 8, M 371“ (Mischung 1993) der Firma Samengroßhandel Andreas Weindl (vgl. Abb. 6)

Die verwendeten Geotextilien sollten folgende Anforderungen erfüllen:

- Schutz vor mechanischer Beschädigung.
- Fixierung der versetzten Vegetationsstücke und deren Schutz vor Ausschwemmung.

<i>Festuca ovina</i> Bornito	35,0 %
<i>Festuca rubra</i> com. Koket	20,0 %
<i>Festuca rubra</i> rubra Novorubra	20,0 %
<i>Festuca rubra</i> trich. Virtus	5,0 %
<i>Lolium perenne</i> Score	12,0 %
<i>Bromus erectus</i>	5,0 %
<i>Achillea millefolium</i>	0,2 %
<i>Centaurea jacea</i>	0,1 %
<i>Centaurea scabiosa</i>	0,1 %
<i>Crysanthemum leucanthemum</i>	0,2 %
<i>Daucus</i> darota	0,1 %
<i>Dianthus carthusianorum</i>	0,2 %
<i>Galium mollugo</i>	0,1 %
<i>Galium verum</i>	0,1 %
<i>Plantago lanceolata</i>	0,1 %
<i>Pimpinella saxifraga</i>	0,1 %
<i>Salvia pratensis</i>	0,2 %
<i>Sanguisorba minor</i>	0,1 %
<i>Lotus corniculatus</i>	0,3 %
<i>Medicago lupulina</i>	0,3 %
<i>Onobrychis sativa</i>	0,8 %

Abb. 7: Landschaftsrasenmischung Fa. Weindl (B extensiv mit Kräutern RSM 8).

- Reduzierung der Ausschwemmung von Grassamen.
- umweltgerechtes Zersetzungsvorhaben.
- leichte Handhabbarkeit bei möglichst geringen Folgekosten.

Auf den Unterflächen 2 und 3 (UF2 und UF3) wurde ein Kokosfasergewebe verwendet. Unterfläche 1 (UF1) blieb ohne Schutz.

Das aus 100% reinen Kokosfasern bestehende Geotextil besitzt eine Maschenweite von 10mm x 10mm und eine Reißkraft von 30 KN/m² bei einem Flächen gewicht von 700 g/m².

Die Gewebe wurden an den berg- und talseitigen Enden ca. 15-20 cm tief eingegraben, um Schneeschub bzw. Wassererosion am Hangfuß keine Angriffspunkte zu bieten.

Die am Hang vertikal verlegten Bahnen wurden an den Stößen 15cm überlappt und durch eine eigene Nagelreihe befestigt.

Die Haltbarkeit des Koksgewebes wird vom Hersteller mit ca. 4 Jahren angegeben, nach den bisherigen Erfahrungen scheint diese Aussage den Tatsachen zu entsprechen.

Befestigungstechnik

Die flächige Befestigung der 2m breiten Kokosbahnen erfolgte mit eigens dafür angefertigten Stahlnägeln in einer Dichte von 4 Stck./m². Die 20cm langen Nä-

gel bestehen aus einem 10mm starken gerippten Bau stahl. Aus dem Rundstahl wurden 27cm lange Stücke geschnitten, ein Ende (7cm) U-förmig umgebogen und das andere Ende zugespitzt.

Vegetationskundliche Aufnahme

In den folgenden Jahren wurden dann auf den Versuchsfächern vegetationskundliche Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET durchgeführt. Um bei der Untersuchung die Randeinflüsse möglichst gering zu halten, wurde ein, in der jeweiligen Teilfläche mittig liegendes Quadrat von 1 m x 1 m für die Untersuchungen gewählt. Zur Artenbestimmung in den Flächen mit Abdeckung durch Geotextilien mußte ein Quadrat fensterartig herausgeschnitten werden.

4.3 Ergebnisse

Nachstehend sollen die wichtigsten Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen auf den beiden Versuchsfächern „Finger“ und „Täfelehang“ dargestellt werden. Die Graphiken folgen dabei der in Abb. 6 dargestellten Anordnung und beziehen sich auf die festgestellte Entwicklung der Artenzahlen bzw. der Deckungswerte in den Aufnahmejahren 1993 und 1994.

Täfelehang: Flächen A - C Entwicklung der Deckungswerte

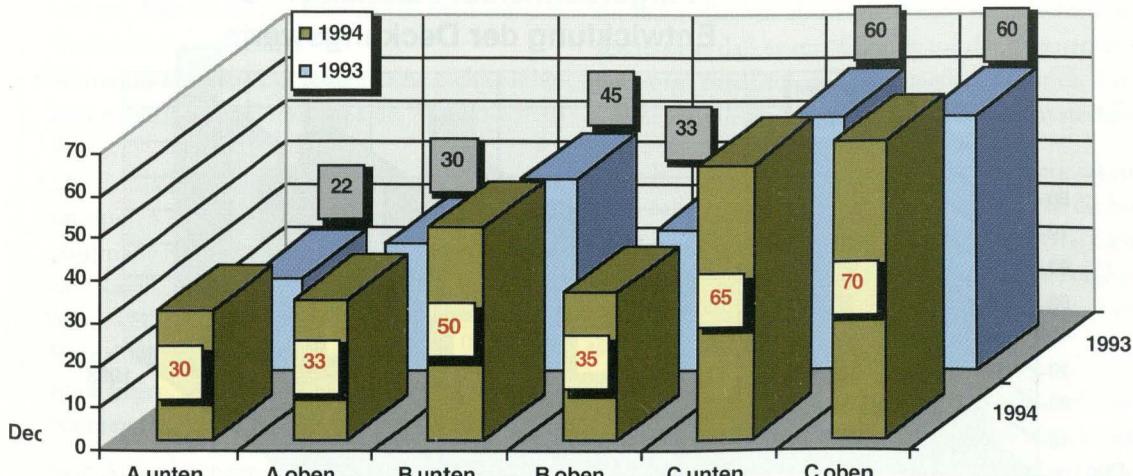


Abb. 8: Die Entwicklung der Deckungswerte am Täfelehang aber auch auf den anderen Flächen zeigte keinen linearen Zusammenhang zwischen der Zahl der Soden pro m² und dem Deckungsgrad. (Hohe Pflanzdichte = A,B,C - unten; niedrige Pflanzdichte = A,B,C - oben).

4.3.1 Pflanzdichte der Soden

Wie in Abbildung 6 dargestellt, wurden die Soden in unterschiedlicher Dichte gesetzt. Abb. 8 zeigt, daß eine Erhöhung der Pflanzdichte von 9 auf 16 Stück pro m² keine deutliche Verbesserung der Deckungswerte ergab.

4.3.2 Auswirkungen des Schutzes durch Geotextilien

Im Gegensatz zur Pflanzdichte der Soden erweist sich der Schutz durch Geotextilien als besonders wichtig und förderlich für den Deckungsgrad.

Wie die Abbildung 9 aus dem Versuchsbereich Fingerschneise beispielhaft erkennen läßt, liegen die mit Geotextil abgedeckten Bereiche im Deckungsgrad insgesamt deutlich höher als die, in denen nur Soden gesetzt wurden.

Durch die Verwendung von Geotextilien wird sehr viel schneller der erforderliche Deckungsgrad von über 70 % erreicht. Dies war auf den abgedeckten Bereichen schon im 2. Jahr nach der Pflanzung der Fall.

4.3.3 Artenzahlen

Die Flächen, die nur eine Sodenpflanzung erhielten, weisen eine hohe Einwanderungstendenz durch Arten der Umgebung auf. Die mit den Soden eingebrachten

Arten blieben (mit Ausnahme von *Cerastium holosteoides*, *Crepis aurea* und *Tofieldia calyculata*) weitgehend erhalten. Vielfach waren die Soden im 2. Standjahr von der Umgebung kaum zu unterscheiden bzw. exakt als solche abzugrenzen. Unter der Belastung des Wintersportes reichte dies dennoch nicht für einen befriedigenden Deckungsgrad aus. Es bedurfte des Schutzes durch die Geotextilien. Die Analyse der Artenzahlen und die Auswertung ihrer Deckung läßt ferner erkennen, daß die verwendete Ansaat-Mischung in der vorgegebenen Höhenlage und der bestehenden Belastung zu keiner Verbesserung der Deckungsgrade führt. Im Gegenteil wurde in einzelnen Teillächen sogar eine verdämmende Wirkung durch die Ansaat von *Festuca rubra* und *Festuca pratense* festgestellt.

Als Beispiel sei hier auf die Abbildung 10 zur Artengruppenverteilung nach 2 Jahren verwiesen.

4.3.4 Anforderungen an die Entnahmeflächen

Der Auswahl einer geeigneten Entnahmefläche für die Grassoden kommt eine besondere Bedeutung zu. Hierbei sind folgende Kriterien unbedingt zu berücksichtigen:

- die Entnahmestelle sollte möglichst die gleiche Exposition wie die zu bearbeitende Schadstelle aufweisen.

**Fingerschneise: Flächen A - C
Entwicklung der Deckungswerte**

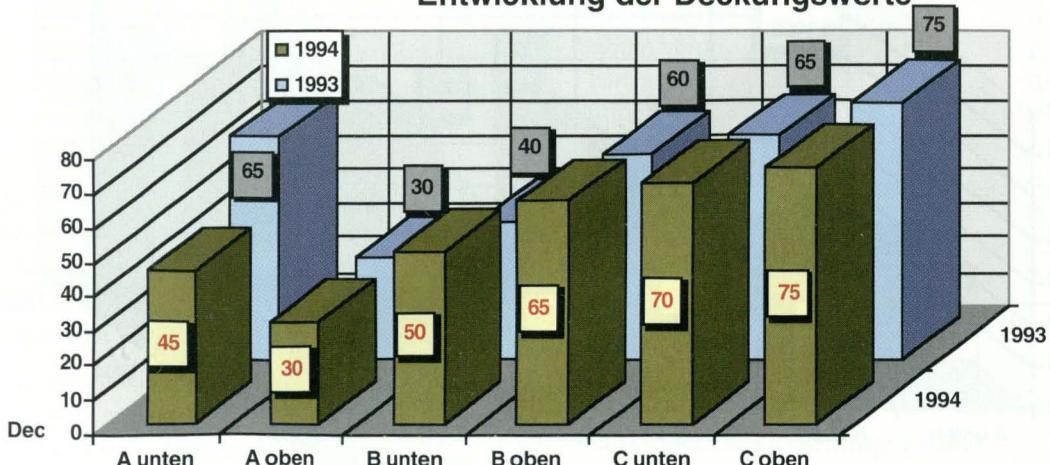


Abb. 9: Auf den Flächen mit Netz (B-unten, B-oben, C-unten und C-oben) ist der Deckungsgrad der Vegetation deutlich höher als auf den Flächen ohne schützende Abeckung (A-unten und A-oben)

Artengruppenverteilung nach 2 Jahren

Täfelehang: Unterflächen A - C

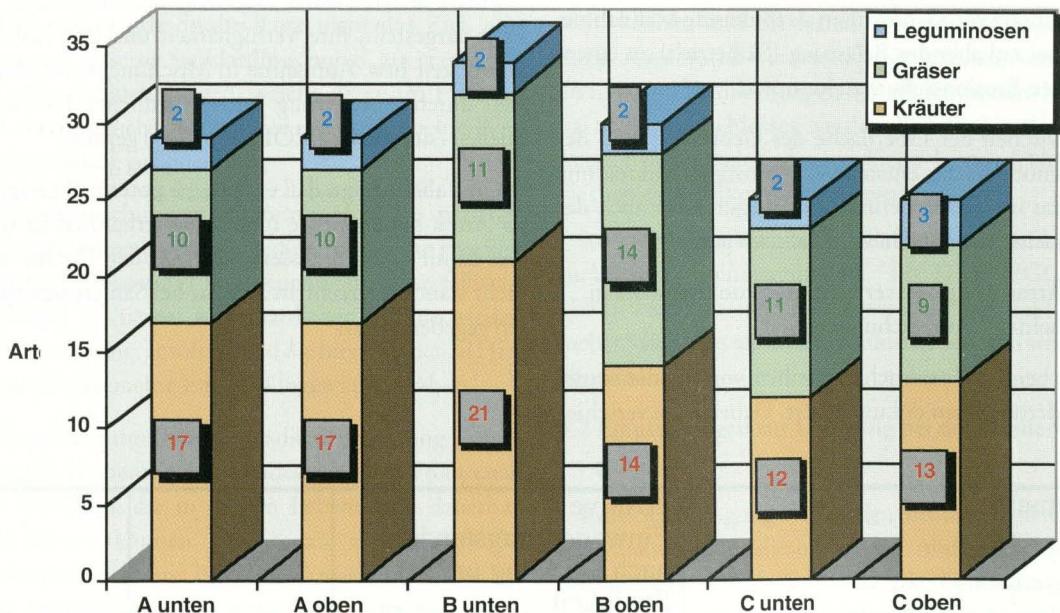


Abb. 10: Die Artengruppenverteilung nach 2 Jahren in der Untersuchungsfläche Täfelehang zeigt, daß auf den Ansaatflächen (Fläche C) die Artenzahlen nicht höher sind als auf den Flächen, in denen nur mit Soden gearbeitet wurde.

- Sie sollte im Hinblick auf die Regeneration nicht auf der Piste liegen und einer geringeren Belastung ausgesetzt sein.
- Sie sollte eine mindestens 10 cm starke Humusauflage aufweisen, um das Abschälen zu erleichtern und ein Abbröckeln der Humusschichten von den Grassoden zu vermeiden.
- Weiterhin sollte die Entnahmefläche nicht auf bereits gestörten Standorten (Planie, Ansaatflächen) liegen.
- Die Entnahmefläche soll eine für die Freiflächen im alpinen Raum charakteristische natürliche oder naturnahe Pflanzengemeinschaft tragen (z.B. alpine Rasen, Kammgraswiesen, Magerfettweiden usw.). Ungeeignet sind Soden auch dann, wenn die Entnahmeflächen in Schattlagen oder am Waldrand liegen, wenn die Sanierung einer stark besonnten Freifläche erfolgen soll.

Diese Anforderungen müssen zusätzlich noch mit der wirtschaftlichen Forderung nach einem möglichst kurzen Transportweg in Einklang gebracht werden. Der Vollständigkeit halber muß erwähnt werden, daß

die Entnahmefläche zur Vermeidung weiterer Erosion auf keinen Fall in Senken oder Rinnen liegen darf.

4.3.5 Entwicklung der Entnahmeflächen

Parallel zu den sanierten Flächen wurden auch die Entnahmeflächen abseits der Pisten untersucht. Hier zeigte sich, daß es im Hinblick auf die Regeneration besser ist, eine flächige Entnahmefläche (mit ca. 1 m² Größe) anzulegen, als punktuelle „Löcher“ zu stechen.

So lassen die Untersuchungen am Tegelberg erkennen, daß bei punktuellen Bodenwunden durch die hohen Gräser und Kräuter in der Umgebung wenig Licht und Wärme auf den Rohboden gelangt. Die Folge ist eine sehr langsame Vegetationsentwicklung bzw. Schließung der gestörten Vegetationsdecke.

Bei einer flächigen Entnahme hingegen auf etwa 1 m² großen Bereichen treten diese Effekte nicht auf. Die Flächen lassen sich gegebenenfalls auch unter zu Hilfenahme von Geotextilien rasch wiederbegrünen. Eine Entnahmefläche von 1 m² reicht für 13 - 14 m² Sanierungsfläche aus.

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, wie auf effektive und naturnahe Weise kleinere Problembereiche auf der Piste saniert werden können. Hier erwies sich der Einsatz von Geotextilien als fördernde Maßnahme, um bei anhaltender Belastung (Skibetrieb) zu einem raschen Erosionsschutz zu kommen.

Zwischen der Oberfläche des Geotextiles und der Bodenoberfläche entsteht ein günstiges Mikroklima für das im Boden befindliche Saatgut. Aber auch das Anwachsen der Soden wird dadurch gefördert.

4.4 Arten mit positiver Einwanderungstendenz in beiden Untersuchungsreihen

In beiden Untersuchungsreihen wurden die eingewanderten Arten dokumentiert. Dabei fielen verschie-

dene Arten durch hohe Stetigkeit und Deckungsgrad auf.

Für diese Arten wurde, wie in der nachstehenden Tabelle dargestellt, ihre Verfügbarkeit und ihre Anbauwürdigkeit bzw. Aufnahme in Mischungen auf Skipisten durch Auswertung unterschiedlicher Literaturquellen (siehe auch PRÖBSDL 1989) geprüft.

Die Tabelle zeigt, daß eine Reihe potentiell geeigneter Arten bereits heute im Handel erhältlich ist und daß damit gute Voraussetzungen für den Einsatz von mehr standortgerechtem Saatgut bei Sanierungsarbeiten gegeben wären.

Artnamen	Positive Einwanderungstendenz nach Deckung und Stetigkeit			
	Saatversuche	Soden-versuche	Anbauwürdigkeit bzw. Aufnahme in Mischungen auf Skipisten	Verfügbarkeit als Saatgut *
<i>Plantago alpina</i>	positiv	-	geeignet	nein
<i>Alchemilla vulgaris</i>	positiv	positiv	geeignet	ja
<i>Alchemilla alpina</i>	positiv	positiv	geeignet	ja
<i>Potentilla aurea</i>	eingeschränkt positiv	-	zu prüfen	nein
<i>Leontodon montanus</i> und <i>hispidus</i>	positiv	positiv	geeignet	nein ja
<i>Campanula scheuchzeri</i>	eingeschränkt positiv	einge-schränkt positiv	eingeschränkt geeignet	nein
<i>Deschampsia cespitosa</i>	positiv	positiv	eingeschränkt geeignet	ja
<i>Ranunculus montanus</i>	-	positiv	ungeeignet	nein
<i>Sesleria varia</i>	-	positiv	ungeeignet	ja
<i>Scabiosa lucida</i> und <i>columbaria</i>	-	einge-schränkt positiv	ungeeignet	nein ja
<i>Carex sempervirens</i>	-	positiv	ungeeignet	nein

Tab. 9: Arten mit positiver Einwanderungstendenz und ihre Anbauwürdigkeit bzw. Verfügbarkeit (* Angaben nach Conrad Appel GmbH, Wildpflanzensamen)

5. EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRAXIS

5.1 Empfehlungen für die Verwendung von Saatgut

Die vorliegende Studie hatte nicht das Ziel, eine neue „verbesserte Standardmischung“ zu erarbeiten, sie sollte vielmehr zeigen, welche Arten im Hinblick auf eine möglichst naturnahe, standortgerechte Wiederbegrünung geeignet sind.

Saatgutmischungen sollten immer an die speziellen Standortbedingungen angepaßt sein und die jeweilige Nutzung (Belastung) berücksichtigen. Eine fallweise Beratung ist hierbei wirtschaftlicher als eine wiederholte Sanierung. Insofern sind die hier gegebenen Hinweise als allgemeine Empfehlungen zu verstehen.

Eine Saatgutmischung, die die Bezeichnung „Alpinsaatgut“ verdient, sollte mindestens 50% Pflanzenarten enthalten, die in diesem Lebensraum dauerhaft vorkommen können. Der Zusatz von einigen Gewichtsprozenten an „*Poa alpina*“ reicht nicht aus, um eine Standardmischung zum Alpin- oder Skigebiets-saatgut zu machen.

Ein weiteres Kriterium ist ein hoher Kräuteranteil, der zusammen mit den Leguminosen ca. ein Drittel ausmachen sollte. Besonders bewährt haben sich im vorliegenden Fall *Achillea millefolium*, *Centaurea montana*, *Leontodon hispidus* sowie *Lotus corniculatus* und *Galium mollugo*.

Weitere Kräuter können je nach Standort und Höhenlage empfehlenswert sein.

Grundsätzlich sollte der Auftraggeber darauf bestehen, daß ihm zu der Ansaatmischung die genauen Gewichtsprozente der enthaltenen Arten genannt werden. Eine allgemeine Angabe „mit Kräutern“ sollte nicht akzeptiert werden.

In Anbetracht der Kosten, die Baumaßnahmen verursachen, sollte nicht an den Kosten für standortgerechtes Saatgut gespart werden. Die Kosten reduzieren sich bei Verwendung eines geeigneten Saatgutes auch durch die weniger aufwendige Düngung und Pflege (Nachdüngung, Nachsaat, Zäunung usw.).

Nicht unerwähnt bleiben soll, daß zwar mit den vorgeschlagenen Ansaatmischungen eine bessere Anpas-

sung an den Standort und ein rascher Erosionsschutz erreicht werden kann, daß es sich aber bei den empfohlenen Arten um solche handelt, deren Provinienz wir nicht kennen und die fernab von der Samengewinnung ausgebracht werden. Damit können Verfremdungen und Vermischungen mit autochthonem Material nicht ausgeschlossen werden. Die dargestellte Verwendung der Sodenpflanzen bietet hier auf kleinen Flächen eine willkommene Alternative.

Im übrigen bleibt zu hoffen, daß die begonnene Anzucht von Alpinsaatgut (vgl. LICHTENEGGER, 1994) weiter vorangetrieben wird, so daß bald vermehrt Samen aus alpinen Herkünften bezogen werden können.

5.2 Empfehlungen zur Düngung bei der Wiederbe-grünung

Eine Startdüngung ist auf den zumeist feinerdearmen Standorten insbesondere bei Abdeckung durch Strohhäcksel erforderlich. Für die Grunddüngung sollte zur besseren und gleichmäßigeren Verteilung, und um Verbrennungen oder Verätzungen zu vermeiden, zunächst kein organischer Dünger in Form von Mist, Jauche oder Gülle gegeben, sondern sich langsam auflösendes Granulat bevorzugt werden (vgl. PRÖBSDL, 1990). LICHTENEGGER (1994) verlangt zu Recht von der umweltgerechten Düngung in den Hochlagen, neben der langsamen und nachhaltigen Stickstofffreisetzung und einem hohen organischen Stickstoff- und Basenanteil auch

- eine seuchenhygienische Unbedenklichkeit
- eine weitgehende Freiheit von Schwermetallen sowie
- eine geringe organische Schadstoffbelastung.

Diesen Anforderungen werden zur Zeit vor allem die Mittel Biosol und Rhizinusschrot gerecht. Auch Mineraldünger bezeichnet LICHTENEGGER (1994) als ungeeignet für das Bergland, da zum Einen eine sehr starke Auswaschung der Nährstoffe stattfindet und zum Anderen der Gehalt an das Edaphon schädigenden Trägerstoffen wie Chloriden und Sulfaten sehr hoch ist. Außerdem ist die Zufuhr von organischer Substanz schon deshalb vorzuziehen, weil sie eine stärkere Verfügbarkeit der gebundenen Mineralstoffe bewirkt.

Die Saatgutmischungen sollten im Zweifel so zusammengestellt werden, daß auf düngeabhängige Arten wie *Poa pratensis* oder *Festuca pratensis* in den Hochlagen verzichtet wird. Damit kann eine permanente Düngung und eine Verdrängung autochthoner Arten verhindert werden, denn Saatgutauswahl und Düngung hängen eng miteinander zusammen.

Anschrift der Verfasser:

Ulrike Pröbstl
St. Andrästr. 8
82398 Etting-Polling

Ulrich Ammer
Eichendorf 1
82390 Eberding

Siegfried Karpf
Schaffelbergstr. 16
72487 Oberammergau

Schrifttum:

- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Junggärtner (ADJ) e.V. (1989): Modell Kleinwalsertal: Hochlagenbegrünung mit standortgerechter Vegetation. Bonn: Adj, 22 S.
- Braun-Blanquet (1928/1964): Pflanzensoziologie. 1928: 1.Aufl., 1964: 3.Aufl. Springer, Wien
- Ellenberg, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Ulmer Verlag. 989 S.
- Lichtenegger, E. (1994): Hochlagenbegrünung unter besonderer Berücksichtigung der Anwendung organischer Dünger und eines bodenständigen Saatgutes, Vortrag anlässlich der 9. Hochlagen-Umwelttagung in Lech-Zürs
- Messerli, P. (1989): Mensch und Natur im alpinen Lebensraum, Risiken - Chancen - Perspektiven, Stuttgart
- Oberdorfer, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 5., überarb. u. erg. Aufl. - Stuttgart: Ulmer.
- Partsch, K. (1980): Reform der Rekultivierung im Hochgebirge. In: Deutscher Gartenbau, H. 18
- Pröbstl, U. (1989): Skisport und Vegetation: Die Auswirkungen des Skisports auf die Vegetation der Skipiste. Weilheim: Stöppel. 127 S.
- Schiechtl, H. M. (1967): Wildgräser- und Wildkräutersaat in der Grünverbauung. In: Garten und Landschaft, H. 2, S 48-53.
- Schiechtl, H. M. (1974): Rasen als Baustoff für Sicherungsarbeiten im alpinen Landschaftsbau. In: Rasen/Turf/Gazon, Jg. 5, Heft 2, S. 39 - 43
- Zaugg, M. (1984): Hochlagenbegrünung mit standortgerechten Pflanzen, in: Der Gartenbau, Heft 43, S. 1723-1725



Die Abbildung zeigt eine Fläche mit Sodenverpflanzung vor dem Ausbringen des Netzes.



Der Klaffer-Kessel, eine Gletscherwerkstatt der Eiszeit

Ein landschaftliches Kleinod der Ostalpen in der Steiermark

Von *Raimund Fischer*

Es wird der Versuch unternommen, den Klaffer-Kessel – ein hochgelegenes Riesenkar in den Schladminger Tauern – im Mittelteil der Niederen Tauern gelegen – den interessierten Bergwanderern vorzustellen und auf die mannigfältigen Spuren hinzuweisen, welche die Gletscher während der letzten Eiszeit hinterlassen haben.

Als steingrauer Irrgarten wurde die Landschaft bezeichnet, die mehr als 30 kleine Seen von kristallener Klarheit aufzuweisen hat. Sie werden während des ganzen Sommers vom Firnschmelzwasser gespeist, das rundum von den Graten und Gipfeln der einschließenden Berge herabströmt. Das Riesenkar könnte nach Meinung von Geologen durch Zusammenbau vieler Kleinformen entstanden sein. Hans Wödl, der vor mehr als 100 Jahren den Klaffer-Kessel erschlossen hat, vermutet hingegen, daß die Gletscher einen mächtigen Gebirgsstock zum Einsturz brachten und damit die heutigen Landschaftsverhältnisse geschaffen haben.

Einige der wichtigsten Zugänge zum Klaffer-Kessel werden vorgestellt, ihre Vor- und Nachteile aufgezeigt. Außerdem wird die Unberührtheit der Landschaft angedeutet, deren Vorteile erst bei mehrfachen geruhsamen Durchwanderungen erkannt werden. Der Aufbau aus silikathaltigen Gesteinen bedingt das Vorkommen ureigenster Pflanzen, unter denen seltenen und schützenswerte Arten zu finden sind. Das für den Menschen gut zugängige Hochkar des Klaffer-Kessels nimmt eine Fläche von 250 ha ein. Durch seine Lage blieb es seit der Eiszeit geschützt und hat auch durch den Tourismus keine Einbußen erlitten. Dieser Naturschatz inmitten der Alpen nimmt im Bewußtsein der Menschen kaum einen Platz ein, er eignet sich nicht für den modernen Massentourismus.

Zweifellos ist er eine Stätte von universellem Wert im Sinne der Unesco-Konvention und verdiente es daher, in die Welterbeliste dieser Organisation aufgenommen zu werden.

Ein Bergwandererlebnis ganz besonderer Art bietet der Klaffer-Kessel in den Niederen Tauern in der westlichen Steiermark. Meine persönlichen Erinnerungen an diese bis heute unberührt gebliebene Alpenlandschaft gehen auf Wanderungen zurück, die schon längere Zeit zurückliegen, in meiner Erinnerung dennoch nicht verblasen. Die geringe Chance der nochmaligen Begehung dieser Route (aus Altersgründen) intensiviert das Verlangen, an Hand von Aufzeichnungen und Fotos die eindrucksvolle urwelthafte Landschaft aufs neue zu erleben.

Die Niederen Tauern schließen östlich der Linie St. Johann im Pongau – Großarltal – Murtörl – Murtal und Tamsweg an die Hohen Tauern an und bilden mit diesen die Zentralalpen. Aufgebaut sind die Niederen Tauern hauptsächlich aus Urgesteinsarten, seltener aus Kalk und Schieferschichten der Perm- und Karbonformation. Sie nehmen im Verlauf ihrer west-östlichen Streichungsrichtung an Höhe ab, ihr Name „Niedere Tauern“ sollte aber nicht dazu verleiten, sie in ihrer Urwelthäufigkeit, in ihrem Formenreichtum zu unterschätzen. Sie können in der Gegenwart allerdings nicht wie die Hohen Tauern mit Gletschern aufwarten, doch sind sie – selbst für den Unkundigen gut erkennbar – von der Tätigkeit einstiger Gletscher geprägt. Die wuchtigen, Respekt einflößenden steilen und zerklüfteten Hänge aus dunklem Gestein weisen scharfe Grate, Scharten und mühsam bezwingbare Pyramidendengipfel auf. Das Wasser der ergiebig fallenden Niederschläge versickert nicht rasch und unvermittelt in Rissen und Spalten, wie es im Kalkgebirge der Fall ist.

Es sammelt sich vielmehr in schuttreichen Karen an, bildet malerische Seen in verschiedenen Größen oder stürzt unter lautem Getöse über steile Hänge herab, wenn es zu einem Abgrund gelangt. Vermehrte Niederschläge während der Sommermonate vervielfachen die Zahl der Sturzbäche und Wasserfälle.

Die Beschlusfassung der Länder Steiermark und Salzburg im Jahr 1977, in den Schladminger Tauern einen NATIONALPARK „NIEDERE TAUERN“ einzurichten, ist bis heut ohne Wirkung geblieben; das Vorhaben scheint überhaupt in Vergessenheit geraten zu sein.

1. Die Wahl der Routen zum Klaffer-Kessel

Wie schon eingangs erwähnt ist er ein Teil der Schladminger Tauern, die den mittleren Teil der Niederen Tauern bilden. Augangsort für alle Wanderungen ist der Raum Schladming (Seehöhe 749 m), das bekannte Touristen- und Wintersportzentrum im oberen Ennstal, das in der Mitte zwischen dem Dachstein-Gebirge im Norden und den Schladminger-Tauern im Süden liegt. Es bieten sich ein- bis mehrtägige Anstiege zum Erreichen unseres Wanderzieles Klaffer-Kessel an. Für eine genussvolle Tour sollte man mindestens 3 bis 4 Tage veranschlagen. Als Ausgangspunkt nehmen wir zunächst die Preintaler Hütte an. Sie kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden:

Tour 1: Mit dem Auto bis zum Ort Ruperting oder von der Bahnstation Haus zu Fuß nach Ruperting. Über sanfte Steigungen des Petersberges führt der Weg über die flachen Nordhänge des Schwarzkogels ins Tal des Seewigbaches (linkes Seewigtal). Den Bodenseebach aufwärts erreicht man den ersten der drei übereinander, in Trogtälern liegenden Seen, nämlich den 1157 m hoch gelegenen Bodensee. Er bezieht sein Wasser von einigen Wasserfällen, die über eine steile Talstufe herabstürzen. Das Geräusch der stürzenden Wasser wird uns auf der Wanderung durch das kristalline Gebirge begleiten. Über einen Serpentinenweg gelangt man zur Hans Wödl-Hütte in 1528 m Seehöhe. Sie trägt den Namen des Erschließers der Schladminger Tauern.

Hans Wödl, ein Kaufmann aus Wien, schuf 1924 den ausgezeichneten „Führer durch die Schladminger Tauern“. Er war es gewesen, der sich um die Markierung der Fußwege von der Wödl-Hütte bis zur Golting-Hütte kümmerte, wobei er besonders um eine Weggestaltung durch den Klaffer-Kessel bemüht gewesen ist.

In der Wödl-Hütte empfiehlt sich die erste Nächtigung. Wer um gute Zeitausnutzung bemüht ist, könnte noch dem nahe gelegenen Hüttensee, 1503 m, einen Besuch abstatte. Am 2. Tag geht man am Hüttensee entlang, der in einer tiefen Mulde eingebettet liegt und von den unzugänglich scheinenden Nordabstürzen der Kleinen Wildstelle (2577 m) und der Hochwildstelle



Abb.1: Blick von der Neualm-Scharte (2347 m) nach Norden in das Seewigtal, das Dreistufen-Trogtal, jede Stufe mit einem eiszeitlichen Seebecken.

(2747 m) umrahmt wird. Alle Seen dieses Gebietes verdanken ihre Existenz der Eiszeit, in welcher die langsam fließenden Gletscher die Seebecken ausschürften. Der nächste, 3. See, an dem unser Weg vorüberführt, ist der Obersee (1672 m), er liegt bereits oberhalb der Baumgrenze. Das faszinierende an dieser Route sind die Ausbildung der Trogtäler – auch ein Schürfergebnis der Gletscher – und die dazugehörigen Talschlüsse, die jeweils überwunden werden müssen. Während des Frühsommers sind die Hänge mit den unzähligen purpurnen Blüten der ROSTBLÄTTRIGEN ALPENROSE (*Rhododendron ferrugineum*) bedeckt, in den Klüften und Rinnen hingegen gibt es noch reichlich Firnschnee. Im steilen Anstieg geht es über die Neualmscharte (2347 m) [Abb. 1 u. 2] und von hier an immer bergab, bis man auf dem Höfersteig die Preintaler Hütte (1657 m) erreicht, wo man die 2. Nächtigung vornimmt. (Die Hütte ist nach der alpinen Gesellschaft „Die Preintaler“ benannt, die im Jahr 1886 mit der touristischen Betreuung der Schladminger Tauern begann.)

Tour 2:

Von Ennsling nahe beim Ort „Haus“ mit der Seil schwebebahn über den Gumpenberg zur Bergstation und von da zu Fuß zur Krummholzhütte (1820 m) oder von Haus direkt mit der Seilschwebebahn zur genannten Hütte. Der Weiterweg über den Hauser Kaibling (2015 m) gewährt einen wundervollen Rundumblick auf die Gipfel des Dachsteingebirges im Norden und auf die im Süden aufragenden Tauern gipfel. Der Weg nach dem Süden führt über den Roßfeldsattel, am Rand des Kaiblingloches entlang zur Karlspitze und zur Kaiblingloch-Scharte. Wir genießen in diesem Meer von dunklen, verschieden hoher Bergspitzen [Abb. 3] die große Einsamkeit, die der Bergwanderer hier auf dieser Route in einem kaum geahnten Ausmaß vorfindet. Stundenlang ist man auf weltentrückten Pfaden unterwegs, ohne einer Menschenseele zu begegnen. Gelegentlich nur haften sich neugierige Schafe an die Fersen des Wanderers, um ihm den salzigen Schweiß von Beinen und Armen zu lecken. [Abb. 4]



Abb. 2: Blick von der Neualm-Scharte nach Westen auf die Schladminger Tauern. Am Horizont von li. nach re.: Greifen- und Rauhenberg, Hochgolling, Zwerfen- und Elendberg, Pfeifer und Geinkel, die 4 letztgenannten Gipfel über 2600 m hoch.



Abb. 3: Auf einsamen Pfaden durch die unberührte Natur der Schladminger Tauern, von der Krummholtzhütte zum Höchstein.



Abb. 4: Gelegentlich heften sich neugierige Schafe an die Fersen des Wanderers, etwa in der Gegend der Kaibling-Alm.

Vielleicht läßt sich die paradiesische Einsamkeit, die den Bergwanderer schon im Vorfeld des Klaffer-Kessels umgibt, am besten durch ein kleines Erlebnis illustrieren, das ich im Juli 1963 hatte. Ich stieg eine von Schieferplatten gebildete Schutthalde hinunter, und um zu verschraufen, blieb ich für einen Augenblick stehen. Ich musterte interessiert die Farbenpracht des Schuttmaterials, als mich in einiger Entfernung etwas Helles, Lebendiges blendete, das aber, so schnell es aufgetaucht war, auch schon wieder verschwand. Sekunden später nahm ich das bewegte Etwas schon bedeutend näher wahr. Nun erkannte ich auch bereits, daß es ein kleines Wiesel war, das sich äußerst vorsichtig und sichernd an mich, das unbekannte Wesen, heranpirschte. Blitzschnell verschwand es zwischen den Schieferplatten, um einen Augenblick später an anderer Stelle aufzutauchen und neugierig nach meiner Person auszuschauen. Ich stand wie zu einer Säule erstarrt da und wagte kaum zu atmen. Das Wiesel schien keine Furcht vor mir zu haben. Immer enger zog es Kreise um mich. Noch ein paar blitzschnelle Sprünge und das kleine Kerlchen nahm Fühlung mit mei-

nem Bergschuh auf. Ohne den Kopf zu bewegen, äugte ich vergnügt zu meinem rechten Schuh hinunter, um mir nichts entgehen zu lassen. Noch immer schien das Wiesel keinen Argwohn zu haben. Behutsam tappete es mit seinen Vorderpfoten den Schuh hinauf und schnupperte interessiert an meinem Bein hoch. Schon erwartete ich, daß es blitzschnell an mir hochkletterte. Dazu konnte es sich aber dennoch nicht entschließen, irgend etwas schien ihm doch nicht ganz geheuer zu sein; ich glaube, daß es mein Schweißgeruch war. Ohne Hast ließ es schließlich von mir ab und hüpfte bergwärts davon. Vermutlich war ich der erste Mensch gewesen, den das Wiesel in seiner Bergheimat erblickte. Und ich hatte nie mehr eine ähnlich berührende Begegnung.

Wir setzen den Weg über die Moaralmscharte und Zwieslingscharte fort und erreichen auf einem sehr steilen Anstieg die Spitze des Höchsteins (2543 m), dessen formschönen Gipfel wir die ganze Zeit vor Augen gehabt haben. [Abb. 5] Die Aussicht ist überwältigend, Hochwildstelle, Waldhorn und Hochgolling sind selbst bei diesigem Wetter noch gut auszumachen.



Abb. 5: Über Firnschneefelder und Schieferschuttmassen führt der Weg zum Höchstein, dem von diesem Standpunkt aus seine Höhe von 2543 m nicht anzumerken ist.



Abb. 6: Blick vom Höhenweg zur tiefer liegenden Neualm, dahinter der Riesachsee.

Der Gipfel des Höchsteins kann geringfügig umgangen werden, man folgt sodann dem Weg über die Kaltenbachschulter, vorbei am düsteren Kaltenbachsee, stets bergab bis zur Neualm (1849 m) [Abb. 6] und längs des Höfersteiges zur Preintaler Hütte. Diese Tour über den Höchstein ist anstrengend und wild. Vielfach kommt man auf steilen Bergflanken über steile Wegstücke, vor deren Verlassen ausdrücklich gewarnt werden muß. Vor allem sollte man sich nicht darauf einlassen, unmarkierte Wege zu benützen.

Tour 3: Die kürzeste Tour erfordert immerhin drei Tage. Den ersten Tag benützen wir zum Anmarsch zur Preintaler Hütte. Dazu fahren wir mit dem Autobus von Schladming aus durchs prachtvolle Untertal bis zum Wirtshaus „Weiße Wand“, das malerisch zwischen den Felsblöcken eines Bergsturzes steht. Taleinwärts von der Weißen Wand gabelt sich der Weg, links führt er vorbei an den Riesachwasserfällen zum Riesachsee, rechts geht es im Steinriesental zur Golling-Hütte, ebenfalls ein Stützpunkt zum Aufstieg in den Klaffer-Kessel. Die 70 m hohen Riesachwasserfälle liegen nur wenige Gehminuten abseits vom Almweg, sie sind die höchsten Wasserfälle der Steiermark.

Der Anmarsch bis zur Preintaler Hütte nimmt etwa 4 bis 5 Stunden in Anspruch, ein Aufstieg zum Klaffer-kessel am gleichen Tag ist nicht zu empfehlen. Der Weg über dieses Hochkar zur Golling-Hütte verlangt neben guter körperlicher Verfassung vor allem Muße. Wer sich im Klaffer-Kessel keine Zeit zum Schauen und Staunen nimmt, sollte ihn erst gar nicht aufsuchen. Gewalttouren lassen sich auch anderswo unternehmen.

Der Nachmittag des Anmarschtages könnte am besten zu einem Besuch der etwa eine Stunde entfernten Sonntagskarseen benützt werden. Die wuchtige Landschaft, in der die beiden Seen eingebettet liegen, trägt mit ihren ringsum befindlichen Spitzen und Graten ernste Züge. Unvergänglich bleibt dabei der Rückblick auf die gigantisch wirkenden Südwände der Hochwildstelle (2746 m), über deren ganze Länge bei günstigen Wasserverhältnissen unzählige Sturzbäche sich ergießen. **Hannes Broer** weiß zu berichten, daß die beiden Gewässer bis weit in den Sommer hinein mit Eis bedeckt sind und sich schon anfang Oktober neu erlich eine spiegelglatte Eisfläche bildet; der Obere Sonntagskarsee liegt 2064 m hoch. [Abb. 7]

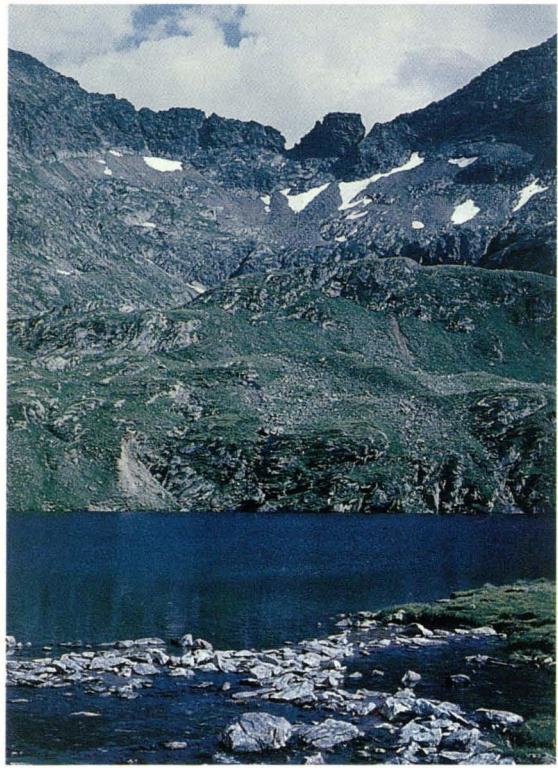


Abb. 7: Der Untere Sonntagskarsee, 1962 m hoch gelegen, bietet sich für einen Kurzausflug von der Preintaler Hütte an.

2. Vom Greifenstein zum Greifenberg: Fels, Firn und Wasser

Am frühen Morgen eines schönen Sommertages brechen wir von der Preintaler Hütte auf, um zum Klaffer-Kessel aufzusteigen. Über einen Sattel kommen wir in das wuchtige Haupttal, auf dessen Grund der Klafferbach fließt. Wir durchschreiten die Mulde des Äußeren Lämmertals, queren auf einem schmalen Steg den Bach und nehmen an der Weggabelung den gutmarkierten rechten Steig. Er schlängelt sich längs eines Rückens zwischen Äußerem und Innerem Läm-

merkar in Form von Serpentinen hinauf. Immer wieder über grobe, plattenförmige Schuttmassen steigend, erreichen wir die Höhe der Steinkar-Wände. Ange-sichts der Nordwände des Greifensteins gewinnen wir den Hochkessel des Steinkars, um in der Falllinie auf-wärts das erste Teilziel unserer Wanderung, die Untere Klafferscharte (2286 m)* zu erreichen [Abb. 8].

Wir verschraufen auf dem grasigen Rücken der Scharte, um uns ein wenig vom steilen Anstieg (Höhenunterschied zur Preintaler Hütte 629 m) zu erholen und an Hand der Karte zu orientieren. Wir ver-säumen es nicht, unseren völlig erhitzten Körper vor dem „kühlenden Lüftchen“ zu schützen, das nicht ohne Schärfe über die Scharte streift. Vor uns liegen die ersten Karseen des Kessels, die sogenannten Klippenseen. In ihnen spiegelt sich tiefblau der morgendliche Himmel. Dahinter erhebt sich fast im Zentrum des Kessels der 2378 m hohe Klafferkogel, der von diesem Standort aus gesehen den Großteil der mächtigen Pyramide des Greifenberges (2618 m) und die zackige dunkle Schneide des Rauenberges (2585 m) verdeckt. Beide Berge schirmen den Klaffer-Kessel, dessen Kar-Struktur noch kaum zu erkennen ist, nach Südwesten ab. Wir steigen die letzten Wegminuten zum Abfluß der Klippenseen hinunter und erblicken rechts unter uns den Unteren Klaffersee (2103 m). Beim weiteren Anstieg umgehen wir die terrassenförmig übereinander liegenden Klippenseen, sie sind nur durch schmale, geschliffene Felsbänder voneinander getrennt. Ihr Wasser schillert in allerlei kalten Farbschattierungen. An den schattseitig liegenden Rändern finden sich meterdicke Wächten aus Firnschnee vor [Abb. 9], die durch ihre gleißende Helligkeit die Tiefe der kleinen Seen ausleuchten. Überwältigend schön ist der Fernblick zum Dachsteinmassiv, das in der frühen Morgensonnen in zartes rötliches Licht ge-

* Bevor wir den Klaffer-Kessel durchwandern, sollen einige geomorphische Begriffe in Erinnerung gerufen werden: Kare sind kesselförmige Senken in hochgelegenen Gebirgslandschaften. Sie gehen auf die Tätigkeit einstiger Gletscher zurück, sie könnten als ihre „Wiege“ bezeichnet werden. Gletscher bewegen sich stetig, wenn auch überaus langsam talwärts. Dabei nehmen sie von den umschließenden Wänden (Wandverwitterung) und vom Boden (Erosion) felsiges Material mit, wobei eine sich ständig vertiefende und größer werdende Mulde entsteht. Das Ergebnis ist ein steilwandiges Becken, eine sesselförmige Hohlform mit steilen Rück- und Seitenwänden im anstehenden Fels. Zum Tal hin wird das Kar durch eine Karschwelle abgeschlossen. Entstehen zu beiden Seiten eines Bergrückens Kare, so kann es vorkommen, daß sie den trennenden Gebirskamm abtragen, wodurch es zur Bildung einer Scharte kommt. Durch die Untere Klafferscharte betritt man das Riesenkar des Klaffer-Kessels (klaffen = nach oben offen sein). Scharten werden schon immer von Menschen für die Anlage von Wegen und Straßen benutzt.

Moränen sind Ansammlungen von Gesteinsschutt, den der abfließende Gletscher mittransportiert hat und bei seinem Rückweichen hinterläßt. Ein Gletscher zieht sich immer talaufwärts zurück, und zwar dann, wenn im sogenannten „Nährgebiet“ weniger Schnee zu Eis wird als im „Zehrgebiet“ abschmilzt oder verdunstet.

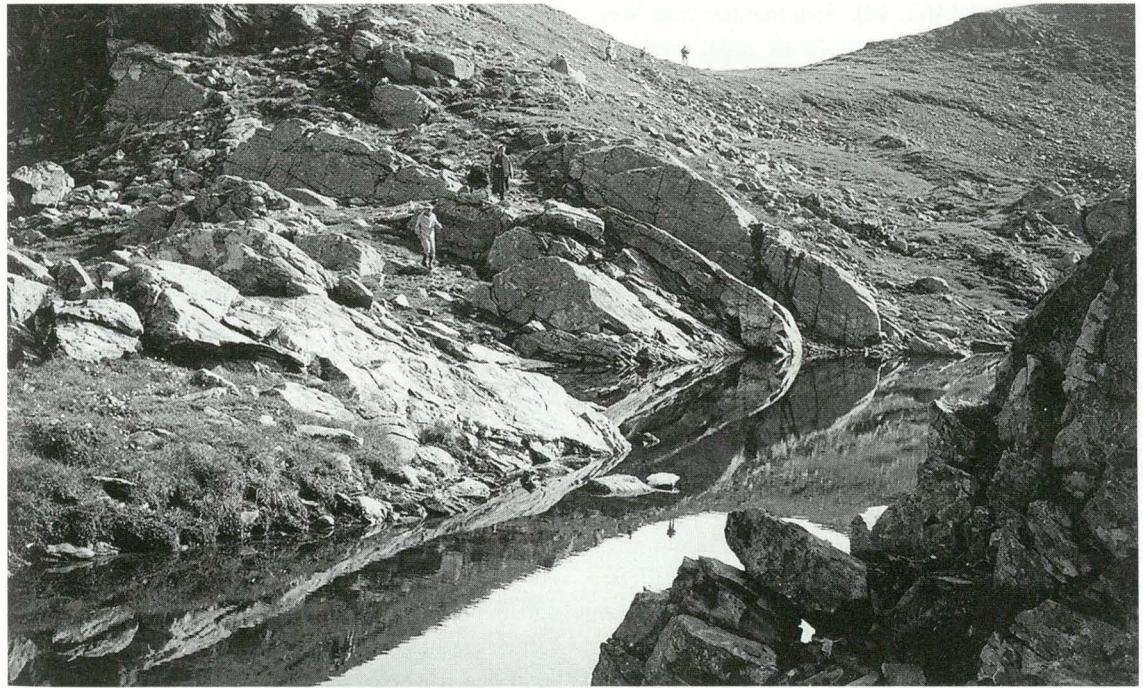


Abb. 8: Die Untere Klafferscharte (2286 m) bildet den „Eingang“ in das Hochkar des Klaffer-Kessels. Die reizvollen Klippenseen von geringer Größe erhöhen die Freude auf das bevorstehende Wandererlebnis.



Abb. 9: An den schattseitig liegenden Rändern der Miniaturseen liegen oft meterdicke Wächten aus Firnschnee, die gleißende Helligkeit verbreiten.

taucht erscheint [Abb. 10]. Steinmänner und Wegzeichen leiten uns leicht ansteigend in das große Kar hinein, dessen faszinierender Aufbau immer deutlicher erkennbar wird.

An den kleinen Tümpeln der Gamsaugen vorbei gelangen wir über die Wasserscheide zum Törlsee hinab, in welchem sich der gigantische Felsklotz des Greifenstein (2372 m) spiegelt. Wie eine Sphinx steht der rundgeschliffene Klotz vor uns und gibt Kunde von der Wirkung der ihn einst bedrängenden Gletschermauern. Für die Orientierung innerhalb des Klaffer-Kessels gibt der griffige Stein einen wertvollen Bezugs-punkt ab.

Die Landschaft gewinnt von jedem neuen Standort aus neue, interessante Züge. Das Brausen und Donnern stürzender Wassermassen in den Ohren, erreichen wir den größten aller Seen, den Oberen Klaffersee (2311 m). Um zu seinen Ufern zu kommen, verlassen wir für kurze Zeit den markierten Weg. Mit magischer Kraft zieht seine spiegelnde Oberfläche den vorbeizie-henden Wanderer an. Der Boden des Kars ist hier fast eben. Das dunkel gefärbte Gestein ist an trockenen Or-

ten dicht mit bunten Krusten diverser Flechten be-deckt. Bei genügend Feuchtigkeit stellen sich bräunlichgrüne Moosteppiche ein, die den Schritt ange-nehm dämpfen. Wo sie hingegen ständig überrieselt werden, quillt bei jedem Schritt das gespeicherte Was-ser hervor, das sie von den unzähligen Eisbächlein be-ziehen, die von den Hängen der Klafferschneide her-abströmen. Unter Rauschen und Plätschern, Gurgeln und Glucksen ergießen sich die Wässer in den majes-tatisch daliegenden Oberen Klaffersee. Von Südwesten aus gesehen beherrscht seine Oberfläche den größten Teil des Gesichtsfeldes [Abb. 11]. Wie ein klei-ner, unscheinbarer Berg spiegelt sich die formschöne Kuppe der Hochwildstelle in der gekräuselten Ober-fläche des Sees [Abb. 12].

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß bei der Durch-querung des Klaffer-Kessels die Witterung eine ent-scheidende Rolle spielt. Tief hängende Wolken und Nebel beeinträchtigen nicht nur die Sicht sondern auch den Erlebniswert der Wanderung. Eine Durch-querung bei Sonnenschein und leichten Schönwetter-wolken ist nur bei genauer Beachtung der Großwetter-



Abb. 10: Fernblick zum Dachsteinmassiv, das in der frühen Morgensonnen in zartes rötliches Licht getaucht erscheint.

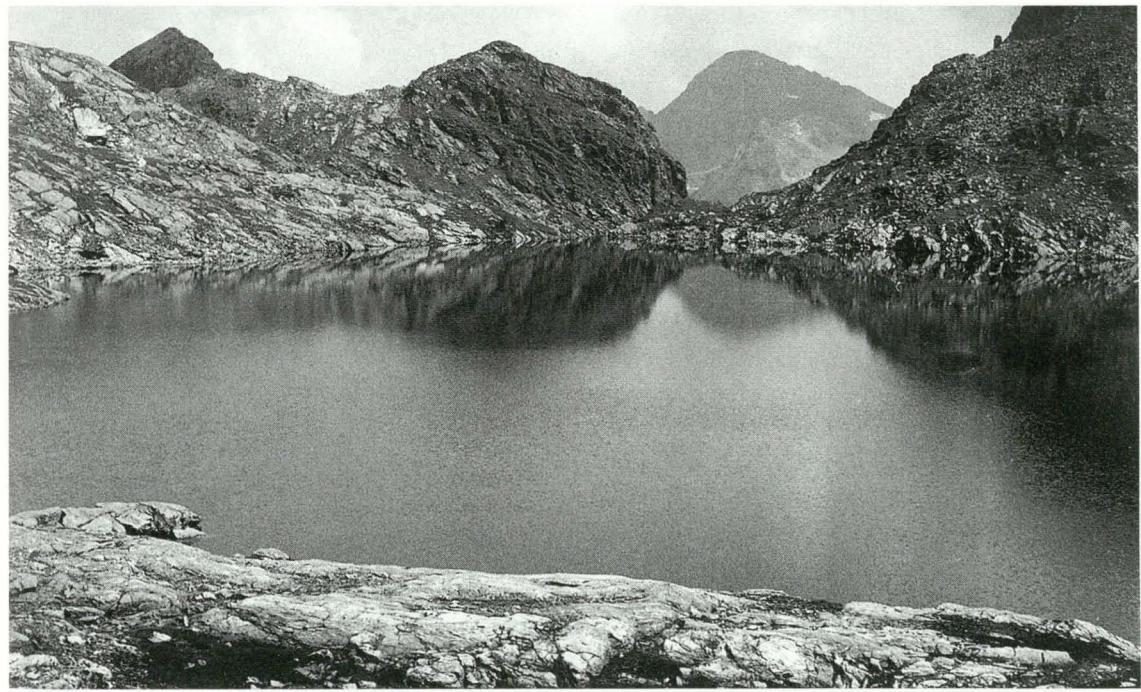


Abb. 11: Der Obere Klaffersee ist der flächengröße und auch beeindruckendste See des Klaffer-Kessels. Die Kuppe der Hochwildstelle spiegelt sich in seiner gekräuselten Oberfläche.



Abb. 12: Dieser Klaffersee bildet den Glanzpunkt der Landschaft. Bei Sonnenschein wirkt seine den blauen Himmel spiegelnde Oberfläche heiter und einladend.

lage möglich. Wenn z. B. dunkle Wolken zu einer grau-violetten Beleuchtung führen, hat die Szenerie etwas Bedrückendes, Gespenstisches an sich. Und bei plötzlichem Nebeleinfall heißt es Ruhe zu bewahren, sich von einer Markierung zur anderen vorzutasten und mit größter Konzentration das Gehör zu aktivieren: es warnt den aufmerksamen Wanderer vor Abgründen und größeren Wasserflächen. Und immer ist es der Obere Klaffersee, der die jeweilige Stimmung verstärkt. Er ist der Glanzpunkt dieser Landschaft, die man nur Zug um Zug genießen kann. Wann immer ich mich des Klaffer-Kessels erinnere, finde ich mich am Ufer dieses einsamen Bergsees wieder, der in gleicher Weise heiter-einladend oder düster-abweisend sein kann. Wer bloß einmal den Kessel durchquert, hat sich nur einen flüchtigen Überblick verschafft. Erst wer immer wieder kommt, wird die wahre Schönheit, die Seele dieser Landschaft aufnehmen und bewahren können. Nicht allzu viele blühende Pflanzen beleben die felsige Landschaft des hochgelegenen Kars. Geschlossene Rasenflächen sind auf wenige flachere Stellen beschränkt. Je nach Standort kommen Pflanzen des Bergfrühlings und des Sommers gleichzeitig vor, oft

nur durch wenige Meter voneinander getrennt. Wie könnte es auch anders sein: Ränder von Firnmulden, überieselte Platten, Rinnen und Spalten, Schutthalde und glatter, abgeschliffener Fels bieten sich als Pflanzenstandorte an. Die detaillierte Auswahl an Arten nehmen der kieselhältige Grund und die klimatischen Verhältnisse der alpinen Stufe vor.

Punktuell siedelt die ALPENAZALEE oder GEMSHEIDE (*Loiseleuria procumbens*) [Abb. 13] in Form einer alpinen Zergstrauchheide auf dem soeben schneefrei gewordenen Boden. Sie ist spezialisiert auf Standorte mit extrem schwierigen Lebensbedingungen. Die dem Boden angepreßten Spalierrasen widerstehen allen Belastungen durch Wind- und Schneeschliff. Kältegrade bis -40° C werden ertragen. Gleich nach der Schneeschmelze öffnen sich hintereinander die hellrosa Blütchen. Die ledrigen, immergrünen Blätter verwittern laufend und tragen zur Humifizierung des Bodens bei.

Etwa zur gleichen Zeit gesellen sich andere Frühblüher hinzu: Das KLEINE ALPENGLÖCKCHEN (*Soldanella pusilla*) hat es eilig, seine zarten Stengelchen mit den violetten Glöckchen, deren Rand nur seicht zer-



Abb. 13: Die Alpenazalee oder Gemsheide ist ein niederliegender, reichverzweigter Zergstrauch, der den harten Lebensbedingungen des alpinen Klimas angepaßt ist.



Abb. 14: Die Zwerp-Primel, ein Frühblüher von besonderem Liebreiz, ist häufig Gast in den Lücken von Zwerpstrauchteppichen.

schlitzt ist, durch die dünne Schneedecke zu schieben. Auch die lilablütige KLEBRIGE PRIMEL (*Primula glutinosa*), kaum höher als die Alpenazalee, wagt sich bereits hervor. Sie ist weniger robust und bedarf des Schneeschutzes. Von besonderem Liebreiz ist die ZWERG-PRIMEL (*Primula minima*), ebenfalls rotblühend. Die filigranen Blüten mit tief eingeschnittenen Blumenblättern sitzen auf einem kaum sichtbaren Schaft. Sie braucht einen gut durchfeuchteten und humosen Boden, der auf dem Hochkar selten ist. Ihre Laubblätter bilden einen rosettigen Schopf, sind keilförmig, 2 cm lang, vorn abgestutzt und knorpelig gezähnt [Abb. 14].

Ziemlich weitab vom markierten Weg leuchten von einer Halde aus groben Blöcken eine handvoll großer gelber Blüten herunter. Es ist die KRIECHENDE NELKENWURZ oder der GLETSCHER-PETERSBART (*Geum reptans*), eine Pflanze der alpinen Stufe, die geschlossene Rasen meidet und mit meterlangen Ausläufern grössten Schutt überwindet [Abb. 15]. Die goldgelben Blumenblätter dieses Rosengewächses umgeben kranzförmig angeordnete Staubblätter und viele

Griffel, die auch während der Fruchtreife erhalten bleiben. Sie wachsen zu einem 3 cm langen, anfangs gedrehten, federig behaarten Flugorgan aus, in der Gesamtheit den „Petersbart“ bildend.

Wir verlassen das Gebiet um den Oberen Klaffersee und gehen längs der Markierung in nordwestlicher Richtung weiter. Etwas abseits davon kann man einen Blick auf den bedeutend kleineren Klafferkogelsee werfen. Serpentina-grüne Felsblöcke am gegenüberliegenden Ufer lassen seine Oberfläche in einer Symphonie kalter Farben aufleuchten. Beim Näherkommen stellen wir fest, daß besagtes Gestein sich in einem fortgeschrittenen Verwitterungsstadium befindet. Eine Vielzahl abgesprengter Schieferplatten in verschiedenen Farbschattierungen verlockt zum Suchen handlicher Erinnerungsstücke. Auf einem sonnigen Felsgrat oberhalb des Sees finden sich bereits die kugeligen, von zottigen Griffeln dominierten Fruchtstände der BERG-NELKENWURZ (*Geum montanum*) vor [Abb. 16]. Dieser Art können wir auch auf kalkhaltigen Böden begegnen. In einer noch vom Schmelzwasser feuchten



Abb. 15: Die Kriechende Nelkenwurz, ein Pionier im groben Felsschutt, imponiert durch ihre großen Blüten und die daraus hervorgehenden „Petersbärten“.



Abb. 16: Dieser wunderschöne „Petersbart“ stammt von der Berg-Nelkenwurz. Die kunstvoll gebauten Flugorgane gehen aus den verlängerten Griffeln hervor.

Felsnische blüht frühlinghaft das RESEDA-SCHAUMKRAUT (*Cardamine resedifolia*), ein weißblühender Kreuzblütler [Abb. 17], der verschieden geformte Blätter besitzt: ältere spatelige, unzerteilte Grundblätter und jüngere, mit breit-eiförmiger und 3zähliger Spreite; die elliptischen Stengelblätter zeichnen sich durch 5–7 Paar Fiedern und eine große Endfieder aus. Diese Reseda-Art kommt bis zur nivalen Stufe vor, kann sich aber auch gelegentlich in niedrigen Lagen vorfinden (Samentransport mittels Natursteinplatten). Auf gut durchfeuchten Schuttflächen entdecken wir den windblütigen ALPEN-SÄUERLING (*Oxyria digyna*). Er gibt sich vor allem durch seine linsenförmigen Früchte zu erkennen, die mit breiten purpurnen Flügeln ausgestattet sind. Seine langgestielten, nierenförmigen Grundblätter schmecken in der Tat säuerlich. Der Alpen-Säuerling ist tonangebendes Element der Säuerlingsflur, siedelt auf Granit- und Gneisschutt, insbesondere auf Gletschermoränen. Die Säuerlingsflur geht allmählich in einen Krummseggenrasen über. Als Begleitpflanzen können im Gebiet des Klaffer-Kessels noch folgende Arten beobachtet werden: MOOS-



Abb. 17: Auf den Bergen gibt es mehrere Arten Kreuzblütler mit weißen Blüten. Das Reseda-Schaumkraut ist jedoch durch seine eigenwillig geformten Blätter gut von ähnlichen Arten zu unterscheiden.



Abb. 18: Die Alpenmargerite (*Leucanthemopsis alpina*) begleitet uns auf allen Wegen im Silikatgebirge.

STEINBRECH (*Saxifraga bryoides*), ZOTTIGE GEMSWURZ (*Doronicum stiriacum*), ALPEN-MANNSSCHILD (*Androsace alpina*), EINBLÜTIGES HORNKRAUT (*Ceratium uniflorum*), BAYERISCHER ENZIAN (*Gentiana bavarica*), ALPENMARGERITE (*Leucanthemopsis alpina*) [Abb. 18] und der schon erwähnte Gletscher-Petersbart.

Der MOOS-STEINBRECH zeichnet sich durch extreme Anpassungsfähigkeit an harte Umweltbedingungen aus [Abb. 19]. Aus Rosetten zusammengesetzte Flachpolster überdauern schadlos tiefen Temperaturen. Mittels langer Ausläufer kann er sich auch im größeren Felsschutt ausbreiten. Seine 1blütigen Stengel werden 5 bis 8 cm hoch. Der nahe verwandte RAUHE STEINBRECH (*Saxifraga aspera*) bringt hingegen mehrblütige Sprosse hervor, besitzt lockerrasig angeordnete Grundblätter und kommt manchmal auch auf kalkhaltigem Schiefer vor.

Das Vorkommen der ZOTTIGEN GEMSWURZ ist fast ausschließlich auf die Schladminger Tauern begrenzt; diese Kleinart der Clusius-Gemswurz hat derbe Grundblätter, deren Oberfläche und Ränder längere

Glieder- und kürzere Kraushäare tragen. Der Stengel endigt mit einem großen Korb von 4 cm Durchmesser [Abb. 20].

Der ECHTE SPEIK (*Valeriana celtica subsp. norica*) siebt gern im schütteten Krummseggenrasen. Sein dicker, walziger Wurzelstock bedarf eines tiefgründigeren Bodens. Der wenig beblätterte kurze Sproß trägt eine kurze Traube aus gelblich-bräunlichen Baldrianblüten. Der einstige Raubbau zum Zweck der Gewinnung von Wurzelextrakten (Seifenparfümierung, Speisewürze) scheint in der Zeit synthetischer Stoffgewinnung der Vergangenheit anzugehören. Die unter strengem Naturschutz stehende Speikpflanze ist im Zentralalpengebiet vielerorts keine allzu große Seltenheit [Abb. 21].

Nur wenige Minuten steigen wir zum nächsten Grat empor. Unter uns liegen in völliger Weltabgeschiedenheit der Greifenberg- und Rauhenbergsee [Abb. 22]. Um uns den Abstieg über infernalische Schuttmassen zu ersparen, begnügen wir uns mit dem Anblick der beiden „Meeraugen“. Damit haben wir etliche der kranzförmig um den Klafferkogel angeordneten Seen



Abb. 19: Der Moos-Steinbrech, dessen Rosettenblätter zu kugelförmigen Pölstern vereinigt sind, ist eine wetterfeste Pflanze der Hochgebirgsregion.



Abb. 20: Die Zottige Gemswurz, auch Steirische G. genannt, ist in ihrem Vorkommen fast ausschließlich auf die Schladminger Tauern und angrenzenden Gebiete beschränkt.

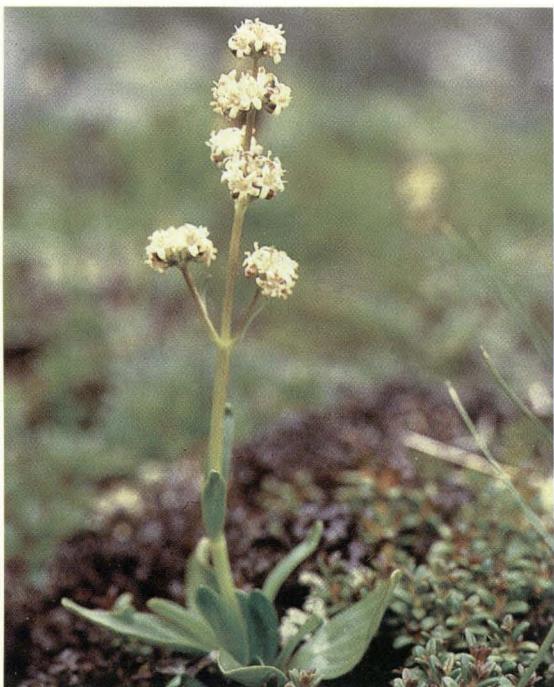


Abb. 21: Der Echte Speik, unscheinbar im Aussehen und doch vom Volk sehr geliebt, steht wie alle Alpenpflanzen unter Naturschutz.



Abb. 22: Diese beiden Seen liegen unterhalb des Greifen- und Rauhenberges; in ihrer Oberfläche spiegelt sich die dunkle Farbe des angrenzenden Gesteins.

zu Gesicht bekommen; insgesamt sollen es 36 an der Zahl sein, die kleinsten nur wenige hundert Quadratmeter, die größeren bis zu 5 Hektar groß. Hans Wödl hat für manche bezeichnende Namen, wie Klippen-, Eis-, Winkel-, Staffel-, Öd- und Verlorener See geprägt. Gespeist werden sie alle von Niederschlägen, deren Jahresmenge sich um 2000 mm bewegt. Die Limnologie (Binnenwässerkunde) beantwortet die Frage, warum so viele Seen verschiedene und oft auch wechselnde Farben aufweisen. Eine ruhige Wasseroberfläche spiegelt in der Regel das Blau des Himmels oder das Grün der angrenzenden Wälder wider. Natürlich ist die Seefarbe auch von der Reinheit des Wassers abhängig. „Blau ist die Wüstenfarbe des Meeres“, behaupten zumeist Biologen. Je ärmer das Seewasser an Pflanzen ist, desto blauer wirkt es. Je mehr pflanzliche Lebewesen – sie können auch mikroskopisch klein sein – umso eher schlägt die Farbe ins Grüne um. Die Reinheit des Wassers ist entscheidend für die Tiefe des Eindringens der Lichtstrahlen. In 20 bis 30 m Tiefe herrscht zumeist nur grünliches Dämmerlicht vor. Da im Seewasser des Klaffer-Kessels mit freiem Auge

kaum Pflanzen wahrgenommen werden, ist es nur natürlich, daß bei Schönwetter das Blau des Himmels sich am kräftigsten spiegelt. Die vorhandenen Gesteins-Arten, wie Gneise und Schiefergneise, mischen selbstverständlich bei der Farbgebung des Wassers mit. Dr. Sieghard Morawetz charakterisiert wie folgt Farb- und Lichtverhältnisse im Klaffer-Kessel: „Nur wenn die Sonne hoch über der einsamen, vegetationsarmen Urlandschaft steht, wenn sich im leichten Wellenschlag der Seeoberfläche die Kämme und Grade zitternd spiegeln, die Schneefelder wie phantastische weiße Fahrzeuge aufleuchten, wird die abgeschiedene, ernste, gesteinshellbraun, verwitterungsbraun und violett getönte Felslandschaft von helleren Zügen durchpulst.“

Um einen guten und beeindruckenden Überblick vom Ausmaß des ganzen Kessels zu erhalten, müssen wir höher hinauf. Wir kehren zum gut markierten, manchmal auch gesicherten Weg zurück und beginnen mit dem Aufstieg zur Spitze des Greifenberges. Wir erreichen sie über den auf der Oberen Klaffer-Scharte (2490 m) rechts abzweigenden Weg.



Abb. 23: Der seltene Himmelsherold, Hochgebirgsverwandte unseres Vergißmeinnichts, kommt sowohl am Greifenberg als auch auf dem Hochgolling vor. Auch die Polster-Miere (Minuartia sedoides) findet auf mäßig sauren, silikathältigen Böden ein Auslangen.

Wir versäumen es nicht, Ausschau nach dem HIMMELSHEROLD (*Eritrichum nanum*) [Abb. 23] zu halten, der am Greifenberg vorkommt. Diese seltene Polsterpflanze ist eine Kostbarkeit des Klaffer-Kessels. Volkmar Vareschi findet über sie in seinem Buch „Der Berg blüht“ schwärmerische Worte: „Sie ist eine Hochgebirgsschwester unseres Vergißmeinnichts. Die Himmelsfarbe ihrer Blüten ist von einer köstlich diesseligen Frische, die goldgelben Blütenmitten so strahlend hell, die zottigen Blättchen so herrlich unregelmäßig zu einem lockeren Kissen geeint, daß einem die Pflanze ein Leben lang unvergänglich bleibt, wenn man das Glück gehabt hat, sie einmal zu finden. In großen Meereshöhen wächst sie, auf Fels, und oft ist sie gerade um die eigentlichen Gipfel herum zu finden. – Man hat an Wurzelquerschnitten Jahresringe von nur 34 Tausendstel eines Millimeters gefunden, was auf das stattliche Alter von über 30 Jahren gedeutet werden kann. Aber das alles macht es nicht aus, daß sie mich so in Bann halten kann ... Der Zauber, der von ihr ausgeht, beruht auf ihrer Seltenheit, ihrer überraschenden Kühn- und Schönheit inmitten der derben dunklen Felsen, ihrer Einzigkeit und ihrem unvergänglichen Duft.“

Der etwa einstündige Aufstieg zum Gipfel (2618 m) wird durch eine herrliche Aussicht belohnt. Es ist denkbar, daß mancher Wanderer am Grunde des Kessels, wo der Horizont oft sehr nahe liegt, vom vielgerühmten Klaffer-Kessel enttäuscht ist. Er erwartet sich über 30 Seen und kommt infolge der sichtversperrenden Felsriegel immer nur zu dem einen oder anderen See. Hier aber auf dem Gipfel des Greifenberges erhält man eine wundervolle Einsicht in das vom Eis modellierte Hochkar und Ausblick auf die uralte Landschaft ringsum [Abb. 24, 25, 26].

3. Zur Geologie des Klaffer-Kessels

Er ist mannigfältig gegliedert und gestuft. Der Höhenunterschied zwischen der Unteren und der Oberen Klafferscharte beträgt 220 m, der größte Kar-durchmesser zwischen Greifenberg und Greifenstein 1500 m. Die Kartiefe vom Unteren Klaffersee bis zur Klafferschneide mißt 1550 m, letztere schließt das Kar nach Süden ab. Von der Höhe des Greifenberges hat

man einen herrlichen Rundumblick, die markanten Gipfel des Höchsteins, Greifensteins, der Hochwilde-Stelle und zum Greifen nahe die rauen und rinnig-kantigen Wände des Klafferkogels. Im Südwesten erhebt sich 1200 m über den Talboden die im Schatten liegende und bedrohlich wirkende Nordwand des Hochgollings. Nach Ansicht von Geologen soll an Stelle des Klaffer-Kessel-Hochkars ein mächtiger Gipfel, vielleicht sogar der Hauptgipfel der Niedern Tauern gestanden sein. Die mächtigen Kare an seinen Flanken, ausgefüllt vom Gletschereis, begannen innerhalb langer Zeiträume diesen Berg anzunagen und abzutragen, sodaß der Gipfel verschwand und sich nach dem Abschmelzen des Gletschers am Ende der letzten Periode der Eiszeit das heutige Landschaftsbild heraus-kristallisierte. Der Klafferkoel, die höchste Erhebung innerhalb des Kessels, könnte gewissermaßen als ein verbliebener Rest des voreiszeitlichen Gipfels angesehen werden. Der schon mehrmals zitierte Hans Wödl hat zuallererst, vor etwa 100 Jahren, auf diese mögliche Gipfelabtragung hingewiesen. H. Broer weist an Hand der Aufzeichnungen Wödls darauf hin, daß die Zulaufgrate der Manndlspitze (2152 m) und Placken (2459 m), des Waldhorns (2678 m) und Rauhenberges (2585 m) die Grat-Schneiden andeuten, zwischen welchen die Firnbecken eingemuldet hätten sein können. Von der Höhe des Greifenberges läßt sich die Vorstellung von der Vergletscherung des Klaffer-Kessels gut nachvollziehen. Die Gipfel ragten mit Sicherheit aus den weiten Firnbecken heraus. Naheliegend ist es auch, daß der Himmelsherold und andere hochalpine und nivale Arten auf diesen Gipfeln die Eiszeiten überdauerten; die „Angewohnheit“ des Himmelherolds, die Gipfelregion bevorzugt zu besiedeln, läßt die Annahme plausibel erscheinen.

Dr. S. Morawetz erblickt im Klaffer-Kessel eine „markante Sonderlandschaft, die vor allem durch rückschreitende Quellerosion und den Schurf der letzten Vereisung entstanden ist. Das aus Kleinformen zusammengewachsene Kar birgt eine Wasserscheide, die erst im 20. Jahrhundert erkannt worden ist. Der südl. Kar-Teil entwässert zum Riesach-, der nördliche zum Steinriesenbach“. Für ihn sind es nicht die Kämme, Schneiden und Grade der Umrahmung, auch nicht die hier weit verbreiteten Schiefergneise, die dem Land-



Abb. 24: Überblick über den Klaffer-Kessel von der Höhe des Greifenberges gesehen. Links im Mittelgrund der Greifenstein, darüber die Hochwildstelle (2746 m) und das Schareck (2506 m).



Abb. 25: So schön und wild sind die Niederen Tauern! Blick vom Greifenberg (2618 m) nach Nordost; höchste Erhebung ist der Gipfel des Höchsteins (2543 m); Entfernung vom Standpunkt: 7,5 km Luftlinie.



Abb. 26: Nordostkante des Hochgollings (2863 m) im Eienschatten am frühen Nachmittag, vom Greifenberg-Sattel (2449 m) aus gesehen.

schaftsbild den Stempel prägen, sondern die reich gestufte Kartreppe und die welligen, von Rundhöckerfluren und seenerfüllten Wannen durchzogenen Böden.

4. Wetterwendischer Hochgolling

Der Abstieg vom Greifenstein zur Golling-Hütte (1650 m) ist sehr steil, die Sommer-Nachmittagssonne brennt unbarmherzig auf den sich lang hinziehenden Weg. Deshalb ist die Wanderung zum Klaffer-Kessel auch in umgekehrter Reihenfolge empfehlenswert. Man steigt am frühen Morgen über die im Schatten liegende Bergflanke von der Golling-Hütte zum Greifenberg auf, der Höhenunterschied von etwa 1000 m kann in 3 bis 4 Stunden bewältigt werden. Auf der Höhe des Greifenberges hat man gleich vom Beginn der Durchwanderung des Klaffer-Kessels an die schönsten Ausblicke vor sich und geht den gesamten Weg bis zur Preintaler Hütte bergab, ab Mittag mit der Sonne im Rücken. Die Gehzeit von Hütte zu Hütte beträgt 6 bis 8 Stunden, wobei die Zeit des Schauens noch nicht einberechnet ist.

Während des Abstieges zur Golling-Hütte sehen wir wiederholt 2 Blumenarten, die für kieselhältige Böden charakteristisch sind: Das GRAUE oder KRAINER GREISKRAUT (*Senecio carniolicus*) [Abb. 27] fällt durch seine orange-gelben Körbchen am oberen, mäßig hohen Stengel auf. Beachtenswert ist der aparte Zuschnitt der weißfilzigen Laubblätter: Die eiförmigen Rosettenblätter mit gefiederter Spreite enden mit einem 2spaltigen Abschnitt. Eine schmale Felsspalte reicht für die Existenz dieser Pflanze aus. Ein wenig anspruchsvoller ist das ZWERG-SEIFENKRAUT (*Saponaria pumila*), es liebt die Gesellschaft schüchterner Krummseggenrasen. Seine hellpurpurnen Blüten haben einen Durchmesser von 3 cm und sind häufig in Kreisen oder Reihen angeordnet. Nur kurz gestielt, fast sitzend, stecken sie in einem aufgeblasenen, stumpfzähnigen Kelch, der auch rötlich überlaufen ist. Er umschließt die Fruchtkapsel während der Reifezeit. Das Vorkommen dieses niedlichen Nelkengewächses beschränkt sich auf die östlichen Zentralalpen [Abb. 28].

Nach der Nächtigung in der Golling-Hütte sollte man bei gutem Wetter nicht der Versuchung widerstehen, den 2863 m hohen Hochgolling zu besteigen. Der in jeder Hinsicht lohnende Aufstieg ist zwar für ältere Semester anstrengend, doch in keiner Weise überfordernd. Man folgt weiter dem Zentralalpenweg 02, der uns schon durch den Klaffer-Kessel geleitet hat. Man bewegt sich zuerst auf die Nordwand zu, in der auch während des ganzen Sommers Firnfelder liegen. Im sogenannten Gollingwinkel halten wir Ausschau nach zwei pflanzlichen Kostbarkeiten, die mit ein wenig Glück zu entdecken sind: Die SPÄTE FALTENLILIE (*Lloydia serotina*) [Abb. 29] und die KORIANDER-SCHMUCKBLUME (*Callianthemum coriandrifolium*) [Abb. 30]. Die zarte Lilie gibt sich äußerst bescheiden: Zwei grasartige Grundblätter, ein etwas kürzerer Stengel mit meist nur einer Krone aus weißlichen, innen rötlich gestreiften Blumenblättern und wenige unscheinbare Stengelblätter machen ihren Liebreiz aus. Keine andere Lilien-Art steigt so hoch



Abb. 27: Das Graue Greiskraut kann in den Silikat-Alpen regelmäßig, wenn auch nicht allzu häufig angetroffen werden.



Abb. 28: Das Zwerp-Seifenkraut hat nicht selten die Angewohnheit, seine großen Blüten in Kreisen oder Reihen anzuordnen.

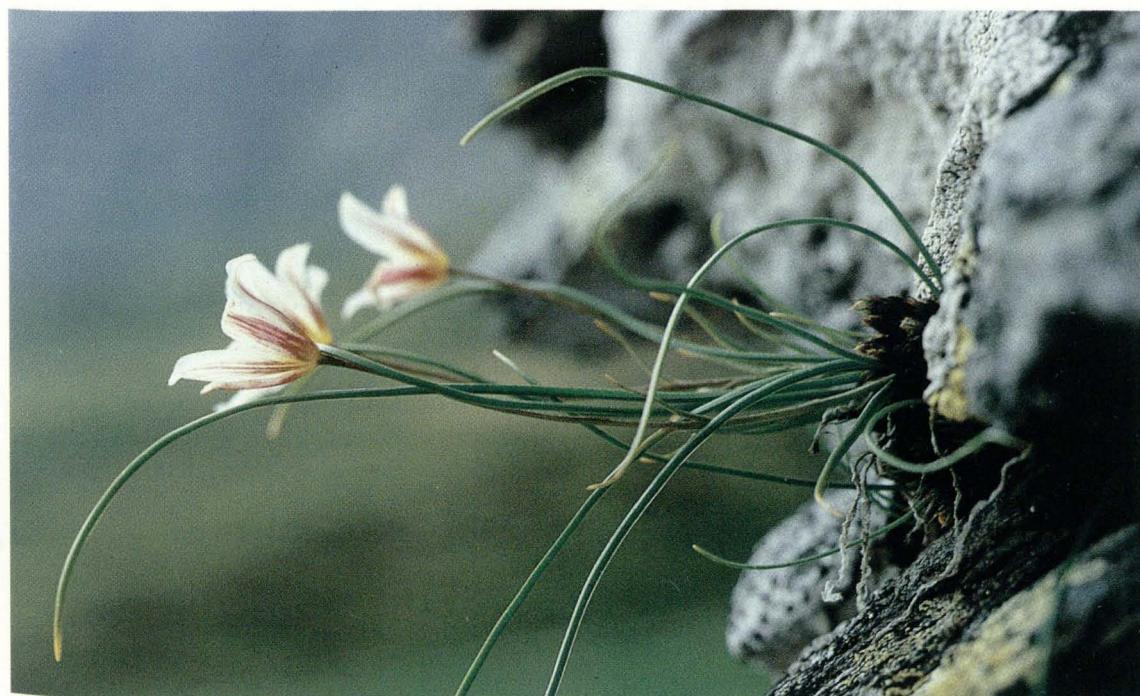


Abb. 29: Die Späte Faltenlilie hat in einer Felsspalte derart Fuß gefaßt, daß ihre waagrecht stehenden Blätter und Stengel unentwegt von jedem Luftzug bewegt werden.



Abb. 30: Die Koriander-Schmuckblume, am Hochgolling und Höchstein vorkommend, ist ein seltenes Hahnenfußgewächs mit disjunkter Verbreitung.

hinauf, noch in 3000 m Höhe wird sie gefunden. Ihren wissenschaftlichen Namen bezieht sie vom englischen Botaniker Edward Lloyd (1666– 1709). Kein Bergwanderer wird auch nur ein einziges Exemplar dieser pflanzlichen Kostbarkeit pflücken. Die erwähnte Schmuckblume zieht ähnliche Standorte vor, kann manchmal auch auf kalkhaltigem Grund angetroffen werden. Ihre 10 cm hohen Stengel, zumeist nur eine Blüte aus 6 bis 12 blaßrosa bis weiß gefärbten Kronblättern tragend, entspringen einer Rosette aus mehrfach fiederteiligen Blättern. Die Botaniker nehmen an, daß die Gattung *Callianthemum* ein hohes ergeschichtliches Alter hat. Ursprünglich nur in Zentralasien heimisch, wanderte sie zur Eiszeit in Mitteleuropa ein und breitete sich über die Alpen bis zu den Pyrenäen aus. Die Korianderblättrige Schmuckblume ist zwar eine Frühlingsblume und doch blüht sie zur Zeit der langen Sonnentage. Sie gilt als Reliktkart mit disjunkter Verbreitung (lat. *disjunctus* = getrennt, fernliegend).

Vom Golling-Winkel an führt der ziemlich steile Weg westwärts hinauf bis zur Golling-Scharte, die

2426 m hoch liegt. Spätestens jetzt müßte man sich bei ungünstiger Witterung zur Umkehr entschließen. Das Wetter war sonnig, es gab keine Anzeichen für einen Schlechtwettereinbruch. Ab der Scharte wird das Klettern über den Westgrat reizvoll und bleibt ungefährlich. Die Aussicht war wundervoll, die zwei Landwierseen und die Hütte kamen bereits in Sicht. Der Pflanzenbewuchs, zumeist in Form von Polstern und Horsten, ist reichhaltiger, stellenweise dichter als auf den glattgescheuerten Felsflächen des Klaffer-Kessels. Die SILIKAT-POLSTERNELKE (*Silene exscapa*) mit ihren unzähligen rosaroten Blüten an der Oberfläche des dichtblättrigen Polsters unterscheidet sich bei flüchtiger Betrachtung wenig von der KALK-POLSTERNELKE (*Silene acaulis*). Bei letzterer ist die kräftig leuchtende purpurne Blütenfarbe hervorzuheben. Das Wetter sollte an diesem 28. Juli 1957 nur teilweise sonnig und wanderfreundlich bleiben. Die ersten Zeichen der Wetterverschlechterung waren erst zu bemerken, als die Scharte schon eine Gehstunde hinter uns lag. Malerisch schoben sich von Westen her die ersten dünnen Nebelschwaden durch die Scharte [Abb. 31]. Wäh-



Abb. 31: Die Nebelschwaden, die bald nach Sonnenaufgang durch die Gollingscharte (2426 m) streichen, künden bevorstehendes Schlechtwetter an. Am Horizont links der Höchstein, rechts die Hochwildstelle.



Abb. 32: Blick vom Hochgolling (noch unterhalb des Gipfels) nach Westen, am Horizont Berge der Glocknergruppe.

rend des Aufstiegs hüllte uns zeitweilig dicker, weißer Nebel ein, der das Atmen erschwerte. Je höher wir stiegen, umso rasanter wurde das Auf und Ab des Nebels. Gelegentlich riß er kurze Zeit auf und wir konnten die Aussicht auf die immer noch sonnig beschienenen Berge bis zum Großglockner im Westen genießen [Abb. 32]. Der Nebel stieg vor allem aus dem Tal des Göriachbaches zur Gollingspitze empor und versperrte immer mehr die Sicht. Blitz und Donner blieben uns jedoch erspart. Das Gipfelkreuz, das wir durchnäßt und nicht ohne Mühsal erreichten, war nur kurz in fahles Sonnenlicht getaucht. Die Hoffnung auf ein genußvolles Ruhen und gute Fernsicht erfüllte sich nicht. Eine Tafel auf dem Gipfel erinnert übrigens daran, daß Erzherzog Johann, der volkstümliche Erzherzog der Habsburger in Österreich (1782–1859), den Hochgolling am 28. August 1817 bestiegen hat. Erstmals war der Berg im Jahr 1789 von vier Tamsweger Bergsteigern über den Nordostgrat bezwungen worden.

Unser Abstieg ins Tal zurück zur Gollinghütte und nach Schladming war ziemlich trist, zumal es endgültig zu regnen begonnen hatte. Dennoch gab es Anlaß zur Freude: Unzählige der kohlrabenschwarzen Alpen-Salamander kamen aus ihren Schlupflöchern gekrochen und promenierten ohne Eile justament auf den schmalen Felspfaden [Abb. 33]. Man mußte äußerst aufmerksam sein, um nicht auf ihre Leiber zu treten. So wurde der Abstieg durch das Balancespiel, die Schuhe nicht auf, sondern zwischen ihre langsam dahinkriechenden Leiber zu setzen, zu einer amüsanten Ablenkung von den Unbildern der Witterung.

Als wir am Nachmittag den Schleierfall und die Golling-Hütte hinter uns ließen und das Steinriesental bergab schritten, kam auch wieder die Sonne zum Vorschein.



Abb. 33: Ein junger Alpensalamander, etwa halb so lang wie erwachsen; er kommt vollentwickelt auf die Welt und liebt über alles eine hohe Luftfeuchtigkeit.

In Erinnerung und Dankbarkeit an den Naturfreund Matthias Weber (†) geschrieben, der mich auf meiner 1. Klaffer-Kessel-Tour (6.–10. August 1957) begleitete.

Epilog

Wenn man die erdgeschichtlichen Zeugnisse des Klafferkessels in Betracht zieht, kommt man zur Erkenntnis, daß es eine Stätte von außergewöhnlichem, universellem Wert im Sinne der Unesco-Konvention darstellt. Er weist alle Merkmale des Wirkens eines Gletschers (= feste Eismasse, die beim Talwärtsleiten unauslöschliche Spuren hinterläßt) auf, der im Verlauf der jüngsten Eiszeiten (Quartär) in einer Seehöhe von 2000 bis 2500 m die Landschaft umgestaltet hat. Rundhöcker und Moränenwälle geben Kunde von der Kraft des gänzlich verschwundenen Gletschereises. Dennoch hat die nur 3 Monate schneefrei bleibende Landschaft arktische Züge mit einer entsprechenden Flora und Fauna bewahrt.

Seit dem Verschwinden der Gletscher haben die Natur und bis in die Gegenwart auch der Mensch an diesem Riesenkar nichts verändert. Dank seiner extremen, für den Menschen aber gut zugänglichen Lage, wird es auch in Zukunft unversehrt bleiben. Wer sich den Sinn für das Schöne und die Vielfalt der Natur bewahrt und das Staunen nicht verlernt hat, wird den Klafferkessel als im höchsten Maße schutzwürdig finden und für seine Aufnahme in die Welterbeliste der Unesco empfehlen.

Schrifttum:

- Adler, W., et al, M. A. Fischer, Hrsg. (1994): Exkursionsflora von Österreich, Ulmer, Stuttgart.
- ADAC-Alpenbuch, das Große (1980), S. 360–367, München.
- Bamberger, R., Maier-Bruck, F. (Hrsg.): Österreich-Lexikon, Wien, 1966.
- Broer, H. (1964): Ein Jahr geht über die Berge, Schladming.
- Bundesamt für Eich- u. Vermessungswesen, Österreichische Karte 1:25 000, Schladming, Blatt 127, BMN 4704; Wien.
- Fischer, M. A. (1976): „Österreichs Pflanzenwelt“ in Naturgeschichte Österreichs, Wien.
- Fischer, R. (1964): Der Klafferkessel, ein Kleinod der Alpen; in der Zeitschrift Universum, Heft 8, S. 339–345, Wien.
- Fremdenverkehrsverein Schladming (Hrsg.): Führer Schladming und seine Bergwelt, 100 S., ohne Jz.
- Maurer, W. (1996): Flora der Steiermark, Band 1, 311 S., IHW-Verlag, Eching.
- Morawetz, S. (1962): Der Klaffer-Kessel, im Notrings-Jahrbuch 1962, Wien.
- Pause, W. (1958): Die 100 schönsten Bergwanderungen in den Alpen, München.
- Vareschi, V. (1959): Der Berg blüht, 168 S., München.

Anschrift des Verfassers:

Raimund Fischer, Prof. i. R.
Kühweg 6
A-2753 Markt Piesting

Alle Aufnahmen vom Verfasser
Ausnahme: Seite 18: H. Feichtinger

Auf den Spuren von Joseph Schmidt, Naturforscher am Ende des 18. Jahrhunderts, im Landkreis Rosenheim

Von Hans Smettan

Zu den am Ende des 18. Jahrhunderts herausragenden Naturforschern der Bayerischen Alpen und Voralpen zählt der am 26. Juli 1754 in Landshut geborene und am 15. August 1819 in Rosenheim verstorbene Benefiziat Joseph Schmidt.

In dieser Stadt und ihrer Umgebung, dem heutigen Landkreis Rosenheim, erforschte er vor allem die Flora, aber auch die Fauna. Dadurch liegt – wobei eine Zusammenstellung noch nicht erschienen ist – eine der ältesten Floren- und Faunabeschreibungen einer bayerischen Region vor. So ist es auch verständlich, daß mehrere Erstfunde für Bayern von Joseph Schmidt stammen.

Daneben führte der Benefiziat Keimversuche durch, schrieb, wie man naturkundliche Alpenreisen durchführen solle, und wurde durch seine populärwissenschaftlichen Bücher über Spinnen als Wetter-

propheten und dem „Noth- und Hilfsbüchlein für Arme“ bekannt.

In einigen seiner 19 Veröffentlichungen findet man die ältesten Wegbeschreibungen auf Bergesgipfel in den Chiemgauer Alpen und im Mangfallgebirge.

Zwei dieser Wanderungen – von Frasdorf auf die Hochries und von Flintsbach auf den Großen Riesenkopf – wiederholte nach etwa zweihundert Jahren der Verfasser.

So reizvoll es war, die alten Wege aufzuspüren, von ihm genannte Bergbauernhöfe und Almhütten aufzusuchen und die damals blühenden Pflanzen wiederzuentdecken, stellte ich auch mit Sorge fest, wie die wirtschaftliche Entwicklung mit immer größerer Geschwindigkeit die Kulturlandschaft der Alpen bedroht und teilweise schon zerstört hat.

Einleitung

*Es ist gewiß ein ganz sonderbares Vergnügen,
wenn man das Glück hat, Alpen zu bereisen.*
SCHMIDT 1798: 31

Was bereits an Schöinem in unserer Umwelt zerstört wurde oder was an Tieren und Pflanzen in seinem Bestand immer mehr bedroht wird, erkennen wir oft nur deshalb, weil schon vor Generationen Menschen aus Begeisterung in ihrer Freizeit die Flora und Fauna ihrer Heimat erforschten. Sie lieferten uns hiermit wichtige Grundlagen für den Naturschutz. Eine für den bayerischen Alpenraum und sein Vorland herausragende Persönlichkeit war am Ende des 18. Jahrhunderts der Benefiziat Joseph Schmidt, der im heutigen Landkreis Rosenheim wirkte.

In diesem Beitrag sollen nicht nur seine Leistungen nach beinahe zweihundert Jahren in Erinnerung gerufen werden, sondern zusätzlich mit Hilfe seiner Wegbeschreibungen gezeigt werden, wie sich seitdem die bayerische Alpenlandschaft verändert hat.

Sein Lebensweg und Werk

Leider ist die Personalakte von Joseph Schmidt 1944 im Archiv des Erzbistums München und Freising verbrannt, so daß von seinen Vorfahren und seinem ersten Lebensabschnitt nicht viel in Erfahrung zu bringen war. Wir wissen nur, daß er am 26. Juli 1754 in Landshut (Niederbayern) als Sohn des Franciscus Alexius Schmid geboren wurde. Dieser war Doktor der Philosophie und Medizin, praktizierte aber nicht in Landshut.

Als Schüler (Alumnus) besuchte Joseph Schmidt das diözesane Priesterhaus in Dorfen, einem Marktflecken zwischen Landshut und Wasserburg. Sicherlich hat er die dortige Schule in keiner guten Erinnerung behalten, denn nach EID (1903), dessen Angaben auf den Benefiziaten Felix FORSTMEIER (veröff. 1908) zurückgehen, wurde er von seinen Lehrern so geprügelt, „daß seine rechte Hand krüppelhaft wurde“. Auch führten die „Schläge auf den Kopf“ zu einer Schwerhörigkeit, die sich mit zunehmenden Alter noch verstärkte.

Nach Beendigung seiner Ausbildung wurde er am 19. September 1779 in Freising zum Priester geweiht.

Die Cura (Vollmacht zur Seelsorge) erhielt er am 5. September 1782.

Den Tischtitel eines Benefiziaten (Besitz eines befründeten Amtes) bekam er vom Benediktinerkloster Rott am Inn, obwohl er aus Landshut stammte und Diözesanpriester war. Man kann annehmen, daß hierbei persönliche Beziehungen eine Rolle spielten.

So kam er am 6. Juni 1786 an die Spitalskirche St. Joseph nach Rosenheim. Diese hatte 1618/19 der Rosenheimer Handelsherr Simon Peer (Perr) vor dem Inntor des Marktes samt einem Bürger- und Armenspital errichten lassen. Durch seinen Sohn Andrä wurde dann nach dem großen Brand diese Kirche ums Jahr 1653 wieder aufgebaut und die Pfründe verbessert (KLÖCKEL 1815: 192-193).

Hier widmete sich der Benefiziat in großem Maße den Naturwissenschaften. Zwar hatte er unentgeltlichen Unterricht in Naturlehre und Naturgeschichte für die Jungen und Mädchen der Volksschule zu halten und dazu Experimentierapparate, naturhistorische Tafeln und Bücher anzuschaffen (FORSTMAIER in EID 1908: 41), aber daneben blieb noch genügend Zeit, sich vor allem seiner geliebten Botanik zuzuwenden.

So pflegte er den Garten beim Benefiziatenhaus, der in den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts zugunsten der Eisenbahnstraße und des neuen Schulhauses verschwand. An diesem Orte ließ er nicht nur Zier- und Nutzpflanzen wachsen, sondern betrieb auch Forschungen. Insbesondere beschäftigte er sich mit der Aufkeimungszeit zahlreicher Pflanzensippen (SCHMIDT 1797: 130-135, 1798: 74-79, 1799: 195-213).

Einen großen Teil seiner Freizeit verwendete er jedoch, um die Flora von Rosenheim und seiner Umgebung zu erkunden. Seine Exkursionen führten ihn im Osten bis auf die Herreninsel im Chiemsee, wo er die Pillen-Nessel (*Urtica pilulifera*) und den Wurzelnden Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*) fand, im Norden bis Schechen, von wo er den Kleefarn (*Marsilea quadrifolia*) mitbrachte, im Westen bis Aibling, wo er am Schloßberg den Deutschen Ziest (*Stachys germanica*) sammelte (SCHMIDT: 1802: 103), sowie im Süden

in die Bayerischen Alpen. Die dort wachsende Gebirgsflora lag ihm besonders am Herzen.

Sich damit zu beschäftigen, war zur damaligen Zeit nicht nur ein Vergnügen. So schreibt er in seinem Beitrag „Über botanische Reisen, besonders Alpenreisen, wie sie sind, und wie sie seyn sollten“ (SCHMIDT 1796: 100):

„Man irrt aber sehr, wenn man sich botanische Reisen, besonders Gebirgsreisen als gemächliche Lustreisen denkt, und den Botaniker gar oft darum beneidet. Es gibt tausend Unbequemlichkeiten, Gefahren und Hindernisse, die sich dem reisenden und beobachtenden Pflanzenforscher alle Augenblicke im Wege legen.“

Man denke nur daran, daß es am Ende des 18. Jahrhunderts weder Wanderkarten noch markierte Wege in den Alpen gab. So mußte man damit rechnen, sich in den Bergen zu verlaufen, wie es ihm selber geschah (1799: 192):

„Wir hatten uns verirret, wie dies auf Gebirgen öfters der Fall ist, und kamen ganz auf einem anderen Weg nach Feigenbach herab.“

Er nahm deshalb – soweit möglich – einen Führer („Wegweiser“), wobei sich dieser manchmal selbst nur schlecht auskannte (SCHRANK 1793: 230) oder wenig Verständnis für seinen botanisierenden Begleiter hatte (SCHMIDT 1796: 108-109):

„Führt der Weg vom Gebirg herab, so ist des Eilens gar kein Maß; da läuft der Führer, als wenn ihn ein brummender Bär verfolgte, voraus, ohne sich um seinen Reisefährten zu bekümmern, der ihm unmöglich in solcher Eile nachkommen kann ...“

Ein weiteres Problem war der Mangel an Unterkunftsmöglichkeiten und die schwierige Versorgung mit Essen und Trinken. Er suchte deshalb Kollegen, die in den Alpen wirkten, auf, vordergründig, um sie bei ihren geistlichen Amtsgeschäften zu unterstützen, aber ebenso mit der festen Absicht, bei günstigem Wetter Exkursionen zu unternehmen. So schreibt er im Botanischen Taschenbuch von 1796 auf Seite 204:

„Ich war ganze 26 Tage lang in Fraßdorf am Fuß des Aschauergebürges bey dem Vikarius des Orts Herrn Forelius Kronast, Chorherrn aus dem regulierten Domstifte

zu Herrn Chiemsee, der mich auf einige Tage zu sich geladen hatte, ihm in einigen priesterlichen Geschäften auszuhelfen, hauptsächlich aber in der menschenfreundlichen Absicht, mir bessere Gelegenheit zu verschaffen, die nahen und pflanzenreichen Gebirge mit mehr Bequemlichkeit besuchen zu können ...“

Schon aus diesen Worten erkennt man seine große Begeisterung für die Flora, und so verwundert es nicht, daß er es auch sonst verstand, Beruf und Berufung miteinander zu verknüpfen. Mit einem Schmunzeln kann man dies an seinem Beitrag für das Botanische Taschenbuch des Jahres 1799 auf Seite 188 ff. feststellen:

„Ich war nicht lange zu Hause, so stellte ein naher Anverwandter an mich die Frage: ob ich nicht mit ihm, seinem Schwiegersohne und zwei Töchtern eine Wallfahrt auf den Birkenstein machen möchte? – So wenig ich Freund von Wallfahrten bin, so willigte ich doch ohne Verzug ein, so bald nur der Name Birkenstein in meinen Ohren erschallet hatte; weil ich wohl wußte, daß der Wallfahrtsort eine Gebürgsgegend wäre, und mir Hoffnung machte, einige Gebürgspflanzen zu erobern ...“

Und ein Stück weiter unten (1800: 190) gibt er offen zu:

„Meiner Reisegesellschaft ließ ich ihre Andacht in der Kapelle ungestört fortsetzen, ich aber machte indessen eine Wallfahrt zur Birkensteinischen Flora ...“

Da er diese „Wallfahrten“ großenteils schriftlich festhielt, hat er uns hiermit auch die ältesten Wegbeschreibungen auf die Hochries (21. Juli 1795) und den Geigelstein (= Wechsel, am 4. Juni 1800) in den Chiemgauer Alpen sowie auf den im Mangfallgebirge gelegenen Großen Riesenkopf (1. Mai 1798) übermittelt. Näheres hierzu findet man in der Tabelle 1, in der fast alle seine Alpenexkursionen mit einer Auswahl bemerkenswerter Pflanzenfunde zusammengestellt sind.

Seine umfangreichen floristischen Aufzeichnungen (SCHMIDT 1794: 236-255; 1796: 203-213; 1798: 51-73; 1798: 123-129; 1799: 184-195; 1800: 75-99; 1802: 92-113; 1803: 147-156; 1815: 10-12; um 1810 unv.) stellen auch heute noch wichtige Dokumente dar. Von kaum einem anderen Gebiet des bayerischen Alpenvorlandes und der bayerischen Alpen gibt es aus dieser Zeit so gründliche Untersuchungen. So stam-

men fast ein Dutzend Neufunde für Bayern von ihm. Darunter sind *Cardamine trifolia*, *Epilobium dodonaei*, *Arabis cf. soyeri*, *Eriophorum angustifolium*, *Geranium phaeum*, *Lonicera caerulea*, *Thelypteris phegopteris* und *Asplenium viride*.

Dies alles ist nicht nur von wissenschaftsgeschichtlichem Interesse, sondern ermöglicht es uns heutzutage, die Veränderungen im Florenbestand für das Gebiet im Laufe der letzten 200 Jahre zu erfassen. Eine entsprechende Arbeit erscheint vom Verfasser an anderer Stelle (SMETTAN in Bearb.).

Außerdem findet man bei SCHMIDT auch Angaben zur Blütezeit der Pflanzen (z. B. 1798: 128-129), zur Tierwelt – hauptsächlich zu den Gliedertieren (z.B. SCHMIDT um 1810 unveröff.) – und zum Leben auf den Almen und in den Köhlerhütten.

Die große wissenschaftliche Bedeutung seiner Arbeiten wurde bereits zu seinen Lebzeiten erkannt, wenn auch später wieder vergessen. So wurde er auf Vorschlag von Dr. David Heinrich Hoppe, dem Herausgeber des Botanischen Taschenbuches, am 20. April 1797 zum Ehrenmitglied der Regensburger Botanischen Gesellschaft ernannt.

Joseph Schmidt bedankte sich für diese Aufnahme in einem Brief vom 30. Juli 1797 und schickte als Dank eine „kleine Sammlung von Pflanzen und Samen“ (Archiv RBG 1.8.20).

Auch als zu Beginn des 19. Jahrhunderts im Rahmen der Universitätsverlegung von Ingolstadt nach Lands hut Prof. Franz von Paula Schrank einen Botanischen Garten anlegte, gehörte Joseph Schmidt zu denjenigen, die hierfür Pflanzen bzw. Samen zur Verfügung stellten (ZIMMERMANN 1981: 35 u. 164).

In Rosenheim selbst gewann er ebenfalls hohes Ansehen. So schrieb der damalige Landrichter Joseph von KLÖCKEL (1815: 12) über ihn:

„Den Naturhistoriker dürfen wir wohl nur erinnern, daß der Benefiziat zu St. Joseph Hr. Joseph Schmidt, Mitglied der botanischen Gesellschaft zu Regensburg, hier wohnet. So wie jedermann hier den unverdrossensten Lehrer und Gehilfen findet, der aus den naturhistorischen und gemeinnützigen Lokal-Beobachtungen schöpfen will,

so hat auch jeder Fremde den gefälligsten Mann an ihm ...“

Beispielsweise half er „wissenschaftlich und nützlich“ mit, als 1812 beim Ausgraben des Wasserhofes im Salinenholzgarten eine „botanische Insel“ geschaffen wurde. Auf ihr wurden Beete angelegt, um „Obstbäume, Sträucher und Wurzel Gewächse empor zu bringen“. Außerdem wurde für die Alpenflora „eine Wand von Felsensteinen“ errichtet (KLÖCKEL 1815: 118).

Auch dürfte der Benefiziat Friedrich Wilhelm Doppelmayr kennengelernt haben. Dieser war 1808 als Königlich Baierischer Landgerichtsassessor nach Rosenheim versetzt worden, wo als oberster juristischer und Verwaltungsbeamter der vorher genannte und nur drei Jahre ältere Klöckel residierte. Doppelmayr nutzte seine wenige Freizeit zum Zeichnen. Dadurch ist uns ein großartiges Bild vom Leben und der Landschaft im damaligen Königlichen Baierischen Landgericht Rosenheim (DOPPELMAYR 1982) überliefert worden. So konnte auch die vorliegende Arbeit mit einigen seiner Skizzen bereichert werden.

Um die Leistungen von Joseph Schmidt hoch genug einschätzen zu können, muß man auch die damaligen schweren Zeiten berücksichtigen.

So soll er infolge übler Verwaltung des Benefizialfonds durch den Magistrat von 1796 bis 1813 jährlich 71 Gulden seines Einkommens verloren haben (FORSTMAIER in EID 1908: 40). Schlimmer waren aber sicher die kriegerischen Ereignisse des Jahres 1800, die seinerzeit das Land überzogen und wobei er selbst ausgeplündert wurde. Er schreibt hierzu (1802: 93):

„Der erste Dezember war ein schreck- und jammervoller Tag für uns; indem an demselben die französische Avantgarde (ein wahres Räuber gesindel) zum erstenmal streitend hier einzog, ohne Barmherzigkeit plünderte, raubte und Leute mißhandelte, zwar in der Nacht auf den zweyten und dritten December wieder in der Stille abzogen, um zur Entscheidung der Schlacht bey Hohenlinden das ihre beyzutragen, den 6ten December aber, nach glücklich erfolgtem Siege zum zweytenmal Siege prangend und Racheschnaubend hier einrückte, und sich noch unmenschlicher betrug; endlich am 9ten December

eine halbe Stunde von hier zu unserem Glücke ohne Schwerdtstreich über den Inn gieng, und da ihre Grausamkeit fortsetzte. Möchte doch dieser Krieg der letzte in der Welt gewesen seyn! Man wird wohl diesen Wunsch einem, der das Ungemach eines Krieges schwer empfunden hat, nicht verargen!"

In jener Zeit machte er sich auch Gedanken, wie man mit naturkundlichem Wissen den Landwirt unterstützen könne. So erschien im Jahr 1800 von ihm ein Büchlein mit dem langen Titel „Die Spinne als Wetterprophetinn, welche die bevorstehende Veränderung des Wetters mehrere Tage voraus ankündigt, und auf die man sich, in dieser Hinsicht, bei weitem mehr, als auf ein Barometer, Thermometer, oder anderes dergleichen Instrument, verlassen kann; nebst einer Tafel, welche die Vorbedeutungs-Kennzeichen der bevorstehenden Wittring im kurzen darstellt.“

Schließlich erlebte er auch die Zeiten landwirtschaftlicher Missernten, die zu Hungersnöten und Armut führten. Dadurch angeregt entstand als sein letztes Werk das Hilfsbüchlein für Arme im Jahr 1817. Der Untertitel „Die Kunst bei gegenwärtiger Theurung aus allerley wildwachsenden Pflanzen und Baumfrüchten, wie auch aus einigen Feld- und Gartengewächsen, mit geringen Kosten, sich ein gesundes und nahrhaftes

Nothbrod zu verschaffen“ zeigt, wie er hiermit den Notleidenden helfen wollte.

Es bleibt noch zu berichten, daß er am 15. August 1819 in Rosenheim starb. Der folgende Nachruf (ANONYM 1820: 606) erschien hierzu im 3. Band der Flora, der ältesten heute noch existierenden botanischen Zeitschrift der Welt:

„Die Nachricht von dem Hinscheiden des Hrn Beneficiaten Joseph Schmidt zu Rosenheim in Baiern ist uns erst jetzt zugekommen; ein reisender Botaniker wollte ihn besuchen, traf ihn aber nicht mehr unter den Lebendigen – Schmidt gehörte zu den Botanikern, die ohne allen Unterricht, aus sich selbst hervorgehen. Die vervollständigste Kenntnis der vaterländischen Flora, verbunden mit Erweiterung der angewandten Botanik waren vorzügliche Gegenstände seiner Bemühungen. Eine öde Insel bei Rosenheim wurde durch seine Beihilfe in einem botanischen Garten umgeschaffen und mehrere botanische Aufsätze finden sich in verschiedenen Zeitschriften.“

Auf seinen Spuren

Da über die inzwischen eingetretenen Vegetationsveränderungen im Alpenvorland an anderer Stelle berichtet werden soll (SMETTAN in Bearb.), wurden für diesen Beitrag nur zwei seiner Alpenexkursionen her-

Datum	Wege, Orte, Berge	bemerkenswerte Pflanzen	Quelle
6.7.1794	Gegend um den Wechsel (Geigelstein)	Dryas octopetala, Achillea atrata, Ach. glavenae, Chrysanthemum atratum, Androsace lactea, Hieracium alpinum, Saxifraga autumnalis, Senecio abrotanifolius, Arnica Scorpioides (= Doronicum gr.), Allium vict., Gentiana punctata	1798: 69-70
21.7.1795	Fraßdorf - Sagberg - Hofalpe - Riesenalpe - hohe Riese (Hochries)	Cacalia alpina, Veronica aphylla u. fruticulosa, Polygonum viviparum, Potentilla caulescens, Erica carnea, Thymus alpinus, Leontodon aureum, Hieracium villosum, Valeriana montana	1796: 205-213
22.6.1797	Hohenaschau - Schloßberg	Teucrium montanum, Sedum acre, Sambucus ebulus, Saxifraga rotundifolia, Thymus alpinus	1798: 53
25.6.1797	Hohenaschau - Hofwäldechen - Badwiese (Buchwinkel)	Astrantia major, Lilium martagon, Allium ursinum, Dentaria pentaphyllos, Moehringia muscosa, Asplenium viride	1798: 54-58

Datum	Wege, Orte, Berge	bemerkenswerte Pflanzen	Quelle
27.6.1797	Hohenaschau - Albererthal (Almererthal) - Weissenberger Alpe (Schoßrinn-Alm)	Veronica urticaefolia, Carduus nutans, Orchis conopsea (= Gymnadenia c.), Orchis coriophora, Osmunda spicant (= Blechnum spicant), Trifolium montanum, Laserpitium latifolium	1798: 59-62
2.7.1797	Hohenaschau - Hofalpe (Hof-Alm)- Ries - Hochries	Pyrola secunda, Viola biflora, Hieracium aurantiacum, Crataegus alpina , Valeriana saxatilis, Orchis globosa, Senecio alpinus, Rubus saxatilis	1798: 62-66
4.7.1797	Hohenaschau - Aschenthal (Grattenbachthal) - Aschenthaler Alpe	Lunaria rediviva, Spiraea aruncus, Crataegus Aria (= Sorbus aria), Centaurea montana, Lonicera alpigena, Thesium alpinum	1798: 68-69
1.8.1797	Hohenaschau - Ries (Riesen-Alm) - Hochries	Gentiana asclepiadea, Salvia glutinosa, Serapias latifolia, Buphthalmum grandiflorum, Lycopodium selaginoides (=Selaginella s.)	1798: 71-72
30.4.1798	Rosenheim - Kirchdorf - Petersberg	Ranunculus aconitifolius, Primula farinosa, Trollius europaeus, Fumaria bulbosa, Polygala chamaebuxus, Asplenium scolopendrium	1799: 184-185
1.5.1798	Petersberg - Aesten - Riesenkopf - Petersberg - Fischbach	Erica carnea, Homogyne alpina, Cynosurus coeruleus (= Sesleria), Asperula odorata, Geranium rotundifolium, Saxifraga rotundifolia u. Cotyledon (= cf. paniculata), Viburnum lantana	1799: 185-188
8.5.1798	Rosenheim - Feigenbach (Feilnbach) - Hundheim (Hundham)	Euphorbia dulcis, Centaurea montana, Valantia cruciata (= Gentiana cruciata), Allium ursinum, Symphytum tuberosum, Ophrys ovata (=Listera)	1799: 188-189
9.5.1799	Hundheim - Birkenstein - Hundheim - Windsmühl (Wörns-mühl)	Globularia cordifolia, Arnica bellidastrum, Melica nutans, Valeriana tripteris, Veronica fruticulosa, Galium glaucum, Rhamnus pumilus, Pinguicula alpina, Hippuris vulgaris	1799: 189-192
10.5.1799	Hundheim - Feigenbach - Rosenheim	Sorbus aucuparia, Ilex aquifolium	1799: 192-195
16.5.1799	Hohenaschauer Schloßberg	Rhamnus pumilus	1800: 80-81
28.4.1800	Lützeldorf (Litzeldorf) - Derndorf - Jenbach - Mayr-Alpe - Aibelberg - Lützeldorf - Dörlwald	Lathraea squamaria, Ranunculus lanuginosus, Trollius europaeus, Cardamine trifolia, Viola biflora, Equisetum sylvaticum, Tussilago alpina, Dentaria enneaphylla, Ranunculus bulbosus, Carex ericetorum, Centaurea montana, Tussilago ramosa, Andromeda polifolia, V. palustris	1802: 95-99
27.5.1800	Rieß (Riesenalpm) - Hochrieg	Veronica aphylla, Myagrum saxatile, Dentaria bulbifera, Panicum Crus-galli, Valeriana mont.	1802: 99-100
4.6.1800	Hohenaschau - Wechsel (Geigelstein)	Lonicera coerulea	1802: 100
16.7.1800	Sackberg (Sagberg) - Hochrieg	Brassica campestris, Cacalia albifrons (= Adenostyles alliariae)	1802: 100-101

Datum	Wege, Orte, Berge	bemerkenswerte Pflanzen	Quelle
13.8.1800	Hochries (Hochries)	<i>Polypodium oreopteris</i> (= <i>Thelypteris limbosp.</i>) <i>Senecio alpinus</i> , <i>Euphrasia Salisburgensis</i>	1802: 101
8.5.1801	Rehaue (Regau bei Flintsbach)	<i>Tussilago hybrida</i> (= <i>Petasites h.</i>), <i>Primula farinosa</i> , <i>Valeriana dioica</i> , <i>Convallaria verticillata</i>	1802: 101-102
23.5.1801	Jenbach - Mayralpe (Maier-Alm)	<i>Arabis bellidifolia</i> (= <i>Arabis cf.soyeri</i>)	1802: 102-103
24.8.1801	Hochries (Hochries)	<i>Gentiana asclepiadea</i> , <i>Inula salicina</i> , <i>Erigeron alpinum</i> , <i>Senecio erucaefolius</i> , <i>Campanula linif.</i>	1802: 103
3.5.1802	Rehaue (Regau bei Flintsbach)	<i>Tussilago alba</i> (= <i>Petasites albus</i>), <i>T. Petasites</i> (= <i>Petasites hybridus</i>), <i>T. Farfara</i>	1803: 147-148
11.5.1802	Jennbach	<i>Polygala chamaebuxus</i> , <i>Cardamine trifolia</i> , <i>Ophrys ovata</i> (= <i>Listera ovata</i>), <i>Ranunc. nivalis</i>	1803: 149
25.6.1802	Rosenheim - Riedering - Sölhüber Wald - Sackberg - Rieß - Hochries	<i>Turritis glabra</i> , <i>Sedum villosum</i> , <i>Onoclea Spinanth</i> (= <i>Matteucia struthiopteris</i>), <i>Pyrola secunda</i> , <i>Osmunda lunaria</i> (= <i>Botrychium l.</i>), <i>Saxifraga androsacea</i> , <i>Ranunculus platanifolius</i> , <i>Orchis globosa</i> , <i>O. ustulata</i> , <i>Satyrium albidum</i>	1803: 150-153

Tab. 1: Die von Joseph Schmidt durch seine Veröffentlichungen nachgewiesenen Alpenexkursionen. In Klammer sind einige der heute üblichen Bezeichnungen beigelegt. Außerdem botanisierte er auch an der Kampenwand (Jägeralpe unter der Kampen = Schlechtenberger Alm), am Heuberg (am Weg nach Kirchwald) und im Wendelsteingebiet (Soy = Soin und Salwand).

ausgesucht und erneut begangen. Genauso reizvoll wäre es gewesen, die anderen Wege zu wiederholen und zu beschreiben. Allein aus Platzgründen mußte jedoch hierauf verzichtet werden.

Benefiziat Joseph Schmidt ging - was bei den damaligen Wegverhältnissen sinnvoll war - meist auf dem Hinweg auch wieder zum Ausgangspunkt zurück. Ich habe dagegen die Wege so erweitert, daß man sie als Tageswanderungen nachlaufen kann. Am geschicktesten ist es, wenn man eine Kopie der Wegbeschreibung und die Topographische Karte 1 : 50 000 Chiemsee bzw. Mangfallgebirge vom Bayerischen Landesvermessungsamt mitnimmt.

1. Von Frasdorf über den Sagberg und die Riesen-Alm auf die Hochries (Chiemgauer Alpen)

von Joseph Schmidt begangen am 21.7.1795, nachgegangen am 29.7.1996 und 30.8.1996 mit Ergänzungen vom 31.5.1997 und 8.4.1998

Ausgangspunkt:

Parkplatz südlich Frasdorf-Lederstube 640 m

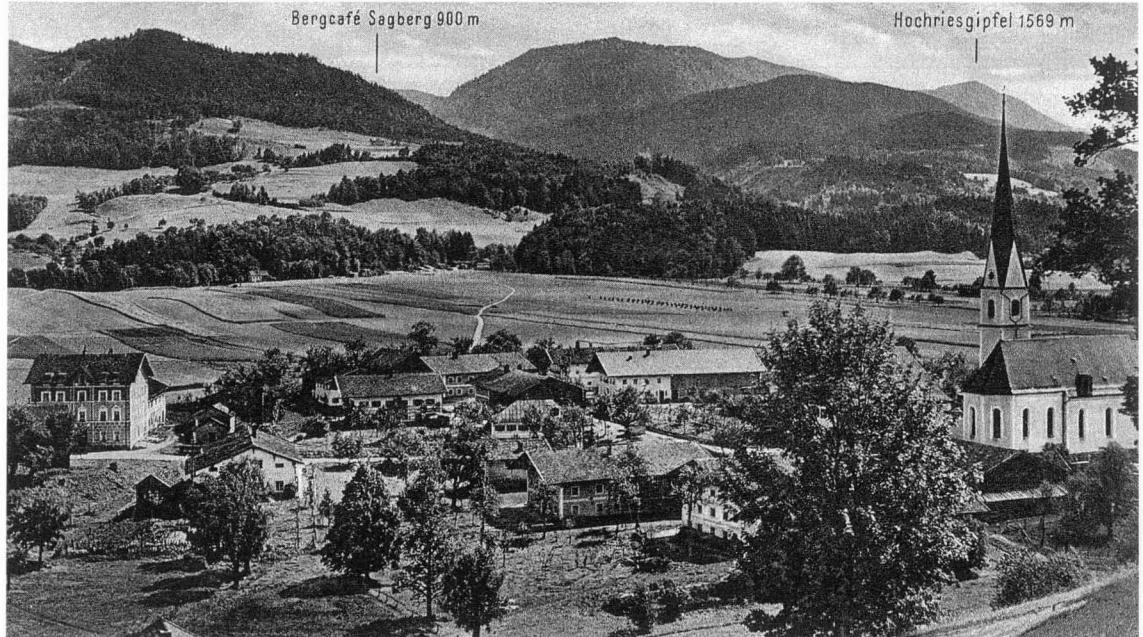
Gipfel:

Hochries 1568 m (Riesenbergs 1449 m, Karkopf 1496 m)

Gasthäuser:

Gasthof Sagberg 900 m (mit Auto erreichbar, Mo, Di Ruhetag), Hof-Alm (nur Getränke), Riesenhütte 1345 m, DAV Sektion Oberland (außer Nov. ganzjährig bewirtschaftet), Hochrieshaus 1569 m, DAV Sektion Rosenheim (ganzjährig bew.), Frasdorfer Hütte 950 m (ganzjährig geöffnet, Mo. und Di. Ruhetag)

„Sie können sich wohl selbst vorstellen, wie unmöglich ein Botaniker seyn muß, wenn er gerade in den Sommermonaten, wo ihm die Flora besonders auf Alpen die reichste Pflanzenärde verspricht, immer zu Hause sitzen, und die beste Sammlungszeit unbenutzt verstreichen lassen muß, und besonders, wenn er sich in der Absicht, Alpen-



Frasdorf mit Hochries

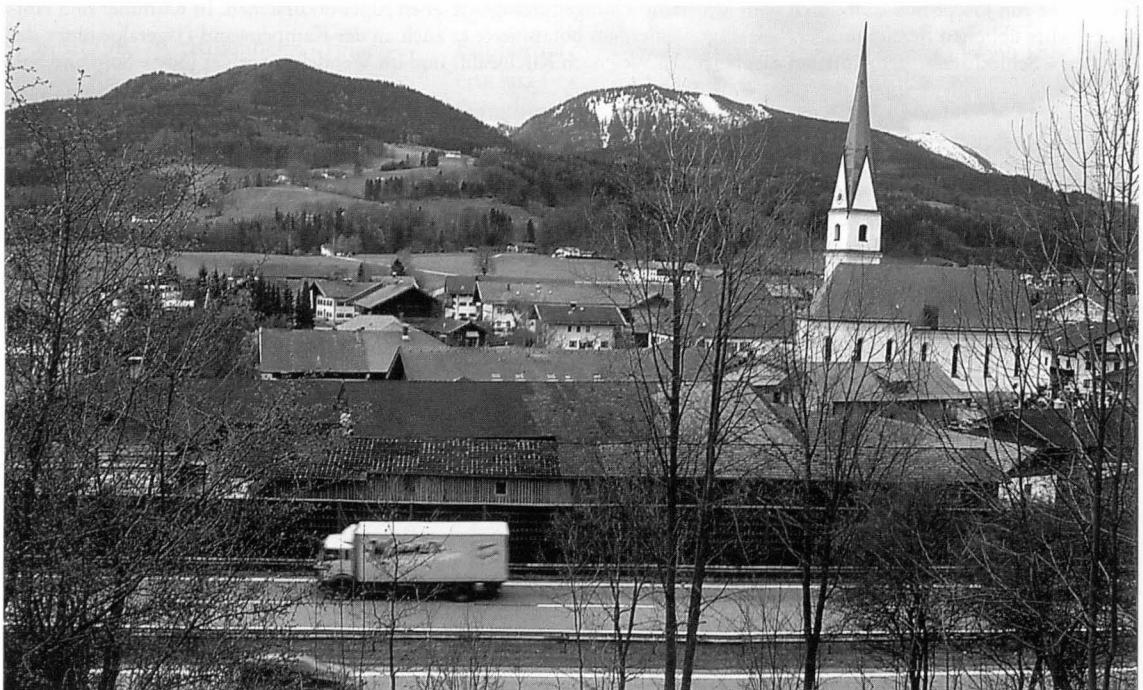


Abb. 1 und 2: Vergeblich suchte ich von der gleichen Stelle ein Bild von Frasdorf mit Sagberg, Riesenbergen und Hochries (von links) zu machen, wie es um 1930 aufgenommen wurde; denn inzwischen ist der Hang größtenteils zugewachsenen beziehungsweise mit Fichten aufgeforstet worden. Außerdem rauscht der Fernverkehr Salzburg - München auf der Autobahn vorbei. Zusätzliche Bebauung und Dauergrünland anstelle von Feldern sind ebenfalls für das heutige Bild (8.4.1998) kennzeichnend.

pflanzen zu sammeln, schon dem Gebirge genähert hat, und voraussieht, daß er nicht bald wieder Gelegenheit und Muse finden wird, so eine Reise zu unternehmen. Freund! so ging es mir heuer. Ich war ganze 26 Tage lang zu Fraßdorf am Fuß des Aschauergebirges bey dem Vikarius des Orts Herrn Forerius Kronsäßt, Chorherrn aus dem regulierten Domstifte zu Herrn Chiemsee, der mich auf einige Tage zu sich geladen hatte, ihm in einigen priesterlichen Geschäften auszuhelfen, hauptsächlich aber in der menschenfreundlichen Absicht, mir bessere Gelegenheit zu verschaffen, die nahen und pflanzenreichen Gebirge mit mehr Bequemlichkeit besuchen zu können. Wärmensten Dank diesem edeln Freund für seine patriotische Unterstützung, die er mir in Rücksicht auf Botanik sowohl im vorigen als dem heurigen Sommer angedeihen ließ. Nie werde ich seiner vergeßen, der Anblick einer jeden Alpenpflanze, die ich in dieser Gegend gesammelt habe, wird mich allzeit mit herzlichen Dank an meinen Freund und Unterstützer Forerius erinnern. Aber Schade wars, daß ich diese schöne Gelegenheit heuer nicht besser benutzen konnte: denn während der ganzen Zeit, wo ich mich bey meinem Freund aufhielt, war die Witterung fast immer regnerisch und einer Alpenreise nicht sehr günstig. Ich hatte nur sehr wenige Stunden gefunden, um in der Nähe herum einige kleine Exkursionen zu machen.

Am 21. Julius endlich, wo sich zwar die Luft aufheiter te, aber die im Gebirge sich aufthürmenden Nebel immer noch einen Regen befürchten ließen, wagte ich es doch eine kleine Alpenreise zu unternehmen, und den nächsten Berg, die hohe Riese genannt, mit botanischen Blicken zu besuchen. Ich konnte mich wegen vorgefallenen Hindernissen erst um 9 Uhr vormittags auf den Weg machen. Nach einer kleinen Viertelstunde war ich am Fuß des so genannten Sagberges, den ich nun getrost zu besteigen begann, und nach einer kleinen halben Stunde kam ich bey dem Bauernhof am Sagberg an. Da aber die scharfe Sense des emsigen Landmannes die Pflanzen von den schönen Wiesen dieses Berges schon weggeraft hatte, so blieb mir nichts zu sammeln übrig. Doch hatte ich am Hohlwege hinauf *Lapsana communis*, *Prenanthes purpurea* und *muralis*, *Campanula rapunculoides*, *Epilobium montanum*, und in den Gebüschen *Actaea spicata*, aber letztere schon verblühet, gefunden.“

Ohne Zweifel war die Hochries der von Joseph Schmidt am häufigsten bestiegene Berg. Allein nach

seinen Veröffentlichungen (siehe Tab. 1) stand er acht mal auf ihrem Gipfel. Dies lag sicherlich auch daran, daß er sowohl in Frasdorf wie auch in Hohenaschau Bekannte hatte, bei denen er wohnen konnte; trotzdem war er aber auch bereit, von Rosenheim „in aller Frühe“ zu Fuß loszugehen, um am gleichen Tag auf diesem Berg zu botanisieren (SCHMIDT 1803: 150-153).

Wie seinerzeit der Benefiziat können wir in Frasdorf (hierher Busverbindung von den Bahnhöfen in Prien bzw. Bernau) auf der Sagbergstraße losgehen oder noch ein Stück mit dem Auto bis zum Parkplatz an der Ebnater Achen fahren. Im letzteren Falle müssen wir ein paar Minuten bis zum Sägewerk Lederstube zurücklaufen und dann auf einem Fahrweg entlang des Baches nach Bäckermühle gehen.

Hier begann seinerzeit auch Joseph Schmidt seinen Aufstieg zum Sagberg. Wird es damals ein Ziehweg gewesen sein, der bergan führte, so ist es seit etwa 20 Jahren eine geteerte Straße und statt Hohlwegen sind nur einige Böschungen vorhanden. Aber noch kann man die von ihm angegebenen Pflanzen größtenteils hier finden. So notierte ich unter anderem bei Haslau Waldmeister (*Galium odoratum*), Mauerlattich (*Mycelis muralis*), Vielblütige Weißwurz (*Polygonatum multiflorum*), Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*), Ährige Teufelskralle (*Phyteuma spicatum*), Klebrigen Salbei (*Salvia glutinosa*), Nickendes Perlgras (*Melica nutans*), Gelappten Schildfarn (*Polystichum aculeatum*), Wald-Sankikel (*Sanicula europaea*), Flattergras (*Milium effusum*), Berg-Weidenröschen (*Epilobium montanum*), Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*) und das auch von ihm erwähnte Christophskraut (*Actaea spicata*).

Anders wäre dies, wenn er einige Ackerunkräuter angeführt hätte. So wird seit 1956 kein Getreide mehr angebaut. Bis dahin erntete man „Sommetroad“, da der „Wintertroad“ ausfror, wie mir eine Bäuerin erzählte. Seitdem gibt es also am Sagberg nur noch Grünlandbauern mit Viehhaltung, aber auch dies nicht mehr auf allen Höfen. Typisch scheint der Sagberghof selber zu sein: Die Wiesen des Hofes werden jetzt vom Tal aus bewirtschaftet, weil der Sohn der Besitzer einen anderen Beruf ausübt und den Hof lediglich zum Wohnen nutzt.

Neben dem Niedergang der Landwirtschaft erkennt man aber auch das zweite, inzwischen wichtiger gewordene Standbein der heutigen Wirtschaft, den Fremdenverkehr mit seinen Folgen. Neben dem Hof steht der 1932 erbaute Gasthof Sagberg mit einem das Haus entstellenden Anbau und einem großen Parkplatz. Von ihm hat man einen schönen Blick auf das Alpenvorland mit Frasdorf und der Autobahn München - Salzburg, die inzwischen der Landschaft einen zusätzlichen Stempel aufgeprägt hat.

„Trat nun den Weg nach der Hofalpe an, welche der hochgräflich Preysingschen Herrschaft gehört, aber verpachtet ist, wanderte durch ein kleines Wäldchen aus welchem ich auf eine lange abhangende und sehr feuchte Bergwiese gerieth, die ebenfalls schon abgemähet war. Nur konnte ich noch Spuren von den sehr häufig darauf wachsenden *Colchicum autumnale* entdecken. Nachdem ich abermal durch ein kleines Wäldchen gegangen, war ich schon am Fuß der Hofalpe.“

Weil ich diese Alpe ein andersmal zu besuchen willens war, so gieng ich diesmal vorbei. Jetzt führte mich der Weg um die Alpe herum durch ein sehr erhöhtes und gekrümmtes Thal, welches links und rechts von Bergen begränzt war. Linkerhand waren die Berge mit Tannen bewachsen, rechter Hand aber ganz von Bäumen entblößt, weil man alle niedergeschlagen und zu Kohlen verbrannt hatte, deren das churfürstliche Eisenschmelzwerk zu Hohenaschau keine kleine Menge jährlich bedarf. Im Thale hatten mich das auf diesen Berge sehr häufig wachsende *Gallium pumillum*, *Gentiana asclepiadea*, noch nicht in der Blüthe, *Scabiosa sylvatica*, *Solidago virgaurea*, *Senecio alpinus* und *Senec. Doria*, letzterer ebenfalls noch nicht in der Blüthe, *Hypericum montanum*, *Epilobium montanum*, und *Cacalia alpina* allenthalben auf dem Weg begleitet. Da ich diesem Thale, in welchem öfters vorüberziehende Nebelwolken bald links, bald rechts bey mir vorbeyflogen, und wo ein mir entgegen wehendes angenehm kühles Lüftchen im Bergsteigen mir sehr wohl zu statten kam, den Weg von einer starken Stunde zurückgelegt hatte, war ich wider Vermuthen der hohen Riese schon näher gekommen.“

Ein kleines grünes Holzschild weist uns auf den rot markierten Weiterweg zur Hof-Alm. Da dieser kaum mehr unterhalten wird, ist er teilweise ziemlich ausge-

spült, und wir erkennen im Lehm eingebettete, verschiedenfarbige, abgerundete Steine. Sie zeigen uns, daß hier am Ende der Eiszeit Fernmoränenmaterial abgelagert wurde.

Nach fünf Minuten erreichen wir eine neu erbaute Forststraße. Wo sie beginnt, kann man auf alten Tannen Misteln (*Viscum album subsp. abietis*) entdecken. Diese nur auf der Weißtanne schmarotzende Kleinart wurde bisher nur von wenigen Stellen aus den bayerischen Alpen angegeben (SCHÖNFELDER/BRE-SINSKY 1990: 119). Ansonsten gibt es, da beiderseits des Weges in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts ziemlich viel mit Fichte aufgeforstet wurde, wenig für den Pflanzenliebhaber Auffälliges.

Endlich durchqueren wir in 860 m Höhe ein Quellmoor und eine Naßwiese. Schmidt beschrieb sie seinerzeit als eine sehr feuchte Bergwiese. Von der nässeliebenden Flora haben sich hier, sofern sie nicht von den Fichten verdrängt wurden, eingestellt: Riesen-Schachtelhalm (*Equisetum telmateia*), Davall- und Hirschen-Segge (*Carex davalliana u. panicea*), Roß-Minze (*Mentha longifolia*), Kohl- und Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium oleraceum u. palustre*), Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*), Große Sterndolde (*Astrantia major*), Alpen-Greiskraut (*Senecio alpinus*), Berg-Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), Wechselblättriges Milzkraut (*Chrysosplenium alternifolium*) und Heil-Ziest (*Betonica officinalis*).

Da diese Flächen, die damals gemäht waren, heutzutage anscheinend nicht mehr bewirtschaftet werden, tummeln sich zwischen den Pflanzen und auf ihren Blüten zahlreiche Kerbtiere. Außer Schmetterlingen sind es vor allem Heuschrecken. Darunter ist auch die in den Alpen seltene Große Goldschrecke (*Chrysolochmaea dispar*).

Jetzt biegt die Forststraße nach rechts in den Wald hinein. Wir gehen den alten Weg geradeaus weiter und sehen bald als ersten Vorboten der Hof-Alm alte von Moosen überzogene Steinmauern. Mit ihnen wurden früher die Weiden abgegrenzt. Wie nüchtern und langweilig wirken dagegen die in unserer Zeit üblichen Stacheldrahtzäune!

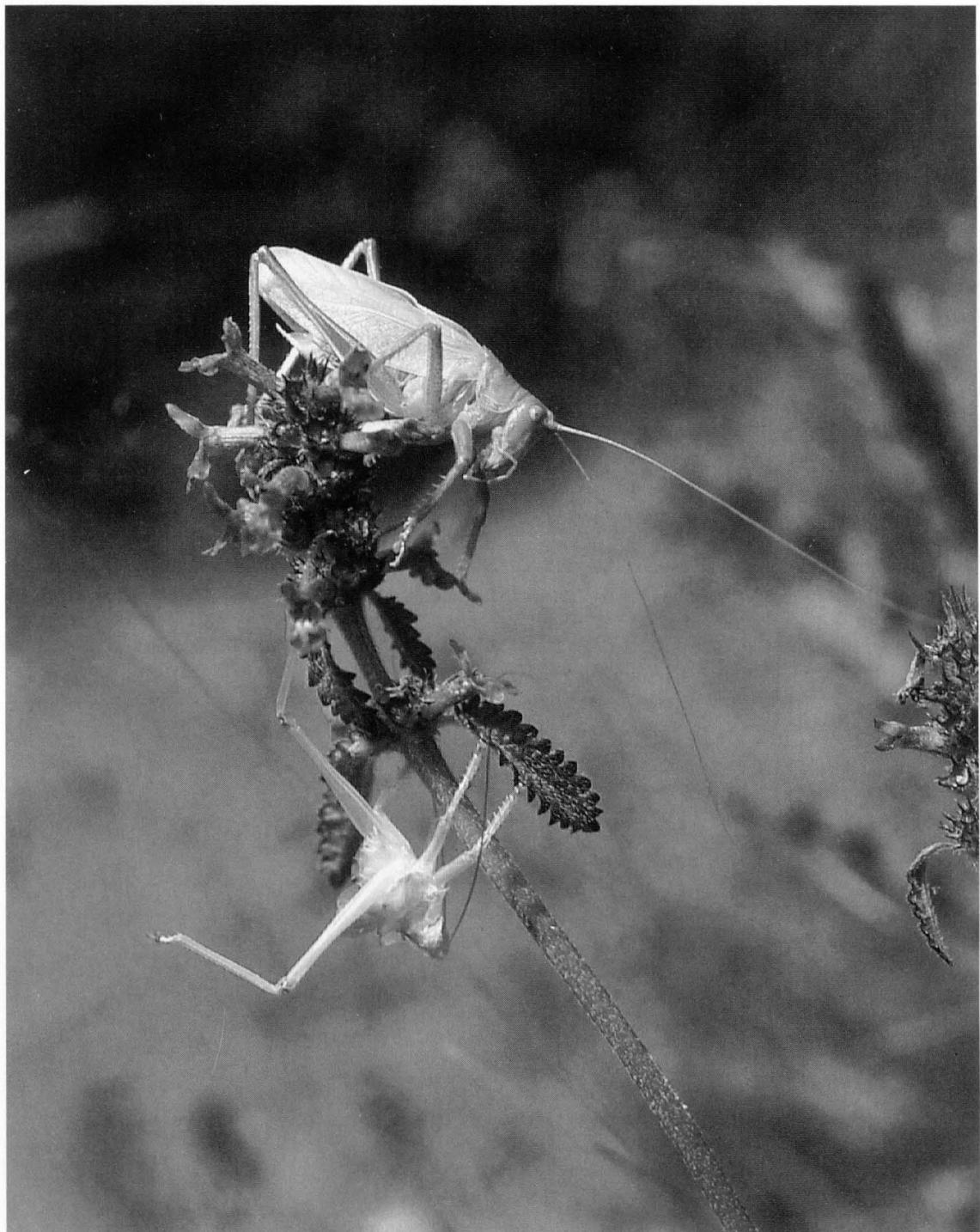


Abb. 3: Zwischen Sagberg und Hof-Alm gibt es eine anscheinend nicht mehr bewirtschaftete Naßwiese, die vor zweihundert Jahren der Benefiziat Schmidt als „sehr feuchte Bergwiese“ beschrieb. Als ich am 29. Juli 1996 hier vorbeikam, schlüpfte eben ein Zwitscher-Heupferd (*Tettigonia cantans*) aus einer Larvenhaut, die es kurz darauf verspeiste. Dies geschah auf dem Blütenstand eines Heil-Ziestes (*Betonica officinalis*).



AUF DER HOFALM-ASCHAU



Abb. 4 und 5: Auch Bäume haben ein begrenztes Lebensalter, und so ist es kein Wunder, daß von der alten Fichte, die um 1920 den Rahmen für die Hof-Alm lieferte, nur noch ein Baumstumpf übriggeblieben ist. Dahinter erkennt man Fichtenaufforstungen und die renovierte Hütte mit einem davorstehenden Telefonmasten. Jenseits des Prientales waren am 8. April 1998 Sulten, Kampen- und Scheibenwand (von links) noch tief verschneit. Zwischen den beiden letzteren sieht man die 1956 geschlagene Seilbahntrasse der Kampenwandbahn.

Die Hof-Alm, einst einem herrschaftlichen Hof in Aschau zugehörig, ist seit 1875 im Besitz der Familie v. Cramer-Klett. Da der Baron die Landwirtschaft vor etwa 20 Jahren aufgegeben hat, weidet hier – wie auf der benachbarten Schmied- und Rauch-Alm – nur Pensionsvieh. 1996 waren es auf der Hof-Alm 4 Pferde mit 3 Fohlen, 22 Kalbinnen, 68 Jungrinder unter 2 Jahren (WÖRNDL 1996: 61) und, wie mir die Sennerin erzählte, nur 2 Kühe. „Gemolken“ werden hauptsächlich die Urlauber, denn die können hier Getränke kaufen, was sicherlich vor zweihundert Jahren auch Joseph Schmidt recht gewesen wäre.

Nicht weit von der Almhütte entfernt kommen wir am Weiterweg zur Riesen-Alm an den Überresten eines alten Kalkbrennofens vorbei (Tafel). In der einfachen Form eines Schachtofens (Meilerofen) wurde bei 900°C Kalk gebrannt. Hierbei spaltet der Kalkstein (CaCO_3), der in der Umgebung gesammelt wurde, Kohlenstoffdioxid (CO_2) ab, wodurch gebrannter Kalk (CaO) entsteht. Um daraus Mörtel herzustellen, muß er mit Wasser „gelöscht“ – es bildet sich $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – und mit Sand vermischt werden. An der Luft wird dann der Mörtel hart, da wieder Kalk entsteht.

Der alte Weg zur Riesen-Alm ist ziemlich heruntergekommen, und die neue Forststraße zerschneidet durch ihre Überbreite den mit zu vielen Fichten bestockten Wald. Warum die Wälder hier im allgemeinen so wenig naturnah sind, hat mit ihrer jüngeren Geschichte zu tun. So bemerkte man in 1130 m Höhe, wo ein Weg zum Spitzstein abzweigt, rechts und links der Straße einen tiefschwarzen Boden mit verkohlten Holzstücken. Hier war einst ein Köhlerplatz.

In seinem Bericht schreibt Joseph Schmidt dazu, daß die Holzkohlen für die Eisenindustrie im Pridental benötigt wurden. Tatsächlich gab es in Hammerbach bei Hohenaschau bis 1879 ein Hammerwerk, in dem über drei Jahrhunderte hinweg Roheisen aufbereitet wurde („Eisenfrischen“). Es kam dann teils als schmiedefähiges Eisen, teils weiterverarbeitet als Nägel in den Handel. So arbeiteten rund um Hohenaschau über 20 Nagelschmiedmeister mit bis zu 80 Gesellen. Genaue- res erfährt man hierzu im Pridentalmuseum, das sich im Schloß Hohenaschau befindet und im dort erhältlichen Museumsführer.

,Nun Freund! überraschte mich auf einmal ein seltamer Anblick. Ein kleines romantisches Dorf von 27 Kasen (Alpen- oder Sennenhütten) stand vor meinen bewundernden Augen da. Sie standen in zwei langen Reihen hin, jede von der anderen 30-40 Schritte abgesondert, und jede wird von einer Amazonin und ihrem Vieh bewohnet. Diese Kasen oder niedrigen Hütten sind nur von ungezimmerten Bäumen zusammengefügt, nur sehr wenige waren aufgemauert. Sie bestehen aus einer Kammer, die Küche und Schlafgemach der Sennin zugleich ist, aus einem Keller und Viehstall, in welchem das Vieh nur zum Melken hineingeht, und deren einzige Decke das schlechte und mit Steinen beschwerte Schindeldach ist. Kammer und Stall werden sehr reinlich gehalten, und besonders die Milchgefäß, daß man sie selbst in der vornehmsten Herrschaftsküche nicht reiner findet. Die Alberinen (Sennen) leben sehr nachbarlich mit einander, und es kommt eine der anderen bey vieler Arbeit schwesterlich zu Hilfe. Zwischen diesen Kasen durch trug mich nun der Weg näher zum Berg hin; da ich etwas ermüdet war, so beschloß ich hier in dieser von Amazoninen bevölkerten Einöde auszuruhen und mich zu laben. Ich gieng daher auf eine von den letztern Kasen zu, grüßte die Alberin, wurde von ihr gut empfangen und mit schmackhafter Milch und frischem Butter mit wahrhaft gastfreundlichem Herzen bewirthet, die ich mir auch fürtrefflich schmecken ließ. Um die Hütten herum wuchs der Mönchsribarber, Rumex alpinus häufig. Von Senecio alpinus gab es ganze Felder, als hätte man ihn mit Fleiß dahin gebauet. Das Vieh frisst ihn aber nicht; wenigstens konnte ich keine Spur finden, daß eine solche Pflanze von ihm wäre berührt worden. Wahrlich ein glücklicher Instinkt für diese Thiere! denn dieser Baldgreis ist so scharf, daß er das Vieh, welches davon frisst, heftig purgiert, und den Schafen die Wolle ausfällt, und überdies vermehrt er sich durch seine Wurzeln sehr und verdrängt dadurch bessere Pflanzen. Eben darum, war mir die Menge dieser daselbst wachsenden schädlichen Pflanze sehr auffallend, und ich wundere mich daß die Sennen nicht das schöne Beispiel der fleißigen Schweizer nachahmen, die dieses Unkraut jährlich mit gesamter Hand ausrotten.“

Auch heutzutage bietet die Riesen-Alm einen reizvollen Anblick, sobald man die Hochfläche mit der Hochries im Hintergrund erreicht hat. Gegenüber früher hat sich aber das Bild stark geändert: Statt der vom

Benefiziaten erwähnten 27 Almhütten stehen hier nur noch sieben Gebäude. Diese haben nicht nur zusätzlich ihr Aussehen verändert – z.B. Blech- oder Ziegeldach anstelle eines mit Steinen beschwerter Schindeldaches –, sondern dienen inzwischen mehr der Freizeit als der Landwirtschaft. So wurde 1913 die östlichste Almhütte von der Sektion Oberland des DAV erworben und zur Unterkunftshütte ausgebaut. Auch bei den anderen Hütten, von denen jede nach einem Almbrief des 16. Jahrhunderts mit jeweils 8 Rindereinheiten ausgestattet war, wird man vergeblich nach Milch oder Butter fragen; denn seit drei Jahren wird auf die Riesen-Alm nur noch Jungvieh aufgetrieben. Bis dahin wurde auf einer Hütte gekast (Käse hergestellt). Da aber, wie mir ein Bauer erzählte, inzwischen die Alten gestorben seien, gebe es dies jetzt nicht mehr. So wird nur noch ein Stall genutzt, weil hier Ziegen gehalten werden. Deshalb findet man zwar noch die stickstoffanzeigenden Almunkräuter Alpen-Greiskraut (*Senecio alpinus*) und Alpen-Ampfer (*Rumex alpinus*), aber sie bilden keine Herden mehr.

Wem der Weiterweg auf die Hochries zu weit ist und trotzdem eine schöne Aussicht haben will, kann stattdessen über blumenreiche Kalkmagerrasen den nahgelegenen Riesenberg auf einem Pfad besteigen. Vom Gipfel sieht man weit ins Alpenvorland hinaus. Im Spätsommer kann man hier von den rot leuchtenden Hinterflügeln und dem klappernden Schnarrton einer auffälligen Heuschrecke überrascht werden; denn so lange nämlich die Rotflügelige Schnarrschrecke (*Psophus stridulus*) am Boden sitzt, ist sie mit ihrer grauschwarzen Färbung hervorragend getarnt, so daß man sie leicht übersieht. Diese Feldheuschrecke zählt in Deutschland zu den gefährdeten Arten und steht deshalb unter Naturschutz.

Die Bezeichnungen „Riesenberg“, „Hochries“ oder „Riesenkopf“ (siehe die Wanderung Nr. 2) hat nichts mit übergroßen Menschen zu tun, sondern geht auf die Riesen zurück. Riesen sind von Zimmerleuten angefertigte Holzrutschen. Auf ihnen konnten in schwierigem, weglosem Gelände große Mengen von Baumstämmen rasch und schonend zu Tal gebracht werden.

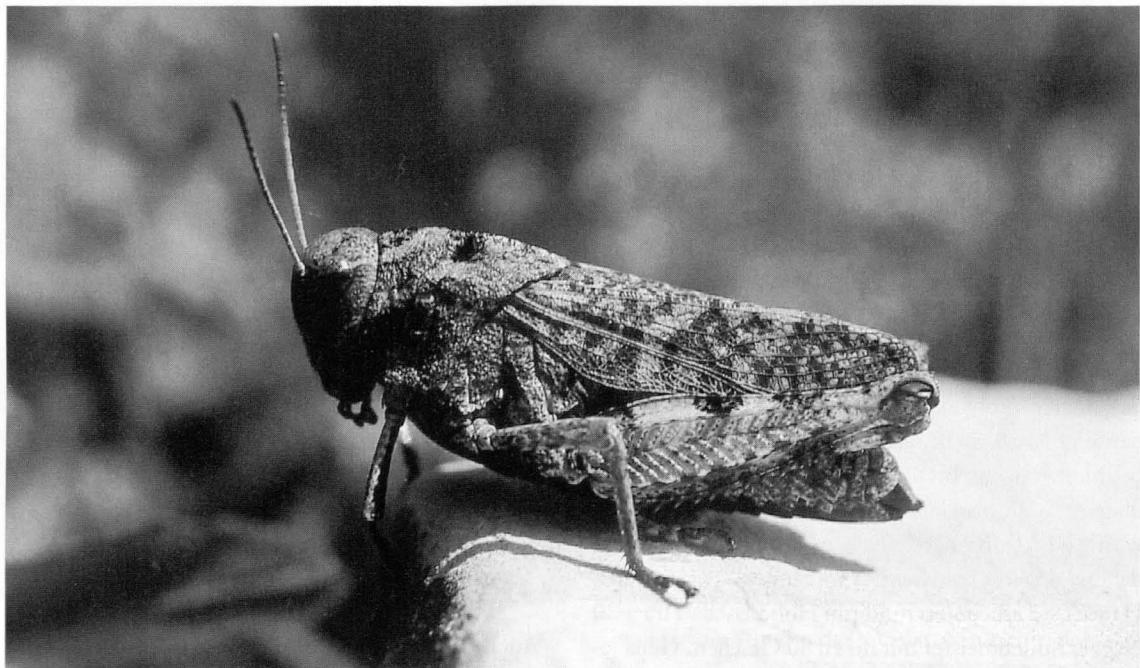


Abb. 6: Auf der Sonnenseite des Riesenberges lebt die Rotflügelige Schnarrschrecke (*Psophus stridulus*). Solange sie am Boden sitzt, ist sie mit ihrer grauschwarzen Färbung hervorragend getarnt und ihre Bezeichnung erscheint unverständlich (22.8.1995).



Abb. 7: Von 27 Hütten, die der Benefiziat Schmidt vor zweihundert Jahren auf der Riesen-Alm zählte, sind heutzutage, wie die Aufnahme vom 29.7.1996 zeigt, nur noch sieben Gebäude vorhanden. Selbst in diesen wird keine Kuh mehr gemolken, sondern sie dienen inzwischen hauptsächlich dem Tourismus. Links im Bild ziehen sich die Almweiden den Riesenberghinauf.

„Nachdem ich eine Stunde ausgerastet, und zum Bergsteigen wieder neue Kräfte gesammelt hatte, machte ich mich auf den Weg nach der hohen Riese. Da man mir aber gesagt hatte, daß ich auf dem Rücken des Bergs wenige Kräuter finden würde, daß hingegen die sogenannte Wand an der Südseite desselben ein sehr pflanzenreicher Ort wäre, so beschloß ich, statt den näheren Weg hinauf zu nehmen, einen Umweg zu machen, und an dieser Wand hinauf zu steigen. Jetzt hatte ich eine hohe und etwas steile Wand vor mir, und der Weg hinan wurde mir durch die unzähligen Felsentrümmer, über die ich manchmal kriechen mußte, erst noch mehr erschwert. Doch machte ich diesen beschwerlichen Weg nicht umsonst; denn Mühe und Schweiß wurden mir von der Flora des Berges reichlich belohnt. Ich pflückte im Hinaufsteigen, *Arnica bellidiflora*, *Polygonum viviparum*, *Cucubalus catholicus*, *Veronica aphylla*, *fruticulosa* und *officinalis*, *Moehringia muscosa*, *Polypodium Lonchitis*, *Lycopodium Selago* aber ohne Blüthentheile, *Buphthalmum grandiflorum*, *Carduus monspessulanus*, *Cistus Helianthemum*, *Potentilla*

caulescens, *Erica carnea*, aber schon verblühet, *Geranium sylvaticum*, *Sagina procumbens*, *Thymus alpinus*, *Anthericum calyculatum*, *Pimpinella magna flore rubro*, *Salix Myrsinoides*, und *Sedum rubens*, letzteres schon verblühet. Endlich erinnerte mich der angenehme Wohlgeruch des Alpenbalsams, daß ich den Gipfel oder Rücken des Berges schon sehr nahe gekommen seyn müsse, und wirklich war's so, nur noch wenige Schritte vorwärts, und ich war um 2 Uhr auf der hohen Riese.“

Der von Schmidt beschriebene Weiterweg über die „Wand“ ist etwas unklar, zumal er von der „Südseite“ der hohen Riese spricht. Wie mir nämlich ein Bauer versicherte, handele es sich bei der Wand um die Nordseite der Hochries. Dies paßt auch eher mit der auch heutzutage noch artenreichen Flora hier zusammen.

Wählen wir also den Steig zur Seiten-Alm, den blumenreichsten Abschnitt unserer Wanderung. Besonders auffällig sind hierbei die Vertreter der subalpinen Vegetationsstufe. Genannt seien Latsche (*Pinus mugo*),

Glanz- und Großblättrige Weide (*Salix glabra* u. *appendiculata*), Grün-Erle (*Alnus viridis*), Alpen-Heckenrose (*Rosa pendulina*), Schwarze und Alpen-Heckenkirsche (*Lonicera nigra* u. *alpigena*), Seidelbast (*Daphne mezereum*), Knotenfuß (*Streptopus amplexifolius*), Grauer Alpendost (*Adenostyles alliariae*), Berg-Blasenfarn (*Cystopteris montana*), Schwalbenwurz-Enzian (*Gentiana asclepiadea*), Rost-Segge (*Carex ferruginea*), Zweiblütiges Veilchen (*Viola biflora*), Lanzen-Schildfarn (*Polystichum lonchitis*), Alpen-Troddelblume (*Soldanella alpina*), Alpen-Hahnenfuß (*Ranunculus alpestris*), Berg-Bärenklau (*Heracleum sphondylium subsp. elegans*), Bewimperte Alpenrose (= Almrausch = Alpenbalsam = *Rhododendron hirsutum*), Quirlblättrige Zahnwurz (*Dentaria enneaphyllos*), Teufelsklaue (*Huperzia selago*), Nacktstengelige Kugelblume (*Globularia nudicaulis*), Berg-Baldrian (*Valeriana montana*), Wald-Witwenblume (*Knautia dipsacifolia*), Akeleiblättrige Wiesenraute (*Thalictrum aquilegiifolium*), Trollblume (*Trollius europaeus*), Gescheckter Ei senhut (*Aconitum variegatum*), Breitblättriges Laserkraut (*Laserpitium latifolium*), Alpen-Steinquendel (*Acinos alpinus*), Villar's Kälberkropf (*Chaerophyllum villarsii*), Glänzende Skabiose (*Scabiosa lucida*), Weidenblättriges Rindsauge (*Buphthalmum salicifolium*) und Berg-Flockenblume (*Centaurea montana*).

Steigen wir dann von der Seiten-Alm auf den Hochriesrücken, so kommt man in 1420 m Höhe zu einer aus Hauptdolomit aufgebauten Felswand, in der trockenheitsertragende Felsspaltenbesiedler sich festklammern. Dazu gehören der mit seinen lichtfliehenden Zweigen sich an die Felswand anpressende Zwerg-Kreuzdorn (*Rhamnus pumila*), die durch ihre haarfeinen Blätter auffällige Stachelspitzige Segge (*Carex mucronata*) und das an seinen runden Früchten leicht kenntliche Kugelschötchen (*Kernera saxatilis*).

Unglaublich erschien lange Zeit die Angabe von Joseph Schmidt, nach der er an der Hochries auch den Strauchigen Ehrenpreis (*Veronica fruticulosa*) gefunden habe, zumal Prof. Schrank, dessen Flora der Benefiziat benutzte, nicht zwischen *V. fruticulosa* und *fruticans* unterschieden hat (SCHRANK u. MOLL 1785: 159, SCHRANK 1789: 211). Unerwarteterweise entdeckten dann im Herbst 1963 J. Schimmitat und sein

Freund Kallhardt „im steilen Schrofenlände der südlichen Hochiss-“ (fälschlich für Hochries) „Schneide“ viele Hunderte von Pflanzen (SCHIMMITAT 1969: 67). Nicht eindeutig ist, ob damit ein Wuchsraum am Karkopf (-Südwestgrat) gemeint ist, den man von der Seiten-Alm auch direkt erreichen kann (SMETTAN 1996: 108-109).

Bei mehreren anderen vor zweihundert Jahren geplückten Pflanzen hat sich seitdem der gebräuchliche bzw. gültige Name geändert. So heißt es inzwischen *Aster bellidiastrium* statt *Arnica b.*, *Polystichum lonchitis* statt *Polypodium l.*, *Huperzia selago* statt *Lycopodium s.*, *Buphthalmum salicifolium* statt *B. grandiflorum*, *Helianthemum nummularium agg.* statt *Cistus Helianthemum*, *Acinos alpinus* statt *Thymus alpinus*, *Tofieldia clyculata* statt *Anthericum c.* und *Pimpinella major subsp. rubra* statt *P. magna flore rubro*.

Verwechselt wurde von Joseph Schmidt *Cucubalus catholicus*, ein illyrisches Florenelement aus dem Verwandtschaftskreis von *Silene nutans*; *Sedum rubens* mit *S. atratum*, was er später selbst bemerkte; *Carduus monspessulanus* = *Cirsium m.*, eine Art des westlichen Mittelmeergebietes und *Salix Myrsinites* mit der ähnlich aussehenden *Salix retusa* (SMETTAN in Bearb.).

Ebenso konnte das Ostalpen-Fingerkraut (*Potentilla clusiana*), das er angeblich im Juli 1797 an diesem Berg sah (SCHMIDT 1798: 62-66), seitdem nicht mehr bestätigt werden. Die westlichsten Wuchsorte scheinen – zumindest heutzutage – in Bayern an der Kampenwand zu liegen (SMETTAN 1996: 105-106).

Von einigen späteren Exkursionen, die den Benefiziaten auf die Hochries führten, können noch angeführt werden: Kugelorchis (*Orchis globosa* = *Traunsteinera gl.*), Alpenweißzüngel (*Satyrium albidum* = *Pseudorchis albida*), Grüne Hohlzunge (*Satyrium viride* = *Coeloglossum v.*), Mannsschild-Steinbrech (*Saxifraga androsacea*), Platanenblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus platanifolius*), Mondraute (*Osmunda lunaria* = *Botrychium l.*), Dorniger Moosfarn (*Lycopodium selaginoides* = *Selaginella s.*) und die Zwerg-Mehlbeere (*Crataegus alpina* = *Sorbus chamaemespilus*). Bei diesem Gehölz handelte es sich um eine Neuentdeckung für Bayern.

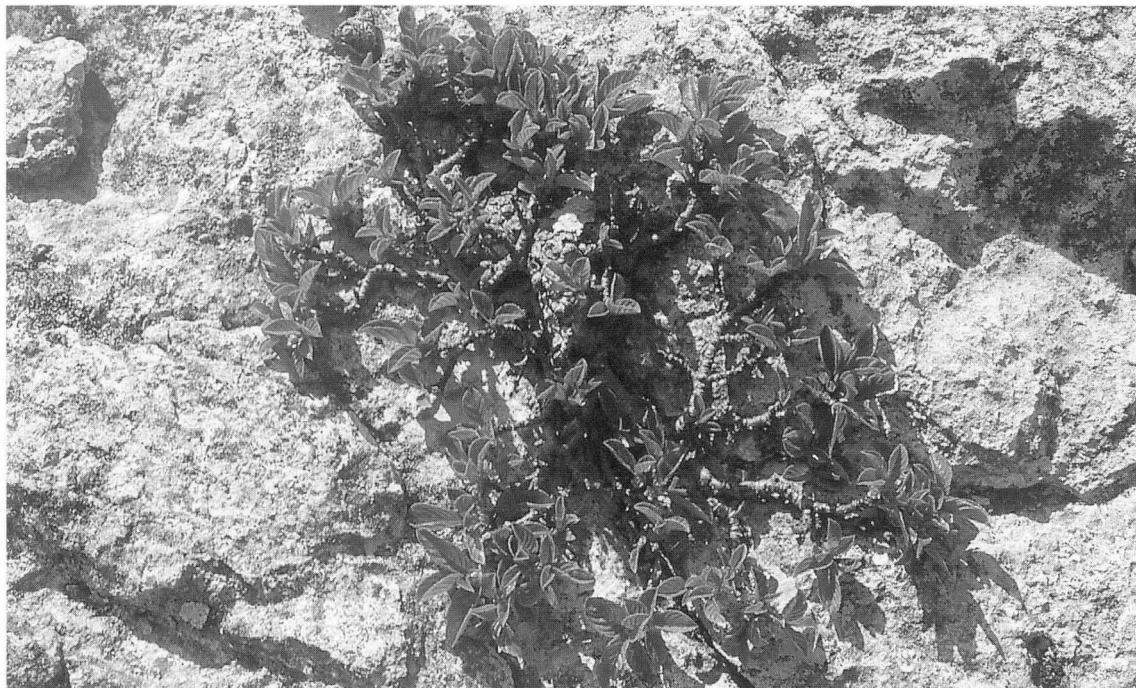


Abb. 8: Joseph Schmidt gelangen am Ende des 18. Jahrhunderts mehrere floristische Erstentdeckungen für Bayern. Dazu gehört der Zwerp-Kreuzdorn (*Rhamnus pumila*). Dieser Strauch preßt sein knorrig, reich verzweigtes Astwerk an sonnige, kalkhaltige Felswände an. Fotografisch festgehalten wurde dies am 31. Mai 1997 am Karkopf.

„Und jetzt, Welch eine herrliche Aussicht in die weiten Ebenen hinab! Eine lebendige Landkarte lag vor mir da, und ich konnte einen großen Theil meines Vaterlandes mit einem einzigen Blick übersehen. Doch leider ward mir dies außerordentliche Vergnügen nicht lange gegönnet. Gar bald zogen die aus der Tiefe heraufsteigenden Nebel einen wäßrigen und undurchsichtigen Schleier über die ganze Gegend, und flugs war die schöne Landkarte wieder weg. So täuscht die Welt uns Sterbliche mit allen ihren Vergnügungen, deren Genuß ist nur von kurzer Dauer, und schnell sind sie wie ein mit Geräusche vorbeifließender Strom und wie ein Dunst wieder verschwunden. Wohl uns, daß uns der Alltägliche jenseits des Grabes eine bessere Aussicht und immer bleibende Freuden verheißen hat. Auf dem Rücken des Berges sieht man keinen anderen Baum als die niedrige Zwerpöhre, *Pinus pumilio*, welche von den Aelplern Latschen genannt werden, und die Gegend gleicht wegen den häufig da wachsenden und damals in voller Blüthe stehenden *Rhododendron hirsutum* (eine andere Art konnte ich nicht finden)

einem schönen, balsamische Wohlgerüche ausduftenden Garten. Da aber hier außer *Valeriana montana* und *Saxifraga rotundifolia*, keine besondere Pflanze zu finden war, so trat ich den Weg abwärts bald wieder an.“

Auch heutzutage ist die Hochries ein großartiger Aussichtsberg. So geht der Blick nach Norden und Nordosten in das von der Eiszeit geprägte Alpenvorland mit Simssee und Chiemsee, nach Osten zum Riesenberg, zum versteinerungsreichen Laubenstein und zur aus Wettersteinkalk aufgebauten Kampenwand. Im Südosten taucht der Klausenberg und dahinter die Geigelsteingruppe auf. Im Süden schließen sich Spitzstein und – im Hintergrund – das in Tirol gelegene Kaisergebirge an. Im Westen erkennt man schließlich jenseits des Inns das Mangfallgebirge.

Aber die Ruhe ist inzwischen oft dahin. Und dies fing ganz harmlos an: So baute im Jahr 1898 die Sektion Rosenheim des Alpenvereins einen Weg, den wir auch heute noch gerne benutzen, auf die Hochries.



Abb. 9: Bergbahnstation, Bergbahnstüberl, Räume für die Bergwacht, Bauten zu Telekommunikation und - links im Bild - die Unterkunftshütte des DAV haben dem Hochriesgipfel gegenüber den Zeiten von Joseph Schmidt ein anderes Aussehen gegeben (8.4.1998). Zusätzlich schmälern vor allem im Sommer die vielen Bergbahntouristen den Landschaftsgenuß.

Dann wurde am 4. Januar 1914 am Gipfel die erste Schihütte im Gebiet des DÖAV eröffnet. Sie war unbewirtschaftet, bestand aus einem Aufenthaltsraum mit Herd und Anrichte und einem danebenliegenden Schlafräum. Der erwies sich aber bald als viel zu klein. So wurde nicht selten in zwei Schichten geschlafen: „Ohne Erbarmen holte dann die Hüttenwache um 2 Uhr früh die erste Schicht aus den warmen Betten, denn draußen warteten seit Stunden, schon frierend und gähnend die Nachfolger“ (HIEBER 1977:56).

Deshalb wurde die Hütte 1933 erweitert und ein ganzjähriger Wirtschaftsbetrieb aufgenommen. Dazu mußte die Wasserversorgung durch eine Widderanlage sichergestellt und am Ende der 40er Jahre eine Materialseilbahn erbaut werden. Mit ihr schaukelte im November 1948 die erste Proviantkiste nach oben.

Das heutige Hochries-Haus wurde von 1958 bis 1966 neu erbaut. Zum Massentourismus kam es aber

erst, als 1971 bzw. 1973 die Sessel- und Großkabinenbahn von Grainbach aus begann, Gäste auf den Gipfel zu „schaufeln“.

„Von der hohen Riese herab nahm ich den kürzern und etwas bequemren Weg, sammelte noch unter Wegs Thegium alpinum, den prächtigen goldfarbigen Löwenzahn, (*Leontodon aureum*), und das im langen Winterpelz eingehüllte Habichtkraut *Hieracium villosum*, und kam nach 3 Uhr bey den 27 Kasen wieder an. Da mir der saure Schweiß in schweren Tropfen über das Gesicht herabrollte, und Rücken und Brust ganz davon naß waren, so ruhte ich hier wiederum aus, um mich ein wenig abzutrocknen. Gegen 5 Uhr fieng es an in unserem Thale finsterer zu werden, und eine von ferne heranziehende Gewitterwolke kündigte ein nahes Donnerwetter an. Und nun, Freund bewundern Sie den schnellen Luftwechsel! war's in wenigen Minuten Winter. Es fiel eine so empfindliche Kälte ein, daß davon mein ganzer Körper wie von einer Fieberkälte erschüttert wurde. Ich mußte auch die schlimmen Folgen von dieser schnellen Verkältung

bald hernach einige Tage hindurch mit Schmerzen empfinden. Aber man vergißt dieser Ungemälichkeit und der ausgestandenen Beschwerden leicht wieder, wenn man an die schöne Pflanzensammlung zurück denkt, die man dadurch erobert hat.“

Wenn der Mensch zu Masse wird, vertreibt er leicht den Genießenden. So steigen wir wieder abwärts und zwar auf dem aus Plattenkalk aufgebauten Nordostrücken der Hochries wie seinerzeit Joseph Schmidt. Floristisch ist dieser Weg weniger ergiebig, weil oft das Vieh schon vorher „gepflückt“ hat. Am interessantesten sind im unteren Teil die vielen Erdfälle (Dolinen). Der größte Trichter – am Waldrand gelegen – hat einen Durchmesser von rund 15 Metern und eine Tiefe von etwa 9 Meter.

Sobald wir die Weiden der Riesen-Alm wieder erreicht haben, können wir entweder auf gleichem Wege zurückgehen oder einen Umweg über den Grubalmkessel machen. Dort gibt es am Fuß des Aberecks eine kleine Stelle, an der während des ganzen Sommers kalte Luft aus Windlöchern austritt. Hier konnten sich deshalb Pflanzen der Schneetälchen halten (RING-

LER 1972: 75-76, SMETTAN 1996: 106-108). Dazu gehört der „kleinste Baum der Welt“, die nur 2 cm groß werdende Kraut-Weide (*Salix herbacea*), sowie der Gelbling (*Sibbaldia procumbens*), der Alpen-Ehrenpreis (*Veronica alpina*) und die Netz-Weide (*Salix reticulata*).

„Da ich nach Hause ganz einen andern Weg als ich hinauf gemacht hatte, zu nehmen willens war, so nahm ich also von den Senninen Abschied, und brach nach 5 Uhr wieder auf. Allein kaum hatte ich eine Viertelstunde vom Weg zurückgelegt, als es schon zu blitzen, schwach zu donnern und sachte zu regnen anfing. Bald aber regnete es so heftig, daß ich meinen Entschluß änderte, und eilen mußte die Richteralpe, welche mir die nächste war, zu erreichen. Hier sprach ich um ein Obdach gegen den Regen zu, und harrte gegen einer Stunde aus, bis endlich der Regen nachließ. Als dann machte ich mich auf, und gieng wieder über den obgedachten Sagberg nach Fraßdorf zurück, wo ich vor 8 Uhr Abends bei meinem Freund ankam.“

Bei dem, beim Aufstieg erwähnten, einstigen Köhlerplatz, der sogenannten Kohlstatt, treffen wir wieder auf den Hauptweg. Von ihm zweigen wir aber



Abb. 10: Im Grubalmkessel kann man am Fuß des Aberecks mehrere Arten der subnivalen Schneetälchen entdecken. Sie können sich in dieser tiefen Lage halten, weil der Boden an einigen Stellen durch austretende Kaltluft auch im Sommer sehr kühl ist. Die Aufnahme zeigt den Mannsschild-Steinbrech (*Saxifraga androsacea*) am 30. Mai 1996.

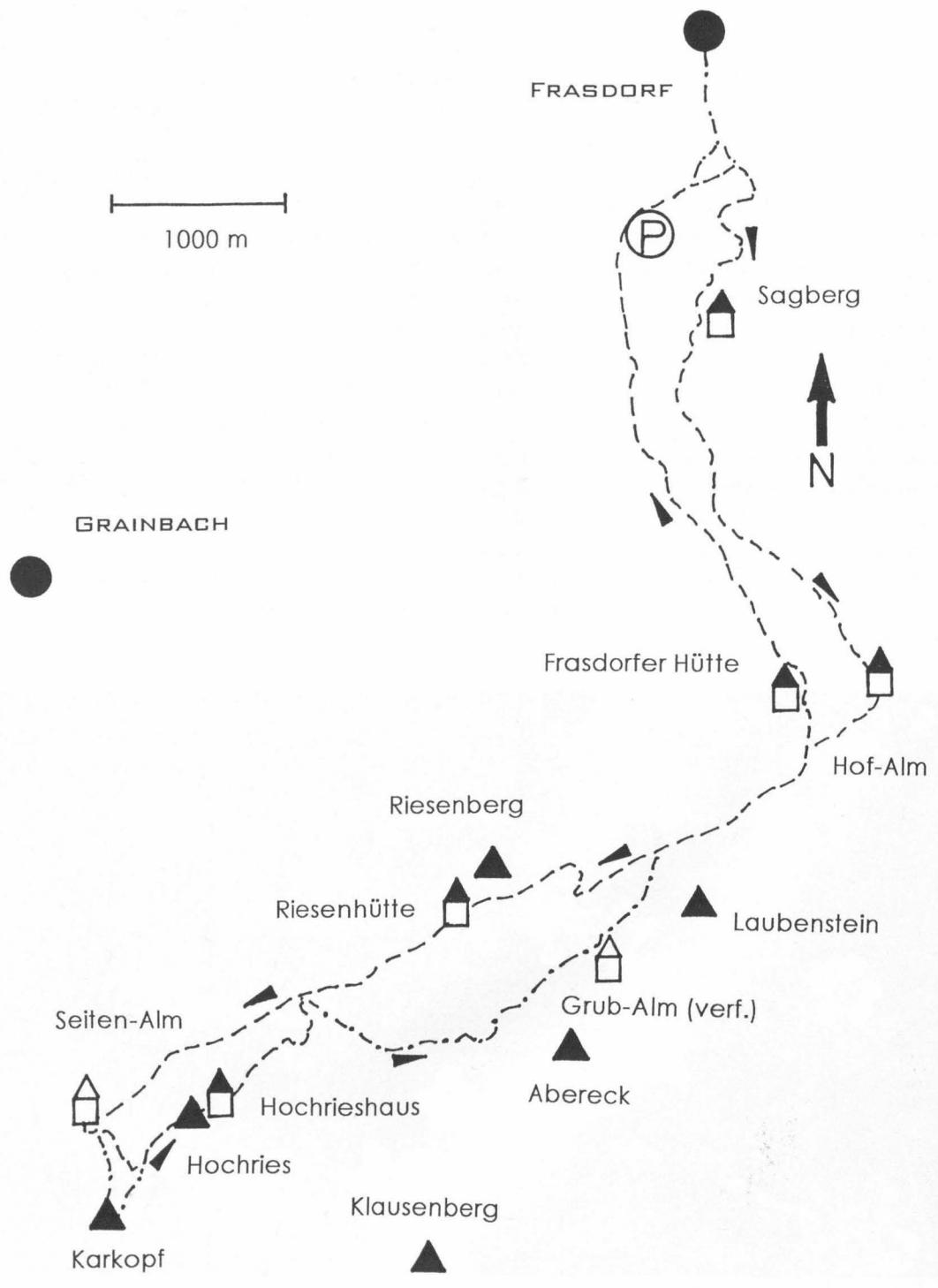


Abb. 11: Wegskizze von Frasdorf über Hof-, Riesen- und Seiten-Alm auf die Hochries. Als Abstieg wird der Weg über die verfallene Grub-Alm und die Frasdorfer Hütte vorgeschlagen.

nicht zur Hof-Alm ab, sondern gehen weiter zur Frasdorfer Hütte, wo wir uns nochmals stärken können. Zwanzig Meter vor dieser Gastwirtschaft zweigt ein alter Weg in einen Graben und führt uns zur Schmied-Alm. Bei ihr, die damals Richteralpe hieß, stellte sich vor 200 Jahren wegen des Gewitters der Benefiziat unter. Hier stoßen wir auch wieder auf die breite Schotterstraße, zweigen aber bald auf einen Fußweg (Wegzeichen Sagberg) ab, der uns entlang der Ebnater Achen zum Ausgangspunkt zurückbringt.

Wer noch Genaueres über die verkarstete Landschaft zwischen Hochries und Laubenstein erfahren will, kann in den Monaten Juli und August an Donnerstagen von 18 bis 20 Uhr und an Sonntagen von 16 bis 18 Uhr das Höhlenmuseum in Frasdorf, Schulstraße 7, besichtigen. Zu sehen gibt es Schautücke, Modelle und Schautafeln sowie einen Videofilm zur Geologie, zu den ober- und unterirdischen Karstformen und zur Geschichte des Höhlenforschung des Gebietes. Außerdem bekommt man mit, wie ein Höhlenforscher heutzutage ausgerüstet ist, welche Möglichkeiten es zu seiner Rettung gibt und welche Tierarten in den Höhlen bei Frasdorf vorkamen.

2. Von Flintsbach über den Petersberg auf den Großen Riesenkopf

von Joseph Schmidt begangen am 30.4./1.5. 1798, nachgegangen am 17.5. und 19.8.1996 mit Ergänzungen vom 24.2. und 11.4.1998

Ausgangspunkt:

Parkplatz bei Flintsbach, Ortsteil Fischbach 480 m

Gipfel:

Petersberg 847 m, Großer Riesenkopf 1337 m (Rehleitenkopf 1338 m)

Gasthäuser:

Berggasthaus Petersberg 847 m (ganzjährig geöffnet, Mittwoch Ruhetag), Berggasthaus Asten 1104 m (ganzjährig geöffnet, Freitag Ruhetag)

„Am letzten April machte ich eine kleine Reise auf den sogenannten Petersberg, um allda einen guten Freund, den Hrn. Viceprobsten, zu besuchen. Nach zwölf Uhr Mittags machte ich mich auf den Weg; hinter Kirchdorf

am Wasen war der Ranunc. aconitifol. schon in voller Blüthe; auch blühte auf den Wiesen Primula farinosa, Taraxacum erectum Schrank, Trollius europaeus, und Anthyllis vulneraria. Die Blätter und Eyerstücke von den Zeitlosen (Colchic. autumn.) waren häufig auf den Wiesen zu finden. Im Hinaufsteigen auf die Kleine Madron, vulgo Petersberg, (man hat vom Fuß des Berges nur eine kleine Stunde hinauf) traf ich in der Blüthe an, Chrysosplenium alternifolium, Fumaria bulbosa, Polygala chamaebuxus, Mercurialis perennis, Myosotis sylvatica, Lychnis dioica, und Gentiana verna. Auch wuchs allda Dentaria pentaphylla, blühte aber noch nicht, Asplenium scolopendrium, und noch häufiger Polypodium Lonchitis, das ich noch nirgends so schön gefunden habe; dessen Blätter waren gegen 2 Fuß lang.“

Wir machen es uns einfacher als Joseph Schmidt und sparen uns den langen Anmarsch. Stattdessen fahren wir mit Bahn oder Bus bis Flintsbach bzw. Fischbach oder steuern mit eigenem Fahrzeug direkt den Parkplatz zwischen dem Lagerhaus Flintsbach (LHO) und Fischbach an. Wenn man von Norden auf der Bundesstraße kommt, zweigt hierzu 30 m vor dem Ortsschild „Fischbach“ nach rechts (Westen) ein Fahrweg (Wegweiser Schotterwerk Rauscher, Petersberg, Hohe Asten) ab. Am Fuß des Berges können wir dann den fahrbaren Untersatz stehen lassen.

Vom Parkplatz folgen wir entsprechend der Markierung „Falkenstein, Petersberg“ einem für Fahrzeuge gesperrten Weg, der uns durch einen prächtigen Eschen-Ahorn-Schutthangwald (*Fraxino-Aceretum pseudoplatani*) zur Ruine Falkenstein führt. Kennzeichnend sind für diese Waldgesellschaft die Edellaubbölzer Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*), Berg- und Spitz-Ahorn (*Acer pseudoplatanus* und *platanoides*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) und Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*). Dazu treten die Sträucher Alpen-Heckenkirsche (*Lonicera alpigena*), Gewöhnliches und Breitblättriges Pfaffenbüschel (*Evonymus europaeus* und *latifolius*) sowie der Schwarze Holunder (*Sambucus nigra*).

Bevor sich im Mai ihr Blätterdach geschlossen hat, blüht hier im basen- und nährsalzreichen Steinschutt-Boden eine üppige Krautschicht, wie man sie sonst nur selten zu Gesicht bekommt.



Abb. 12: Am Fuße des Petersberges bei Flintsbach stockt ein Eschen-Ahorn-Schutthangwald mit einer üppigen Krautschicht. Im Frühjahr, bevor sich das Blätterdach schließt, ist sie am prachtvollsten. So findet man hier mehrere präalpische Florenelemente wie das Wilde Silberblatt (*Lunaria rediviva*), das am 17. Mai 1996 aufgenommen wurde.

Genannt seien Märzenbecher (*Leucojum vernum*), Hohler Lerchensporn (*Corydalis cava* = *C. bulbosa*), Bär-Lauch (*Allium ursinum*), Wolliger Hahnenfuß (*Ranunculus lanuginosus*), Busch- und Gelbes Windröschen (*Anemone nemorosa* und *ranunculoides*), Giersch (*Aegopodium podagraria*), Einbeere (*Paris quadrifolia*), Riesen-Schwingel (*Festuca gigantea*), Gewöhnliches Hexenkraut (*Circaeae lutetiana*), Wald-Gelbstern (*Gagea lutea*), Geflecktes Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis*), Große Schlüsselblume (*Primula elatior*), Christophskraut (*Actaea spicata*), Berg-Goldnessel (*Lamium montanum*), Wald-Bingekraut (*Mercurialis perennis*), Wechselblättriges Milzkraut (*Chrysosplenium alternifolium*), Zerbrechlicher Blasenfarn (*Cystopteris fragilis*), Ährige Teufelskralle (*Phyteuma spicatum*), Rühr mich nicht an (*Impatiens noli-tangere*), Aronstab (*Arum maculatum* var. *immaculatum*), Gelappter Schildfarn (*Polystichum aculeatum*), Ruprechtskraut (*Geranium robertianum*) und die auch schon von Schmidt festgestellte Hirschzunge (*Asplenium scolopendrium*).

Typisch sind außerdem für den Alpennordrand die präalpischen Florenelemente Wildes Silberblatt (*Lunaria rediviva*), Quirlblättrige, Zwiebeltragende und Finger-Zahnwurz (*Dentaria enneaphyllos*, *bulbifera* und *pentaphyllos*), Wolfs-Eisenhut (*Aconitum vulparia*), Nesselblättriger Ehrenpreis (*Veronica urticifolia*), Klebriger Salbei (*Salvia glutinosa*), Moos-Nabelmiere (*Moehringia muscosa*) und Rundblättriger Steinbrech (*Saxifraga rotundifolia*). Sie haben gemeinsam, daß ihr Verbreitungsschwerpunkt in Wältern liegt, die die mittel- und südeuropäischen Hochgebirge umgeben. Selbst bei Regenwetter kann man sich an dem Weg begeistern, zumal es wenige Orte gibt, wo man so viele Feuersalamander antrifft.

Bald erreichen wir die Überreste der um 1300 erbauten, herzoglichen Burg Falkenstein. Nach zwei Bränden 1784 und 1789 ließen sie ihre Besitzer – die Grafen von Preysing – verfallen, nachdem schon vorher alles Mobiliar in das Schloß Brannenburg gebracht worden war. Das einst mächtige Grafengeschlecht der

Falkensteiner, auf das sich der Burgname bezieht, hauste im 12. und 13. Jahrhundert aber nicht auf dieser, sondern einer höher gelegenen Burg, die 1296 zerstört worden ist.

Am Waldrand trifft man auf einen Teppich von Immergrün (*Vinca minor*). Dieses blaublühende Hundsgiftgewächs zählte einst zu den beliebtesten Zierpflanzen in den Burggärten. Von da aus hat sich der Halbstrauch regelmäßig in den angrenzenden Wäldern neue Wuchsorte erobert, so daß er heutzutage als „Charakterpflanze verlassener Wohnstätten“ angeprochen wird.

Auf der kleinen Fahrstraße, die von Flintsbach heraufzieht, geht es weiter bis zu einer Kapelle, wo man auf dem alten, rot markierten Weg (Sommerweg) abzweigen kann. Der Boden ist saurer und lehmiger als am Fuß des Petersberges, so daß man Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*), Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*), Wald-Swingel (*Festuca altissima*), Nickendes Perlgras (*Melica nutans*), Finger-

Segge (*Carex digitata*) und Leberblümchen (*Hepatica nobilis*) antrifft. Leider sieht man sie nur in geringer Zahl, da die Fichtenaufforstungen den Boden stark beschatten.

Ab etwa 700 m Höhe wächst am Wegrand das Granen-Labkraut (*Galium aristatum*). Dieses präalpine Florenelement aus der Familie der Rötegewächse kommt in Bayern fast nur in den Landkreisen Rosenheim und Miesbach vor.

Ein kleines Stück weiter – in 730 m Höhe – erkennt man bergseitig einen gespaltenen Felsen, das Teufelsloch, und einen zackigen Stein mit „Fingerabdrücken“. Nach einer Sage (EINMAYER/ARBINGER 1983: 90-91) kam es hier zu einem Zweikampf zwischen dem Apostel Petrus, dem das Kirchlein auf dem Kleinen Madron zugeeignet werden sollte, und dem Teufel, der diesen Berg für sich gewinnen wollte:

„Beide Ringer setzten all ihre Kraft ein. Kaum hatte Petrus den Teufel ins Latschengestrüpp gedrückt, riß ihm dieser ein Bein vom Boden, so daß jener in den Abgrund



Abb. 13: Blick von der Ruine Falkenstein in das Rosenheimer Seebach mit Flintsbach. Die Burg wurde um 1300 anstelle einer höher gelegenen Befestigung erbaut und verfiel im 18. Jahrhundert (17. Mai 1996).

zu taumeln drohte. Gerade noch konnte Petrus sich an einem Felszacken festhalten. Aber schon umfaßte ihn sein Gegner und hob ihn aus dem Stand, um ihn in die Tiefe hinunterzuschleudern. Im letzten Augenblick hatte der heilige Mann noch einen Arm aus der Umklammerung zu befreien vermocht. Mit der freien Hand machte Petrus das Kreuzzeichen über seinen Gegner. Sofort erlahmten dessen unheimliche Kräfte, und er mußte Petrus loslassen. Voller Zorn fuhr er daraufhin mit Getöse durch die Felspalte am Wegrand hinab in sein finstres Reich.“

Da, wo das Sträßchen zum Petersberggipfel abweigt, klimmt sich im Sommer die Hecken-Wicke (*Vicia dumetorum*) im Waldmantel hinauf. Dieser Wuchsart des nach dem Verbreitungsatlas (SCHÖNFELDER u. BRESINSKY 1990: 297) nur mit zwei Verbreitungspunkten im Mangfallgebirge belegten Schmetterlingsblüters ist schon seit Beginn dieses Jahrhunderts (VOLLMANN 1914: 480) bekannt.

Die beeindruckenden Bronzetafeln des Rosenheimer Bildhauers Josef Hamberger verkürzen uns dann den letzten Anstieg auf den Kleinen Madron. Bei schönem Wetter hat man von hier einen großartigen Blick in das frühere Rosenheimer Seebecken. Das einst bodenseegroße Gewässer, das von Haag bei Wasserburg bis nach Kufstein reichte, fiel aber noch in der Späteiszeit um 11300 v. Chr. größtenteils trocken. An seiner Stelle sehen wir am Fuße des Berges Flintsbach mit seiner sehenswerten Rokokokirche, dahinter Brannenburg mit dem Biber, einem Nagelfluhfelsen mit den Überresten einer Klause und am Horizont die Filze (Moore), in denen auch heute noch Torf abgebaut wird. Im Osten zeigen sich jenseits des Inns Heuberg und Samerberg mit Neubeuern, während im Westen die Maiwand, und weiter im Nordwesten Hochsalwand, Lechnerkopf, Ramboldplatte, Farrenpoint und Sulzberg aufragen.

Bevor man weitergeht, sollte man nicht vergessen, die kleine Wallfahrtskirche zu besichtigen. Wahrscheinlich wurde das jetzige Gotteshaus im 12. Jahrhundert erbaut. Dies kann man am romanischen Portal mit Widder- und Bärenkopf sowie am Petrusrelief auf der äußeren Westwand erkennen. Später haben dann Gotik (Fenster), Renaissance (Kassetendecke), Barock (Hoch- und Seitenaltäre), Rokoko (Taberna-

kel, Glasschrein) und Klassizismus (Schrein des Katakombenheiligen Viktor) ihre Spuren hinterlassen.

Gegenüber der Kirche steht ein Gasthaus, das frühere Probststeigebäude. Es wurde 1696 an Stelle eines Holzhauses errichtet und nach einem Brand 1832 wieder aufgebaut. In ihm nächtigte vor zweihundert Jahren Benefiziat Joseph Schmidt. Wir können hier gut essen und trinken.

„Am ersten May, es war der schönste hellste Tag, um die edle Zeit nicht zu verlieren, und unbenutzt verstreichen zu lassen, nahm ich mir vor, die Aesten (zween Bauernhöfe nach einer kleinen Stunde ob der kleinen Madron) zu besuchen. Nach eingenommenen Frühstück stieg ich also die steinerne Stiege hinab, die zu dem sogenannten Bauern am Berg, führt. Ausser der Kirche, der Probstwohnung, und diesem Bauernhof, der aber etwas tiefer in einem Thale liegt, ist keine Wohnung auf diesem Berge. In obgedachtem Thale war Tussilago Petasites in großer Menge, und in der schönsten Blüthe zu finden. Im Hinansteigen des Astner Berges erblickte ich am Wege unter dem abgefallenen Laube einen grünen glänzenden Käfer, den ich glücklich erhascht hatte; es war die schöne Chrysomela Cacaliae Schrank. Unter den Bäumen dieses Berges sind die zahlreichsten: Pinus Larix, P. sylvestris, Fraxinus excelsior, Fagus sylvatica, hin und wieder trifft man auch da an, den Acer platanoides und Crataegus Aria. Auf den Wiesen wuchsen nur gewöhnliche Wiesenpflanzen. Ich entschloß mich daher noch höher zu steigen, und den von den Asten noch eine halbe Stunde entfernten Riesenkopf zu besuchen, welcher wegen der herrlichen Aussicht, in die Tyroler Gebürge, berühmt ist. Bis zu diesem Riesenkopf waren noch ganze Schneefelder, und ich mußte, um diesen auszuweichen, weil mich der Schnee nicht überall trug, einen Umweg machen.“

Der Weiterweg führt zwischen Gasthaus und Garten, in dem eine stattliche Stechpalme (*Ilex aquifolium*) wächst, auf die Sonnenseite des Petersberges. Hier steigen wir auf teilweise in den Fels gehauenen Stufen, der „steinernen Stiege“ bei Schmidt, wieder hinab in die Senke.

Leider wächst dieser Steilhang allmählich zu, so daß die wärmeliebenden Arten in ihrem Bestand immer mehr bedroht werden. Aber noch kann man von den

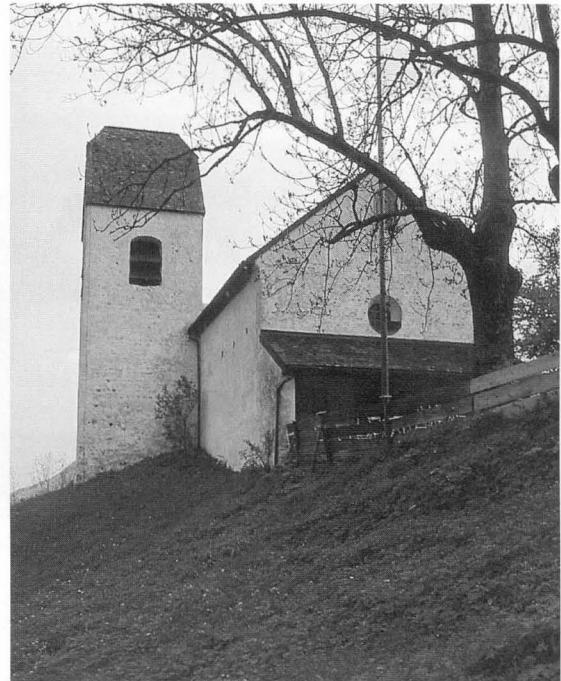
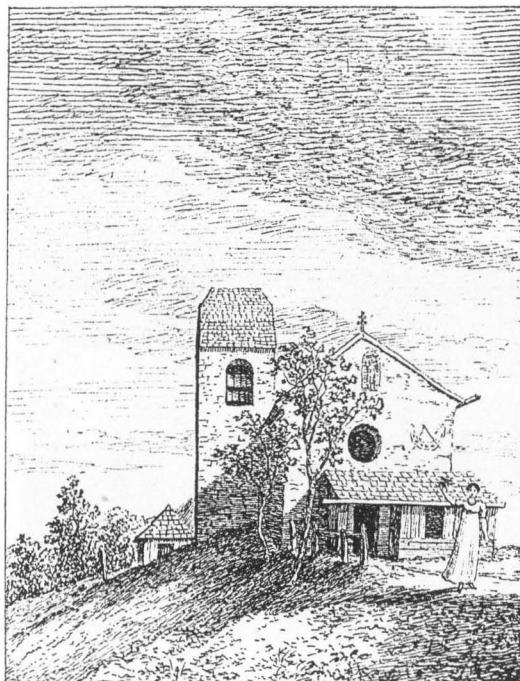


Abb. 14 und 15: Nur im Winterhalbjahr, solange die Bäume nicht belaubt sind, hat man wie zu Zeiten Friedrich Wilhelm Doppelmayrs (links) – also zu Beginn des 19. Jahrhunderts – noch einen freien Blick auf die im 12. Jahrhundert erbaute Peterskirche am Gipfel des Kleinen Madron (17. Mai 1996).

Gehölzen Wolligen Schneeball (*Viburnum lantana*), Rainweide (*Ligustrum vulgare*), Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) und Echten Kreuzdorn (*Rhamnus catharticus*) entdecken.

Bemerkenswerter sind einige in ihrem Saum wachsende Kräuter. An erster Stelle ist die Feuer-Lilie (*Lilium bulbiferum*) zu nennen, die ich leider nicht blühend, sondern nur mit ihren Brutknospen antraf. Sie scheint schon lange am Petersberg zu Hause zu sein, denn bereits 1905 sah sie hier der Königl. Polizeirat Eigner aus München (VOLLMANN 1907: 223). Außerdem fielen mir auf: Bärenschote (*Astragalus glycyphyllos*), Türkenglocke (*Lilium martagon*), Quirlblättriger Salbei (*Salvia verticillata*), Nickendes Leimkraut (*Silene nutans*), Dunkle Königskerze (*Verbascum nigrum*), Statliches Knabenkraut (*Orchis mascula*), Acker-Glockenblume (*Campanula rapunculoides*) und Dürrwurz (*Inula conyza*).

Das bald erreichte „Thal“, wo wir wieder auf den Fahrweg treffen, bleibt heutzutage ungemäht, und

auch im Stall des von Joseph Schmidt erwähnten Hofes „Bauer am Berg“ werden keine Kühe mehr gemolken; das Haus dient vielmehr der Freizeit.

Wer nicht auf dem kürzesten Weg – wie vor 200 Jahren der Benefiziat – die Astenhöfe erreichen, sondern einen Rundweg machen will, geht beim Bauern am Berg zwischen Haupt- und Zuhause auf einem Fußweg über Weiden zum Waldrand. Teilweise ist dieses Grünland stark vernässt, so daß sich Staudenfluren herdenartig ausbreiten konnten. Schon von weitem erkennt man Mädesüß (*Filipendula ulmaria*), Kohl-Kratzdistel (*Cirsium oleraceum*), Rispen-Segge (*Carex paniculata*), Roß-Minze (*Mentha longifolia*), Trollblume (*Trollius europaeus*), Breitblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*) und die von Schmidt *Tussilago Petasites* genannte Rote Pestwurz (*Petasites hybridus*).

Ab August hört man auf diesen Wiesen ein vielstimmiges Konzert: Zwitscher-Heupferd (*Tettigonia cantans*), Alpen-Strauchschröcke (*Pholidoptera aptera*), Rößels Beißschrecke (*Metrioptera roeseli*), Gemeiner

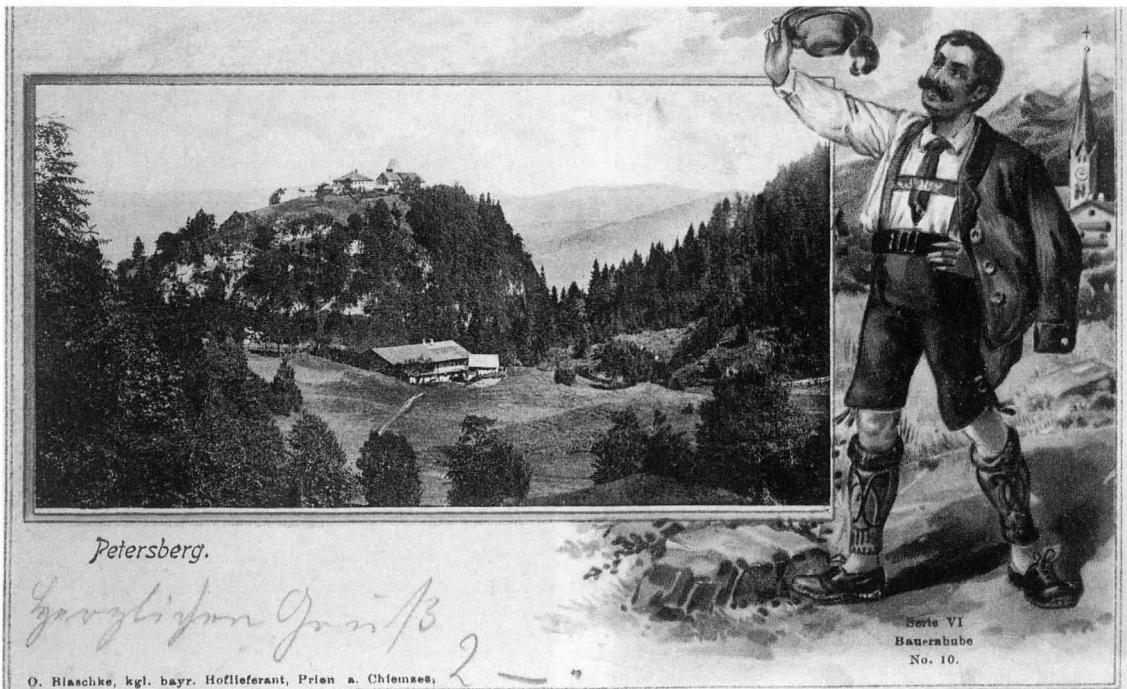


Abb. 16 und 17: Wie der Wald langsam alte Standorte zurückerobernt, wird beim Vergleich der Ansichtskarte von 1910 und der Aufnahme vom 19.8.1996 deutlich: Der damals auf seiner Südwestseite überwiegend waldfreie Petersberg ist inzwischen soweit zugewachsen, daß mehrere licht- und wärmeliebende Pflanzenarten in ihrem Bestand bedroht sind.

und Nachtigall-Grashüpfer (*Chorthippus parallelus* und *biguttulus*) musizieren dann um die Wette.

Vom Waldrand führt ein schwach markierter Steig anfangs durch Buchenwald, später durch „verfichteten“ Nadelwald zur Riesenkopf-Alm. Dabei müssen wir beachten, daß wir bei der Weggabel in 980 m Höhe uns rechts halten (links geht es zu den Asten). In 1000 Meter Höhe stoßen wir auf eine Forststraße, der wir nach Norden folgen, bis ein Weg (Wegzeichen Riesenkopf) uns nach links bergauf weist. Von ihm zweigt in 1120 m Höhe ein Fußweg nach rechts entlang eines Grabens zur Alm ab.

Im Sattel zwischen Riesenkopf und Rehleitenkopf bilden teilweise kalkarme, bodensaure Lehmböden den Untergrund. Deshalb konnten hier Borstgrastriften (*Nardetum alpinum*) überhandnehmen. Außerdem vom Vieh verschmähten Bürstling (*Nardus stricta*) sieht man Berg-Lappenfarn (*Thelypteris limbosperma*), Blutwurz (*Potentilla erecta*), Gras-Sternmiere (*Stellaria graminea*), Mausohr-Habichtskraut (*Hieracium pilosella*), Rotes Straußgras (*Agrostis capillaris*), Wald-Ehrenpreis (*Veronica officinalis*), Kriechende Hauhechel (*Ononis repens*), Frühlings-Hungerblümchen (*Erophila verna*), Kleinen Sauerampfer (*Rumex acetosella*), Vielstengeliges Schaumkraut (*Cardamine hirsuta*) und am Waldrand den hier violett blühenden Alpen-Krokus (*Crocus albiflorus*).

Bei der Almhütte halten wir uns rechts, um über den Ostrücken den aus Spatkalk (Dogger) aufgebauten Großen Riesenkopf zu besteigen.

„Die Morgenseite des Riesenkopfes gab schon von weitem her ein prächtiges Schauspiel; sie schien, als ob sie mit einem rosafarbenen Teppich überzogen wäre: denn die *Erica herbacea* Linn. oder *carnea* Schrank war da so zahlreich, und blühte so vollauf, daß die ganze Morgenseite des Hügels davon roth anzusehen war. *Tussilago alpina* entwickelte erst seine Blätter, hin und wieder blühte *Cynosurus coerulescens*, aber in Zwergeengestalt, und *Potentilla verna*. Die Blätter von *Rhododendron hirsutum* hatten noch ihre braunrothe Winterfarbe, und sonst war keine Pflanze zu finden.“

Das „prächtige Schauspiel“, das seinerzeit Joseph Schmidt erlebte, ist inzwischen größtenteils langweili-

gen Fichtenaufforstungen der Henkel'schen Forstverwaltung gewichen. Selbst die Aussicht vom Gipfel ist wegen der immer höher werdenden Nadelgehölze nach Süden inzwischen sehr eingeschränkt.

Nur im obersten Teil trifft man noch einige Kalkfelsspaltenbesiedler (Niedriges Habichtskraut = *Hieracium humile*, Trauben-Steinbrech = *Saxifraga paniculata*, Sand-Schaumkresse = *Cardaminopsis arenosa*) sowie Arten der Kalkmagerrasen (Berg-Gamander = *Teucrium montanum*, das von Schmidt *Cynosurus coerulescens* genannte Kalk-Blaugras = *Sesleria albicans*, Alpen-Steinquendel = *Acinos alpinus*, Amethyst-Schwingel = *Festuca amethystina* und Weißen Mauerpfeffer = *Sedum album*) an.

In dem etwas ruderализierten Grünland rund um das Gipfelkreuz fallen einige Lehmzeiger auf. Genannt seien Guter Heinrich (*Chenopodium bonus-henricus*), Hain-Klette (*Arctium nemorosum*) und der Kleine Storzschnabel (*Geranium pusillum*). Die beiden zuletzt genannten haben an diesem Berg ihre höchstgelegenen Wuchsorte in Bayern (OBERDORFER 1990).

Diese ungemähten und unbeweideten Wiesen werden besonders von den Schmetterlingen geliebt. So notierte ich einmal im August allein 23 Distelfalter, sowie Schwabenschwanz, Kleinen Fuchs, Tagpfauenauge, Admiral, Kohlweißling, Mohrenfalter und Gamma-Eule.

Vom Riesenkopf können wir steil nach Süden wieder zur Alm absteigen und dann auf markiertem Weg durch Fichtenforst zu den Astenhöfen laufen. Wer noch Zeit und Lust hat, besucht vorher den Rehleitenkopf. Zwei Leckerbissen erwarten ihn dort: Einmal wächst in den Gipfelkalkspalten der Zweizeilige Goldhafer (*Trisetum distichophyllum*), der aus dem Mangfallgebirge nur von diesem Berg bekannt ist (SMETTAN 1998) und außerdem fliegt hier der seltene Apollofalter.

Der Hintere Astenhof gilt nicht nur als der höchstgelegene Bauernhof Deutschlands (1104 m), sondern ist auch ein sehr beliebter Berggasthof. Der Name Asten bzw. Aesten leitet sich vom mittelhochdeutschen etzen = äsen her. SCHRANK und MOLL (1785: 57)

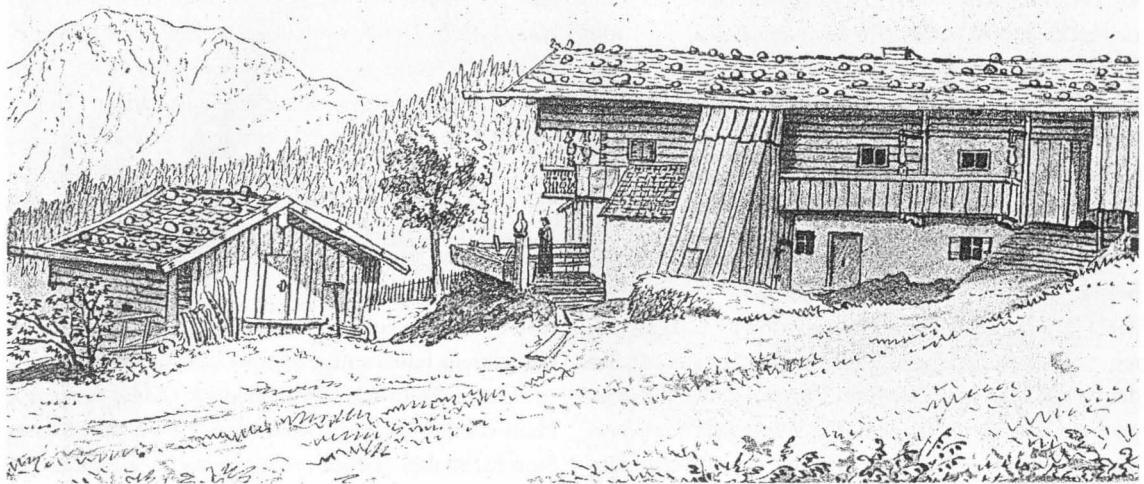


Abb. 18 und 19: Der Vordere Astenhof mit Wildbarren, wie ihn F. W. Doppelmayr etwa 15 Jahre nachdem Joseph Schmidt am 1. Mai 1798 hier vorbeigekommen war, sah und wie er sich am 17. Mai 1996 sich dem Fotografen zeigte.

Höhe Asten. Inntal.

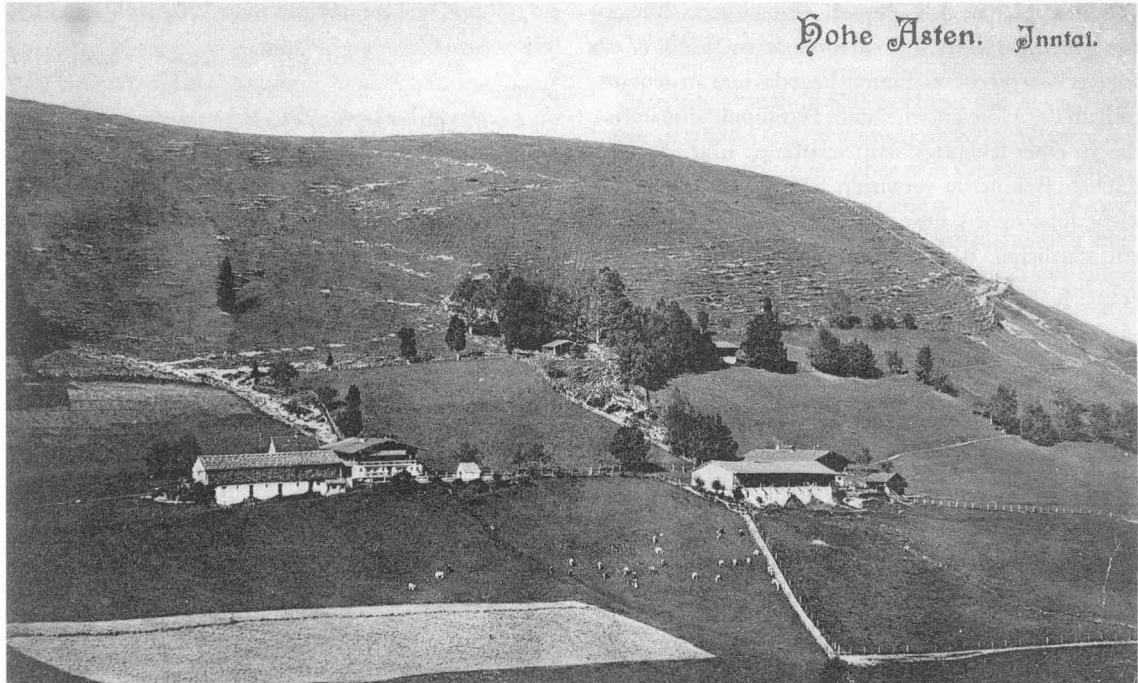


Abb. 20 und 21: Während 1909, als die obere Aufnahme entstand, auf den Asten noch Getreide angebaut wurde, sieht man heutzutage (19.8.1996) auf dem höchstgelegenen Bauernhof Deutschlands nur noch Dauergrünland zur Viehhaltung. Deutlich erkennt man auch, wie sich teils der Wald auf natürliche Art wieder ausbreitete, teils wie er durch Aufforstungen mit Fichten an Boden gewann. Dadurch hat das frühere Landschaftsbild mit seinen großartigen Ausblicken viel verloren.

berichten hierzu, daß „Aesten“ eine übliche Bezeichnung für „fruchtbare Gegenden, die das trefflichste Futter für das Vieh geben“ sei. Einmal liegt das hier an dem unterhalb der Höhe anstehendem Fernmoränenmaterial, das zu einer Feuchtigkeitsspeichernden und nährsalzreichen Braunerde verwittert ist. Dazu kommt die kleinklimatische Gunst dieses Sonnenhangs. So trägt ein stattlicher Walnußbaum noch in dieser Höhe Früchte, obwohl nach OBERDORFER (1990: 311)

ein solches Gehölz nur bis in rund 700 m Höhe blühen solle.

„Ich trat daher meinen Rückweg wieder an, und traf um halb 12 Mittags bey meinem Freunde ein. Bald nach dem Mittagsmahle nahm ich von ihm Abschied, und ging nach Fischbach hinab, um von da aus bey guter Gelegenheit, die sich mir darboth, nach Haus zu fahren. Die Pflanzen, welche mir unterwegs vorkamen, waren folgen-

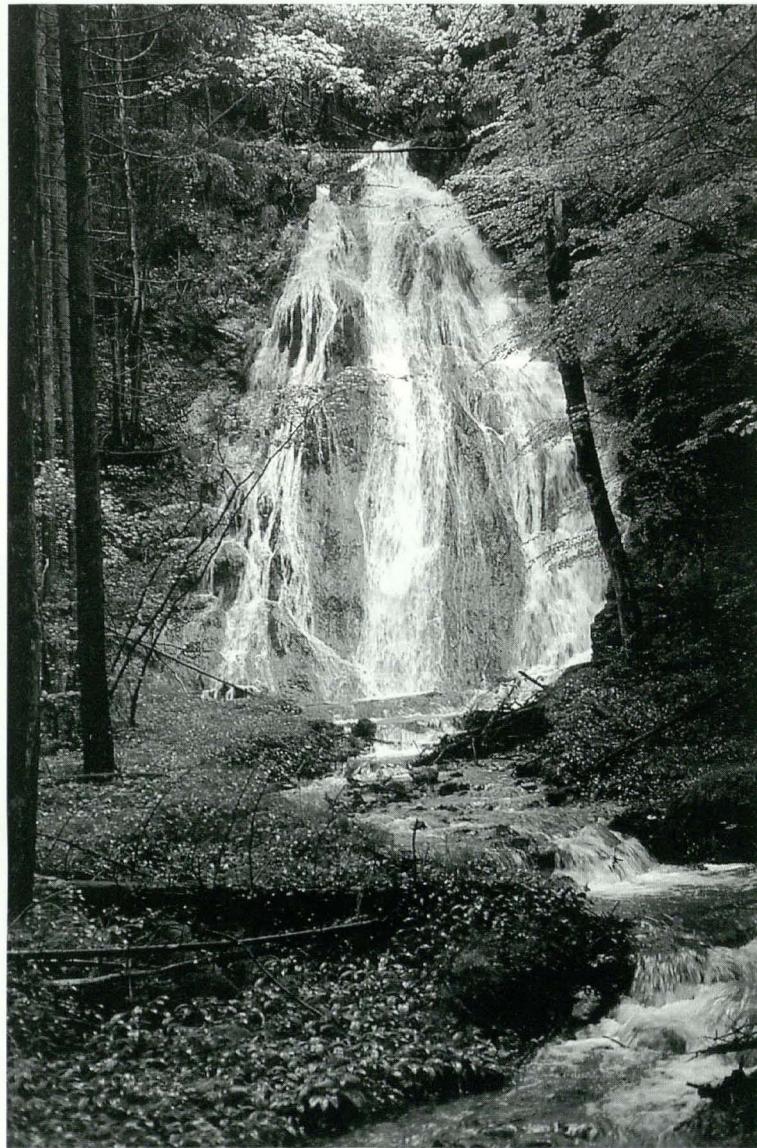


Abb. 22: In der Wolfsschlucht bei Fischbach, die man auf dem vor über 150 Jahren angelegten „Philosophenweg“ erreichen kann, stürzt ein Bach in mehreren Wasserfällen zu Tal (29.5.1996).

de, die aber erst hervorkeimten: *Asperula odorata*, *Salvia glutinosa*, *Geranium rotundifolium*, *G. robertianum*, *Moehringia muscosa*, *Saxifraga rotundifolia* und *Saxif. Cotyledon*. Nun war ich wieder am Fuß des Berges, wo sich der Fußsteig von **Falkenstein** aus, unter der großen Madron durch ein Laubwälzchen nach Fischbach hinzog. In diesem Laubwälzchen blühte sehr zahlreich *Dentaria pentaphylla*. Zu Fischbach in der Gegend des sogenannten Märzenkellers, der dem Hrn. Posthalter und Bierbrauer allda gehört, blühte einzeln *Viburnum lantana*; auch hatte ich da die *Rosa pimpinellifolia*, mit den wohlriechenden Blättern, in großer Menge angetroffen; die grünen Blätter dieser Rosenart sollen, nach der Aussage des Hrn. Posthalters, bey Regenwetter einen sehr angenehmen Wohlgeruch ausduften. Nun labte ich mich mit einem Trunk frischen Märzenbiers, bestieg denn die Cärosse, und jetzt giengs fort im sausenden Galoppe nach Rosenheim, wo ich um 8 Uhr Abends anlangte.“

Von den Astenhöfen können wir – so, wie es Joseph Schmidt vor 200 Jahren tat – auf dem Fahrweg über Falkenstein wieder ins Tal gelangen. Sofern man eine

gute Wanderkarte dabei hat, ist es aber reizvoller, durch die Wolfsschlucht mit ihren Wasserfällen abzusteigen.

Dazu zweigt man in 830 m Höhe, sobald die Fahrstraße den Wald verläßt und auf die Wiesen vom Bauern am Berg stößt (gegenüber dem Großen Madron), nach rechts auf einem anfangs unmarkierten Forstweg ab. Bei der nach einigen Minuten auftauchenden Wegkreuzung steigen wir über die Holzbrücke auf einem vor nicht langer Zeit geschobenen Forstweg talwärts. So erreichen wir eine Straße, die zum Steinbruch führt. Ihr folgen wir etwa 100 Meter bergab. Dann überschreiten wir eine kleine Fußgängerbrücke und folgen dem romantischen „Philosophenweg“.

Er wurde erbaut, als die Posthalterei von Fischbach mit ihrem berühmten Sommerkeller (heute Turnhalle des TSV Fischbach) im 19. Jahrhundert sommerlicher Aufenthaltsort der „besseren Gesellschaft“ von ganz Deutschland war.

Bei den ersten Häusern von Fischbach überqueren wir den Bach, halten uns scharf links (Nordwest) auf-



Abb. 23: Die Fünfblättrige Zahnwurz (*Dentaria pentaphylloides*) aus der Familie der Kreuzblütler gehört ebenfalls zu den prähistorischen Florenelementen, die man am Petersberg antreffen kann (17.5.1996).

wärts – wenn wir nicht zur Bahn- oder Bushaltestelle wollen –, um am Werk vorbei in wenigen Minuten wieder den Parkplatz zu erreichen.

Herrn Prälat Dr. Becker, der als Diözesanarchivar in München tätig ist. Ihnen allen sei an dieser Stelle für ihre Hilfe gedankt.

Danksagung

Einige Angaben zum Lebensweg von Joseph Schmidt waren nur möglich durch die Auskünfte von Frau Armbrüster, Stadtarchivarin in Rosenheim, Herrn Prof. Dr. Ilg in Isny, zuständig für das Archiv der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft, Herrn Dr. Spitzelberger vom Stadtarchiv Landshut sowie

Anschrift des Verfassers
Dr. Hans Smettan
Institut für Botanik 210
Universität Hohenheim
Postfach
70593 Stuttgart

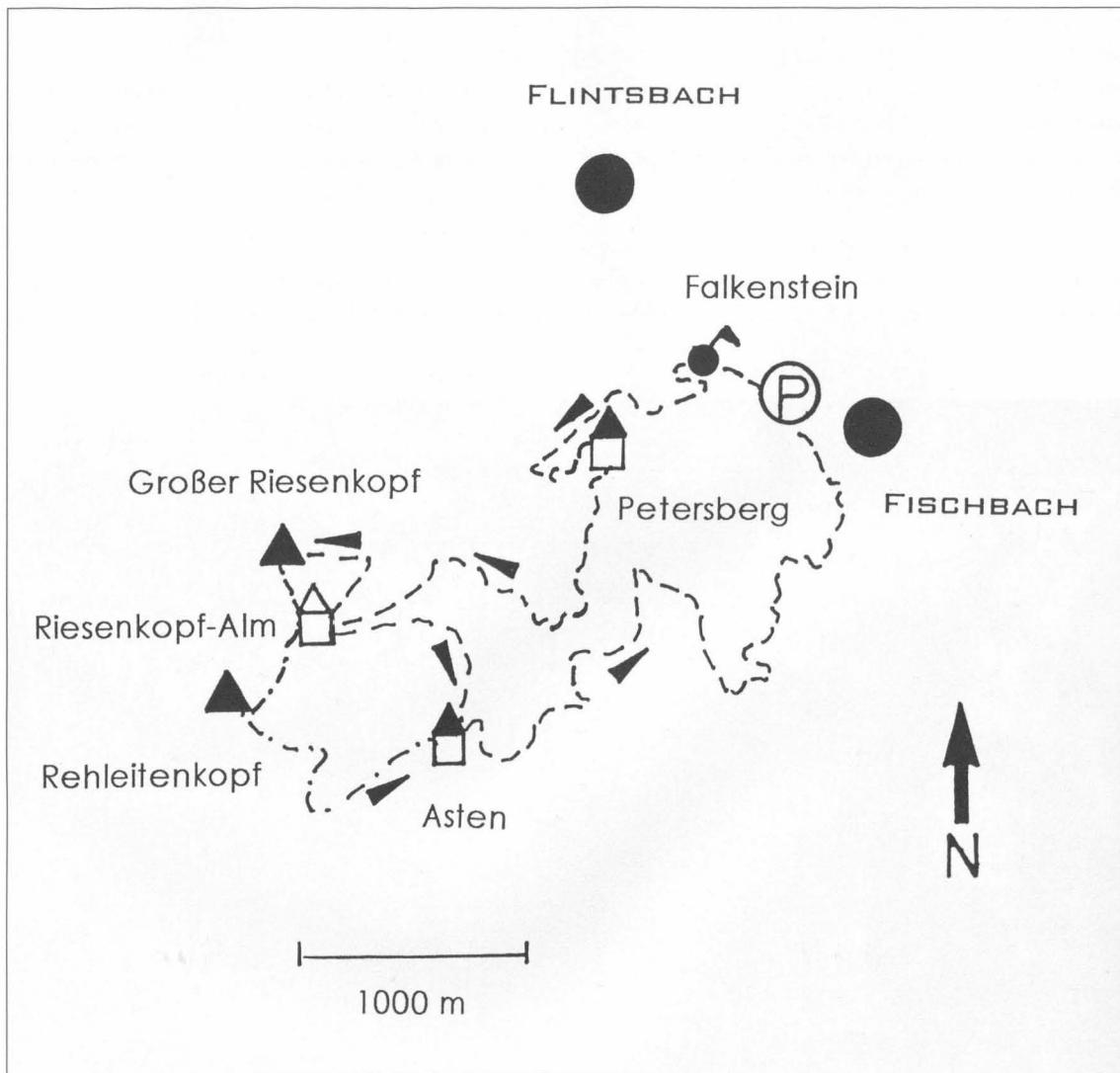


Abb. 24: Wegskizze von Fischbach über den Petersberg auf den Großen Riesenkopf und zu den Asten mit Abstieg durch die Wolfsschlucht.

Schrifttum

Schriften von Joseph Schmidt:

- Schmidt, J. (1794): Verzeichnis jener Pflanzen, die ich im Jahr 1793 in der hiesigen Gegend gesammelt und eingelegt habe. Botanisches Taschenbuch für die Anfänger dieser Wissenschaft und der Apothekerkunst auf das Jahr 1794: 236-255.
- Schmidt, J. (1796): Über botanische Reisen, besonders Alpenreisen, wie sie sind, und wie sie seyn sollten. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1796: 98-121.
- Schmidt, J. (1796): ohne Titel (Anmerkungen zum Exkursionsbericht und Nachruf auf F. Berndorffer). Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1796: 127-129.
- Schmidt, J. (1796): ohne Titel (Auszug aus einem Brief an den Herausgeber Heinrich Hoppe mit einem Exkursionsbericht auf die Hochries). Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1796: 203-213.
- Schmidt, J. (1797): Von der Aufkeimungszeit verschiedener Pflanzen. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1797: 130-135.
- Schmidt, J. 1797: Etwas über das Einlegen der empfindsamen Mimosen. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1797: 136-139.
- Schmidt, J. (1798): Kleine Exkursionen auf die Gebirge. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1798: 51-73.
- Schmidt, J. (1798): Fortsetzung von der Aufkeimungszeit verschiedener Pflanzen. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1798: 74-79.
- Schmidt, J. (1798): Noch ein kleiner Beytrag zu den Wohnplätzen einiger deutscher Pflanzen. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1798: 123-129.
- Schmidt, J. (1798): Noch etwas über botanische Reisen, besonders Alpenreisen, wie sie sind und wie sie seyn sollten. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1798: 175-195.
- Schmidt, J. (1799): Ein paar Frühlingsexkursionen auf die Berge. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1799: 184-195.
- Schmidt, J. (1799): Fortsetzung von der Aufkeimungszeit verschiedener Pflanzen. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1799: 195-213.
- Schmidt, J. (1800): Ein kleiner Beitrag zur baierischen Flora aus der Gegend um Rosenheim. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1800: 75-99.
- Schmidt, J. (1800): Die Spinne als die beste Wetterprophetin, welche die bevorstehende Veränderung des Wetters mehrere Tage voraus ankündigt, und auf die man sich, in dieser Hinsicht, bei weitem mehr, als auf ein Barometer, Thermometer, oder anderes dergleichen Instrument, verlassen kann; nebst einer Tafel, welche die Vorbedeutungs-Kennzeichen der bevorstehenden Witterung im Kurzen darstellt. 54 S. + Faltafel (Lindauer) München.
- Schmidt, J. (1802): Einige kleine Alpenexkursionen nebst neuen Beyträgen zur baierischen Flora. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1802: 92-113.

- Schmidt, J. (1803): Abermal ein kleiner Beytrag zu baierischen Flora. Botan. Taschenbuch ... auf das Jahr 1803: 147-156.
- Schmidt, J. (um 1810): Conspectus Florae Rosenhemensis, continens plantas, quas in confiniis Rosenhemii Josephus Schmidt Beneficiatus ad St. Josephum praedicto opido hucusque detexit. 12 S. unveröff. Manuskrift.
- Schmidt, J. (um 1810): Appendix minuta, designaris quaedam insecta in confiniis Rosenhemii detecta. 3 S. unveröff. Manuskrift.
- Schmidt, J. (1815): ohne Titel (Aufzählung von Pflanzengattungen und Tieren von Rosenheim und seiner Umgebung). in: Klöckel, J. von: Rosenheim mit seiner Heilquelle und Umgegend. Erstes Bändchen. 259 S. + Beilagen (Lindauer) München. S. 10-12. Nachdruck: Historischer Verein Rosenheim 1987.
- Schmidt, J. (1817): Die Kunst bei gegenwärtiger Theurung aus allerley wildwachsenden Pflanzen und Baumfrüchten, wie auch aus einigen Feld- und Gartengewächsen, mit geringen Kosten, sich ein gesundes und nahrhaftes Nothbrod zu versschaften. Ein Noth- und Hilfsbülein für Arme. 40 S. (Lindauer) München.
- sonstige, ausgewertete Schriften:
- Anonym (1820): Todesfälle (Nekrolog auf Joseph Schmidt). Flora oder Botanische Zeitung 3: 606.
- Bayer. Geolog Landesamt (Hrsg.) (1973): Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 8238 Neubeuern. 352 S. + 20 Taf. + Beil. München.
- Bayer. Geolog Landesamt (Hrsg.) (1980): Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 8239 Aschau im Chiemgau. 184 S. + Beil. München
- Doppelmayr, F. W. (1982): Zeichnungen und Skizzen nach der Natur aus den Gegenden des Kgl. Landgerichts Rosenheim. 176 S. (Förg) Rosenheim.
- Eid, L. (1903): Biographische Daten über den Beneficiaten Josef Schmidt zu Rosenheim. 2 S. unveröff. Brief an das Königliche Botan. Museum in München.
- Einmayr, M. / Arbinger, M. (1983): Inntaler Sagen 160 S. (Meißner) Oberaudorf.
- Forstmaier, A. in Eid (Anonym) (1908): Die Perr'schen Beneficiaten in Rosenheim bei Skt. Joseph. Das bayerische Inn-Oberland. Jg. VII (2): 39-43.
- Heimat- u. Geschichtsverein Aschau i. Ch. (Hrsg.) (1996): Museumsführer Primalmuseum Schloß Hohenaschau. 72 S. 2. Aufl. Aschau.
- Hieber, L. (1977): Die Geschichte der 100 Jahre. in: Deutscher Alpenverein Sektion Rosenheim (Hrsg.): 100 Jahre DAV Sektion Rosenheim 1877-1977. 132 S. (Wendelstein) Rosenheim. S. 7-84.
- Klöckel, J. von (1815): Rosenheim mit seiner Heilquelle. 259 S. + Tafeln (Lindauer) München. (Nachdruck durch Verlag des Historischen Ver. Rosenheim u. Umgebung 1987).

- Oberdorfer, F. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 6. Aufl. 1050 S. (Ulmer) Stuttgart.
- Ringler, M. (1972): Die Welt der Pflanzen zwischen Wendenstein und Chiemsee. 95 S. (Schönberg) Gstadt.
- Schimmitat, J. (1969): Ein neuer Fundort von *Veronica fruticulosa* L. in den Bayerischen Alpen. Ber. der Bayer. Botan. Gesellsch. zur Erforsch. der heim. Flora. Bd. 41: 67.
- Schönenfelder, P. u. Bresinsky, A. (Hrsg.) (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. 752 S. u. Folienkarten. (Ulmer) Stuttgart.
- Schrantz, F. von P. (1789): Baiersche Flora. 1. Bd. 753 S. (Strobl) München.
- Schrantz, F. von P. (1793): Reise nach den südlichen Gebirgen von Baier, in Hinsicht auf botanische, mineralogische und ökonomische Gegenstände, nebst Nachrichten von den Sitten, ... 428 S. (Lindauer) München.
- Schrantz, F. von P. u. Ritter von Moll, K. E. (1785): Naturhistorische Briefe über Östreich, Salzburg, Passau und Berchtesgaden. 332 S. +XXX S., 457 S. (Mayers sel. Erbinn) Salzburg.
- Smets, H. (1996): Ein Beitrag zur Flora der Chiemgauer Alpen. Florist. Rundbriefe. 30(2): 94-110.
- Smets, H. (1998): Ein Beitrag zur Flora des Mangfallgebirges. Florist. Rundbriefe. (im Druck).
- Smets, H. (in Bearb.): Die Flora und Fauna von Stadt und Landkreis Rosenheim am Ende des 18. Jahrhunderts und einige seither eingetretene Veränderungen.
- Steudel, E. TH. (1840-1841): Nomenclator Botanicus seu: Synonyma plantarum universalis. 2 Bde. 852+810 S. (Cotta) Stuttgart u. Tübingen.
- Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher (Hrsg.) (1963): Das Laubensteingebiet im Chiemgau – seine Landschaft, seine Höhlen und Karsterscheinungen. Jahresh. für Karst- u. Höhlenkunde. H. 3: XVIII u. 338 S. + Beilagen.
- Vollmann, F. (1907): Neue Beobachtungen über die Phanerogamen- und Gefäßkryptogamenflora in Bayern. Ber. Bayer. Botan. Gesellsch. zur Erforsch. der heim. Flora. Bd. XI: 176-236.
- Vollmann, F. (1914): Flora von Bayern. 840 S. (Ulmer) Stuttgart.
- Wörndl, R. (1996): 500 Jahre Almwirtschaft im Priental. Die Almen im Almbezirk Aschau i. Chiemgau und ihre Geschichte. 95 S. Heimat- und Geschichtsverein Aschau i. Chiemgau.
- Zimmermann, A. (1981): Franz von Paula Schrank (1747-1835). Naturforscher zwischen Aufklärung und Romantik. 214 S. (Fritsch) München.

**Die Vorstandschaf
t des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V., München**

Erster Vorsitzender:

Dr. Peter Jürging
Dipl. Ing. Landespflege
Adolf-Kolping-Str. 1
85435 Erding
Telefon 0 81 22 / 89 24 66

Zweiter Vorsitzender:

Prof. Dr. Michael Suda
Forstwissenschaftler,
Universität der LMU München
Tulpenstr. 6
85419 Mauern
Telefon 0 81 61 / 71 46 20

Schatzmeister:

Reiner Neuger
Stiftungsbeamter
Wittelsbacher Park 11
82340 Feldafing
Telefon 0 81 57 / 92 96 50

Geschäftsführender Vorsitzender:

Ulrich Fuchs
Rechtsanwalt
Bayerwald 9
83708 Kreuth
Telefon 0 80 29 / 12 75

Geschäftsführerin:

Luitgard Plößl-Neuger
Versailler Str. 21
81677 München
Telefon 0 89 / 47 90 53



Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. München
– vormals Verein zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere e.V. –

Anschrift: Praterinsel 5, 80538 München, Fax und Fernruf 089/479053

Der getreue Freund aller Bergsteiger und Naturfreunde seit über 95 Jahren
bittet um Ihre Mithilfe beim Schutz der Bergwelt

Jahresmindestbeitrag DM 50,-
(für Jugendliche, Familienmitglieder und Studenten DM 25,-)

Jedes Mitglied erhält das Jahrbuch des Vereins kostenlos
Außerdem kostenlose Lieferung wertvoller Vereinsveröffentlichungen

Aufklärungs- und Werbematerial kostenlos

Die meisten Jahrbücher früherer Jahre können gegen Unkostenbeitrag nachgeliefert werden.

Postgirokonto München 9905-808 (BLZ 700 100 80)
Bankverbindungen: Hypobank München 5803 866912 (BLZ 700 200 01)

Auslandskonten:

Österreich: Landeshypothekenbank Tirol, Innsbruck: Kto. Nr. 200591754

Italien: Volksbank Bozen, Kto. Nr. 39 8070-JTL

Schweiz: Schweizerische Volksbank Basel, Kto. Nr. 17215/0

Der Unterzeichnete erklärt hiermit seinen Beitritt zum „Verein zum Schutz der Bergwelt“
Bitte leserlich schreiben – (Maschinen- oder Blockschrift)

Name: _____
Vor- und Zuname, Firmenbezeichnung

Geburtsdatum: _____ Beruf: _____

ständige Anschrift: _____
Postleitzahl, Ort, Straße/Platz

Telefon: _____

Alpenvereins-Mitglied (Sektion): _____

Abbuchung: ja nein

Wird Zusendung des Vereinsabzeichens
(DM 6,-) gewünscht? ja nein

Datum _____

eigenhändige Unterschrift