

Flußbettmorphologie und Auenv egetation des Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft (Oberes Lechtal, Tirol)

Von *Norbert Müller und Andreas Bürger*

Wildflußlandschaften mit breitem Flußbett, sich verzweigenden Rinnen und Kiesbänken, sowie vielfältigen Auengesellschaften waren ehemals in Mitteleuropa ein charakteristischer Landschaftstyp der Alpen und des Vorlandes.

Durch wasserbauliche Maßnahmen in den letzten 100 Jahren steht dieser komplexe Lebensraum in Mitteleuropa kurz vor seiner endgültigen Vernichtung.

Auch dem Lech als die ehemals großartigste Wildflußlandschaft der Nordalpen widerfuhr das gleiche Schicksal wie allen anderen großen nordalpinen Flüssen: durch Flußregulierung und Staustufenbau wurde seine urtümliche Wildheit fast vollständig zerstört.

Nur noch am Oberen Lech in Österreich finden sich Reste von intakten Flußauen, die bislang vor dem Eingriff des Wasserbauers verschont blieben.

Doch auch dieses Gebiet ist akut in Gefahr: Überlegungen zur energiewirtschaftlichen Nutzung drohen diese letzten Reste urtümlicher Landschaft in Mitteleuropa zu zerstören.

Berichtet wird über die Voraussetzungen für die Entstehung von Wildflußlandschaften und die Eigenart ihrer flußtypischen Lebensgemeinschaften sowie über den Einfluß des Menschen auf dieses Ökosystem.

Näher beschrieben wird das besterhaltene Stück der Wildflußstrecke am Oberen Lech – die Radsperrenbodenau der Forchacher Wildflußlandschaft.

Anhand einer aktuellen Relief- und Hydrologischen Karte wird die Entwicklung dieser Flußlandschaft erläutert.

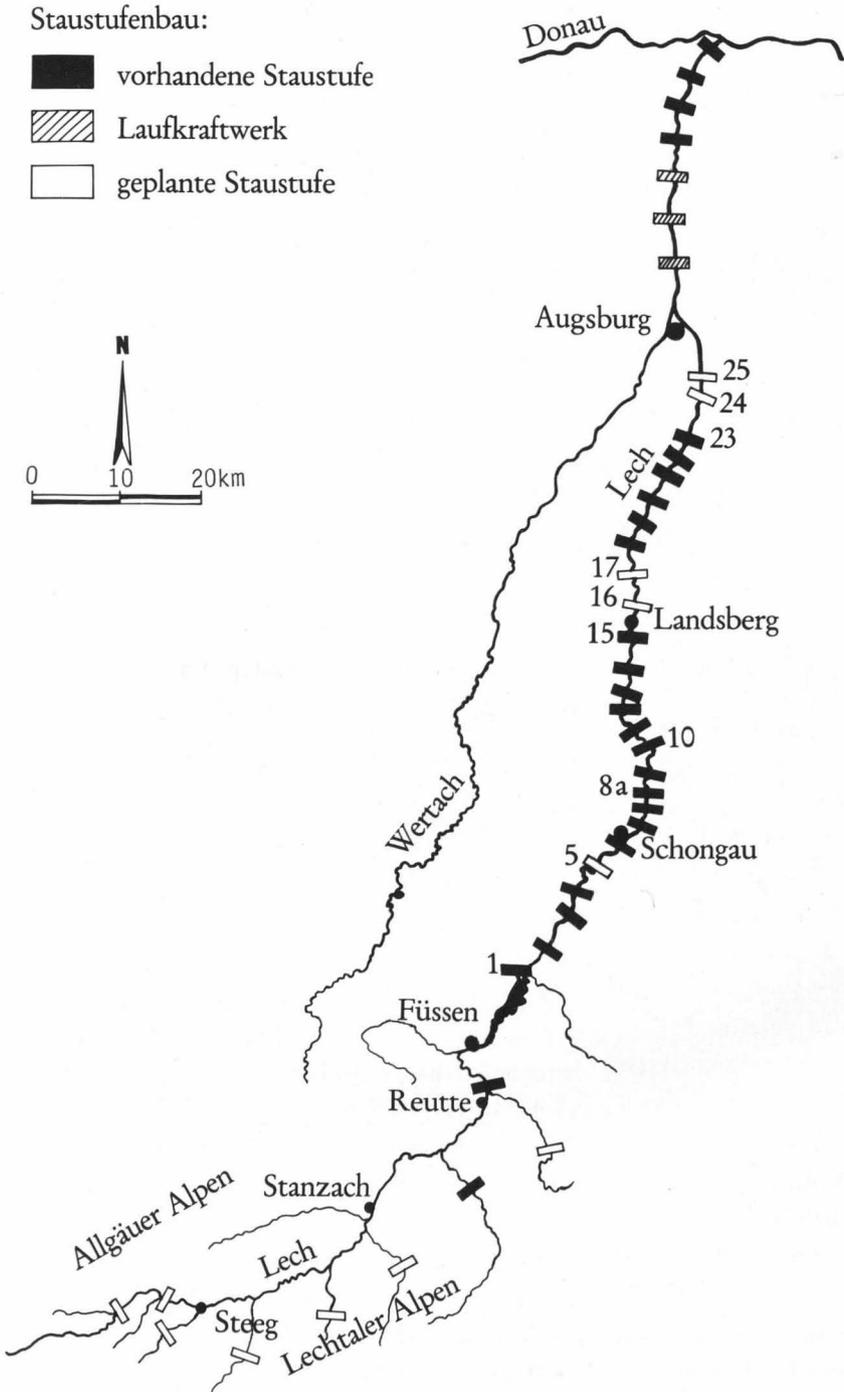
Die Vegetationskarte verdeutlicht die internationale Bedeutung des Oberen Lechtals für den Erhalt flußtypischer Lebensräume. Lehrbuchhaft ist die zeitliche Abfolge der verschiedenen Pflanzengesellschaften mit ihren unterschiedlichen Entwicklungsstadien noch ablesbar. Global vom Aussterben bedrohte Lebensgemeinschaften kommen noch vor.

Aber bereits getätigte Eingriffe im Oberlauf des Flusses und geplante Maßnahmen drohen die letzte Wildflußstrecke zu zerstören. Zur Erhaltung dieser einmaligen Landschaft besteht darum dringender Handlungsbedarf.

Damit flußtypische Lebensgemeinschaften am Oberen Lech in ausreichender Größe und Repräsentanz langfristig erhalten bleiben können, ist es dringend geboten, auf Grundlage ökologischer Erhebungen ein Entwicklungs- und Renaturierungskonzept für diesen Raum zu erstellen.

Da die Erhaltung und Entwicklung der Wildflußlandschaft am Oberen Lech ein internationales Anliegen ist, sollte auch auf internationaler Ebene versucht werden, die Bewohner des Oberen Lechtals bei den Bemühungen zum Erhalt ihrer einmaligen Landschaft zu unterstützen.

Abb. 1: Wasserkraftausbau am Lech (nach SCHIECHTL 1981, aktualisiert und ergänzt Müller 1989)



1 Vorbemerkung

„Licca“ nannten die Kelten den Lech – das bedeutet „der rasch Fließende“. In allen älteren Veröffentlichungen wird über die Gefährlichkeit und die wilde Kraft des Lech berichtet. Ein unbekannter Mönch des Klosters St. Mang in Füssen schrieb schon vor Jahrhunderten: „Er bricht hervor bei Füssen – schäumend aus der Schlucht des Stromes – gewaltig tobend erschüttert er den entgegenstehenden Fels. Grausamen Zahns nagt er die grünen Ufer an. Gegen den reißenden Strom? Wer? Gewalt nicht, auch nicht Wissenschaft, niemand!“ (KNUSSERT 1955).

Heute verdient der Lech seinen Namen nur noch am Oberlauf in Tirol, denn am gesamten bayerischen Lech wurde die natürliche Kraft des Alpenflusses durch wasserbauliche Eingriffe zerstört. Von der Landesgrenze bei Füssen bis zur Mündung in die Donau ist der Lech in eine Kette von 30 Stauseen und Laufwasserkraftwerken umgewandelt worden (vgl. Abb. 1).

Der Verlust der Flußdynamik hat zur Folge, daß heute am bayerischen Lechlauf, wie an anderen Voralpenflüssen, ein ehemals weit verbreiteter voralpiner Landschaftstyp fast vollständig verschwunden ist und damit flußtypische Biozönosen fast gänzlich erloschen sind. Die meisten ihrer typischen Vertreter sind hochgradig gefährdet oder bereits ausgestorben (MÜLLER 1985; 1988; PLACHTER 1986; SCHÖNFELDER 1987)

Die wasserbaulichen Eingriffe am bayerischen Lech haben aber nicht nur eine der großartigsten Wildflußlandschaften fast vollständig zerstört, sondern durch sie drohen auch die Zeugnisse eiszeitlicher und nacheiszeitlicher Florennentwicklung verloren zu gehen. Wie die Verbreitungsmuster zahlreicher Blütenpflanzen verdeutlichen, hat das Lechtal als Wanderstraße und als Verbindung von Teilarealen zwischen den Alpen und dem Jura eine herausragende Stellung in Mitteleuropa (BRESINSKY 1965; 1983; HAEUPLER et al. 1988). Die Bedeutung dieser Wanderstraße lag nicht nur in der ehemals gegebenen Möglichkeit alpine Schwemmlinge von den Alpen nach Norden zu transportieren, sondern es konnten über die Schotterterrassen des Lechtals auch eine Reihe von kontinentalen und submediterranen Sippen nach den Eiszeiten von der Alb bis an den Alpenrand oder in die Alpen vorstoßen.

Heute finden sich letzte Reste intakter Wildflußlandschaften am Lech nur noch in Österreich. Da in den Alpen

und im nördlichen Alpenvorland in den letzten 100 Jahren die Umlagerungsstrecken der großen geschiefbeführenden Flüsse fast vollständig zerstört wurden, ist die Wildflußlandschaft am Oberen Lech südlich von Reutte im Hinblick auf den Arten- und Biotopschutz flußtypischer Biozönosen von internationaler Bedeutung.

In einer früheren Publikation (MÜLLER 1988) wurde auf die Besonderheit dieses Gebietes bereits hingewiesen. Dabei wurden Bodenentwicklung, Flora und Vegetation eines repräsentativen Ausschnittes bei Forchach (zwischen Johannesbrücke und Forchacher Hängebrücke) beschrieben. Im vorliegenden Beitrag soll nun das Kernstück der Forchacher Wildflußlandschaft zwischen der Einmündung des Schwarzwasserbachs und der Forchacher Hängebrücke dargestellt werden (vgl. Abb. 4).

Verdankungen:

Die Geländearbeiten erfolgten im wesentlichen zwischen 1987 und 1989. Für zeitweise Mitarbeit danken wir den studierenden Teilnehmern des ökologischen Praktikums der Universität Augsburg sowie Frau Dipl.-Biol. A. Blümner (Augsburg), Frau Dipl.-Biol. T. Tataru (Augsburg) und Herrn Dipl.-Biol. R. Waldert (München). Für Hinweise zur fluvialen Geomorphologie danken wir Herrn Prof. Dr. K. Fischer (Augsburg), zur Flora des Oberen Lech Herrn Dr. F. Hiemeyer (Augsburg) und Herrn Prof. Dr. H. Niklfeld (Wien).

2 Zur Ökologie alpiner Wildflußlandschaften

Unter Wildflußlandschaften verstehen wir einen speziellen Typ einer Auenlandschaft. In Mitteleuropa treten Wildflußlandschaften auf Grund der besonderen hydrologischen und geologischen Voraussetzungen in den Alpen und ihrem Vorland auf.

Natürliche Flußläufe zeigen in Mitteleuropa nach MANGELSDORF und SCHEURMANN (1980) drei verschiedene Erscheinungsformen ihres Gerinnegrundrisses:

Zum einen gestreckte Flußläufe, die sich natürlich nur auf relativ kurzen Flußabschnitten ausbilden und erst durch die flußbaulichen Maßnahmen zum „typischen“ Erscheinungsbild unserer mitteleuropäischen Flüsse geworden sind.

Zum anderen verzweigte Flußläufe, die durch sich verzweigende und wieder vereinigende Rinnen, mit dazwischen gelagerten Kiesbänken in einem offenen, nur bei Hochwasser vollständig überströmtem Flußbett gekennzeichnet sind. Ihre Ufer unterliegen starken Veränderungen. Solche Abschnitte von Flußläufen werden allgemein als Wildflußlandschaft oder flußmorphologisch als Umlagerungsstrecken bezeichnet. Sie bilden sich bei mittlerem und größerem, aber ausgeglichenem Gefälle in den flußeigenen Ablagerungen (Alluvionen) aus und formen dann einen flachen, meist deutlich abgegrenzten Sohlentalgrund. (LOUIS et al. 1979).

Am häufigsten bilden sich in Mitteleuropa gewundene Flußläufe aus, die durch ihre Mäanderbildung charakterisiert sind. Der Materialtransport vollzieht sich hier im weitgehend homogen durchflossenen Flußbett selbst. Die Überflutungen der flußbegleitenden Aue weisen dementsprechend einen anderen Charakter auf und bedingen so eine andersartige Auenlandschaft.

2.1 Voraussetzungen für die Bildung von Wildflußlandschaften

Die Alpenflüsse sind als Hochgebirgsabflüsse durch einen hohen Gerölltrieb gekennzeichnet, denn ihnen fällt die Aufgabe zu, den Verwitterungsschutt und das anfallende Moränenmaterial aus dem Gebirgsraum herauszutransportieren. Da der Anteil an groben Fraktionen groß ist, sind für diesen Massentransport hohe Schleppkräfte, wie sie sich auch im Lech nur bei Hochwasser entfalten, notwendig. Diese treten im Nordalpenraum überwiegend im Frühsommer auf. Der eine Grund ist die Schneeschmelze zu dieser Zeit in den höheren Lagen, der andere das jährliche Niederschlagsmaximum, welches ebenfalls im Frühsommer liegt. Besonders starke Hochwasserereignisse ergeben sich, wenn intensive Niederschläge auf die abschmelzende Schneedecke niedergehen. Eine solche Konstellation führte z.B. am Lech zum Jahrhunderthochwasser von 1910 (vgl. Abb. 2).

Während der frühsommerlichen Hochwasserphasen findet der Haupttransport der Gerölle statt, in dem die oberste Schicht, der Schotter, aufgenommen, weitertransportiert und flußabwärts wieder abgelagert wird. Dies führt zur Umgestaltung des Flußbetts einer Umlagerungsstrecke, also der Verlagerung und Neuentstehung

von Rinnen und Kiesbänken. Wegen dieser großen Veränderlichkeit werden solche Umlagerungsstrecken auch als Flußverwilderungen bezeichnet. Sie treten auf, wenn Flüsse mit Lockermaterial stark belastet sind, also die Schleppkraft des abfließenden Wassers nur für kurze Zeit ausreicht, um das anfallende Lockermaterial wegzuführen. Dieser fluviatile Prozeß, verbunden mit einem längerfristigen Gleichgewicht zwischen Erosion und Akkumulation ist charakteristisch für alpine und voralpine Wildflußlandschaften.

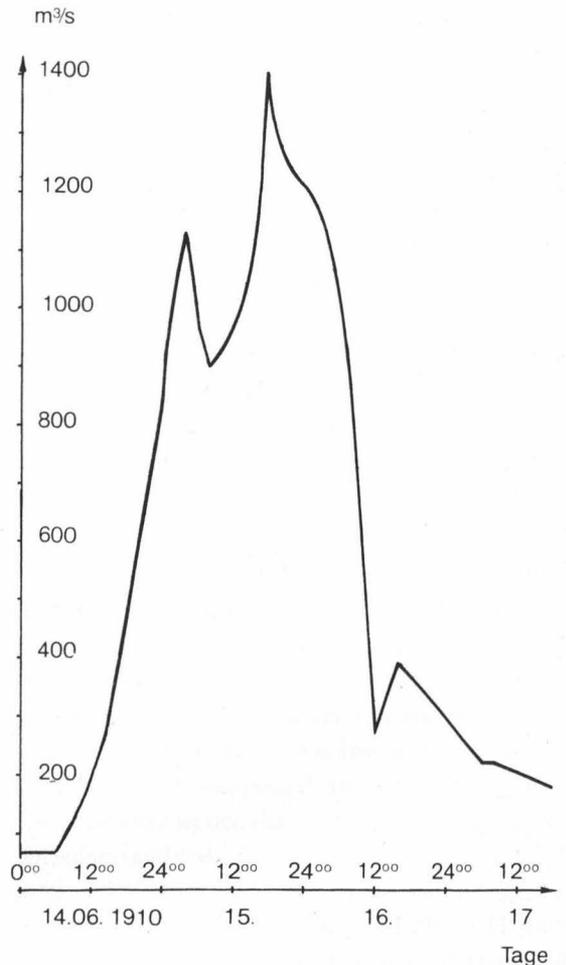


Abb. 2: Abflusskurve des Lech beim Hochwasser 1910, Pegel Landsberg (aus BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1984)

2.2 Eigenart flußtypischer Lebensgemeinschaften

Nur soweit überhaupt einmal Hochwasser reichen oder reichen, rechnen wir Tier- und Pflanzengesellschaften zur Aue.

Bei alpinen Wildflußlandschaften handelt es sich um einen Lebensraum, in dem die Umweltbedingungen rasch wechseln können. Die Spitzenhochwasser im Frühsommer setzen große Teile der Aue vollständig unter Wasser und überdecken sie z.T. mit Geröllen. Schotterbänke früherer Hochwasserereignisse die bereits von Pflanzen besiedelt wurden, werden wieder weggerissen und an anderer Stelle angelagert. Nach Abklingen des Hochwassers bleibt eine veränderte Landschaft zurück. Der Fluß hat sein Bett verlagert, viele Kiesbänke haben eine andere Form und Lage angenommen. Im Spätsommer und Winter, zur Zeit des Niederwasserstandes, wird das Wasser rasch zum Mangelfaktor.

Diese ständige Veränderung der Standortverhältnisse mit immer neuen Rohbodenstandorten ist charakteristisch für Lebensräume in Wildflußlandschaften.

Die Pflanzen, die auf solch extremen Standorten gedeihen sind Pionierarten, die angepaßt sein müssen

- an zeitweilige Überflutung:
Zahlreiche Weidenarten und die Deutsche Tamariske sind durch ein ausgeprägtes Wurzelsystem fest im Boden verankert und bieten durch ihre biegsamen Zweige dem Hochwasser keinen Widerstand.
- an längere Trockenperioden:
Indem die Pflanzen mit ihren Wurzeln dem Grundwasser folgen (so z.B. Grauerle und Deutsche Tamariske) oder ihre Wasserabgabe einschränken. Letztere Fähigkeit besitzt vor allem eine Reihe von Arten aus der Felsvegetation. Damit ist es zu erklären, daß eine Reihe dieser Arten auf Schotterfeldern in Flußauen vorkommen. Durch xeromorphen Bau der Blätter sowie niederen Wuchs und dichten Schluß des Blätterdaches ist die Silberwurz (*Dryas octopetala*) – ein verbreiteter Pionierstrauch auf Kiesbänken – an zeitweise Trockenheit mit hoher Einstrahlung angepaßt. Der Blaugrüne Steinbrech (*Saxifraga caesia*) besitzt als Verdunstungsschutz kalkausscheidende Grübchen auf der Blattoberfläche.
- an Überschüttung durch Gerölle:
Ein besonders hohes Regenerationsvermögen zeichnet die in Wildflußlandschaften auftretenden Weidenarten aus. Darüber hinaus treten krautartige Pflanzen mit hoher Samenproduktion auf. Häufig handelt es sich dabei um Vertreter aus den Schuttgesellschaften

des Gebirges wie z.B. das Alpenleinkraut (*Linaria alpina*).

Mit fortschreitender Bodenreife werden diese Pionierarten von Arten der reiferen Auwaldgesellschaften (Kiefern und Grauerlen) unterwandert und abgelöst. Diese Abfolge von Pionierstadien bis zum waldartigen Endstadium ist bedingt durch die geomorphologische und bodenbildende Dynamik in Auen.

Solange die Auedynamik besteht, wird die Sukzession der Pflanzengesellschaften in Teilbereichen immer wieder aufs neue unterbrochen und auf ein früheres Pionierstadium zurückversetzt. So entsteht innerhalb einer Wildflußlandschaft ein Mosaik aus zahlreichen Gesellschaften mit unterschiedlichen Entwicklungsstadien.

Nach den Hochwassergrenzen kann man stark vereinfacht die Auenvegetation in folgende Lebensgemeinschaften einteilen (vgl. Abb. 3):

- Jährlich mehrmals überschwemmte fast vegetationslose Flächen mit der Knorpelsalatflur;
- fast jährlich überschwemmtes liches Weiden-Tamarisken-Gebüsch;
- etwa alle 3 – 4 Jahre überschwemmtes Kiefern-Weiden-Gebüsch;
- selten überschwemmte und außerhalb des Überschwemmungsbereichs liegende Grauerlen- und Kiefernwälder.

3 Veränderungen von Wildflußlandschaften durch Flußbaumaßnahmen

Der Mensch versuchte von alters her, seine Siedlungen vor dem Wasser zu schützen. In historischer Zeit beschränkten sich Flußverbauungen auf kleinere Bereiche mit dem Ziel, Siedlungen und Gelände zu sichern.

Dagegen sind durchgehende Flußregulierungen in Mitteleuropa relativ jung. Erst ab Beginn des 19. Jahrhunderts verfügte man über die technischen Voraussetzungen und es wurde begonnen, die Voralpenflüsse schrittweise auszubauen.

Die anfänglich mit Faschinen vorgenommenen Maßnahmen wurden mit zunehmenden technischen Möglichkeiten durch Hochwasserdämme verstärkt. Ehemals weit verzweigte Flüsse wurden in eine schmale Abflußrinne gezwängt. Die Regulierung war mit einer Streckung und

damit Laufverkürzung des Flusses verbunden. Dadurch und auf Grund des Verlustes der natürlichen Retentionsräume erhöhte sich die Abfließgeschwindigkeit des Flusses. Das hatte zur Folge, daß eine starke Sohlenerosion einsetzte, die anfänglich in gewissem Umfang erwünscht war. In zunehmendem Maße waren aber durch die Eintiefung die Brückenbauwerke vom Einsturz bedroht. Außerdem kam es zu Grundwasserabsenkungen, die negative Auswirkungen auf den angrenzenden Auwald und die landwirtschaftlichen Flächen hatten. Darum wurden am Mittleren Lech sehr bald nach der Regulierung Sohl-schwellen eingebaut, mit dem Ziel, die Fließgeschwindigkeit zu verringern und die Flußsohle zu stabilisieren. Die Sohl-schwellen erwiesen sich allerdings auf Grund einer falschen Einbaureihenfolge und eines zu großen Abstandes nicht von Dauer, da die Wehre ausgekolkt wurden.

Der schwerwiegendste Eingriff in den Lech war der energiewirtschaftliche Ausbau. Dem Bau der Ausleitungsstrecke unterhalb Augsburg folgte rasch der Bau von Flußkraftwerken mit Staueisen, die heute bis auf wenige Fließwasserstrecken den Lech bestimmen. Die jahreszeitlichen Abflussschwankungen und besonders die naturbedingte winterliche Wasserknappheit wird durch den Jahrespeicher Forggensee zugunsten aller unterliegenden Lechkraftwerke ausgeglichen. Mit diesem Ausbau zur

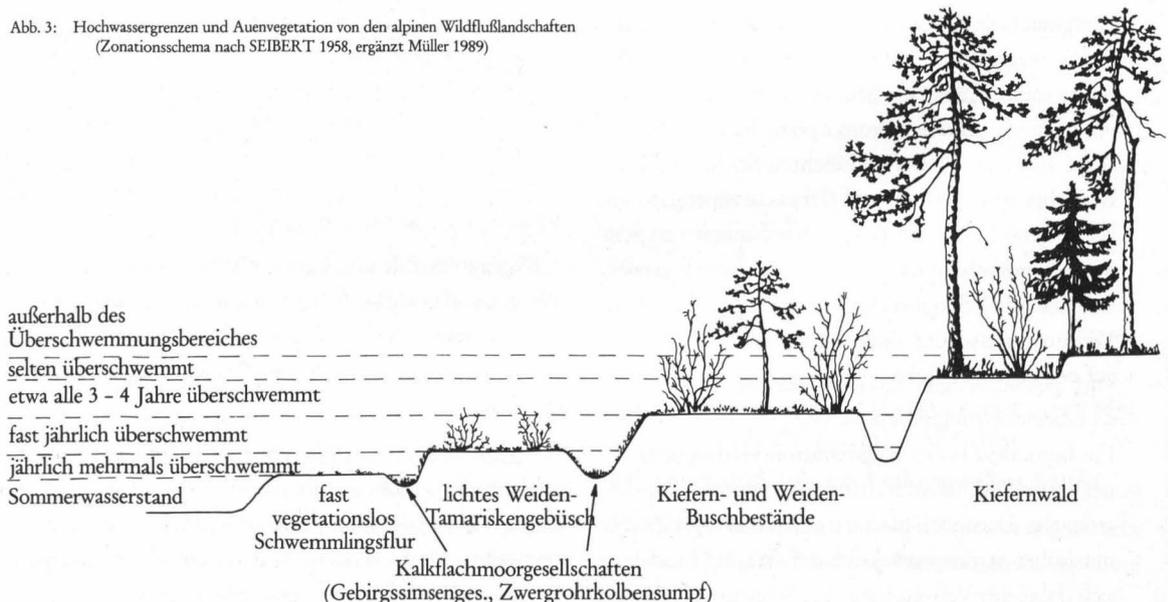
Stromerzeugung gingen nicht nur die letzten Reste von Umlagerungsstrecken verloren, es fehlt den verbliebenen Fließstrecken auch das Geröll aus den Alpen, so daß die trotz des Ausbaus unvermindert abfließenden Hochwasser die Flußsohle eintiefen, die Ufer zum Einsturz bringen und damit zu weiteren Baumaßnahmen zwingen.

Ein ähnliches Schicksal widerfuhr auch den anderen Nordalpenflüssen wie Iller, Wertach, Isar, Inn, Saalach, Salzach, Traun, Enns und nicht zuletzt der Donau.

Rückhalt des Lockermaterials und Regulierung der Alpenflüsse haben zur Folge, daß heute auch in den vom Staustufenbau verschonten Fließstrecken die Entstehungsvoraussetzungen für die charakteristischen Lebensgemeinschaften der Umlagerungsstrecken nicht mehr gegeben sind. Bestehende Pioniergesellschaften werden von Dauergesellschaften wie Grauerlen- und Kiefernwäldern verdrängt (vgl. 2). Regelmäßig und sporadisch überschwemmte Auenstandorte zählen darum zu den gefährdetsten Biozönosen in Europa, die kurz vor der endgültigen Vernichtung stehen. (MÜLLER 1990 a, b; PLACHTER 1986).

Im Oberen Lechtal bei Forchach ist ein letzter Rest dieser alpinen Wildflußlandschaften bis heute erhalten geblieben.

Abb. 3: Hochwassergrenzen und Auenvegetation von den alpinen Wildflußlandschaften (Zonationsschema nach SEIBERT 1958, ergänzt Müller 1989)



4 Die Radsperribodenau der Forchacher Wildflußlandschaft

Da wir zur geographischen Ansprache dieses Gebietes auf keine festen Bezeichnungen gestoßen sind, wollen wir zuerst den weiteren Untersuchungsraum abgrenzen und untergliedern. Den Talsohlenabschnitt zwischen dem Ort Stanzach und der Talverengung unterhalb Rieden werden wir nachfolgend als „Forchacher Wildflußlandschaft“ bezeichnen (s. Abb. 4). Sie untergliedert sich in fünf Teilbereiche, die wir als Auen ansprechen. Vorgesetzt wurde ein Lokal- oder Ortsname. Die erste Au von Stanzach bis zur Einmündung des Schwarzwasserbachs ist charakterisiert durch Traversen, die das Lechbett immer wieder einschneiden. Sie trägt den in der topographischen Karte verzeichneten Namen Errachau. Das anschließende Teilstück bis zur Hängebrücke über den Lech bei Forchach nennen wir die Radsperribodenau, in Anlehnung an den etwas höher gelegenen Radsperriboden. Sie ist unser eigentliches Untersuchungsgebiet. Die Stuibenau zwischen der Hängebrücke bei Forchach und Johannesbrücke schließt sich an. Sie erhielt ihren Namen von der oberhalb gelegenen Stuibenhütte. Der unterhalb der Johannesbrücke gelegene Teil der Forchacher Wildflußlandschaft gliedert sich in die Weißenbacher Au und die Riedener Au. Sie werden künstlich durch die Engstelle der Straßenbrücke zwischen beiden Orten getrennt.

In der relativ ursprünglichen Radsperribodenau gegenüber dem Ort Forchach haben wir zwischen 1987 und 1989 umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Auf der linken Flußseite ist dieser Lechabschnitt noch ohne direkte Flußbauten. Sein rechtes Ufer wird von einem Leitdamm festgelegt, der Forchach vor Hochwassern schützen soll.

4.1 Flußbettmorphologie (Karte 1)

Kommt man von Forchach über die Hängebrücke, die hier an einem Prallhang den Lech quert und folgt dem befestigten Fahrweg am linken Lechufer, so ergeben sich gute Einblicke in den Untersuchungsabschnitt der Radsperribodenau. Man sieht den mit Gebüsch bewachsenen Leitdamm am Forchacher Ufer und das breite Verwilderebett des verflochtenen Lechflusses, mit seinen großen Kiesbänken und Rinnen, die je nach Jahreszeit mehr oder minder stark durchflossen sind. Daran anschließend auf einem etwas höheren Niveau ein ähnliches Relief, aber

schon von einer lückigen Vegetation überzogen. Schließlich folgt ab einer markanten Terrassenkante eine geschlossene, dichte Vegetation, in der nur wenige vegetationsarme Rinnen liegen (vgl. Foto 1).

Die Ablagerungen, welche dieses Flußbett bilden, reichen von Schluff und Sand bis zu größeren Steinen, die im Flußbett optisch dominieren. Ein deutlicher Hinweis darauf, daß wir uns noch nahe an den Geröllherden befinden. Es handelt sich entsprechend der Geologie der das Obere Lechtal umrahmenden Allgäuer und Lechtaler Alpen überwiegend um Karbonatgesteine (Rätalkalk, Hauptdolomit, Allgäu-Schichten) (BRANDNER 1980).

(Näheres zu Geologie und Schuttherden des Oberen Lech-Einzugsgebietes vgl. SCHEURMANN und KARL 1990 in diesem Heft).

4.1.1 Die geomorphologische Differenzierung der Umlagerungsstrecke

Die prägende Wirkung für die Gestalt des Flußbettes geht von den Hochwassern des Frühsommers aus (vgl. 2.1). Sind diese stark genug, durchströmt das abfließende Wasser weite Teile der Talsohle. Dabei gleitet das Hochwasser nicht sanft dahin, sondern die hohe Wassergeschwindigkeit und die Rauigkeit des Flußbettes führen zu Wirbelbildungen. Der Wasserkörper des Lech wird zu einem System von Wasserwirbeln und -walzen. Wandern die horizontale Wasserwalzen, vertikale Wanderwirbel, Saug- und Quirlwirbel reißen immer wieder die Flußbettsohle auf. So vermögen frühsummerliche Hochwasser ungleich mehr Material zu transportieren, als ein spätherbstliches Niederwasser. In den dann braunen Wassern des Lech werden große Mengen an Feststoffen aufgenommen, mitgerissen und flußabwärts wieder abgelagert. Dann kann man diesen Gerölltrieb auch in Form der aneinanderschlagenden größeren Steine hören. Nach dem Hochwasser zeugen Schlagstellen an den Geröllen von diesen Vorgängen.

Während eines Hochwasserereignisses spielt die sich verändernde Strömungsgeschwindigkeit des Wassers eine bedeutende Rolle in einer Umlagerungsstrecke. Von ihr hängt die Korngröße des aufgenommenen, transportierten und abgesetzten Gerölls ab. Die dabei bestehenden Abhängigkeiten hat u. a. HJULSTRÖM untersucht und dabei folgende wichtige Zusammenhänge festgestellt:

Nimmt die Fließgeschwindigkeit ab, so kommen immer kleinere Korngrößen zur Sedimentation. Besonders kleine Partikel können nur bei stehendem Wasser abgelagert werden.

Die Aufnahme in den fließenden Wasserkörper ist hingegen im Korngrößenbereich um den Feinsand am leichtesten. Größere Korndurchmesser benötigen eine zunehmende Fließgeschwindigkeit, aber auch für kleiner werdende Partikel ist eine zunehmende Fließgeschwindigkeit notwendig (LOUIS et al. 1979). Diese Verhältnisse bedingen eine unterschiedliche Verteilung des Lockermaterials nach seiner Korngröße im Flußbett einer Umlagerungsstrecke wie dem der Radsperrenbodenau.

4.1.1.1 Die Entwicklung der primären Rinnen und Kiesbänke

Klingt ein Hochwasser ab, konzentriert sich der Abfluß auf bestimmte Hauptabflußlinien, in denen die Fließgeschwindigkeit des Wassers deutlich größer ist als außerhalb. Dies führt dazu, daß im Bereich dieser Linien noch längere Zeit größere Gerölle transportiert werden können. In den dazwischen liegenden Bereichen ist die Strömung geringer, so daß hier gröbere Korngrößen, die in den Hauptabflußlinien nach wie vor mitgerissen werden, zur Ablagerung kommen. Diese Bereiche landen allmählich auf. Die Hauptabflußlinien tiefen sich relativ zu ihnen ein. Es entstehen auf diese Weise Kiesbänke, die von Rinnen umgeben sind. Das Wasser, welches eine Kiesbank überströmt, kann ebenfalls unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten aufweisen, so daß die kiesbankbildenden Ablagerungen sich nach ihrer Korngröße differenzieren. Am oberen Ende bleiben tendentiell gröbere Korngrößen liegen als im unteren Teil einer Kiesbank.

Wird eine Rinne nicht zu einer künftigen Hauptabflußrinne, wird sie von immer weniger Wasser mit immer weniger Schleppkraft durchflossen, womit die größeren Gerölle in ihr liegen bleiben und nur noch feineres Material weggeführt wird. Es bildet sich eine oberflächlich grobschottrige Rinne.

Rinnen, welche auf diese Weise entstanden sind, werden als „primäre Rinnen“ bezeichnet (FISCHER 1988, mündlich). Diese müssen jedoch nicht zwangsläufig grobschottrig sein. Nimmt die Wasserführung in ihnen allmählich ab, werden gemäß dem HJULSTRÖM-Diagramm immer

feinere Partikel abgelagert. Auch ist gelegentlich ein kleiner Aufstau in wenig durchflossenen Rinnen zu beobachten. In diesen Stauräumen kann sich toniges Material absetzen.

4.1.1.2 Sekundäre Rinnen

Im Gegensatz dazu können Rinnen auch durch „rück-schreitende Erosion“ entstehen. Zwischen der Kiesbank und den sie begleitenden Primärrinnen besteht eine kleine Gefällsverteilung. Sammelt sich das Wasser der nur noch seicht oder partiell überströmten Geröllbank in einem Strang und wird es durch austretendes Wasser aus dem Schotterkörper vermehrt, so übt es von der Gefällsverteilung ausgehend, stromaufwärts Tiefenerosion aus. Dabei kann die Ausräumung immer weiter talaufwärts wandern; sie schreitet also in diesem Sinne zurück (vergl. Karte 1, Rinnen mit Quelltöpfen bei Schwarzwasserbachmündung). So gebildete Rinnen sind folglich „sekundäre Rinnen“ (FISCHER, 1988, mündlich).

4.1.2 Erosionswiderständigkeit des Flußbettes

Dieses Einströmen von Wasser aus dem Schotterkörper der Bank ist auch in primären Rinnen in der Radsperrenbodenau zu beobachten. In den Weiher, der durch einen kleinen Damm aufgestaut wird, münden mehrere alte Rinnen, die je nach Jahreszeit unterschiedlich viel Grundwasser führen (vgl. Karte 1). Sie sind besonders grobschottrig, da die feineren Ablagerungen von dem sie durchfließenden Wasser weggeführt wurden. Dieser Vorgang wird als Abpflasterung bezeichnet. Solche Steinpflaster sind besonders abtragungsresistent und können nur durch energiereiche Hochwasserschwalle wieder aufgebrochen werden.

Schaut man in einer frischen primären Rinne in Strömungsrichtung, so fällt auf, daß die Steine, welche die Rinnenoberfläche bilden, länglich und mit ihrer Längsachse senkrecht zur ehemaligen Fließrichtung des Wassers angeordnet sind. Blickt man dann entgegengesetzt, also wider die Strömungsrichtung, so erscheinen die Gerölle rundlich. Eine Ausrichtung ist damit nicht zu erkennen.

Wird Geröll im Flußbett abgelagert, dann geschieht dies nicht willkürlich zur Ablagerung, sondern vorzugsweise mit der Längsachse senkrecht zur Hauptfließrichtung. Dabei liegen die Steine dann nicht einfach flach auf,

sondern sind leicht aufgestellt; man spricht von „kantengestellten“ Steinen. Diese Einregelung erhöht ebenfalls die Abtragungsresistenz des Flußbettes. Da die Schotter durch die Wurzeln der aufkommenden Pioniervegetation festgelegt werden, wird es verständlich, warum sich das geomorphologische Hauptgeschehen nur bei kräftigen Hochwassern abspielen kann.

4.1.3 Eintiefung und Terrassenbildung

Die Erosion, welche ein Fluß leistet, tritt in zwei Hauptkomponenten auf: der Tiefen- oder Sohlenerosion und der Seitenerosion. Damit die Umlagerungsstrecke der Radsperribodenau entstehen konnte, mußte sich die Flußerosion nicht nur in einer Tiefenerosionskomponente, sondern auch in einer nicht unbedeutenden Seitenerosionskomponente ausdrücken. Denn nur so können sich Rinnen seitlich verlagern, nur so kann eine breite Talsohle immer wieder neu von Gerinnen durchzogen werden.

Das Zusammenspiel dieser beiden Komponenten der Flußerosion läßt sich am Beispiel der Radsperribodenau gut nachvollziehen. Betrachtet man die Karte der Radsperribodenau, so liegt der Hauptarm des Lech fast direkt am Forchacher Ufer. Das Forchacher Ufer ist durch einen Leitdamm festgelegt. Dadurch ist hier eine Seitenerosion nicht mehr möglich. Es bleibt nur die Tiefenerosion, um die Schlepptension des Flusses auszugleichen. Deswegen hat sich der Lech hier stärker als im restlichen Flußbett, wo er noch die Chance zur Seitenerosion hat, eingetieft, sodaß der Hauptarm des Flusses heute überwiegend entlang des Leitdamms fließt.

Betrachtet man das Profil der Radsperribodenau (vgl. Abb. 5), so fallen deutliche Reliefstufen in der Wildflußlandschaft auf. Es gibt hier also nicht nur die bereits beschriebenen Kiesbänke zwischen Rinnen (4.1.1), sondern z.T. markante Kanten, die zu höheren Niveaus überleiten. Ein solches Phänomen wird in der Geomorphologie als Flußterrassenbildung angesprochen. Solche Terrassen zeigen untrüglich die Eintiefung eines Flusses an. Auffällig ist das stufige Ansteigen der Terrassen zur westlichen Seite hin. Den tiefsten Bereich stellt der Lecharm direkt am Forchacher Hochwasserdamm dar, wo die Tiefenerosionskomponente aufgrund der gestoppten Seitenerosion am stärksten dominiert. Diese verstärkte Eintiefung stellt ein grundsätzliches Problem für die Radsperribodenau, wie

auch die gesamte Forchacher Wildflußlandschaft dar, da sie letztlich dazu führt, daß der Fluß bei Hochwasser kaum mehr ausufert und deshalb die Kiesbänke verbuschen und festgelegt werden.

4.1.4 Die Radsperribodenau – ein dynamisches System

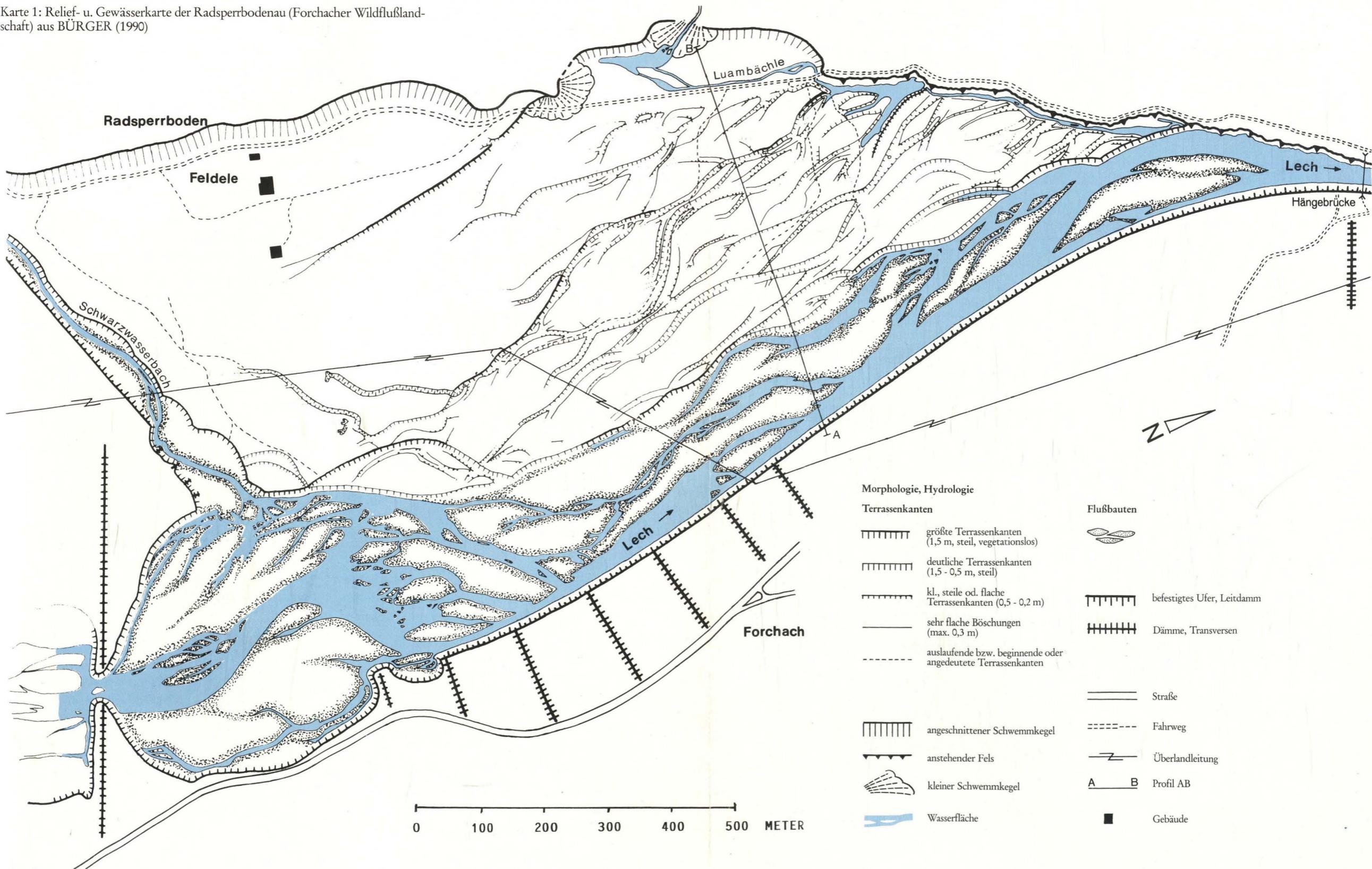
Die Radsperribodenau ist geomorphologisch das Ergebnis von Ablagerung und Abführung von Lockermaterial, von Akkumulation und Erosion seit dem Pleistozän (vgl. SCHEURMANN et al. 1990). Die Quantität dieser gegensätzlichen Prozesse ist jahreszeitlich stark differenziert. Längerfristig müssen sie jedoch zu einem Massengleichgewicht in der Radsperribodenau führen.

Die unterschiedlichen nacheiszeitlichen Höhenniveaus der Lechtalsole lassen sich im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft belegen. Geomorphologische Zeugen einer höheren Lechtalsole sind die deutlichen Terrassen, die z.B. linker Hand nach dem Queren der Johannesbrücke auf der Autofahrt Richtung Forchach zu sehen sind.

Im Bereich des Untersuchungsgebiets der Radsperribodenau ist in der Karte der 10 bis 20 m höher gelegene Radsperribodenau verzeichnet. Dieser stellt einen erhaltenen Rest eines älteren Schwemmkegels des Schwarzwasserbachs, der auf ein höheres Lechvorflutniveau geschüttet wurde, dar. Der spätere starke Anschnitt belegt, daß die Lechtaue in der Forchacher Wildflußlandschaft, wie im gesamten Oberen Lechtal nacheiszeitlich einmal auf einem höher liegenden Talsohlenniveau ausgebildet war.

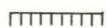
Welche Veränderungen und Vorgänge vor dem wasserbaulichen Eingreifen des Menschen, wie es SCHEURMANN und KARL (1990) beschreiben, im konkreten zu der Tieferlegung geführt haben, ist bis heute noch nicht untersucht. Wichtig ist hier nur die Tatsache. Sie macht besonders deutlich, daß eine Umlagerungsstrecke wie die Radsperribodenau nicht eine festgelegte Form ist, sondern nur als mittelfristiges Gleichgewicht zwischen Abtragung und Ablagerung existenzfähig ist. Bekommt einer der Prozesse die Oberhand, ist ihre Existenz bedroht. Nimmt die Akkumulation übermäßig zu, wird die gesamte Talsole aufgeschottert, ja überschottert. Lokalnamen wie „Blockau“ im Bereich der Errachau deuten auf solche Ereignisse hin. Nimmt hingegen die Erosion zu, so schneidet sich der Lech ein, nähert sich dabei immer mehr

Karte 1: Relief- u. Gewässerkarte der Radsperrbodenau (Forchacher Wildflußlandschaft) aus BÜRGER (1990)



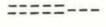
Morphologie, Hydrologie

Terrassenkanten

-  größte Terrassenkanten (1,5 m, steil, vegetationslos)
-  deutliche Terrassenkanten (1,5 - 0,5 m, steil)
-  kl., steile od. flache Terrassenkanten (0,5 - 0,2 m)
-  sehr flache Böschungen (max. 0,3 m)
-  auslaufende bzw. beginnende oder angedeutete Terrassenkanten

-  angeschnittener Schwemmkegel
-  anstehender Fels
-  kleiner Schwemmkegel
-  Wasserfläche

Flußbauten

-  befestigtes Ufer, Leitdamm
-  Dämme, Transversen
-  Straße
-  Fahrweg
-  Überlandleitung
-  Profil AB
-  Gebäude

einem gestreckten Lauf. Es entstehen Terrassen, das Grundwasser sinkt, die geomorphologische Dynamik geht in Flächenausmaß und umgestaltender Wirkung zurück. Die Aue verliert ihre natürliche Existenzgrundlage. Sie wird fortschreitend schmaler, altert und geht in ihrer Entwicklung in Richtung auf die sie umgebende Landschaft. Diese Tendenz ist in der Radsperrobodenau, wie in der gesamten Forchacher Wildflußlandschaft gegenwärtig zu erkennen.

4.1.5 Ursachen der Eintiefung

Die Ursachen für diese Eintiefung des Lech sind vielfältig. Allgemein sind natürliche und anthropogene Ursachen zu sehen. Bei den natürlichen Ursachen stehen klimatische Veränderungen an erster Stelle. Diese können eine Veränderung der absoluten Niederschlagsmenge, der zeitlichen Verteilung der Niederschläge und anderer Wasserhaushaltsgrößen bewirken. Sie bedingen auch Veränderungen der Vegetation, die mitentscheidend für den Lockermaterialanfall ist.

Viel wichtiger, insbesondere für die aktuelle Eintiefung des Oberen Lech sind unzweifelhaft die menschlichen Einflüsse auf den Wasser- und Massenhaushalt des Lecheinzugsgebiets, sowie die direkten wasserbaulichen Maßnahmen (vgl. SCHEURMANN et al. 1990).

Wesentliche Beeinflussungen insbesondere für die Radsperrobodenau sind

- der Geröllrückhalt in Sperren der Seitentäler;
- die Streckung und Einengung des Flußlaufs durch flußbauliche Maßnahmen (Leitdämme und Traversen);
- die kommerzielle Kiesentnahme aus dem Flußbett (z.B. Kieswerk unterhalb der Forchacher Hängebrücke);
- die extreme Einengung des Flusses an Brücken (z.B. bei der Johannesbrücke).

Es wird deutlich, daß die Forchacher Wildflußlandschaft ihre natürliche Existenzgrundlage verliert. Welche Konsequenzen daraus zu ziehen sind, soll im abschließenden Kapitel 6 dargestellt werden.

4.2 Bodenentwicklung

Die besonderen hydrologischen und geomorphologischen Bedingungen in einem Auenökosystem führen zu einer speziellen Art der Bodenentwicklung, die im allge-

meinen zwischen der Entwicklung von Unterwasserböden und Landböden vermittelt. Daher gehören die Auenböden zu den semiterrestrischen Böden. Sie werden periodisch überschwemmt oder stehen unter dem Einfluß von Druck- und Grundwasser. Die Überschwemmungen können zu einer Überlagerung und damit zu einer Begrabung von Humushorizonten führen (KUBIENA 1953; SCHACHTSCHABEL et al. 1989).

Die jungen Ablagerungen, welche den Untergrund der Radsperrobodenau bilden, weisen erst eine kurze Bodenentwicklung auf. Auf den groben, kalkhaltigen Sedimenten beginnt mit ihrer Besiedelung durch Pionierpflanzen die Bodenbildung. Der sich bildende Boden, der lediglich aus dem durchwurzelten Schotter und einer sehr dünnen (0,5 cm), z.T. nicht geschlossenen Humusauflage besteht, wird als Kalkrambla bezeichnet. Dieser Auenrohboden läßt weder einen Humushorizont, noch andere Bodenhorizonte erkennen, allenfalls überschotterte ältere Bodenbildungsansätze. Die Bereiche, in denen die Kalkrambla sich bildet, sind während der Hochwasserperiode zumeist von Wasser überdeckt. Aufgrund der groben Schotter im Untergrund trocknen diese Standorte im Sommer rasch aus, sodaß extreme Standortbedingungen für Pflanzen und Tiere bestehen. Die Kalkrambla ist ein für alpine und voralpine Wildflußlandschaften kennzeichnender Bodentyp. Die chemische Verwitterung in ihr ist gering. Nur schluffige Formen, die im Bereich der Radsperrobodenau praktisch nicht vorkommen, neigen zu Wasserstau und Vergleyung.

Bleibt die Bodenbildung ungestört, wächst die Humusauflage. Ein deutlich grauer bis schwärzlicher Humushorizont (A-Horizont) entsteht. Es hat sich eine Borowina gebildet, die auch als Auenrendzina angesprochen wird (SCHACHTSCHABEL et al. 1989), wodurch deutlich werden soll, daß die Bodenentwicklung immer terrestrischere Züge annimmt, da der Einfluß von Hochwassern und die Grundwassernähe abnimmt. Dieser Umstand gilt insbesondere auch für die älteren Böden der Radsperrobodenau auf den höheren Terrassen, die relativ grundwasserferner liegen und wahrscheinlich seit Jahrzehnten nicht mehr überschwemmt werden. Dieser Bodentyp dokumentiert damit die Eintiefungstendenz der Forchacher Wildflußlandschaft.

Überschwemmungen können den Humus auch wieder

ganz abtragen, oder die junge Bodenbildung überschütten, sodaß die Entwicklung von neuem ansetzt.

4.3 Die Auenvegetation (Karte 2)

Die unterschiedlichen Standortverhältnisse in der Forchacher Wildflußlandschaft spiegeln sich in einem reich gegliederten Vegetationsmosaik wider (vgl. Karte 2). Dieses läßt deutlich eine Zonierung von Pionier- bis End (Klimax)-Gesellschaften erkennen, die auf Verlagerung des Flußbettes und Veränderungen des Flußregimes zurückzuführen ist (vgl. Abb. 5).

Die folgende Beschreibung der kartierten Vegetationseinheiten folgt dem Entwicklungsgrad der Auengesellschaften.

Grundsätzlich lassen sich in alpinen Wildflußlandschaften nach der Korngrößenverteilung der Ablagerungen zwei Entwicklungsreihen der Pflanzengesellschaften verfolgen:

- Auf sand- und schluffreichen Alluvionen, also mit hohem Feinkornanteil, stellt sich über Pioniergesellschaften und die Grauerlenau relativ rasch ein Pfeifengras-Kiefernwald als Endstadium ein.
- Alluvionen mit hohem Grobkornanteil werden langsamer besiedelt. Es entwickelt sich über Pioniergesellschaften und Erlen- und Weiden-reiche Kiefernwälder der Schneeheide-Kiefernwald.

Im Gegensatz zu Flüssen wie etwa dem Inn, die ihren Ursprung im Zentralalpin haben, besitzt der Lech ebenso wie die Isar (JERZ et al. 1986) als kalkalpiner Fluß im Oberlauf nur geringe Schwebstoff-Frachten. Auch das Geröll des Lech enthält vorwiegend grobe Fraktionen, sodaß reine Grauerlenwälder und Pfeifengras-Kiefernwälder im Oberlauf nur kleinflächig ausgebildet sind. Im Untersuchungsgebiet tritt darum fast ausschließlich die Entwicklungsreihe mit hohem Grobkornanteil zum Schneeheide-Kiefernwald auf.

4.3.1 Die Pioniervegetation

4.3.1.1 Die Knorpelsalatflur (vgl. Tab. I im Anhang)

Auf jungen periodisch überschwemmten oder frisch aufgeschütteten Schotterflächen entwickelt sich eine Pioniergesellschaft, die an zeitweilige Austrocknung angepaßt ist. Sie ist gekennzeichnet durch das Auftreten des

ostalpinen Knorpelsalat (*Chondrilla chondrilloides*; vgl. Foto 3). Der Gesamtdeckungsgrad der Vegetation ist gemäß dem jungen Entwicklungsstadium und der noch fehlenden Bodenentwicklung sehr gering und schwankt zwischen 2 und 10 %.

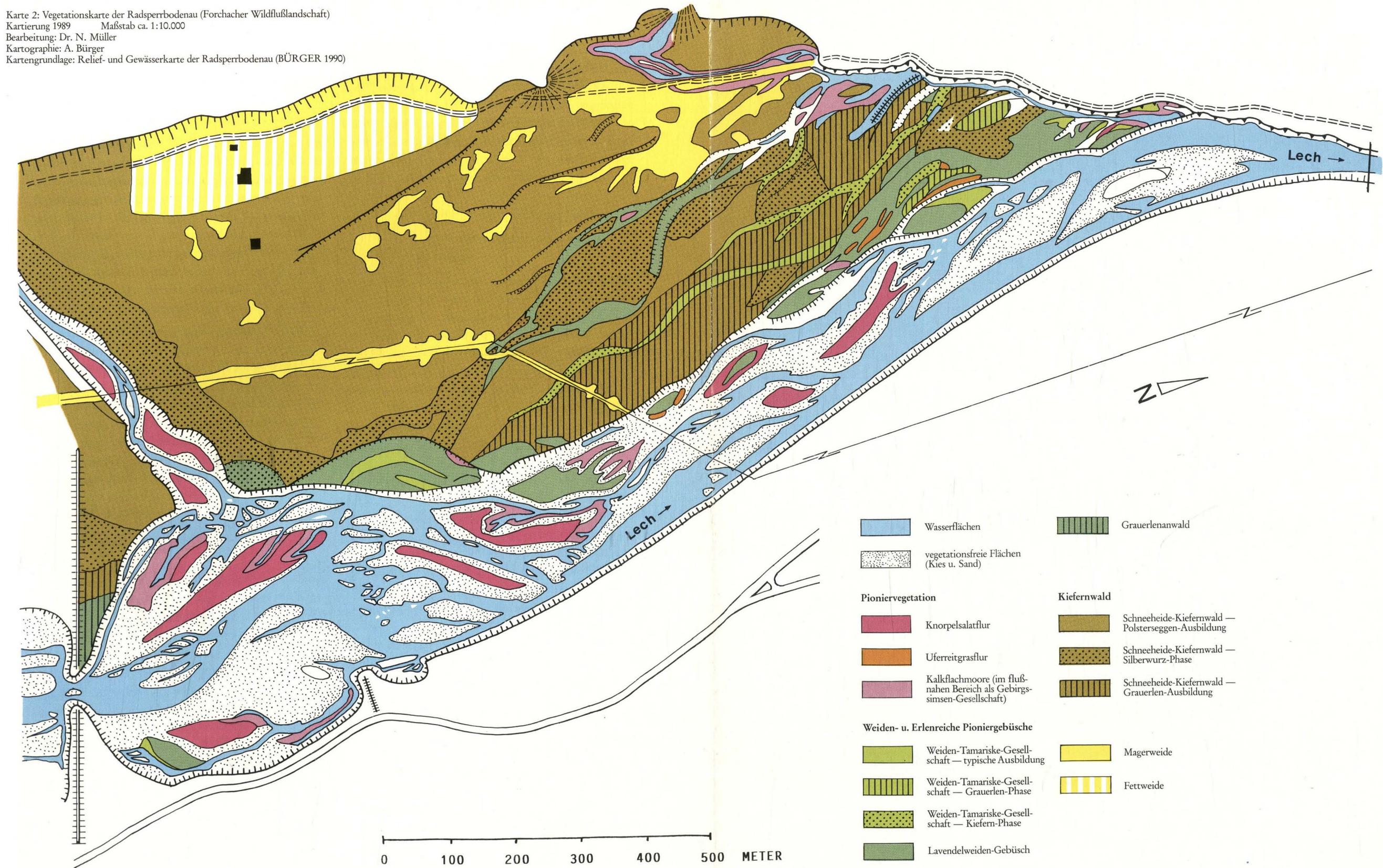
Ökologisch hat der Standort dieser Gesellschaft sehr viele Gemeinsamkeiten mit aktiven Schutthalden und angeschnittenen Moränen im Einzugsgebiet des Lech. Dies drückt sich im gehäuftem Auftreten von Pflanzen der Schuttvegetation aus wie z.B. Zwerg-Glockenblume (*Campanula cochlearifolia*), Grasnelkenhabichtskraut (*Hieracium stacticifolium*), Alpenleinkraut (*Linaria alpina*), Alpenpestwurz (*Petasites paradoxus*), Alpen-Gemskresse (*Hutchinsia alpina*) und diversen Gänsekressearten (*Arabis alpina*, *Arabis pumila*, *Arabis hirsuta*), die ehemals als alpine Schwemmlinge den unregulierten Alpenflüssen bis ins Vorland folgten.

Die Silberwurz (*Dryas octopetala*) trägt als Spalierstrauch mit einem weitverzweigten Wurzelsystem zur ersten Bodenfestigung ebenso bei wie die ersten Jungpflanzen verschiedener Pionierweiden (*Salix eleagnus*, *S. purpurea*) und der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*). Sie zeigen an, daß sich die Knorpelsalatflur bei verminderter Überschwemmung zur Weiden-Tamariskenflur entwickelt.

Da die bezeichnenden Arten der Knorpelsalatflur konkurrenzwache Pionierarten und zum Teil auf ständigen Samennachschub angewiesen sind, reagiert diese Gesellschaft besonders rasch auf Veränderungen im Flußsystem wie z.B. Geröllrückhalt, Veränderung im Wasserabfluß oder Eutrophierung. Durch die fast vollständige Zerstörung aller dealpinen Umlagerungsstrecken in den Nordalpen und ihrem Vorland zählt die Knorpelsalatflur zu den gefährdetsten Pflanzengesellschaften in Mitteleuropa.

Die internationale Bedeutung der Pioniervegetation am Oberen Lech für den Naturschutz verdeutlicht auch das Vorkommen der Gefleckten Schnarrschrecke (*Bryodemata tuberculata*), eine der größten und schönsten Feldheuschrecken Mitteleuropas (vgl. Foto 4). Da diese Art auf weitgehend vegetationsfreie Kiesbänke angewiesen ist, zählt sie heute zu den am stärksten gefährdeten Heuschrecken und steht kurz vor der globalen Ausrottung. Früher besiedelte die Gefleckte Schnarrschrecke zum Teil massenhaft weite Strecken der dealpinen Flußstrecken

Karte 2: Vegetationskarte der Radsperbodenau (Forchacher Wildflußlandschaft)
 Kartierung 1989 Maßstab ca. 1:10.000
 Bearbeitung: Dr. N. Müller
 Kartographie: A. Bürger
 Kartengrundlage: Relief- und Gewässerkarte der Radsperbodenau (BÜRGER 1990)



Süddeutschlands und Österreichs (KNOERZER 1942; ZACHER 1971), während heute nur noch wenige isolierte Vorkommen in den Nordalpen bestehen.

4.3.1.2 Die Uferreitgrasflur (vgl. Tab. II im Anhang)

Auf feinsandigen und z.T. schlickigen Sedimenten entwickelt sich eine offene Pioniergesellschaft, die durch den hohen Deckungsanteil des Uferreitgrases (*Calamagrostis pseudophragmites*) gekennzeichnet ist. Durch seine Wurzelausläufer ist das Uferreitgras fest im Boden verankert und kann sich nach Überschwemmungen wieder rasch ausbreiten. Gegenüber der Knorpelsalatflur hat die Uferreitgrasflur höhere Ansprüche an einen ausgeglichenen Wasserhaushalt. Darum tritt sie ausschließlich auf Standorten auf, die relativ nah dem Niederwasserspiegel stehen.

Auch die Uferreitgrasflur begleitete einst den Lech bis ins Vorland. Durch die Flußkorrekturen wurde sie stark zurückgedrängt und verändert. Sie tritt im regulierten Abschnitt am Oberen Lech z.B. zwischen Reutte und Füssen in einer floristisch verarmten Ausbildung im flußnahen Bereich auf. Im Alpenvorland finden sich nur noch einige wenige isolierte Bestände an den verbliebenen Fließstrecken wie z.B. der Litzauer Schleife und dem Naturschutzgebiet Stadtwald Augsburg.

4.3.1.3 Die Kalkflachmoorgesellschaften

Die Gebirgssimsen-Gesellschaft (vgl. Tab. III im Anhang)

Als Pioniergesellschaft besiedelt die Gebirgssimsen-Gesellschaft frisch entstandene Rinnensysteme mit langer sommerlicher Überschwemmungsdauer, die bei Niederwasserstand vom Druckwasser gespeist sind (vgl. Foto 6). Meist handelt es sich um Sandaufschüttungen oder Kiesablagerungen mit hohem Sandanteil. Charakteristische Art ist die Alpenbinse (*Juncus alpinus*). Weitere bezeichnende Arten sind die Gelbe Segge (*Carex flava* agg.), der Bunte Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*), die Mehlprimel (*Primula farinosa*) u.a. Kalkflachmoorarten (vgl. Tab. III). Die Gebirgssimsen-Gesellschaft war ehemals eine weitverbreitete Pflanzengesellschaft der unregulierten Alpenflüsse, die zusammen mit dem Zwergrohrkolbensumpf und der Uferreitgrasflur einen charakteristischen Vegetationskomplex von frisch entstandenen Altwasserrinnen bildete (vgl. MÜLLER 1990 a).

Weitere Kalkflachmoorgesellschaften

Im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes in der Kontaktzone Talboden – anstehender Fels verläuft das Luambächle. Durch einen künstlich angelegten Damm kommt es verstärkt zum Rückstau des Wassers, so daß in diesem Bereich größere Versumpfungsbereiche entstanden sind. Vorherrschend tritt hier eine kurzrasige Quellmoorgesellschaft, das Davallseggen-Moor, auf.

4.3.2 Weiden- und erlenreiche Pioniergebüsche

4.3.2.2 Die Weiden-Tamarisken-Gesellschaft (vgl. Tab. IV im Anhang)

Standorte mit schlickhaltigem Feinsand, dauernd hohem Grundwasserstand und periodischer Überschwemmung werden von der typischen Ausbildung der Weiden-Tamarisken-Gesellschaft besiedelt. Zu der in hohen Deckungsanteilen vorkommenden Deutschen Tamariske gesellen sich Lavendel- und Purpurweide. Mit ihrem weit verzweigten Wurzelsystem ist die Gesellschaft fest im Boden verankert. Durch die biegsamen Zweige ihrer Kennarten leistet sie dem Hochwasser keinen Widerstand. Sie verträgt gut Überschwemmungen und schützt den Boden vor der Erosion des Flusses. Die typische Ausbildung der Weiden-Tamarisken-Gesellschaft liegt immer im flußnahen Bereich und unterstützt die beginnende Bodenentwicklung, indem bei Überschwemmungen zwischen den Sträuchern Feinerdeanteile abgelagert werden (vgl. Foto 2 u. 5). Die Deutsche Tamariske ist auf die Dauer nur lebensfähig, wenn sie direkten Anschluß zum Grund- oder Druckwasser hat. In vom Druckwasser gespeisten flußfernen Rinnen, die kaum noch überschwemmt werden, gesellt sich zur Deutschen Tamariske die Grauerle (*Alnus incana*). Diese Gesellschaft wurde als *Alnus incana*-Phase der Weiden-Tamarisken-Gesellschaft angesprochen und kann als Sukzessionsstadium zur Grauerlenausbildung des Schneeheide-Kiefernwaldes gesehen werden.

Bei oberflächennah streichendem Grundwasser oder ständig austretendem Quellwasser in flußfernen Rinnen vermag sich die Weiden-Tamarisken-Gesellschaft auch auf grobkörnigen Kiesflächen über längere Zeit halten. Bei Niederwasserstand und damit verbundener Grundwasserabsenkung trocknen diese Standorte oberflächlich rasch aus, so daß die Kiefer zur Entwicklung kommt (*Pinus*

sylvestris-Phase). Dies deutet an, daß sich mit zunehmender Eintiefung des Flusses und damit verbundener Absenkung des Grundwasserstands diese Gesellschaft zum Schneeheide-Kiefernwald entwickelt.

Die Weiden-Tamarisken-Gesellschaft in ihrer typischen Ausbildung benötigt wie die Knorpelsalatflur zu ihrem Erhalt fortlaufende Verjüngung durch Überschwemmung. Ihre Charakterart, die Deutsche Tamariske, hat bedingt durch ihre Feuchtigkeits- und Standortansprüche eine sehr enge Standortamplitude. Bei längerer Austrocknung des Bodens kann sie sich nicht mehr verjüngen und wird von den gegenüber Trockenheit toleranteren Weiden und Kiefern verdrängt. Auf Grund der an fast allen Alpenflüssen verlorenen Flußdynamik steht die Weiden-Tamarisken-Gesellschaft ähnlich wie die Knorpelsalatflur kurz vor dem Aussterben in Mitteleuropa.

4.3.2.3 Das Lavendelweiden-Gebüsch

(vgl. Tab. IV im Anhang)

Wird der Boden der typischen Ausbildung der Weiden-Tamarisken-Gesellschaft mit Kies und Grobsand überschüttet, so entsteht das Lavendelweidengebüsch. Aufgrund der groben Kornfraktion ist die Wasserversorgung gegenüber der Weiden-Tamarisken-Gesellschaft verschlechtert, so daß sich die trockenheitsresistenten Weiden (vornehmlich Lavendel- und Purpurweide) ausbreiten können. Die Deutsche Tamariske vermag sich als Relikt der vorangegangenen Gesellschaft noch mehrere Jahre in Form von einigen überalternden Sträuchern halten.

Das Lavendelweidengebüsch tritt darüberhinaus auf frisch aufgeschotterten Kiesflächen in Form einer niederen Initialgesellschaft (bis 1 m Höhe) auf (vgl. Foto 5). Während des sommerlichen Niederwassers sind die Standorte über mehrere Monate oberflächlich trocken. Aber schon bei mäßigem Mittelwasser werden die Weidengebüsche überflutet und verharren so über Jahre ohne sich weiter zu entwickeln.

Die niederen gleichaltrigen Weidenbestände sind charakteristisch für Umlagerungsstrecken. Die Gleichaltrigkeit ist auf die kurzzeitige Keimfähigkeit der Weiden-samen zurückzuführen (SCHAUER 1984). Zur Zeit des Samenfluges müssen die Samen innerhalb weniger Tage auf feuchten vegetationslosen Boden gelangen, wo sie rasch auskeimen und so einen rasenartigen Gehölzanflug

bilden. Eine großflächige Ansiedlung kann demnach nur erfolgen, wenn zum Zeitpunkt der Samenreife frisch geschüttete Alluvionen mit ausreichender Feuchtigkeit zur Verfügung stehen.

4.3.3 Der Grauerlenauwald

Der Grauerlenauwald tritt im Oberlauf des Lech auf Grund der besonderen geologischen Verhältnisse nur kleinflächig auf (vgl. 4.3). Das Vorkommen am Rande des Untersuchungsgebietes ist im wesentlichen auf den menschlichen Einfluß zurückzuführen. Direkt beim Zulauf des Schwarzwasserbaches kam es bedingt durch Querverbauungen und damit verstärkten Eintiefung vermehrt zur Anlandung von feinerdreichem und schluffigem Material (vgl. SCHEURMANN et al. 1990), sodaß die ökologischen Voraussetzungen für die Entwicklung eines reinen Grauerlenwaldes gegeben waren. In der Baumschicht dominiert die Grauerle. Außerdem treten vereinzelt Fichten und Lavendelweiden auf. Die Gleichaltrigkeit der Erle in der Baumschicht spricht dafür, daß, bedingt durch die Auswirkungen der Querverbauung, schlagartig günstige Voraussetzungen für die Entwicklung dieser Gesellschaft gegeben waren. Gegenüber dem Schneeheide-Kiefernwald treten in der Krautschicht verstärkt stickstoffliebende Arten wie Hundsquecke (*Agropyron canium*), Stinkender Storchschnabel (*Geranium robertianum*) und Waldschmiele (*Deschampsia cespitosa*) auf.

4.3.4 Der Schneeheide-Kiefernwald

(vgl. Tab. V im Anhang)

Auf nicht mehr vom Hochwasser beeinflussten Terrassen grober Fraktion entwickelt sich als Schlußglied der Auensukzession der Schneeheide-Kiefernwald. Außer im Talraum ist der Schneeheide-Kiefernwald am Oberen Lech auch eine typische Waldgesellschaft wärmebegünstigter Steilhänge mit kalkigem Untergrund. Durch zahlreiche Begleiter der Kalkmagerrasen (durch Beweidung gefördert) und der alpinen Schuttvegetation zählt dieser Waldtyp zu den artenreichsten und buntesten Waldgesellschaften in Mitteleuropa.

Der Schneeheide-Kiefernwald wird zu den Reliktföhrenwäldern gerechnet, da die heutigen Vorkommen Überreste aus einer Zeit sind, in der die Kiefernwälder eine flächenhafte Ausdehnung hatten. Während der ausgehen-

den Spätglazialzeit (Boreal) besiedelten diese Wälder weite Teile der Alpen und ihres Vorlandes (SCHMID 1936). In der daran anschließenden Warmzeit, dem Atlantikum, wanderten Fichte und Laubholzarten ein und verdrängten die Kiefer. Nur auf besonders trockenen Standorten waren die Schneeheide-Kiefernwälder anderen Waldgesellschaften überlegen. Wärmebegünstigte Felsstandorte und Grobschotterterrassen von Wildflußlandschaften sind heute Rückzugsgebiete des Schneeheide-Kiefernwaldes. Bedingt durch die ehemals gegebene Dynamik in Umlagerungsstrecken entstanden immer wieder geeignete Rohbodenstandorte, auf denen sich diese Wälder verjüngen konnten. Ehemals begleiteten die Schneeheide-Kiefernwälder die unregulierten Alpenflüsse weit ins Alpenvorland. Ihre nördliche Ausstrahlung reichte am Lech bis fast an die Donau.

Heute können sich die Schneeheide-Kiefernwälder auf Grund der verlorengegangenen Flußdynamik im Alpenvorland nicht mehr verjüngen, da keine neuen Flußterrassen mehr entstehen. Dadurch wird die typische Ausbildung mit hohem Anteil der Schneeheide und anderer Rohbodenarten wie Scheidige Kronwicke (*Coronilla vaginalis*), Berggamander (*Teucrium montanum*) etc. durch anspruchsvollere Kiefernwaldausbildungen und wärmeliebende Eichenwälder ersetzt. Mit zunehmender Bodenentwicklung kann sich die Kiefer in der dichten Krautschicht mit *Calamagrostis varia* und anderen konkurrenzstarken Arten nicht mehr verjüngen, wie man gut in den Reliktkiefernwäldern im Alpenvorland beobachten kann. Weitere Gründe für den Rückgang der Schneeheide-Kiefernwälder im Alpenvorland sind Flächenanspruch durch die Landwirtschaft und forstliche Nutzung.

Am Oberen Lech finden sich noch alle Entwicklungsstadien (Phasen) und Ausbildungen der Schneeheide-Kiefernwälder. Innerhalb der Radsperrbodenau kann man zwischen drei Ausbildungen bzw. Phasen unterscheiden:

- Die Ausbildung mit der Grauerle (*Alnus incana*) kann als Folgegesellschaft der Weiden-Tamarisken-Gesellschaft interpretiert werden. Der hohe Anteil der Grauerle zeigt an, daß der Standort gut mit Wasser versorgt ist, sei es, daß durch feinsandige Ablagerungen die Kapillarwirkung besser ist, oder daß der Grundwasserstand relativ hoch liegt. Letzteres ist darauf zurückzuführen, daß diese Ausbildung auch

vereinzelt im flußferneren Bereich in ehemaligen Flußrinnen, sowie im Druckwasserbereich eines vom Berg entwässernden Bachs (Luambächle) angetroffen wird. In der Grauerlen-Ausbildung tritt sporadisch noch die Deutsche Tamariske auf, was auf die relativ gute Wasserversorgung hinweist.

- Auf hoch aufgeschütteten Flußterrassen mit grobkörnigem Substrat kommt es über die Pioniervegetation direkt zur Silberwurz-Phase des Schneeheide-Kiefernwaldes. Durch das fast vollständige Fehlen einer Sandauflage ist die Bodenentwicklung gehemmt. Anspruchslose Pionierarten wie die Silberwurz können sich zusammen mit der trockenheitsertragenden Kiefer entwickeln.

Die Silberwurz-Phase des Schneeheide-Kiefernwaldes tritt in verschiedenen Altersstufen auf. Ein relativ junges Stadium der Silberwurz-Phase mit nur bis 1 m hohen Kiefern findet sich parallel zum Schwarzwasserbach (vgl. Foto 7). Ihre Entstehung ist wohl auf ein größeres Hochwasserereignis zurückzuführen, bei dem der Schwarzwasserbach eine bis zu 2 m mächtige Schotterterrasse aufgeschüttet hat. Außer im flußnahen Bereich tritt im Untersuchungsgebiet die Silberwurz-Phase im flußfernen Bereich bandartig zwischen der Grauerlen-Ausbildung und der Polsterseggen-Ausbildung des Schneeheide-Kiefernwaldes auf. Anhand der Flußmorphologischen Karte (Karte 1) wird deutlich, daß hier in jüngster Zeit durch ein Hochwasser eine Ausräumung mit anschließender Geröllakkumulation stattgefunden hat.

- Mit zunehmendem Alter wird die Silberwurz-Phase von der Polsterseggen-Ausbildung des Schneeheide-Kiefernwaldes abgelöst. Hier ist die Krautschicht fast geschlossen. Der Anteil der Silberwurz tritt zurück. Statt dessen treten vermehrt Arten hinzu, wie die Polster-Segge und die Herzförmige Kugelblume, die auch die Bodenbildung in Kalkschuttgesellschaften einleiten. Der Boden kann bereits als Borowina angesprochen werden. Eventuell kann diese Ausbildung als Rasse des Erdseggen-Schneeheide-Kiefernwaldes interpretiert werden. Der Erdseggen-Schneeheide-Kiefernwald bildet im Alpenvorland das Schlußglied der Sukzessionsreihe auf grobschottrigem Substrat. Da allerdings die Erdsegge mit zunehmender Meereshöhe

zurücktritt, nimmt die Polstersegge ihren Platz ein. In der Literatur wurde die Polsterseggen-Ausbildung des Schneeheide-Kiefernwaldes bisher noch nicht erwähnt. Zur eindeutigen Klassifizierung müßte allerdings Aufnahmematerial von einem größeren Raum vorliegen.

Als weitere Besonderheit der reifen Schneeheide-Kiefernwälder im Untersuchungsgebiet ist noch das Auftreten der baumförmigen Bergkiefer (*Pinus uncinata*) zu erwähnen (vgl. Foto 8), die in Reliktkiefernwälder am Lech bis ins Alpenvorland ausstrahlt (BRESINSKY 1965; KARL 1954).

4.3.5 Die Magerrasen und Fettwiesen

Im flußfernen Bereich ist der Schneeheide-Kiefernwald durch Beweidung stärker aufgelichtet, so daß es zur Ausbildung von Magerrasen kommt. Sie enthalten neben vielen Elementen der Polsterseggen-Ausbildung des Schneeheide-Kiefernwaldes verstärkt Elemente der beweideten Kalkmagerrasen wie Stengellose Kratzdistel (*Cirsium acaule*), Silberdistel (*Carlina acaulis* ssp. *acaulis*), Frühlingsenzian (*Gentiana verna*) und z.T. mit hohem Deckungsgrad Mittlerer Wegerich (*Plantago media*). Im Bereich des Feldle beim Forsthaus sind durch Düngung dieser Flächen Fettwiesen entstanden.

5 Auswirkungen von durchgeführten und geplanten wasserbaulichen Maßnahmen auf die Forchacher Wildflußlandschaft

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts begannen die konkreten Planungen für die wasserbaulichen Maßnahmen im Oberen Lechtal mit dem Gesamtregulierungsentwurf für die Fließstrecke Elmen – Landesgrenze (LAND TIROL 1975). Der Bau der Lechtal-Konkurrenzstraße brachte dann die ersten Anfänge einer systematischen Regulierung mit sich. Das anschließende Regulierungsunternehmen Höfen – Ehenbichl wurde bis 1906 fertiggestellt. Schwerste Hochwasserereignisse 1910 und 1912 führten zu großen Zerstörungen an bestehenden Flußbauten. Bestehende Planungen mußten korrigiert werden. Der I. Weltkrieg erschwerte weiter den Flußausbau. Zwischen den Weltkriegen erfolgten dann umfangreiche Maßnahmen in fast allen Abschnitten. In diese Zeit (1933 – 1938) fällt auch der Bau der großen Traversen in

der Errachau. Nach dem II. Weltkrieg erfolgten Ergänzungen der Traversen- und Leitwerksbauten besonders im Bereich der Siedlungen und zum Schutz der Lechtaler Bundesstraße. In den siebziger Jahren wurde ein neues Konzept für die Lechregulierung erarbeitet.

Wie SCHEURMANN und KARL (1990) verdeutlichen, haben die getätigten Eingriffe am Oberen Lech zur Folge, daß das Gleichgewicht von Erosion und Akkumulation bereits stark gestört ist. Geröllrückhaltesperren in den Zubringerbächen, Flußbegradigungen sowie die Kiesentnahme haben zur Folge, daß ein Massendefizit besteht, auf das der Fluß mit verstärkter Tiefenerosion reagiert.

Dies gilt ebenfalls für den Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft, wo deutliche Eintiefungstendenzen als direkte Folge des Gerölldefizits zu beobachten sind. Ebenso führen die weiterhin fortlaufenden Neubauten von Querverbauungen z.B. bei der Johannesbrücke und bei Weißenbach zu einer Verschärfung der Situation. Das bedeutet, daß ohne eine Verbesserung der Geröllzufuhr die verbliebenen Umlagerungsstrecken mit ihren schutzwürdigen Lebensgemeinschaften nicht erhalten werden können. Pionier- und Folgegesellschaften können sich nur auf offenen unentwickelten Böden ansiedeln. Wo infolge des Gerölldefizits die Erosion überwiegt, werden die typischen Biozönosen der Umlagerungsstrecken rasch von Dauergesellschaften wie Schneeheide-Kiefern- und Grauerlenwäldern abgelöst. Als Folge davon werden die in ganz Mitteleuropa stark gefährdete Knorpelsalatflur und die Weiden-Tamarisken-Gesellschaft aussterben. Diese Entwicklung kann am noch unregulierten Abschnitt der oberen Isar, der aufgrund wasserbaulicher Eingriffe ein Gerölldefizit hat, beobachtet werden (SCHAUER 1984; JERZ et al. 1986).

Eine endgültige Zerstörung der verbliebenen Umlagerungsstrecken am Oberen Lech droht aber vor allem durch die geplanten Kraftwerke der Zubringerbäche (vgl. Abb. 1). Sie werden zum einen das Geröll aus den Seitentälern zurückhalten und damit das Massendefizit in der Flußtalsole weiter verstärken, und zum anderen das Abflußregime völlig verändern. Vor allem die Kappung der Hochwasserspitzen bedeutet eine existenzielle Gefahr für die Wildflußlandschaft, da diese sozusagen von ihnen lebt.

Abb. 5

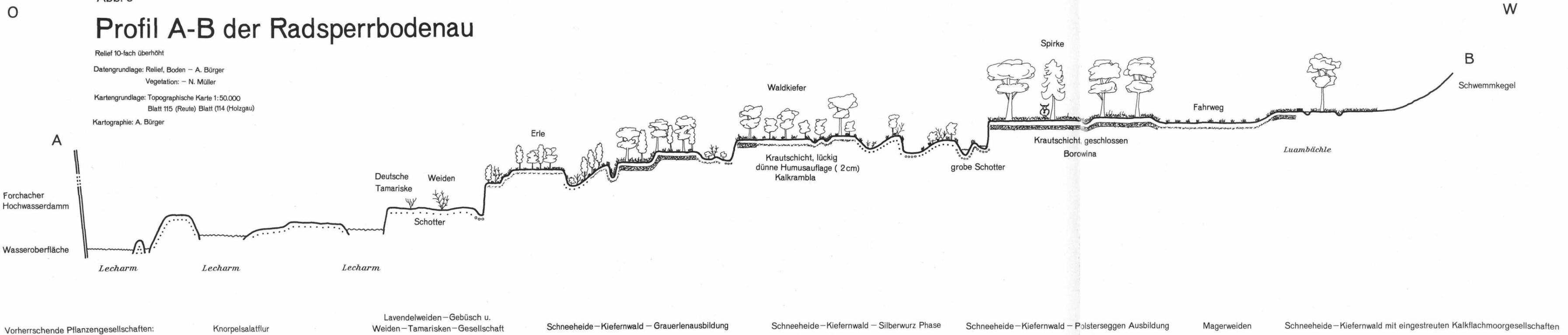
Profil A-B der Radsperrenbodenau

Relief 10-fach überhöht

Datengrundlage: Relief, Boden – A. Bürger
Vegetation: – N. Müller

Kartengrundlage: Topographische Karte 1:50.000
Blatt 115 (Reute) Blatt 114 (Holzgau)

Kartographie: A. Bürger



6 Konsequenzen für die Entwicklung des Oberen Lechtals

„Natürliche Auwälder mit Überflutungsbereichen und entsprechenden Kontaktgesellschaften gehören zu den vielfältigsten und beststrukturierten Lebensgemeinschaften der europäischen Urlandschaft. Sie stellen dank ihrer reichhaltigen Flora und Fauna sowie Komplexität und Ursprünglichkeit ihrer Struktur unersetzliche wissenschaftliche, biologische und kulturelle Werte dar. In ganz Europa gehören sie heute zu den am stärksten gefährdeten Biozönosen, die aufs schwerste von der endgültigen Verichtung bedroht sind.“ Zu diesem Ergebnis kam ein unter der Schirmherrschaft des Europarats und der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde durchgeführtes Kolloquium (DIERSCHKE 1981).

In den Alpen und im nördlichen Alpenvorland wurden in den letzten 100 Jahren die Umlagerungsstrecken der großen geschiebeführenden Flüsse fast vollständig zerstört. Letzte Reste nordalpiner Wildflußlandschaften mit weitgehend intaktem Wasser- und Geschiebehauhalt finden sich heute nur noch am Oberen Lech.

Da in den Zentral- und Nordalpen sowie im nördlichen Alpenvorland nur noch winzige Restbestände an menschlich wenig beeinflussten großen Wildflußlandschaften vorhanden sind (MÜLLER 1990 b), sind die verbliebenen Umlagerungsstrecken im Oberen Lechtal und insbesondere die Forchacher Wildflußlandschaft von internationaler Bedeutung.

Die noch vorhandenen Umlagerungsstrecken am Oberen Lech sind deshalb von so herausragender Bedeutung, weil sie in Bezug auf den Wasser- und Geschiebehauhalt im Vergleich zu anderen Resten von Wildflußlandschaften wie z.B. an der oberen Isar, den natürlichen Verhältnissen am nächsten stehen.

Darum ist es von allererster Dringlichkeit, daß die noch existierenden Umlagerungsstrecken am Oberen Lech sichergestellt werden. Das bedeutet, daß keine Kraftwerke im Oberlauf des Lech und dessen Seitentälern gebaut werden dürfen und keine weiteren Flußverbauungen erfolgen. Damit flußtypische Biozönosen in ausreichender Größe und Repräsentanz langfristig erhalten bleiben, ist aber auch dringend geboten, ein Renaturierungskonzept für das Obere Lechtal zu entwickeln, bei dem vor allem — die natürliche Lockermaterialzufuhr wiederhergestellt

wird, das bedeutet Rückbau von Geröllbremsen, — bestehende Flußverbauungen, die nicht dem direkten Schutz von Straßen und Siedlungen dienen, zurückgebaut werden.

Um diese Ziele fachlich festigen zu können, ist es dringend erforderlich, ein ökologisches Gutachten zu erstellen, welches das gesamte Einzugsgebiet des Oberen Lech umfaßt. Dabei sollen vor allem geomorphologische, vegetationskundliche und faunistische Aspekte unter dem Hintergrund der Dynamik dieses Ökosystems Berücksichtigung finden.

Da es sich um ein international bedeutsames Gebiet handelt, sollten diese Erhebungen im Rahmen eines internationalen Projekts durchgeführt werden, denn am Oberen Lech bietet sich in Mitteleuropa die letzte Möglichkeit, die Struktur, die Dynamik und Eigenart eines ehemals weit verbreiteten Ökosystems, das kurz vor der globalen Ausrottung steht, der Nachwelt zu erhalten.

Es muß deshalb auf internationaler Ebene versucht werden, die Bewohner des Oberen Lechtales bei den Bemühungen zur Erhaltung dieser einmaligen Landschaft zu unterstützen.

Die erst in jüngster Zeit durchgeführte Internationale Alpenkonferenz in Berchtesgaden (1989) kam zum Ergebnis, „daß in den Alpen ökologischen Belangen kompromißlos der Vorrang einzuräumen ist. Die Nutzung der Wasserkraft wollen die Alpenländer künftig nur noch verantworten, wenn damit keine Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft verbunden sind. Durch wasserbauliche Maßnahmen in ihrem Gleichgewicht gestörte Fließgewässer sollen wieder zurückgebaut werden.“



Foto 1. Forchacher Wildflußlandschaft im Bereich der Radsperrenbodenau. Von der vegetationsfreien Kiesbank bis zum Schneeheide-Kiefernwald finden sich alle charakteristischen Lebensgemeinschaften von Wildflußlandschaften (Aufn. 1989).



Foto 2. Lückiger Bestand der Deutschen Tamariske im flußnahen Bereich. Die Deutsche Tamariske gedeiht bevorzugt auf regelmäßig im Frühsommer überschwemmten Flächen, die auch bei Niederwasserstand noch unter Grundwasseranschluß stehen (Aufn. 1988).



Foto 3. Der Knorpelsalat ist namensgebende Art der Knorpelsalat-Flur, einer Pioniergesellschaft der frisch aufgeschütteten Schotterflächen.



Foto 4. Die Gefleckte Schnarrschrecke, eine der prächtigsten Feldheuschrecken Mitteleuropas, hat ihren Lebensraum auf vegetationsarmen und -freien Kiesbänken unregulierter Alpenflüsse und global eines ihrer letzten Vorkommen am Oberen Lech.



Foto 5. In jüngerer Zeit ausgeräumte Rinne mit Weidenanflug. Rechts im Bild angeschnittene Terrassenkante mit Schneeheide-Kiefernwald, links Weiden-Tamarisken-Gesellschaft auf feinsandigen Ablagerungen (Aufn. 1989).



Foto 6. Im Spätsommer vom Druckwasser gespeiste Rinne im flußfernen Bereich mit Gebirgssimsen-Gesellschaft (Aufn. 1989).



Foto 7. Die Silberwurz-Phase des Schneeheide-Kiefernwaldes ist das jüngste Glied der Kiefernwald-Sukzession und entwickelt sich auf hoch aufgeschütteten, grundwasserfernen Grobschotterflächen. Rechts im Bild reifes Stadium des Schneeheide-Kiefernwaldes (Radsperribodenaue beim Zufluß des Schwarzwasserbaches; Aufn. 1989).



Foto 8. Baumförmige Bergkiefern im Schneeheide-Kiefernwald im Bereich der Radsperribodenaue (Aufn. 1989).

(alle Fotos aus der Radsperribodenaue, Blickrichtung der Übersichtsaufnahmen flussaufwärts, Aufn. N. Müller)

Anhang: Tabellen I – IV

Pflanzengesellschaften der Forchacher Wildflußlandschaft – Radsperrbodenau, MTB 8529/3 (Oberes Lechtal, Tirol; zw. dem Zufluß des Schwarzwasserbaches und der Forchacher Hängebrücke)

Bearbeitung: Dr. N. Müller

Aufnahmedatum: 1987 – 89

Nomenklatur der Pflanzennamen: EHRENDORFER 1973

K = Krautschicht, S = Strauchschicht, B = Baumschicht

Tab. I:

1. Myricario-Chondriletum chondrilloides Br.Bl. in Volk 1939 em. Moor 1958 – Knorpelsalatflur

	Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7
A	Chondrilla chondrilloides	r	+	+	+	.	.	+
VOK	Campanula cochleariifolia	.	+	r	+	r	+	+
Thlaspietea	Hieracium staticifolium	.	r	.	.	+	r	r
	Saxifraga caesia	.	r	+	.	r	.	.
	Gypsophila repens	.	.	.	.	.	.	+
	Linaria alpina	.	.	.	.	.	.	+
	Petasites paradoxus	.	+	.	.	.	.	.
B	Agrostis gigantea	1	+	.	+	r	+	1
	Salix purpurea (K)	+	+	+	.	+	.	+
	Salix eleagnus (K)	.	+	+	.	1	+	+
	Alnus incana (K)	.	1	+	+	+	.	.
	Dryas octopetala	.	+	+	+	1	.	.
	Myricaria germanica (K)	+	+	r	.	.	.	.
	Pinus sylvestris (K)	.	+	.	r	+	.	.
	Thymus praecox agg.	.	+	.	r	+	.	.
	Carex flacca	+	+	+	.	.	.	.
	Erigeron acris ssp. angulosus	.	r	.	+	.	r	.
	Hutchinsia alpina	+	.	.	r	.	+	.
	Juncus alpino-articulatus	+	.	+	.	.	.	.
	Silene vulgaris	.	.	.	.	.	.	+
	Tussilago farfara	+	.	.	+	.	+	.
	Saxifraga aizoides	r	.	+	.	.	.	.
	Poa alpina	r	.	.	.	.	.	+

außerdem je 1x kamen vor:

Prunella vulgaris in lfd. Nr. 1: +; Cerastium holosteoides 1: +; Equisetum variegatum 1: +; Lotus corniculatus ssp. corn. 1: +; Agrostis stolonifera 1: r; Deschampsia cespitosa 1: r; Sesleria varia 2: +; Carex flava agg. 2: r; Coronilla vaginalis 2: r; Primula farinosa 3: +; Parnassia palustris 3: +; Euphrasia salisburgensis 4: +; Alchemilla hoppeana agg. 4: r; Helianthemum num. ssp. ovat. 5: r; Kerneria saxatilis 5: r; Potentilla erecta 5: r; Euphrasia rostkoviana 5: r; Agropyron caninum 6: 2; Galium anisophyllum 6: +; Anthyllis vuln. ssp. alpestris 6: r; Arabis alpina 6: r; Achillea millefolium 7: r; Prunella grandiflora 7: r.

Tab. II:

2. Calamagrostietum pseudophragmites Kop. 1968 – Uferreitgrasflur

Calamagrostis pseudophragmites 3, Agrostis gigantea 1, Dryas octopetala 1, Agropyron caninum +, Carex ornithopoda +, Cirsium arvense +, Euphrasia rostkoviana +, Plantago media +, Salix eleagnus (K) +, Sesleria varia +, Tussilago farfara +, Leontodon hispidus ssp. hast. r, Hieracium staticifolium r.

Tab. III:

3. Juncetum alpini Phil. 1960 – Gebirgssimsen-Gesellschaft

	Lfd. Nr.	1	2	3	4	5
A	Juncus alpino-articulatus	.	1	3	1	4
VOK	Carex flava agg.	r	.	+	+	2
Scheuchzerio-	Equisetum variegatum	.	+	.	+	1
Caricetea	Primula farinosa	+	.	.	.	.
fuscae	Tofieldia calyculata	1	.	.	.	.
	Parnassia palustris	.	.	.	+	+
	Triglochin palustre	.	.	.	.	+
B	Salix purpurea (K)	.	1	1	+	+
	Carex flacca	+	.	.	+	1
	Myricaria germanica (K)	+	.	.	1	.
	Salix eleagnus (K)	+	.	+	1	.
	Tussilago farfara	r	1	+	.	.
	Prunella vulgaris	+	+	.	.	.
	Polygonum viviparum	r	.	.	.	.
	Agrostis gigantea	.	2	1	.	.
	Euphrasia rostkoviana	+	.	.	.	.
	Agrostis stolonifera	+	.	.	.	.
	Prunella grandiflora	+	.	.	.	r
	Molinia coerulea	+	.	.	.	.
	Lotus corniculatus	+	.	.	.	.
	Polygala amarella	+	.	.	.	.

außerdem je 1x kamen vor:

Carex firma in lfd. Nr. 1: 3; Gentianella germanica 1: r; Leontodon hisp. ssp. hast. 1: +; Petasites paradoxus 1: 1; Leucanthemum vulgare 1: +; Centaurea jacea 1: r; Euphrasia stricta 1: r; Juniperus communis 1: r; Picea abies 1: r; Agropyron caninum 2: 1; Salix daphnoides (K) 2: +; Plantago major 3: r; Ranunculus nemorosus 5: r.

Tab. IV:

4. Salici-Myricarietum Moor 1958 - Weiden-Tamarisken-Gesellschaft

4.0 typ. Ausbildung

4.1 *Alnus incana*-Phase (Grauerlen-Phase)4.2 *Pinus sylvestris*-Phase (Kiefern-Phase)5. *Salicetum eleagni* Moor 1958 em. Oberd. 1962 - Lavendelweiden-Gebüsch

	Assoziation	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	5	5	5	5	5	5	5	
	Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
A ₁	<i>Myricaria germanica</i> (S)	1	2	4	3	2	2	4	1	2	2	.	1	.	r	1	.	r	
	<i>Myricaria germanica</i> (K)	3	1	1	1	.	.	.	r	.	.	1	.	.	.	.	1	.
d ₁	<i>Alnus incana</i> (S)	.	.	.	.	2	2	1	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Alnus incana</i> (K)	r	.	.	.	1	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.
d ₂	<i>Pinus sylvestris</i> (S)	.	+	.	.	1	.	.	1	1	2	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Pinus sylvestris</i> (K)	.	.	.	.	2	r	.	2	+	1	+	1	1	+	1	1	r
A ₂	<i>Salix eleagnus</i> (S)	.	.	.	.	.	2	1	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Salix eleagnus</i> (K)	2	2	2	1	2	.	.	1	r	+	2	2	2	2	2	2	2	
	<i>Salix purpurea</i> (S)	.	1	2	.	1	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Salix purpurea</i> (K)	+	2	1	1	1	.	+	r	r	+	+	.	2	1	2	1	1	
VOK	<i>Salix nigricans</i> (K)	+	.	1	+	r
Salicetea																			
purpurea																			
B	<i>Dryas octopetala</i>	+	2	.	+	4	1	3	2	2	3	1	2	2	1	2	2	+	
	<i>Campanula cochleariifolia</i>	+	.	1	+	r	.	.	.	+	r	.	.	+	.	+	r	r	
	<i>Hieracium staticifolium</i>	+	+	.	+	.	.	.	r	+	.	+	+	+	.	r	.	1	
	<i>Sesleria varia</i>	+	+	.	.	+	+	+	r	+	.	+	.	.	.	+	+	.	
	<i>Carduus defloratus</i>	r	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	r	.	.	+	r	+	
	<i>Hieracium piloselloides</i>	.	.	.	1	+	.	+	.	.	+	.	.	+	+	+	+	.	
	<i>Thymus praecox</i> agg.	r	2	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	r
	<i>Euphrasia rostkoviana</i>	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+
	<i>Saxifraga caesia</i>	.	.	.	.	+	.	.	1	1	r	.	+	.	.	+	+	.
	<i>Prunella grandiflora</i>	.	.	.	+	r	.	+	.	+	.	+	.	.	.	r	.	.	
	<i>Sanguisorba minor</i>	.	r	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r
	<i>Agrostis gigantea</i>	+	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
	<i>Buphtalmum salicifolium</i>	.	.	.	r	r	.	.	.	r	.	.	.	.	r	+	.	.
	<i>Erigeron acris</i> ssp. <i>angulosus</i>	.	r	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	r
	<i>Chondrilla chondrilloides</i>	+	r	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
	<i>Petasites paradoxus</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
	<i>Gypsophila repens</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r	.
	<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
	<i>Erica herbacea</i>	.	.	.	.	.	.	1	r	r	.	r	.	.	.	.	.	.
	<i>Leontodon hispidus</i> ssp. <i>hast.</i>	r	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Molinia coerulea</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
	<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.	.
	<i>Helianthemum num.</i> ssp. <i>ovat.</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
	<i>Saxifraga aizoides</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
	<i>Linaria alpina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+	.	.	.	.	.
	<i>Carex firma</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Carex montana</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
	<i>Carex ornithopoda</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.

außerdem je 1x kamen vor:

Plantago alpina in lfd. Nr. 1: +; *Polygala amarella* 1: +; *Anthyllis* vul. ssp. *alpestris* 1: r; *Coronilla vaginalis* 5: +; *Parnassia palustris* 5: +; *Carex flacca* 6: +; *Plantago lanceolata* 6: r; *Carex flava* agg. 7: +; *Carex umbrosa* 7: +; *Calamagrostis varia* 4: 1; *Galium album* 11: r; *Carex caryophylla* 13: +; *Tussilago farfara* 14: r; *Prunella grandiflora* 15: r; *Hippocrepis comosa* 16: 1; *Agropyron caninum* 17: +; *Calamagrostis pseudophragmites* 17: +; *Galium anisophyllum* 17: +; *Silene vulgaris* 17: +; *Potentilla erecta* 11: +.

Tab. V:

6. Erico-Pinetum sylvestris Br.Bl. in Br.Bl. et al. 1939 - Schneeheide-Kiefernwald

6.0 Carex firma-Ausbildung (Polsterseggen-Ausbildung)

6.1 Dryas octopetala-Phase (Silberwurz-Phase)

6.2 Alnus incana-Ausbildung (Grauerlen-Ausbildung)

Assoziation		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	
Lfd. Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	<i>Erica herbacea</i>	1	2	.	2	3	.	2	+	1	+	+	.	+	+	.	1	r	+
	<i>Pinus uncinata</i> (B)	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Pinus uncinata</i> (S)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d ₀	<i>Carex firma</i>	3	+	3	1	.	.	1	.	2	1	+	.	.	.	.	.	r	.
	<i>Globularia cordifolia</i>	2	1	r	+	1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	r	.
d ₁	<i>Dryas octopetala</i>	.	.	.	+	.	2	2	3	2	2	2	2	+	1	3	2	1	4
d ₂	<i>Alnus incana</i> (S)	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	1	1	2	3	3	2	2	4
	<i>Alnus incana</i> (K)	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	+	1	.	r	+	.	+	1
	<i>Salix eleagnus</i> (S)	.	.	.	.	r	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	r	r
	<i>Salix eleagnus</i> (K)	.	.	.	.	+	.	r	.	.	r	+	1	.	.	2	+	+	.
	<i>Salix purpurea</i> (K)	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	+	+	.	+	+	.	+	1
	<i>Myricaria germanica</i> (S)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	+	+
VOK	<i>Pinus sylvestris</i> (B)	2	3	2	3	2	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
Erico-	<i>Pinus sylvestris</i> (S)	2	2	2	.	2	2	3	2	1	.	3	2	2	2	2	2	2	+
Pineta	<i>Pinus sylvestris</i> (K)	.	.	r	.	+	2	.	2	+	+	+	+	.	1	.	1	r	1
	<i>Carex alba</i>	.	.	1	1	+	.	3	+	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.
	<i>Coronilla vaginalis</i>	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+	.	.	+
	<i>Epipactis helleborine</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
VOK	<i>Sesleria varia</i>	2	1	2	3	3	+	3	r	+	1	2	+	3	+	+	r	2	.
Elyno-	<i>Carduus defloratus</i>	.	+	.	.	r	r	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+
Sesleriatea	<i>Biscutella laev. s. laev.</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
VOK	<i>Thymus praecox</i> agg.	+	+	+	+	+	+	1	1	+	+	+	1	+	+	.	+	+	+
Festuco-	<i>Prunella grandiflora</i>	+	+	+	1	+	.	r	.	+	+	1	1	.	.	.	.	r	.
Brometea	<i>Teucrium montanum</i>	+	+	.	.	2	.	+	.	+	.	+	.	r	+	+	.	2	.
	<i>Carlina acaulis s. acau.</i>	.	+	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r
	<i>Cirsium acaule</i>	.	.	1	r	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
	<i>Helianthemum s. ovat.</i>	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
	<i>Pimpinella saxifraga</i>	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Sanguisorba minor</i>	r	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Scabiosa columbaria</i>	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
	<i>Brachypodium rupestre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.
	<i>Erigeron acris s. angul.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	r	.	.	.
	<i>Carex humilis</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
B	<i>Hieracium staticifolium</i>	.	.	.	+	+	.	+	1	.	r	.	+	+	r	.	1	r	1
	<i>Juniperus communis</i> (S)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.
	<i>Juniperus communis</i> (K)	.	r	.	.	.	.	r	.	+	+	.	.	.	+	.	.	r	.
	<i>Saxifraga caesia</i>	.	.	.	r	.	.	+	.	1	1	.	.	+	1	r	1	2	+
	<i>Buphtalmum salicifolium</i>	+	+	r	+	+	.	r	r	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Lotus cornicul. s. cor.</i>	.	r	.	1	+	+	+	.	+	.	r	+	+	.	.	.	.	.
	<i>Euphrasia rostkoviana</i>	r	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	r	.	+
	<i>Campanula cochleariif.</i>	.	.	.	.	+	.	.	2	r	.	.	.	.	.	+	r	r	+

Tab. V (Fortsetzung)

Carex flacca	.	1	r	1	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+
Centaurea jacea	1	.	r	r	r	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	+
Potentilla erecta	.	1	1	+	.	.	.	.	+	.	+	.	1	+	.	.	.	.
Linum catharticum	.	+	+	r	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	r	.	r	.
Plantago media	+	.	2	.	.	r	1	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.
Trifolium pratense	+	+	.	+	.	.	r	.	.	.	.	1	+	1	.	.	.	.
Danthonia decumbens	.	r	r	1	.	.	.	.	.	+	+	r	.	.	.	.	.	.
Leontodon hisp. s. hast.	+	.	r	2	.	.	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.	+
Antennaria dioica	+	+	r	.	2	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Briza media	.	+	r	+	.	.	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.
Carex caryophyllea	.	.	1	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
Euphrasia stricta	.	+	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.
Hieracium piloselloides	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Polygonum viviparum	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.
Carlina vulgaris	.	+	.	r	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.
Chondrilla chondrilloides	.	.	.	.	r	.	.	.	r	r	.	.	.	.	+	.	.	.
Picea abies (B)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea abies (S)	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus nemorosus	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
Berberis vulgaris (S)	.	.	.	.	r	.	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Berberis vulgaris (K)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
Carex digitata	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.
Carex montana	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Euphrasia salisburgensis	.	+	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r
Galium album	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	r
Primula farinosa	.	.	1	+	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium repens	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.

Außerdem je 2x kamen vor:

Alchemilla hoppeana agg. in lfd. Nr. 6: +, 11: +; Festuca ovina agg. 4: +, 15: +; Leucanthemum vulgare 1: r, 11: +; Ranunculus montanus 2: +, 11: +; Achillea millefolium 11: r, 13: +; Agrostis gigantea 6: r, 15: +; Amelanchier ovalis (K) 2: r, 11: r; Medicago lupulina 11: r, 12: r; Parnassia palustris 9: +, 11: +; Picea abies (K) 11: +, 18: +; Prunella vulgaris 6: +, 18: +; Selaginella selaginoides 2: r, 4: +; Thesium alpinum 4: r, 16: +; Tofieldia calyculata 1: +, 4: +.

Außerdem je 1x kamen vor:

Acinos alpinus in lfd. Nr. 13: +; Campanula rotundifolia 13: +; Carex ferrugineus 4: +; Deschampsia cespitosa 11: +; Equisetum variegatum 11: r; Euphorbia cyparissias 13: +; Galium anisophyllum 4: +; Galium boreale 4: r; Galium mollugo 3: r; Galium pumilum 15: +; Gentiana verna 4: +; Gypsophila repens 14: r; Hieracium bifidum 4: r; Hippocrepis comosa 4: 1; Laserpitium latifolium 4: r; Lathyrus pratensis 4: +; Leontodon autumnalis 11: 1; Molinia coerulea 1: +; Phyteuma orbiculare 11: +; Plantago atrata 11: +; Plantago major 2: r; Potentilla tabernaemontanii 6: r; Primula auricula 10: r; Tetragonolobus maritimus 3: r; Thalictrum aquilegifolium 4: r; Salix nigricans (K) 17: r; Viola hirta 2: r; Petasites paradoxus 18: +.

7 Literatur

- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.) 1984: 100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg. Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, H 19.
- Brandner, R. 1980: Geologische Übersichtskarte von Tirol. Tirol-Atlas. Innsbruck.
- Bresinsky, A. 1965: Zur Kenntnis des circumalpinen Florenelements im Vorland nördlich der Alpen. Ber. Bay. Bot. Ges. 36: 6 - 67.
- Bresinsky, A. 1983: Die Trockenrasen des Lechfeldes - Arteninventar und Konsequenzen für den Schutz von Pflanzenarten. ANL Tagungsberichte 6: 33 - 54.
- Bürger, A. 1990: Die Auenlandschaft des Lech. Dipl.-Arbeit, Lst. f. Phys. Geographie, Uni Augsburg n.p.
- Dierschke, M. 1981: Schutz der letzten Reste europäischer Auwälder. Natur und Landschaft. 56: 303 - 304.
- Ehrendorfer, F. 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl., Stuttgart.
- Haeupler, H., Schönfelder, P. 1988: Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart.
- Jerz, H., Schauer, Th., Scheurmann, K. 1986: Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Gebiet der Ascholdingen und Pupplinger Au. Jahrb. d. Ver. z. Schutz der Bergwelt e.V., 51: 87 - 152.
- Karl, J. 1954: Die Vegetation der Lechauen zwischen Füssen und Deutenhausen, Ber. Bayer. Bot. Ges. 30: 65 - 70.
- Knoerzer, A. 1942: Grundlagen zur Erforschung der Orthopteren und Dermapterenfauna Südosteuropas. Mitt. Münchner Entomolog. Ges. 32: 626 - 648
- Knussert, R. 1955: Das Füssener Land in früherer Zeit; Allgäuer Heimatbücher, 53, Verl. d. Heimatpflegers von Schwaben, Kempten.
- Kubiena, W. 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart, Madrid.
- Land Tirol (Hrsg.) 1975: Hochwasser- und Lawinenschutz in Tirol. Innsbruck.
- Louis, H., Fischer, K. 1979: Allgemeine Geomorphologie. Berlin - New York.
- Mangelsdorf, J., Scheurmann, K. 1980: Flußmorphologie. Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. München - Wien.
- Müller, N. 1985: Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in Augsburg und ihre Auswertung für den Arten- u. Biotopschutz. Ber. Nat. wiss. Ver. f. Schwaben e.V. 89: 1 - 24.
- Müller, N. 1988: Zur Flora und Vegetation des Lech bei Forchach (Reutte - Tirol) - letzte Reste nordalpiner Wildflußlandschaften. Natur u. Landschaft 63: 263 - 269.
- Müller, N. 1990 a: Verbreitung, Vergesellschaftung und Rückgang von *Typha minima*. Hoppe. HOPPEA 48.
- Müller, N. 1990 b: Veränderungen dealpiner Wildflußlandschaften in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. Augsburger Ökologische Schriften 2, in Druckvorbereitung.
- Plachter, H. 1986: Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz. Ber. ANL 10: 119 - 147-
- Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Hartge, K.-H., Schwertmann, U. 1989: Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart.
- Schauer, Th. 1984: Die Vegetationsentwicklung auf Umlagerungsstrecken alpiner Flüsse und deren Veränderungen durch wasserbauliche Maßnahmen. Interpraevent, Villach. Bd. 1, S. 9 - 20.
- Scheurmann, K., Karl, J. 1990: Der Obere Lech im Wandel der Zeiten. Jahrbuch Ver. z. Schutz d. Bergwelt e.V., 55.
- Schiechtel, M. 1981: Wasserbau am Lech in seiner geschichtlichen Entwicklung. Informationsbericht d. Bay. Landesamtes f. Wasserwirtschaft, 4/81, S. 121 - 160.
- Schmid, E. 1936: Die Reliktföhrenwälder der Alpen. Beitr. Geobotan. Landesaufn. d. Schweiz, 21, Bern.
- Schönfelder, P. 1987: Rote Liste gefährdeter Farn- u. Blütenpflanzen Bayerns. Schriftenreihe Bay. Landesamt f. Umweltschutz, 72.
- Seibert, P. 1958: Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet „Pupplinger Au“. Landschaftspflege und Vegetationskunde 1, München.
- Zacher, F. 1917: Die Geradflügler Deutschlands. Jena.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Norbert Müller
 Oberschönenfelder Straße 23 1/2
 D-8900 Augsburg 22

Andreas Bürger
 Allgäuer Straße 15
 D-8900 Augsburg 22

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [55_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Norbert, Bürger Andreas

Artikel/Article: [Flußbettmorphologie und Auenv egetation des Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft \(Oberes Lechtal, Tirol\) 123-154](#)