

Die übernationale Bedeutung des Lechtals für den botanischen Arten- und Biotopschutz und Empfehlungen zu deren Erhaltung

Norbert Müller

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Das Lechtal und die Veränderungen seiner Auenlandschaften in den letzten 100 Jahren
- 3 Besonderheiten des Lechtals hinsichtlich der Verbreitung von Farn- und Blütenpflanzen – Pflanzenbrücke von übernationaler Bedeutung
 - 3.1 Sippen, die von den Alpen entlang des Lech ins Alpenvorland reichen
 - 3.2 Sippen, die von der Alb entlang des Lech zu den Alpen vordringen
 - 3.3 Sippen, deren Teilareale in den Alpen und der Alb über das Lechtal verbunden sind
 - 3.4 Sippen, die innerhalb der Bundesrepublik Deutschland einen Verbreitungsschwerpunkt im Lechtal haben
 - 3.5 Bedeutung des Lechtals für die eiszeitliche und nacheiszeitliche Florenentwicklung
- 4 Die Sonderstellung des Lechtals für den Arten- und Biotopschutz flußtypischer Lebensgemeinschaften und deren Gefährdung
 - 4.1 Trocken- und Halbtrockenrasen
 - 4.2 Xerotherme Gehölzvegetation
 - 4.3 Dealpine Fels- und Schottervegetation
 - 4.4 Xerotherme Staudenvegetation
 - 4.5 Feuchtwiesen
 - 4.6 Oligotrophe Moore, Gewässer und Quellen
 - 4.7 Feucht- und Naßwälder
- 5 Konsequenzen für den Arten- und Biotopschutz
 - 5.1 Bestandserfassung
 - 5.2 Erhalt und Regeneration von Fließgewässerstrecken
 - 5.3 Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen Lechfeldhaiden
 - 5.4 Aufbau eines Biotopverbundsystems Lechtal
- 6 Zusammenfassung, Summary
- 7 Literatur

1 Einleitung

Die Täler großer Fließgewässer zeichnen sich in Mitteleuropa im Vergleich zu den angrenzenden Landschaftstypen durch besonders hohe Artenzahlen in Flora und Fauna aus. Dies kann anhand verschiedener Punkt- und Rasterkartierungen, zum Beispiel der Avifauna (NITSCHKE & PLACHTER 1986) und der Farn- und Blütenpflanzen (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988), belegt werden.

Als besonders artenreich erweisen sich dabei die Talräume von Wildflußlandschaften, deren Flüsse im Gebirge entspringen und bis ins Vorland der Alpen reichen. In der Bundesrepublik Deutschland sind unter den größeren Flüssen in diesem Zusammenhang Rhein, Lech, Isar, Inn und Salzach zu nennen. Als Gebirgsabflüsse sind sie durch jahreszeitlich stark schwankende Abflußverhältnisse und einen hohen Gerölltrieb gekennzeichnet. Als Wildflußlandschaften oder Umlagerungsstrecken bezeichnet man dabei durch Erosions- und Akkumulationsprozesse entstandene verflochtene Flußlandschaften, die in der Bundesrepublik Deutschland ehemals charakteristisch für die Nordalpen und ihr Vorland waren. Während im Überflutungsbereich aquatische und semiaquatische Lebensräume überwiegen, sind die außerhalb der rezenten Auendynamik gelegenen Biotope extrem trocken. Die Artenvielfalt dieses Lebensraumkomplexes ist auf kleinräumige Durchmischung von Sukzessions- und Zonationshabitaten mit unterschiedlichsten ökologischen Bedingungen zurückzuführen.

Eine Vielzahl von Pflanzen- und Tierarten in Mitteleuropa ist ausschließlich an die besonderen Bedingungen in Wildflußlandschaften angepaßt und nimmt bei deren Verlust keine Ersatzlebensräume an. Das ist für die Farn- und Blütenpflanzen nachgewiesen (z. B. ENDRESS 1975, MÜLLER 1990a). Beispiele aus der Tierwelt lassen sich für alle Wirbeltierklassen, aber ebenso für einige Wirbellose anführen (PLACHTER 1986).

Talräume mit intakten Wildflußlandschaften gehören heute, aufgrund menschlicher Eingriffe in den letzten 100 Jahren, zu den gefährdetsten Landschaftstypen in Mitteleuropa, deren charakteristische Biozönosen zum Großteil vor der endgültigen Vernichtung stehen oder die zumindest aufgrund getätigter Eingriffe einer laufenden Entwertung anheimfallen. Das verdeutlichen die Roten Listen auf Bundes-, Landes- und Regionalebene (KORNECK & SUKOPP 1988, SCHÖNFELDER 1987, MÜLLER 1985). Darum muß bei der Entwicklung von Zielvorstellungen für den Naturschutz den Talräumen dealpiner Flüsse besondere Beachtung geschenkt werden, zumal diese in bestehenden Naturschutzgebieten bislang unterrepräsentiert sind (PLACHTER 1983, 1984).

Unter den nordalpinen Flüssen nimmt das Lechtal in Bezug auf Häufigkeit und Konzentration von seltenen Farn- und Blütenpflanzen sowie Biozönosen eine besondere Stellung ein. Dies soll im folgenden näher erläutert werden. Darüber hinaus werden Empfehlungen gegeben, welche Maßnahmen notwendig sind, damit repräsentative Lebensraumtypen von internationaler Bedeutung gesichert wer-

den können und die herausragende Stellung des Lechtals für den Arten- und Biotopschutz erhalten bleibt.

2 Das Lechtal und die Veränderungen seiner Auenlandschaften in den letzten 100 Jahren

Man kann das Lechtal, entsprechend der Landschaftsräume, die der Lech durchfließt, in drei Abschnitte untergliedern (Abb. 1). Der Obere Lech zwischen den Allgäuer und Lechtaler Alpen verläuft in einem bereits während der Alpenhebung angelegten Talraum in Österreich. Zwischen Reutte und Füssen durchstößt der Lech die Allgäuer Alpen. In seinem Mittellauf zwischen Füssen und Schongau hat sich der Fluß tief in die während der letzten Eiszeit abgelagerten Moränen eingeschnitten. In seinem Unterlauf nördlich von Schongau bis zur Mündung in die Donau ist der Talraum von würmeiszeitlichen, spät- und postglazialen Schottern ausgefüllt. Die Ablagerungen, welche das Flußbett bilden, setzen sich, entsprechend dem Haupteinzugsgebiet (in den Allgäuer und Lechtaler Alpen), aus Karbonatgesteinen zusammen. Da diese relativ leicht verwittern, wies der Lech vor dem Staustufenbau einen hohen Gerölltrieb auf. Das führte in Talaufweitungen zu großen Umlagerungstrecken. Besonders mächtige Aufschotterungskegel und daher eine große Verzweigungsfreudigkeit wies der Fluß zwischen Landsberg und Augsburg (sog. Lechfeld), sowie nördlich von Augsburg (bei Thierhaupten) auf. Wasserbauliche Maßnahmen (vgl. SCHIECHTL 1981) haben die Auenlandschaft am Lech in den letzten 100 Jahren stark verändert (vgl. MÜLLER 1988a). Nach Flußregulierungen, die im Unterlauf teilweise bereits im 19. Jahrhundert erfolgten, wurde ab 1940 begonnen, den gesamten Bayerischen Lech konsequent zur Energiegewinnung zu nutzen. Zwischenzeitlich ist der Lech ab Füssen bis zur Mündung in die Donau fast vollständig in eine Stauesenkette verwandelt (vgl. Abb. 1 und 2). Dadurch sind am Bayerischen Lechlauf die von der Auendynamik direkt abhängigen Lebensgemeinschaften wie dealpine Schottervegetation, Altwässer und periodisch überflutete Auwälder fast vollständig verschwunden. Letzte Reste finden sich nur noch südlich von Schongau, im Bereich der Litzauer Schleife, sowie innerhalb der größtenteils begradigten Fließstrecken bei Kinsau; nördlich von Landsberg und südlich von Augsburg (Abb. 3 und 4). Unterhalb von Augsburg wird das Wasser des Lech über weite Strecken außerhalb seines regulierten Hauptgerinnes über einen Seitenkanal geleitet. Die nur selten überschwemmten Kiesbänke im Flußbett werden heute noch von einer Reihe auentypischer Tierarten als Ersatzlebensraum angenommen (PLACHTER 1986, WALDERT 1990, in diesem Heft).

Gegenüber dem Deutschen Lechlauf wurde der Obere Lech in Österreich nicht so konsequent ausgebaut. Bislang wurde zwar seine Wildflußstrecke zwischen Steeg und Füssen auf weiten Strecken begradigt, daneben blieben aber bis heute Abschnitte mit intakten Umlagerungstrecken erhalten (Abb. 5). Sie weisen annähernd natürliche Abflußverhältnisse auf und verdeutlichen, welche großartige Landschaften in den letzten 100 Jahren am Mittel- und Unterlauf verlorengegangen sind (FISCHER 1966, MICHELER 1953). Aufgrund des konsequenten Ausbaus aller dealpinen Wild-

flußlandschaften sind sie die letzten großen, weitgehend intakten Umlagerungstrecken in den Nordalpen und von internationaler Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz (MÜLLER 1988a, MÜLLER & BÜRGER 1990). Leider bestehen auch für sie, wie für die verbliebenen Fließstrecken am Bayerischen Lech, Ausbaupläne zur energiewirtschaftlichen Nutzung.

3 Besonderheiten des Lechtals hinsichtlich der Verbreitung von Farn- und Blütenpflanzen – Pflanzenbrücke von übernationaler Bedeutung

Trotz aller menschlicher Eingriffe in den letzten 100 Jahren auf den engeren Flußlauf des Lech, nimmt das Lechtal hinsichtlich der Verbreitung von Farn- und Blütenpflanzen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland und zum Teil innerhalb Mitteleuropas noch heute eine Sonderstellung ein (BRESINSKY 1959, 1965, 1983).

Betrachtet man die Verbreitungsmuster der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988), so fällt auf, daß das Lechtal für eine Reihe von Sippen eine ganz besondere Verbindungsfunktion zwischen den Großlandschaften der Alpen und der Alb innehat und daß eine Vielzahl von Arten ihre Hauptverbreitung oder zumindest einen Verbreitungsschwerpunkt innerhalb der Bundesrepublik Deutschland im Lechtal hat. Diese Besonderheit des Lechtals soll im folgenden vereinfacht als „Pflanzenbrücke“ bezeichnet werden (gebräuchlich ist auch der Begriff „Lechwanderweg“).

Die in diesem Zusammenhang bedeutsamen Arten lassen sich in vier Gruppen unterteilen:

1. Gruppe

Sippen, die ihre Hauptverbreitung in den Alpen haben und entlang des Lech weit ins Alpenvorland reichen (vgl. Kap. 3.1)

2. Gruppe

Sippen, die ihre Hauptverbreitung in den Kalklandschaften der Alb und den angrenzenden Gebieten haben und entlang des Lech zu den Alpen vordringen (vgl. Kap. 3.2)

3. Gruppe

Sippen, die sowohl in den Alpen als auch in den Schichtstufenländern der Alb vorkommen und deren Teilareale über das Lechtal verbunden sind (vgl. Kap. 3.3)

4. Gruppe

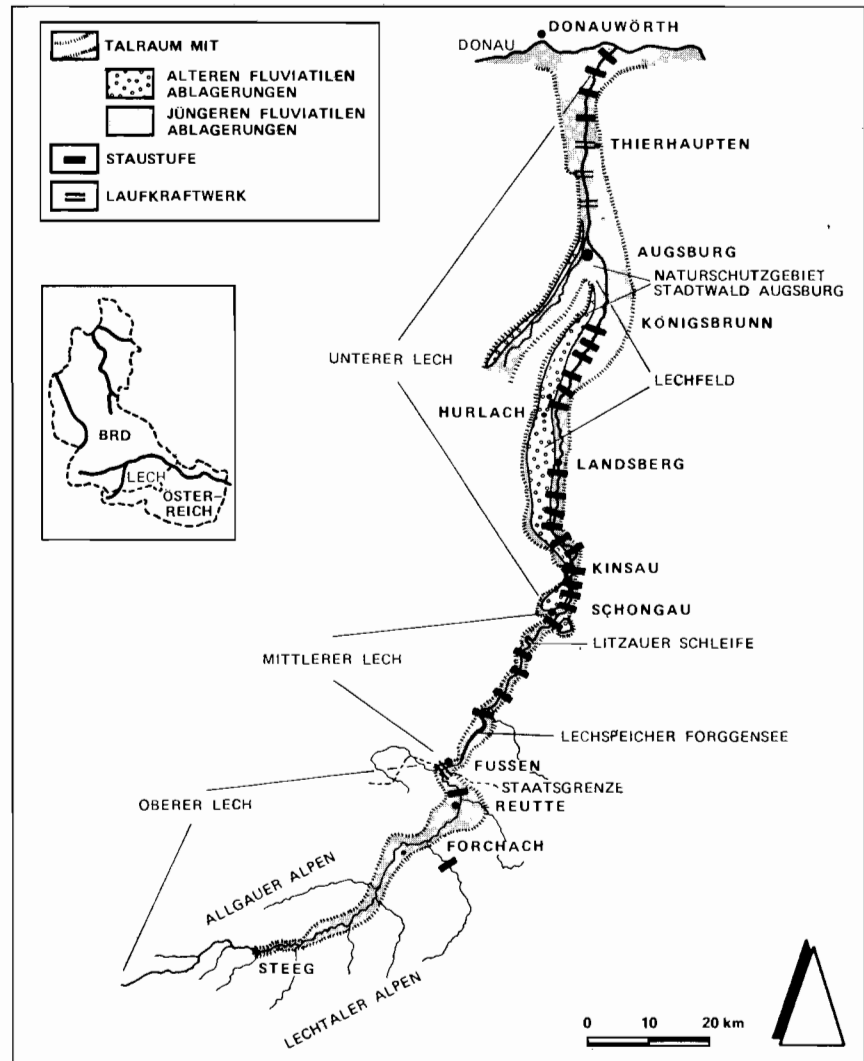
Sippen, die innerhalb der Bundesrepublik Deutschland einen Verbreitungsschwerpunkt im Lechtal haben (vgl. Kap. 3.4).

Von den 2490 Sippen der Bundesrepublik Deutschland (nach HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988) lassen sich 150 zu jeweils einer Gruppe der „Pflanzenbrücke Lechtal“ zuordnen. Im folgenden sollen aus jeder Gruppe beispielhaft einige Sippen vorgestellt werden. Die Arten der 4. Gruppe, für die das Lechtal innerhalb der Bundesrepublik Deutschland einen Hauptlebensraum darstellt, sind in Tab. 1 aufgeführt. Es wird im folgenden (in Anlehnung an BRESINSKY 1959, 1965) die Rede sein von circumalpinen Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Alpenvorland oder in den Alpen und deren Vorland haben. Letztere

Abb. 1:

Das Lechtal und die energiewirtschaftliche Nutzung des Flusses.

Alle Abbildungen, außer Abbildung 2 und 3, vom Verfasser.



werden auch als dealpin bezeichnet. Als präalpin sind dagegen Sippen anzusprechen, die nur im Alpenvorland in tieferen Lagen, bis zur montanen Stufe, auftreten. Arten mit entsprechender Höhenverbreitung und Schwerpunkt südlich der Alpen, werden als submediterran zusammengefaßt. Kontinentale Pflanzen haben in osteuropäischen Steppengebieten ihren Verbreitungsschwerpunkt. Sie treten in Mitteleuropa fast ausschließlich in Trockengebieten auf und erreichen hier ihre Westgrenze.

3.1 Sippen, die von den Alpen entlang des Lech ins Alpenvorland reichen

Bei dieser Gruppe handelt es sich um dealpine Arten. Darunter fallen zum einen Schwemmlinge; das sind Pionierarten der alpinen Geröllfelder und subalpinen Hochstauden- und Quellfluren, deren Diasporen mit dem Wasser verschleppt wurden. Vor der Zerstörung der Wildflußlandschaften fanden sie auch auf frisch aufgeschütteten Kiesbänken im Alpenvorland ökologisch vergleichbare Pionierstandorte wie in ihren Primärlebensräumen im Gebirge. Darum waren einst viele dieser Arten am Mittleren und Unteren Lech anzutreffen, wie zum Beispiel:

- | | |
|----------------------|--------------------------------------|
| Alpen-Leinkraut | (<i>Linaria alpina</i>) |
| Alpen-Knorpellattich | (<i>Chondrilla chondrilloides</i>) |
| Silberwurz | (<i>Dryas octopetala</i>) |
| Alpen-Gänsekresse | (<i>Hutchinsia alpina</i>). |

Sie hatten im Lechtal häufig ihre nördlichsten Vorposten in der Bundesrepublik Deutschland. Heute treten aus dieser Gruppe nur noch die Arten im Mittel- und Unterlauf des Lech auf, die sich außer in Schwemmlingfluren auch in anderen Pflanzengesellschaften festsetzen konnten. Als Beispiele seien hier genannt:

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Kriechendes Gipskraut | (<i>Gypsophila repens</i>) (Abb. 6) |
| Zwerg-Glockenblume | (<i>Campanula cochleariifolia</i>) |
| Alpenpestwurz | (<i>Petasites paradoxus</i>). |

Sie sind auch in lückigen Trockenrasen und auf Rohböden konkurrenzfähig.

Daneben gibt es eine weitere Gruppe von dealpinen Arten, die entlang des Lech weit ins Vorland reichen und deren Ausbreitung nicht über die Schwemmlingstheorie erklärt werden kann. So hat die Horst-Segge (*Carex sempervirens*) ihre vorherrschenden Wuchsorte in den Horst-Seggenrasen und Blaugrashalden der alpinen Stufe. Vor allem entlang Lech und Isar reicht sie weit ins Alpenvorland hinaus. Vermutlich konnte sie sich nacheiszeitlich von Residualgebieten

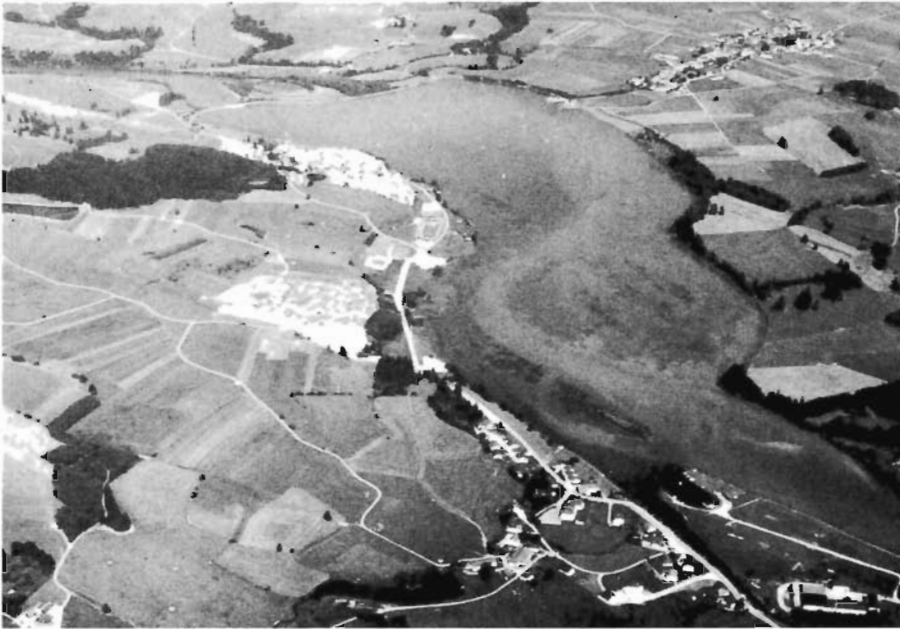


Abb. 2:
Mittleres Lechtal bei Lechbruck
(Staustufe 3, 1981)
So wie hier wurde fast der gesamte
Bayerische Lech in eine Stauseen-
kette verwandelt. Die ehemals breiten
Umlagerungsstrecken sind noch
im Stausee erkennbar.
Foto: E. Eberhardinger; Luftbild-
freigabe LA Südbayern G 26 183.
Abdruck mit freundlicher Geneh-
migung der BAWAG



Abb. 3:
Mittleres Lechtal im Bereich der
Litzauer Schleife (1981)
Der Lech hat sich tief in die Moränen
eingeschnitten. Letzte unreguliere
Fließstrecke am Bayerischen Lech!
Foto: E. Eberhardinger, Luftbild-
freigabe LA Südbayern G 26 171.
Abdruck mit freundlicher Geneh-
migung der BAWAG



Abb. 4:
Unteres Lechtal bei Augsburg
(1989)
Die begrudigten Fließstrecken sind
hier letzte Rückzugsgebiete für di-
rekt von der Flußdynamik abhän-
gige Biozönosen wie Schwem-
mlingsfluren, Weiden- und Grauer-
lenwälder. Deutlich erkennbar ist
die Uferreitgrasflur (rotliches Ris-
pengras), eine charakteristische de-
alpine Pflanzengesellschaft, nörd-
lichstes rezentes Vorkommen am
Lech

Abb. 5:
Oberes Lechtal in Tirol (Forchacher Wildflußlandschaft, 1988)
Eine der letzten Wildflußstrecken in Mitteleuropa. Sämtliche aentypischen Biozonen, von der Schwemmlingsflur über die Weiden-Tamariskengesellschaft bis zum Schneeheide-Kiefernwald, sind noch vorhanden.
Gebiet von internationaler Bedeutung!



Legende zu den Verbreitungskarten:
vor 1945 nach 1945 nachgewiesen

- ● Einheimisch bzw. Normalstatus
- • Synanthrop, unbeständig od. kultiviert
- + + Erlöschen

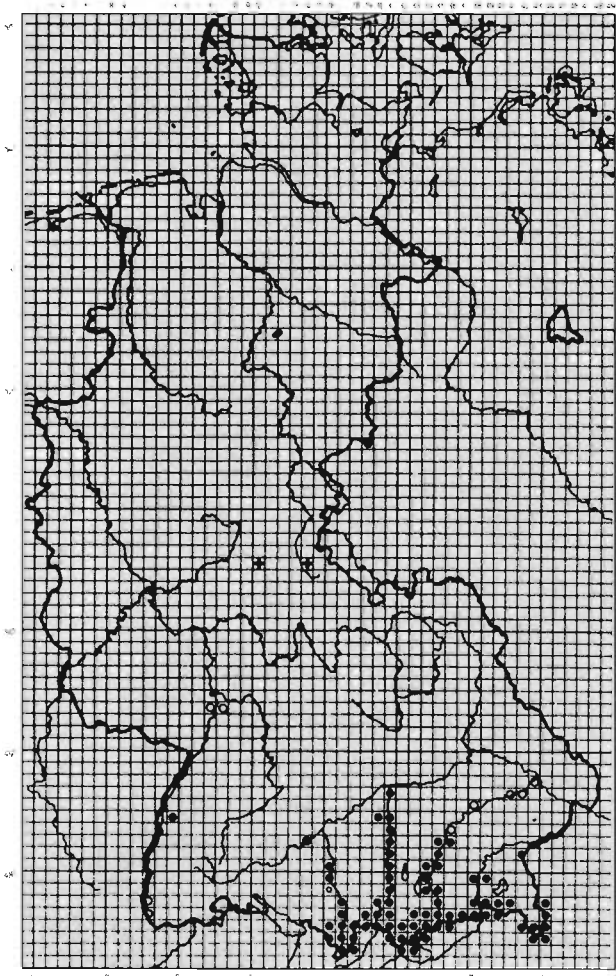


Abb. 6:
Verbreitung des Kriechenden Gipskrauts (*Gypsophila repens* L.) in der Bundesrepublik Deutschland (aus HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988; ergänzt nach SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990)

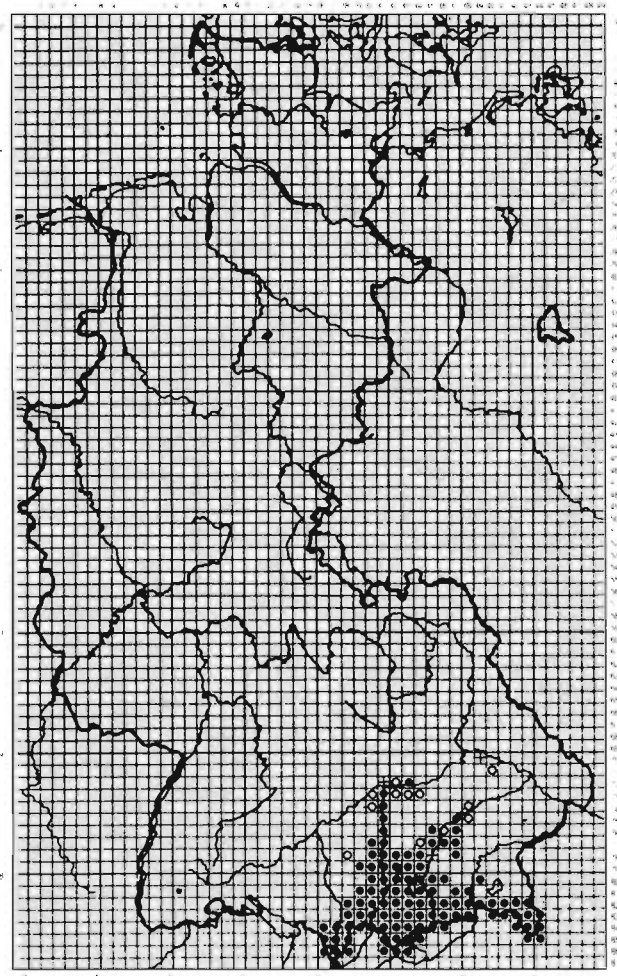


Abb. 7:
Verbreitung des Stengellosen Kalk-Enzians (*Gentiana clusii* PERR. & SONG.) in der Bundesrepublik Deutschland (aus HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988; ergänzt nach SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990)

ten in den Alpen und des Vorlandes ausbreiten, um später vom aufkommenden Wald auf waldfreie Standorte in Flußbäuen und auf Moränenkuppen zurückgedrängt zu werden (BRESINSKY 1965). Ein ähnliches Verbreitungsbild zeigt der Stengellose Kalk-Enzian (*Gentiana clusii*), der außer in Trockenrasen des Alpenvorlandes auch in Kopfbinserasen des Jungmoränengebiets zu finden ist, also ebenfalls auf primär waldfreien oder -armen Standorten. Unter allen dealpinen Flüssen reichen nur die Vorkommen am Lech bis an die Donau (Abb. 7).

Weitere Beispiele solcher dealpiner Sippen außerhalb von Schwemmlingsgesellschaften sind:

Alpenmaßliebchen	(<i>Aster bellidiastrum</i>)
Scheidige Kronwicke	(<i>Coronilla vaginalis</i>)
Schneeheide	(<i>Erica herbacea</i>)
Schlauch-Enzian	(<i>Gentiana utriculosa</i>)
Herzblättrige Kugelblume	(<i>Globularia cordifolia</i>)
Rippensame	(<i>Pleurospermum austriacum</i>)
Fetthennen-Steinbrech	(<i>Saxifraga aizoides</i>)
Schweizer Moosfarn	(<i>Selaginella helvetica</i>)
Gezählter Moosfarn	(<i>Selaginella selaginoides</i>).

Die meisten von ihnen sind lichtliebende Arten, die außerhalb der Gebirge nur auf Sonderstandorten wie Trockenrasen, Kalkflachmooren und deren Kontaktgesellschaften konkurrenzfähig sind.

3.2 Sippen, die von der Alb entlang des Lech zu den Kalkalpen vordringen

Die Arten, die von den Schichtstufenländern der Alb entlang des Lech zu den Kalkalpen vordringen, kann man im wesentlichen zwei Florenelementen zuordnen. Zum einen sind kontinentale Arten zu nennen, wie Rauher Alant (*Inula hirta*) und Steppenfenchel (*Seseli annuum*) (Abb. 8). Nacheiszeitlich fanden diese Arten während des Boreals (vor ca. 8 000 Jahren), als das Klima kühl und trocken war, günstige Wuchsbedingungen und hatten wohl ihre weiteste Verbreitung in Mitteleuropa. Unter den heutigen gemäßigten Klimabedingungen sind im nördlichen Alpenvorland die großen waldfreudlichen Trockenrasen des Unteren Lechtals bevorzugte Wuchsorte. Zum anderen kommen submediterrane Arten vor, wie die Hummel-Ragwurz (*Ophrys holosericea*), die nacheiszeitlich während einer wärmeren Epoche, dem Atlantikum (vor ca. 5 000 Jahren), günstige Wuchsbedingungen hatten und die Kalkschotter des Lech als Wanderweg zu den Alpen benutzten (Abb. 9 und 10). Zu diesen submediterranen Arten gehört auch das Zwerg-Sonnenröschen (*Fumana procumbens*), das auf dem Lechfeld bei Augsburg das südlichste, zum kühleren und feuchten Alpennordrand vorstoßende Vorkommen in Bayern aufweist (MÜLLER 1990b).

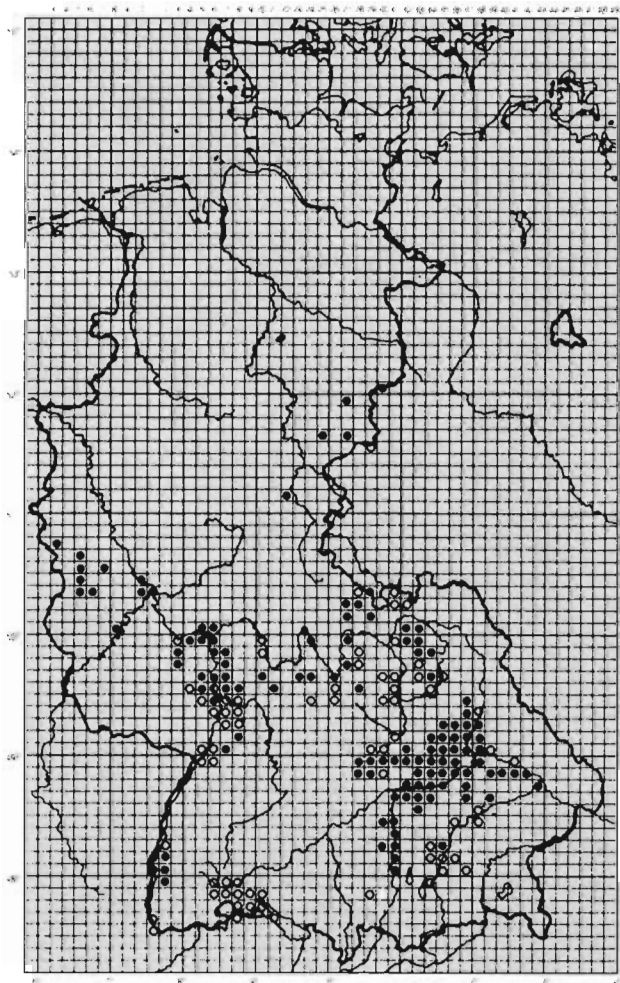


Abb. 8: Verbreitung des Steppenfenchels (*Seseli annuum* L.) in der Bundesrepublik Deutschland (aus HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988)

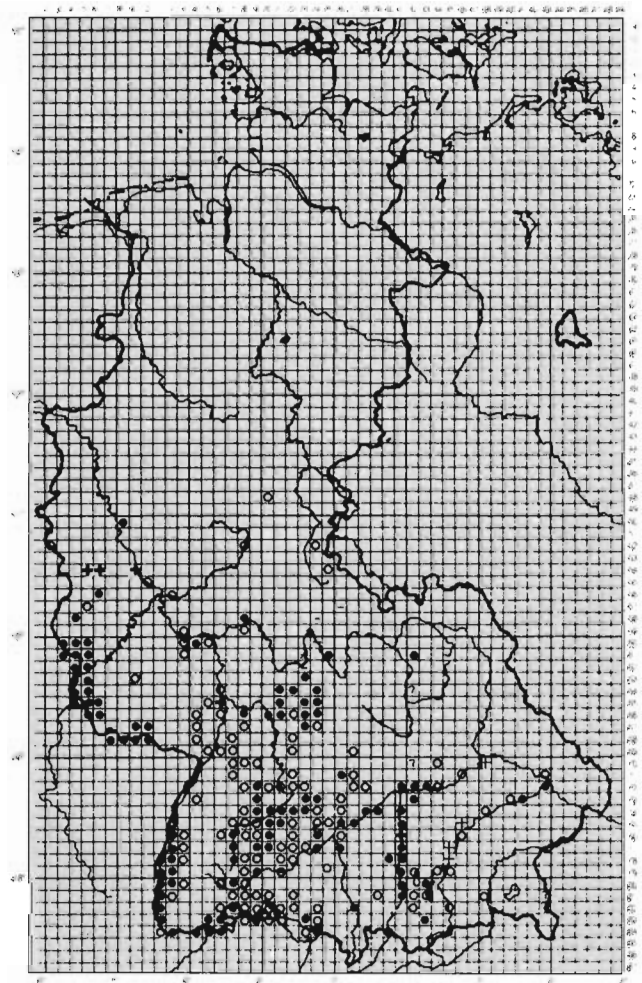


Abb. 9: Verbreitung der Hummel-Ragwurz (*Ophrys holosericea* (BURM. f.) GREUT.) in der Bundesrepublik Deutschland (aus HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988)

Weitere Beispiele sind in diesem Zusammenhang:

Hundswurz	(<i>Anacamptis pyramidalis</i>)
Berg-Aster	(<i>Aster amellus</i>)
Abgebissener Pippau	(<i>Crepis praemorsa</i>)
Kreuz-Enzian	(<i>Gentiana cruciata</i>)
Blutroter Storchschnabel	(<i>Geranium sanguineum</i>)
Gewöhnliche Kugelblume	(<i>Globularia punctata</i>)
Rauhhaariger Alant	(<i>Inula hirta</i>)
Schwarzwerdender Geißklee	(<i>Lembotropis nigricans</i>)
Kamm-Wachtelweizen	(<i>Melampyrum cristatum</i>)
Kleine Traubenhyazinthe	(<i>Muscari botryoides</i>)
Stuppen-Lieschgras	(<i>Phleum phleoides</i>)
Herbst-Schraubenstendel	(<i>Spiranthes spiralis</i>)
Straußblütige Wucherblume	(<i>Tanacetum corymbosum</i>)
Berg-Leinblatt	(<i>Thesium havarum</i>)
Mittleres Leinblatt	(<i>Thesium linophyllum</i>)
Hügel-Klee	(<i>Trifolium alpestre</i>)
Ähriger Ehrenpreis	(<i>Veronica spicata</i>).

Vorwiegend handelt es sich um kalkholde und wärmeliebende Arten, die waldarme Standorte bevorzugen und in den Trockengebieten der Schichtstufenländer der Alb verbreitet sind. Von hier aus dringen sie auf den jungdiluvialen und alluvialen Schottern des Unteren Lechtals weit nach Süden vor oder erreichen teilweise den Alpenrand, wie zum Beispiel die Berg-Aster.

3.3 Sippen, deren Teilareale in den Alpen und der Alb über das Lechtal verbunden sind

Zu dieser Kategorie zählen Arten, die verschiedenen Florenelementen zugeordnet werden können. Ein geradezu klassisches Verbreitungsmuster weist das dealpine Ochsenauge (*Bupthalmum salicifolium*) auf, für welches das Lechtal als Pflanzenbrücke im engeren Sinne fungiert (Abb. 11). Eine besondere Verbreitung zeigen die Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*), die in Bergmatten, Trockenrasen und Schottervegetation auftreten und wegen ihrer unterschiedlichen Sippen besondere Beachtung verdienen. Durch Isolierung und Anpassung an verschiedene Lebensräume kam es zur Ausbildung von Unterarten, von denen zwei Sippen gegensätzliche Wanderrichtungen entlang des Lech zeigen. Die diploide *Biscutella laevigata ssp. kernerii*, mit östlichem Verbreitungsschwerpunkt, ist von der Alb das Untere Lechtal flußaufwärts gewandert und besiedelt die flußfernen Terrassen. Die tetraploide alpine Nominatsippe *Biscutella laevigata ssp. laevigata* kommt ausschließlich in flußnahen Alluvionen vor und zeigt in ihrer jüngsten Ausbreitungsgeschichte eine flußabwärts gerichtete Tendenz (BRESINSKY & GRAU 1970, BRESINSKY 1983). Im Unteren Lechtal überschneiden sich diese Wanderwege, so daß beide Sippen angetroffen werden können. Eine ähnliche Ausbreitungstendenz konnte für zwei Sippen des Frühblühenden Thymians (*Thymus praecox*) nachgewiesen werden (SCHÖNFELDER 1975).

Von den mediterranen Florenelementen, für die heute die Kalkschotter des Unteren Lech als Verbindungsachse zwischen den Vorkommen am Alpenrand und denen nördlich der Donau fungieren, sei das Brand-Knabenkraut (*Orchis ustulata*) genannt.

Für die kontinentale Erdsegge (*Carex humilis*) sind die Trockenrasen und Kiefernwälder des Lechtals Refugialstandorte im Alpenvorland und Verbindungsachse zwischen Alb und Alpen.



Abb. 10: Hummel-Ragwurz (*Ophrys holosericea* (BURM f) GREUT). Die Lechfeldhaiden sind in der botanischen Fachwelt wegen ihrer reichen Vorkommen von allen vier in Mitteleuropa heimischen Ragwurz-Arten bekannt geworden

Weitere Arten mit ähnlicher Verbreitung sind zum Beispiel:

Gewöhnliches Katzenpfötchen	(<i>Antennaria dioica</i>)
Ästige Graslilie	(<i>Anthericum ramosum</i>)
Frauenschuh	(<i>Cypripedium calceolus</i>)
Fransen-Enzian	(<i>Gentianella ciliata</i>)
Breitblättriges Laserkraut	(<i>Laserpitium latifolium</i>)
Grauer Löwenzahn	(<i>Leontodon incanus</i>)
Fliegen-Ragwurz	(<i>Ophrys insectifera</i>)
Buchsblättrige Kreuzblume	(<i>Polygala chamaebuxus</i>)
Gewöhnliches Blaugras	(<i>Sesleria varia</i>)
Berg-Gamander	(<i>Teucrium montanum</i>).

3.4 Sippen, die innerhalb der Bundesrepublik Deutschland einen Verbreitungsschwerpunkt im Lechtal haben

Unter Artenschutzaspekten verdient diese Gruppe besondere Aufmerksamkeit, da für ihren Erhalt innerhalb der Bundesrepublik Deutschland dem Lechtal besondere und zum Teil ausschließliche Bedeutung zukommt. Sie wurde untergliedert in (Tab. 1):

a) Arten, die ihr Hauptvorkommen in der Bundesrepublik Deutschland im Lechtal haben

Die herausragende Stellung des Lechtals und insbesondere des Lechfelds verdeutlicht das Vorkommen des Augs-

Tab. 1:

Blütenpflanzen, die innerhalb der Bundesrepublik Deutschland einen Verbreitungsschwerpunkt im Lechtal haben.

		Pflanzen-formation (vgl. Tab. 2)	Gefährdungskategorie nach Rote Liste		Unteres Lechtal ³⁾	Bemerkungen zur Ver- breitung im Lechtal
			Bundes- republik Deutsch- land ¹⁾	Bayern ²⁾		
a) Arten, die ihr Hauptvorkommen (in der Bundesrepublik Deutschland) im Lechtal haben.						
Sumpf-Siegwurz	<i>Gladiolus palustris</i> Gaudin.	5	2	2	3	wahrscheinlich größte Population in Mittel- europa auf dem Lech- feld
Hoppe's Habichtskraut	<i>Hieracium macranthum</i> (Ten.) Zehn	1,9			3	Kleinart von <i>Hieracium</i> <i>hoppeanum</i>
Duftendes Mariengras	<i>Hierochloë odorata</i> Wahlenb. <i>ssp. odorata</i>	5,6,15	3	2	1	
Klebriger Lein	<i>Linum viscosum</i> L.	1	2	3		
Deutsche Tamariske	<i>Myricaria germanica</i> Desv.	3,15	1	1	0	im bayerischen Lechtal heute durch Flußbau- maßnahmen fast erlo- schen
Hellgelbe Sommerwurz	<i>Orobanche flava</i> Mart. ex F. W. Schultz	3	3	3	1	
Augsburger Steppen- greiskraut	<i>Tephrosia integrifolia</i> <i>ssp. vindelicorum</i> Krach	1	1	1	1	endemisch auf dem Lechfeld eine stark ge- fährdete kleine Popula- tion
Zwerg-Rohrkolben	<i>Typha minima</i> Hoppe	6	1	0	0	ehemals typische Lech- talart, in Bayern erlo- schen
b) In der Bundesrepublik Deutschland seltene Sippen, die ein Schwerpunktvorkommen im Lechtal haben						
Wohlriechender Lauch	<i>Allium suaveolens</i> Jacq.	5	3	3	4	
Stein-Zwenke	<i>Brachypodium rupestre</i> Roehm. & Schult.	1				Verbreitung bislang in der Bundesrepublik Deutschland ungenü- gend erfaßt
Ufer-Reitgras	<i>Calamagrostis pseu- dophragmites</i> Kod.	3	2	3	1	starker Rückgang im Unterlauf aufgrund der Flußbaumaßnahmen
Steife Golddistel	<i>Carlina biebersteinii</i> Bernh. ex. Horn.	1				nördlichstes Vorkom- men in der Bundesrepu- blik Deutschland
Regensburger Geißklee	<i>Chamaecytisus ratisbo- nensis</i> Rothm.	2,4,11				
Rosmarin-Seidelbast	<i>Daphne cneorum</i> L.	1,2,9	2	3	3	größtes Vorkommen im Unteren Lechtal bei Oberpeiting
Ästiger Schachtelhalm	<i>Equisetum ramosissi- mum</i> Desf.	5,14	3	3	3	
Sanddorn	<i>Hippophaë rhamnoides</i> L. <i>ssp. fluviatilis</i>	2		3	4	nur indigene Vorkom- men; Rückgang durch Flußbaumaßnahmen
Berg-Laserkraut	<i>Laserpitium siler</i> L.	4			4	nördlichstes Vorkom- men im Alpenvorland
Feuer-Lilie	<i>Lilium bulbiferum</i> L.	4	3	2	1	Indigenat zweifelhaft
Wanzen-Knabenkraut	<i>Orchis coriophora</i>	1,5	1	1	1	starker Rückgang; eines der größten Vorkom- men in der Bundesrepu- blik Deutschland
Karlsszepter	<i>Pedicularis sceptrum-ca- rolinum</i> L.	6	2	2	1	starker Rückgang; teil- weise nur Populationen mit wenigen Exempla- ren
Alpen-Lungenkraut	<i>Pulmonaria mollis</i> Hor- nem. <i>ssp. alpina</i> Sauer	7		3		
Felsen-Kreuzdorn	<i>Rhamnus saxatilis</i> Jacq.	2			2	Rückgang durch Auf- hören der Schafbewei- dung

		Pflanzen- formation (vgl. Tab. 2)	Gefährdungskategorie nach Rote Liste Bundes- republik Deutsch- land ¹⁾		Unteres Lechtal ³⁾	Bemerkungen zur Verbreitung im Lechtal
				Bayern ²⁾		
Kies-Steinbrech	<i>Saxifraga mutata</i> L.	6	2	2	2	starker Rückgang durch Flußbaumaßnahmen
Graue Skabiose	<i>Scabiosa canescens</i> W. & K.	1	3	3	3	südlichstes Vorkommen im Alpenvorland
Einfache Wiesenraute	<i>Thalictrum simplex</i> L. <i>ssp. galioides</i>	1,5	2	2		
Geschnäbeltes Leinblatt	<i>Thesium rostratum</i> M. et Koch	2	3	3	3	
Hohes Veilchen	<i>Viola elatior</i> Fris.	5	2	2	2	starker Rückgang
Niedriges Veilchen	<i>Viola pumila</i> Chaix	5	1	1	0	ehemals im Unteren Lechtal – heute erlo- schen

¹⁾ (KORNECK & SUKOPP 1988)

²⁾ (SCHÖNFELDER 1987)

³⁾ (MÜLLER 1985)

burger Steppengreiskrauts (*Tephrosia integrifolia ssp. vindelicorum*) (Abb. 12), eines Endemiten, der weltweit nur eine kleine, gefährdete Population auf dem Lechfeld besitzt (KRACH 1988, KRACH & KRACH 1989).

Wie eine Perlenkette reihen sich die Vorkommen des seltenen Klebrigen Leins (*Linum viscosum*) (Abb. 13) entlang des Unteren und Mittleren Lechtals. Er hat hier innerhalb der Bundesrepublik Deutschland seine weiteste Verbreitung und wahrscheinlich größten Bestände.

Die Sumpf-Siegwurz (*Gladiolus palustris*), die am gesamten Bayerischen Lech vorkommt, besitzt ihre größte Population in der Bundesrepublik Deutschland auf einer Lechfeldhaide¹ südlich von Augsburg (vgl. Kap. 4.1).

Vermutlich beschränkt sich das Vorkommen einer Unterart des Hoppes Habichtskrauts (*Hieracium hoppeanum ssp. macranthum*) fast ausschließlich auf das Lechtal. Hier sind weitere Untersuchungen notwendig.

Nach MERXMÜLLER (1980) und LIPPERT (mündl.) tritt eine Sippe des Duftenden Mariengrases (*Hierochloa odorata ssp. odorata*) fast nur im Lechtal auf.

Durch Flußbaumaßnahmen sind die ehemals größten Vorkommen in der Bundesrepublik Deutschland der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) und des Zwergrohrkolbens (*Typha minima*) am Lech fast vollständig verschwunden (vgl. Kap. 4.6 und 4.7).

b) Seltene Arten, die innerhalb der Bundesrepublik Deutschland ein Schwerpunkt vorkommen im Lechtal aufweisen

Diese Sippen können zum Teil auch zur Gruppe 3.1 oder 3.2 gestellt werden; da es sich aber um sehr seltene Arten mit Häufung im Lechtal handelt, wurden sie gesondert aufgeführt. Sie haben in der Bundesrepublik Deutschland nur wenige isolierte oder kleine Teilareale. Als Beispiel sei die kontinentale Graue Skabiose (*Scabiosa canescens*) (Abb. 14) herausgegriffen, deren Areal vermutlich seit dem

Optimum der Art im Boreal in mehrere Teilareale zerfallen ist, die sich überwiegend auf warmtrockene Gebiete an Rhein, Main und Lech konzentrieren. Weitere Beispiele sind in Tab. 1 aufgeführt.

Aus der Sicht des Artenschutzes ist diesen Sippen, die in disjunkten Arealen, Exklaven oder in Außenposten auftreten, besondere Beachtung zu schenken. Da sie sich seit den Eiszeiten (und in manchen Fällen noch länger) eigenständig entwickelten, haben sich häufig eigene Ökotypen oder sogar Arten ausgebildet (vgl. Kap. 3.5). Dies verdeutlicht das Vorkommen des erst in jüngerer Zeit taxonomisch differenzierten Augsburger Steppengreiskrauts.

In diesem Zusammenhang sei aber auch darauf verwiesen, daß viele Arten aus der Gruppe 3.1 und 3.2 Vorposten außerhalb ihres Hauptareals besitzen und daß darum gerade diesen Sippen unter Artenschutzaspekten besondere Bedeutung zukommt.

3.5 Bedeutung des Lechtals für die eiszeitliche und nacheiszeitliche Florentwicklung

Wie die Beispiele zeigen, nimmt das Lechtal vor allem hinsichtlich der Häufung dealpiner, submediterraner und kontinentaler Pflanzenarten eine herausragende Stellung unter allen großen Flußtälern des Alpenvorlands ein. Für insgesamt 150 Farn- und Blütenpflanzenarten fungiert der Lech als „Pflanzenbrücke“ im aufgezeigten Sinn zwischen den Großlandschaften der Alb und der Alpen.

Auf die Häufung von circumalpinen Sippen in den großen Flußtälern des Alpenvorlands und insbesondere im Lechtal hat bereits BRESINSKY (1965) hingewiesen. Dabei wurde dargestellt, daß nur für wenige alpine Arten die Schwemmlingstheorie im engeren Sinn, daß heißt, daß sie über das Wasser verbreitet werden, zutrifft. Wesentlich häufiger ist die anemochore Verbreitung vor allem von Sippen, deren Samen mit Flugschirmen versehen sind. Gegen die klassische Schwemmlingstheorie spricht auch, daß ein Großteil

¹ Es wird in diesem Zusammenhang bewußt die alte Schreibweise „Haide“ wieder aufgegriffen. Damit soll im Wortbild ausgedrückt werden, daß die Vegetation der südbayerischen „Haide“ sehr wenig mit der norddeutsch-atlantischen Heidekraut- (Calluna-)Flur gemein hat, sondern viel mehr mit den alpinen Grasgesellschaften und den Steppen des Südostens (HEPP & POELT 1957). Haide war bereits in historischer Zeit der Sammelbegriff für die Kalkmagerrasen der ebenen Schotterfluren im Isar-Lech-Gebiet (vgl. CAFLISCH 1850, SENDTNER 1854), der sich bis heute in Ortsnamen wie z. B. Haidhausen erhalten hat.

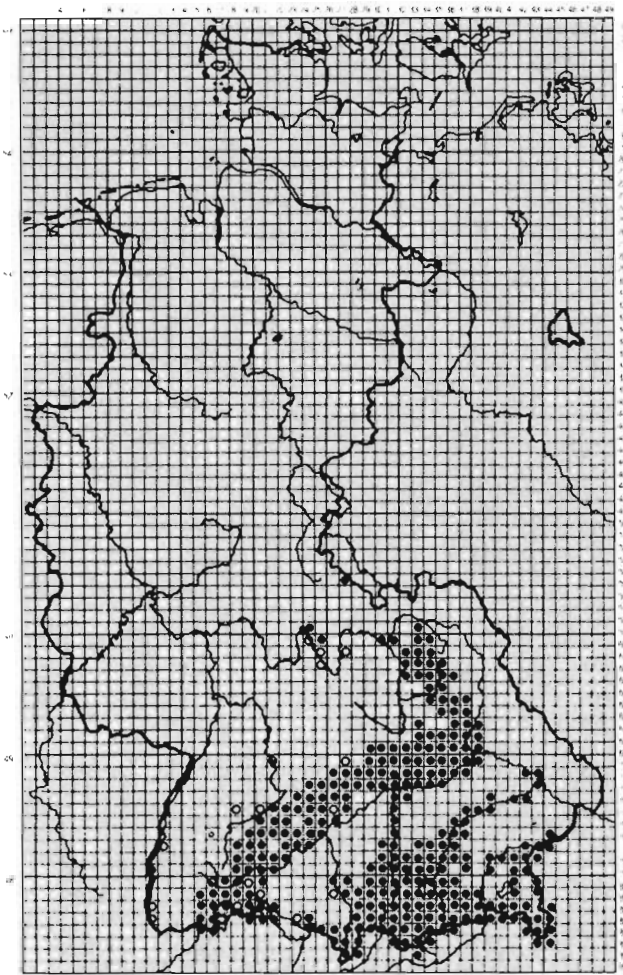


Abb. 11:
Verbreitung des Ochsenauges (*Bupthalmum salicifolium* L.) in der Bundesrepublik Deutschland (aus HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988)

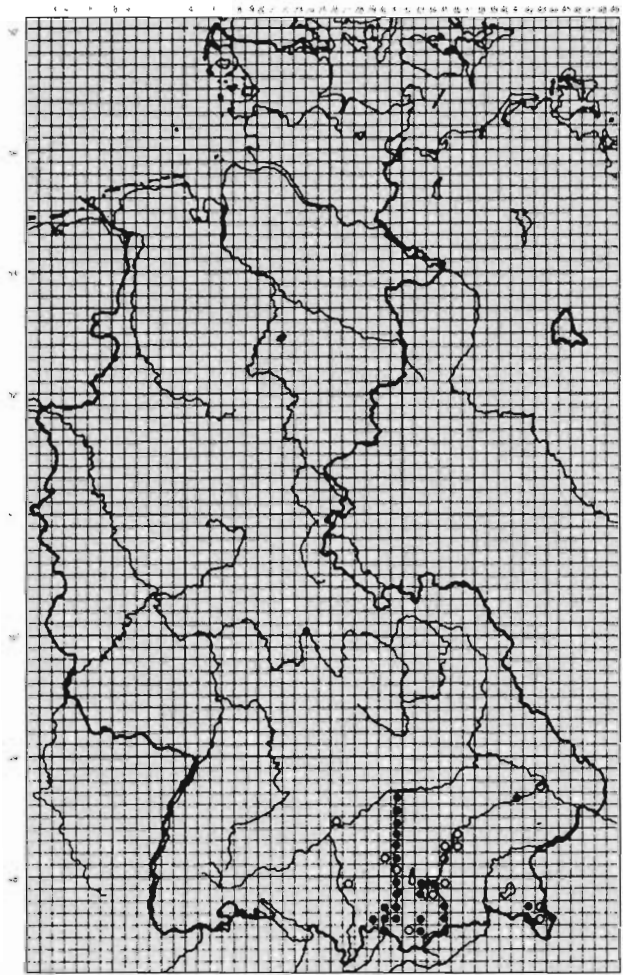


Abb. 13:
Verbreitung des Klebrigen Leims (*Linum viscosum* L.) in der Bundesrepublik Deutschland (aus HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988)



Abb. 12:
Augsburger Steppengreiskraut (*Tephrosia integrifolia* ssp. *vandelcorum*) Global gibt es nur noch eine kleine Population dieser Art auf einer Lechfeldhaide südlich von Augsburg.

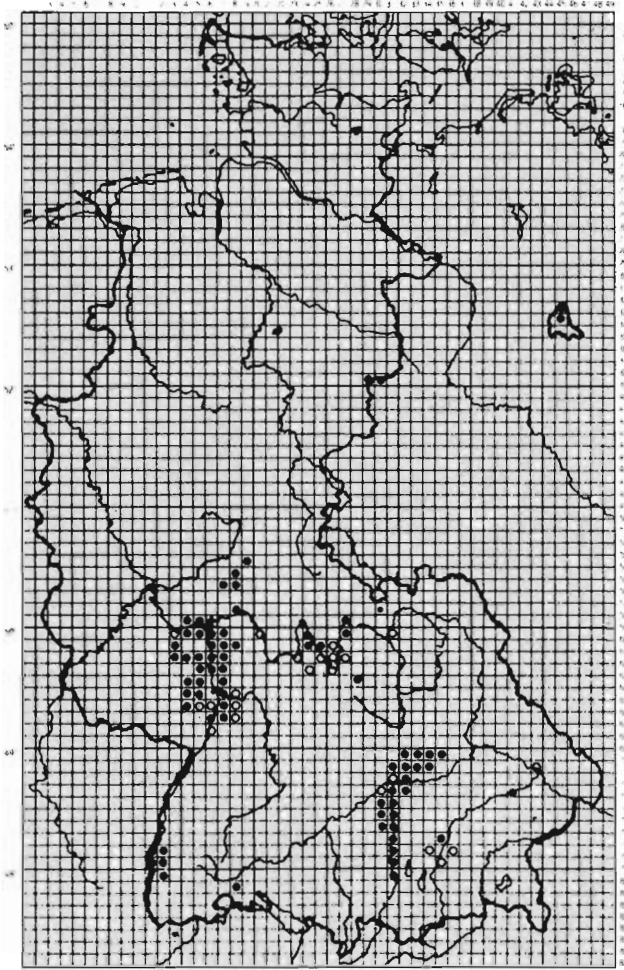


Abb. 14: Verbreitung der Grauen Skabiose (*Scabiosa canescens* W & KIT) in der Bundesrepublik Deutschland (aus HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988, ergänzt von J KRACH 1990)

der circumalpinen Arten außerhalb der Alpen ihren Verbreitungsschwerpunkt haben und auch außerhalb der eigentlichen Pioniergesellschaften im Lechtal auftreten (vgl. BRESINSKY 1959).

Das Lechtal muß in der eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Florenentwicklung als Wanderstraße und als Verbindung zwischen Teilarealen eine bedeutende Rolle gespielt haben. Aufgrund pollenanalytischer Erhebungen kann angenommen werden, daß alpine Arten im wesentlichen eine nordwärts gerichtete Wanderung während der Eiszeiten durchführten, das heißt, daß durch das Absinken der Temperatur und das Vorrücken der Gletscher die Vegetationsstufen nach unten verschoben wurden (BERTSCH 1949, FIRBAS 1949, 1952). Darüber hinaus kann aber auch vermutet werden, daß Populationen in gletscherfreien Regionen der Nordalpen überdauerten (BRESINSKY 1965, MERXMÜLLER 1953). Im Postglazial konnten sich die alpinen Arten von ihren Residualgebieten im Alpenvorland und in den Alpen ausgehend wieder ausbreiten. Im Alpenvorland wurden sie durch den aufkommenden Wald auf jene Standorte zurückgedrängt, die für den Baumwuchs ungeeignet waren, wie Felsen und Aufschotterungsflächen in Flußauen. Darum sind heute viele Teilareale in den Alpen und der Alb über die Kalkschotter des Lech verbunden.

Zwischen den einzelnen Eiszeiten gab es wärmere Zeitschnitte, so daß mediterrane und kontinentale Pflanzen ins

Alpenvorland einwandern konnten. Mit dem zunehmenden Vorstoß des Eises wurden sie in ihre Ursprungsgebiete zurückgedrängt oder starben aus. Für einige Sippen ist allerdings anzunehmen, daß sie auf den Schotterablagerungen der großen Alpenflüsse, insbesondere des Lech, ein Refugium fanden, in dem sie zumindest die letzte Eiszeit überlebten (GAMS 1930, BRESINSKY 1965) und sich hier eigenständig weiterentwickelten. Als Beispiel für eine Sippendifferenzierung aufgrund längerer Isolation kann das endemische Augsburger Steppengreiskraut genannt werden (vgl. KRACH & KRACH 1989), das nur auf dem Lechfeld vorkommt.

Eine wesentliche Ausbreitung und Wiedereinwanderung kontinentaler Sippen fand schließlich postglazial im Boreal mit seinen heißen Sommern und kalten Wintern statt. Von den winterkalten Steppen des östlichen Kontinents aus drangen über die Donau und von dort aus über die Isar und vor allem den Lech kontinentale Arten, wie zum Beispiel der Rauhaarige Alant (*Inula hirta*), ins Alpenvorland ein. Als nach der postglazialen Warmzeit das Klima wieder gemäßigter wurde, breiteten sich Bäume aus. Lichtliebende und konkurrenzschwache Arten waren gezwungen, auf Standorte auszuweichen, die aufgrund der Geländemorphologie und des Untergrunds waldfrei blieben. Felsbänder sowie Hangabschnitte und Grobschotterablagerungen in Flußtälern fungieren darum heute noch als Rückzugsgebiete für diese Pflanzen.

Im Atlantikum war es wärmer als heute, hier konnten sich mediterrane Arten wieder ausbreiten bzw. einwandern. Dabei sind zwei Wanderbewegungen aus dem Mittelmeerraum ins Alpenvorland vorstellbar: ein nordostwärts gerichteter Weg über Südfrankreich, die Schweiz und den Jura, bei dem das warme Lechtal bevorzugte Wanderstrecke ins kühlere Alpenvorland war. Die Verbreitungsbilder der Ragwurz-Arten deuten darauf hin (vgl. Abb. 9). Daneben ist eine nordwestwärts ausgerichtete Einwanderung über die wärmebegünstigten Alpentäler (Föhntäler) und Gebirgssättel wie Inn-, Salzach- und Seefelder Sattel denkbar, deren Reliktkiefernwälder noch Überreste dieser postglazialen Warmzeit sind (SCHMIDT 1936). Ein Beispiel für diese Wanderbewegung ist der Klebrige Lein (*Linum viscosum*) (vgl. Abb. 13), dessen Vorkommen nur entlang des Lechtals bis zur Donau reicht. Allerdings verdeutlicht die rezente Verbreitung und Vergesellschaftung der Art, daß dies nicht mit letzter Sicherheit auf postglaziale Wanderbewegungen zurückzuführen ist. Der Klebrige Lein tritt nämlich bevorzugt in Trockenrasen und Kiefernwäldern auf, die einen besonders hohen Anteil an alpinen Elementen besitzen, so daß eventuell bereits eine interglaziale Ausbreitung angenommen werden kann. Die Vergesellschaftung mit alpinen Gewächsen läßt sich aber auch so deuten, daß eben diese Standorte klimatisch so bevorzugt waren, daß sie auch postdiluvialen Zuwanderern Zuflucht gewährten (MERXMÜLLER 1953).

Es läßt sich, wie die Beispiele zeigen, nur für sehr wenige Pflanzen eindeutig sagen, ob sie inter- oder erst postglazial ins Alpenvorland eingewandert sind.

Deutlich wird aber an den dargestellten Verbreitungskarten, daß für inter- und postglaziale Wanderbewegungen im Alpenvorland die waldfreundlichen Kalkschotter des Lechtals besonders günstige Voraussetzungen boten. Das wird auch für verschiedene Tiergruppen angenommen (vgl. FI-

SCHER 1970, WALDERT 1990, in diesem Heft). Da das Lechtal die kürzeste Verbindung zwischen den Kalkstandorten der Alpen und der Alb darstellt, sind hier Ausbreitungsvorgänge relativ rasch und vollständig verlaufen. Seit der postglazialen Wiederbewaldung des Alpenvorlands fungieren die diluvialen und alluvialen Schotter – insbesondere das Lechfeld – und die vom Fluß angeschnittenen Moränen als Rückzugsgebiete für lichtliebende dealpine, submediterrane und kontinentale Arten. Aber auch bis in jüngerer Zeit finden im Lechtal Wanderbewegungen statt. So hat der seit dem 18. Jahrhundert sich in Mitteleuropa ausbreitende Quirlblättrige Salbei (*Salvia verticillata*) (HEGI 1906) die offenen Trockenrasen des Lechtals als Wanderweg zwischen der Alb und den Alpen benutzt.

Damit sind die Verbreitungsmuster von 150 Farn- und Blütenpflanzenarten Zeugnisse einer jahrtausendelangen Evolution, bei der das Lechtal für die Florenentwicklung in Mitteleuropa eine herausragende Stellung einnimmt. Zum Großteil handelt es sich um seltene und häufig landes- und bundesweit bedrohte Sippen (über 60 Arten der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland). Aber auch den bislang ungefährdeten Arten mit nämlicher Verbreitung muß beim Artenschutz im Alpenvorland besondere Beachtung geschenkt werden, da sie hier in der Regel auf Flußtäler und im besonderen auf das Lechtal beschränkt sind.

Aufgrund der Zerstörung der Wildflußlandschaften und starker menschlicher Eingriffe im weiteren Talraum mit dadurch fast vollständiger Vernichtung der Lechfeldhaiden, droht die „Pflanzenbrücke Lechtal“ zu verfallen (MÜLLER 1990d). Da im Unteren Lechtal die Flußbaumaßnahmen am längsten zurückliegen (vgl. Kap. 2), werden ihre Auswirkungen hier besonders deutlich (HIEMEYER 1972, MÜLLER 1985, RADMÜLLER 1981). Insgesamt 60% der lechtalspezifischen Arten können hier als verschollen oder gefährdet eingestuft werden. 6 Sippen sind bereits erloschen.

4 Die Sonderstellung des Lechtals für den Arten- und Biotopschutz flußtypischer Lebensgemeinschaften und deren Gefährdung

In Tab. 2 wurden alle Arten, für die das Lechtal die aufgezeigte herausragende Stellung einnimmt, nach ihren Schwerpunkt- und Hauptvorkommen den heimischen Pflanzenformationen zugeordnet (im wesentlichen nach KORNECK & SUKOPP 1988, in Einzelfällen abgeändert, unter Berücksichtigung der Verhältnisse im Lechtal). Damit soll herausgearbeitet werden, welche Biozöosen besonders bedeutsam für den Erhalt der „Pflanzenbrücke Lechtal“ sind. Da manche Arten in mehreren Pflanzenformationen Hauptvorkommen haben, ergeben sich Mehrfachnennungen, so daß die Gesamtartenzahl 221 beträgt. Der Vergleich Gesamtartenzahl und absolute Zahl macht deutlich, daß die meisten Arten in einer Formation auftreten, also sehr enge Habitatansprüche haben. Zusätzlich wurden in Tab. 2 die im Unteren Lechtal gefährdeten Arten vermerkt (nach MÜLLER 1985), um die Gefährdung bzw. den Zerfall der „Pflanzenbrücke“ herauszustellen.

Der Hauptanteil der Arten, für die das Lechtal eine Sonderstellung einnimmt, kommt in wärmeliebenden oligotra-

phenen Biozöosen vor. Es handelt sich um Lebensgemeinschaften, die auf den flachgründigen Kalkschotterböden entstanden sind und die direkt oder indirekt ihre Existenz der fließgewässerabhängigen Dynamik verdanken. Dabei sind vor allem die großen Aufschotterungskegel im Unterlauf des Lech Konzentrationszentren dieser Arten.

4.1 Trocken- und Halbtrockenrasen

Mit fast 70 Arten weisen Trocken- und Halbtrockenrasen mit Abstand den höchsten Anteil an „Brückenarten“ auf, wovon annähernd 60% nur auf diese Formation beschränkt sind.

Im Ober- und Mittellauf des Lech sind die Trockenrasen auf feinerdearme Schotterablagerungen innerhalb der rezenten Aue, lichte Kiefernwälder und Moränenkuppen beschränkt und relativ kleinflächig ausgebildet.

Aufgrund der geomorphologischen Verhältnisse (Talaufweitung, geringes Gefälle) liegen die Zentren der Kalkmagerrasen im Unteren Lechtal, wo der Fluß vor der Regulierung seine größte Verzweigungsfreudigkeit hatte (Abb. 15).

Auf würmeiszeitlichen und postglazialen Schottern mit geringer Humus- und Schwemmsandaufgabe entstanden vielfältige Ausbildungen von Trocken- und Halbtrockenrasen (Xero- und Mesobromion), die sogenannten Haiden (Abb. 16). Zumindest auf den würmeiszeitlichen Niederterrassen-Schottern des Lechfelds kann man sich gut die Überdauerung einiger submediterraner und kontinentaler Sippen während des Spätglazials vorstellen (sog. Residualstandorte), von denen aus nacheiszeitlich die Besiedlung jüngerer Schotterterrassen erfolgte (vgl. Kap. 3.5). In historischer Zeit erfuhren die Trockenrasen durch die Rodungstätigkeit früherer Siedler und den Einfluß von Weidetieren eine Förderung.

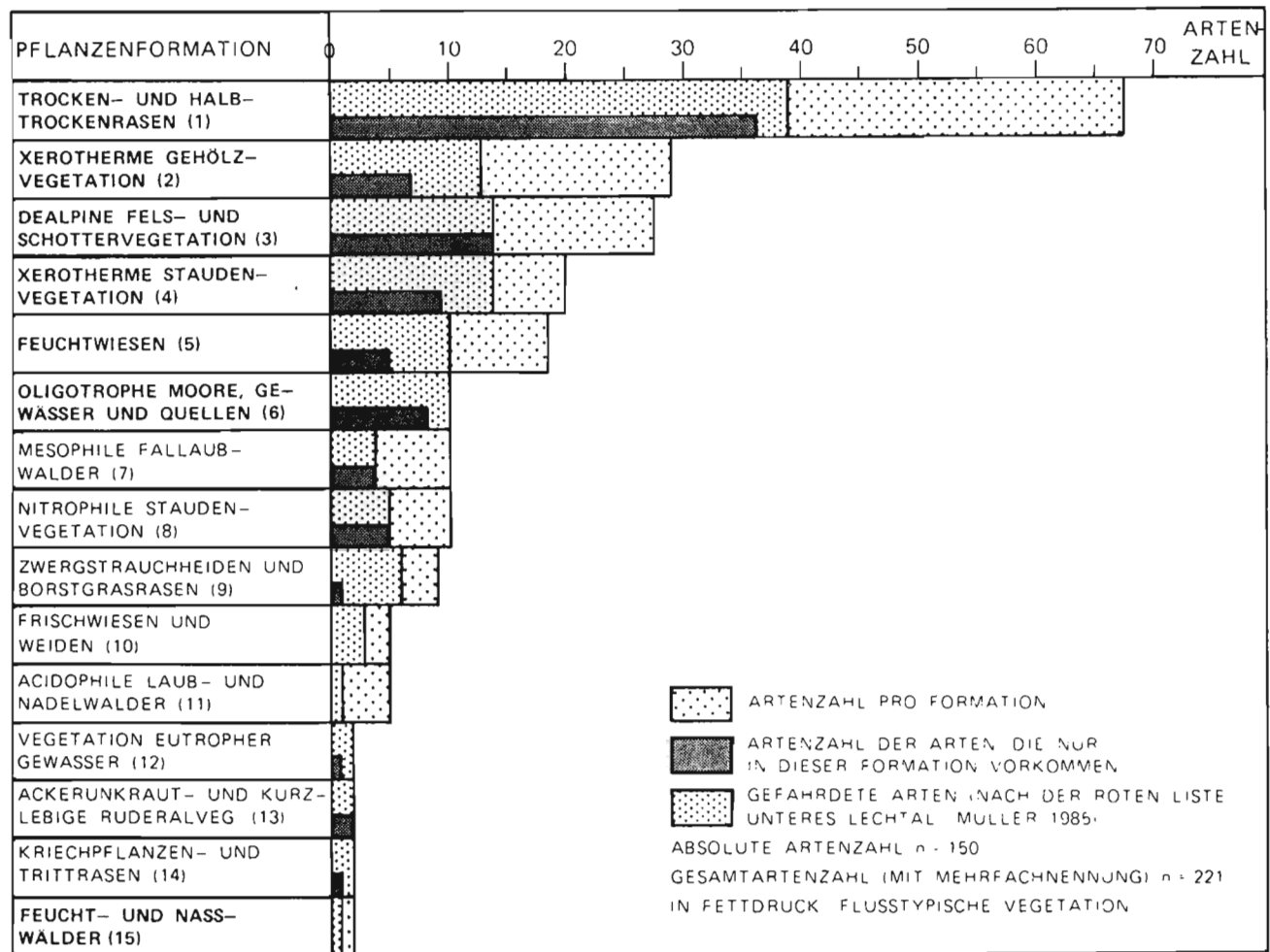
Die Kalkmagerrasen des südlich von Augsburg liegenden Lechfelds und des sich nördlich von Augsburg fortsetzenden Lechtals wurden bereits in früherer Zeit neben der Garching Haide mit gleicher Genese (vgl. TROLL 1926) als „die bedeutendste Erscheinung von Haideland in Südbayern“ bezeichnet (SENDTNER 1954).

Berühmt ist das Lechfeld vor allem wegen seiner größtenteils submediterranen Orchideen geworden (ZIEGENSPECK 1936). In Kalkmagerrasen treten auf: Hundswurz (*Anacamptis pyramidalis*), Mücken-Handwurz (*Gymnadenia conopsea*), Wohlriechende Handwurz (*Gymnadenia odoratissima*), Bienen-Ragwurz (*Ophrys apifera*), Hummel-Ragwurz (*Ophrys holosericea*) (vgl. Abb. 9 und 10), Fliegen-Ragwurz (*Ophrys insectifera*), Spinnen-Ragwurz (*Ophrys sphecodes*), Wanzen-Knabenkraut (*Orchis coriophora*), Helm-Knabenkraut (*Orchis militaris*), Kleines Knabenkraut (*Orchis morio*), Brand-Knabenkraut (*Orchis ustulata*), Berg-Waldhyazinthe (*Platanthera chlorantha*), Herbst-Schraubenstendel (*Spiranthes spiralis*). Für einige stark gefährdete Arten, wie zum Beispiel das Wanzen-Knabenkraut (*Orchis coriophora*), kann angenommen werden, daß die größte Population innerhalb der Bundesrepublik Deutschland auf dem Lechfeld zu finden ist.

Aber auch eine Reihe anderer gefährdeter Vertreter der Kalkmagerrasen zeigt innerhalb der Bundesrepublik Deutschland eine Konzentration auf dem Lechfeld, wie zum Beispiel der Klebrige Lein (*Linum viscosum*) und die

Tab. 2:

Verteilung der Farn- und Blütenpflanzen, für die das Lechtal „Brückenfunktion“ hat, auf Pflanzenformationen und deren Gefährdung



Sumpf-Siegwurz (*Gladiolus palustris*). Das Vorkommen der Sumpf-Siegwurz in den Haiden ist damit zu erklären, daß letztere häufig in engem Kontakt mit Kalkflachmoorgesellschaften stehen, die sich in ehemaligen Flutrinnen mit hohem Grundwasserstand gebildet haben. Von hier aus konnte sich die Sumpf-Siegwurz in die Trockenrasen ausbreiten, ein Phänomen, das auf dem Lechfeld auch bei anderen Feuchtgebietsarten beobachtet werden kann. Die Population der Sumpf-Siegwurz auf der Königsbrunner Haide ist mit einigen zehntausend Exemplaren (HIEMEYER 1990, mündl.) die größte in der Bundesrepublik Deutschland. Nur in Halbtrockenrasen auf dem Lechfeld gedeiht eine kleine und stark gefährdete Population des endemischen Augsburger Steppengreiskrauts (*Tephrosia integrifolia ssp. vindelicorum*) (vgl. Abb. 12).

Bezogen auf die Rote Liste des Unteren Lechtals (MÜLLER 1985) sind insgesamt über 50% der „Brückenarten“ in Trockenrasen gefährdet. Der Grund ist, daß die ehemals ausgedehnten Kalkmagerrasen des Unteren Lechtals bis auf kleine Restbestände stark zusammengeschrumpft und verinselt sind (BRESINSKY 1962, 1983, HIEMEYER 1970, 1974, MÜLLER 1988b, 1990d). Von allen Pflanzenformationen des Unteren Lechtals weisen sie die höchste Zahl an gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen auf (MÜLLER 1985).

Der starke Rückgang der Lechfeldhaiden wurde bereits durch die Flußregulierung des Lech ab 1910 eingeleitet.

Seitdem sind die Entstehungsvoraussetzungen der Haiden, nämlich die Besiedlung von Rohbodenstandorten, nicht mehr gegeben. Der ehemals weit verzweigte Fluß wurde in ein enges Korsett gepreßt und die Akkumulationstätigkeit unterbunden. Dadurch konnte die breite Auenlandschaft „urbar“ gemacht werden. Im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung, vor allem seit den 50er Jahren, wurden die Lechfeldhaiden größtenteils aufgedüngt und umgebrochen (Abb. 17). Auch die Forstwirtschaft war zum Teil bis in jüngster Zeit bemüht, die kargen Flächen durch waldbauliche Maßnahmen zu „verbessern“. Flächenverluste erlitten die Lechfeldhaiden, vor allem südlich von Augsburg, durch die Siedlungserweiterung und den Staustufenbau (vgl. MÜLLER 1988b, 1990c). Die verbliebenen Haideflächen verbuschen heute zunehmend, da die Schäferei seit circa 30 Jahren im Lechtal aufgegeben wurde und derzeit nicht die Möglichkeit besteht, alle Haiden durch Pflege zu erhalten.

Unverständlich ist, daß die Bemühungen des Naturschutzes, wenigstens repräsentative Restflächen der Lechfeldhaiden in den ehemaligen Häufigkeitszentren zu erhalten, immer wieder auf Widerstand stoßen oder scheitern, obwohl seit langem ihre internationale Bedeutung in der Fachwelt bekannt ist (z. B. BRESINSKY 1959, 1965, SENDTNER 1854, TROLL 1926, ZIEGENSPECK 1936) und auf ihre zunehmende Gefährdung hingewiesen wurde (z. B. BRESINSKY 1962, 1966, HIEMEYER 1970, 1972, 1981, MÜLLER 1985).

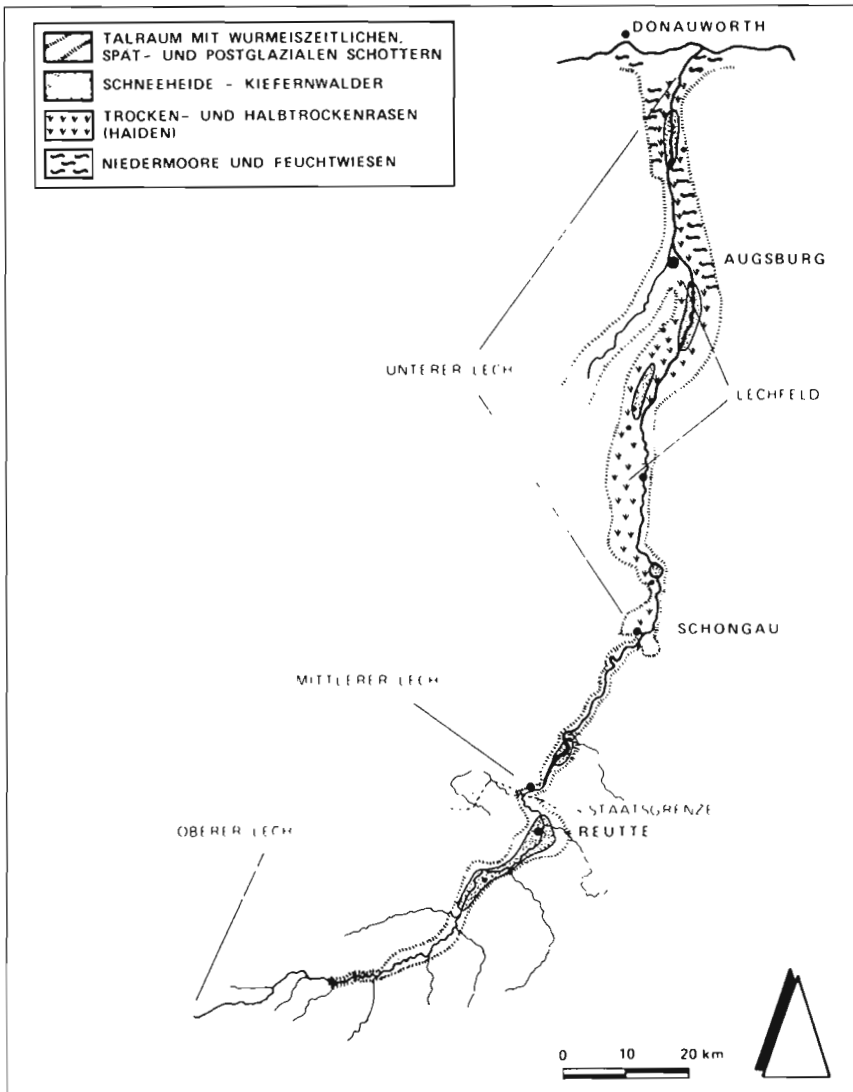


Abb. 15: Ehemalige Zentren der Trockenrasen, Schneeheide-Kiefernwälder und Niedermoorewiesen im Lechtal (Unteres Lechtal nach BRESINSKY 1959, erweitert).

Besonders schmerzhaft ist es in diesem Zusammenhang, daß die Haidewiesen auf den flußfernen Niederterrassen, als die bedeutendsten eiszeitlichen Refugialgebiete im Alpenvorland, von allen Haidetypen den stärksten Flächenverlust aufweisen. Auch die Zukunft der Restflächen ist ungewiß. Nach wie vor sind sie gefährdet oder es erfolgen Eingriffe, wie in jüngster Zeit durch die Erweiterung der Bundesstraße 17. Bislang noch nicht offiziell erfaßt (z. B. im Rahmen der Bayerischen Biotopkartierung) sind die größten Restflächen auf dem Flugplatz von Lagerlechfeld (z. B. Vorkommen der Niederen Schwarzwurzel (*Scorzonera purpurea*). Die Einflußnahme des Naturschutzes beschränkt sich derzeit auf eine kleine Fläche mit dem endemischen Augsburger Steppengreiskraut (*Tephrosia integrifolia ssp. vudelicorum*).

Ebenso schwierig gestaltet sich die Erhaltung der Resthaiden auf jüngeren Schotterterrassen. So wurde erst in jüngster Zeit mit einer seit langem geforderten Entfernung der Aufforstung auf der international bedeutsamen Königsbrunner Haide (vgl. BRESINSKY 1962) begonnen. Eine erst kürzlich durchgeführte, dringend notwendige Entbuschung der Hurlacher Haide stößt auf Widerstand aufgrund einer Bannwaldverordnung.

Ein Hauptproblem des Naturschutzes ist derzeit, daß kein gebietsübergreifendes Konzept für die Pflege und Entwicklung der gesamten Lechfeldhaiden vorliegt. Pflegemaßnah-

men werden zum großen Teil von ehrenamtlichen Helfern mit viel Idealismus und persönlichem Einsatz durchgeführt, wobei nur einige wenige Flächen kontinuierlich betreut werden.

4.2 Xerotherme Gehölzvegetation

Mit 29 Arten der xerothermen Gehölzvegetation steht dieser Lebensraumtyp an zweiter Stelle im Zusammenhang mit dem Erhalt der besonderen „Brückenfunktion“ des Lechtals. Allerdings ist gegenüber den Trocken- und Halbtrockenrasen der Anteil der Arten, die nur in dieser Formation vorkommen, geringer. Viele Sippen der xerothermen Gehölzvegetation haben weitere Hauptvorkommen in Kalkmagerrasen und in der xerothermen Staudenvegetation.

Im wesentlichen kann man im Lechtal zu dieser Pflanzenformation Wärmeliebende Gebüsch (Berberidion), Orchideen-Buchenwälder (Cephalanthero-Fagion) und Kiefern-Trockenwälder (Erico-Pinion) zählen.

Der Hauptanteil der „Brücken-Arten“ tritt in den Schneeheide-Kiefernwäldern auf. Sie werden zu den Reliktöhrenwäldern gerechnet, da die heutigen Vorkommen Reste aus einer Zeit sind (Spätglazial und Boreal), in der die Kiefernwälder eine flächenhafte Ausdehnung hatten. Mit dem postglazialen Einwandern von Fichten und Laubholzarten

wurden die Kiefernwälder auf besonders trockene Standorte zurückgedrängt. Im Alpenvorland sind heute die Grobschotterterrassen von Wildflußlandschaften Rückzugsgebiete dieser Gesellschaft. Bedingt durch die ehemals gegebene Dynamik in Umlagerungsstrecken entstanden immer wieder geeignete Rohbodenstandorte, auf denen sich diese Wälder verjüngen konnten.

Im Oberen Lechtal sind diese Kiefernwälder aufgrund noch intakter Flußdynamik in allen Altersphasen vorhanden (vgl. MÜLLER & BÜRGER 1990).

Im Mittleren Lechtal sind heute die Reliktföhrenwälder nur noch an den Moränenanschnitten erhalten. Das große Schneeheide-Kiefernwaldgebiet im Bereich der Wildflußlandschaft bei Füssen (KARL 1954) wurde durch den Bau des Forggensees vernichtet.

Im Unteren Lechtal konzentrieren sich die Kiefernwälder auf die ehemaligen großen Aufschotterungskegel im Bereich des Naturschutzgebiets „Stadtwald Augsburg“ (BRESINSKY 1959, OBLINGER 1976, MÜLLER 1988b) (vgl. Abb. 15). Die entlang des Lech am weitesten ins Alpenvorland vordringenden Schneeheide-Kiefernwälder bei Thierhaupten sind bereits fast vollständig zerstört.

Heute können sich die Reliktkiefernwälder im Alpenvorland aufgrund der verlorengegangenen Flußdynamik nicht mehr verjüngen. Dadurch werden typische Ausbildungen dieser Gesellschaft mit hohem Anteil an Schneeheide (*Erica herbacea*) und anderen lichtliebenden Arten wie Scheidige Kronwicke (*Coronilla vaginalis*) und Berggamander (*Teucrium montanum*) durch anspruchsvolle Kiefernwaldausbildungen und wärmeliebende Eichenwälder ersetzt. Gründe für den Rückgang der Schneeheide-Kiefernwälder im Alpenvorland sind außerdem Flächenanspruch durch Landwirtschaft und Forstwirtschaft sowie Staustufenbau.

Eine weitere thermophile flußtypische Gehölzgesellschaft ist die Sanddornau, die auf Aufschotterungsgebiete im Alpenvorland beschränkt ist. Als Pioniergesellschaft besiedelt sie grobschottrige Ablagerungen in Grundwasserferne oder mit zumindest wechselndem Grundwasserstand. Sie wird vom Schneeheide-Kiefernwald abgelöst. Auch für sie sind die Entstehungsvoraussetzungen aufgrund der verlorenen Flußdynamik nicht mehr gegeben, worauf ihr drastischer Rückgang zurückzuführen ist.

4.3 Dealpine Fels- und Schottervegetation

Arten der dealpinen Fels- und Schottervegetation treten im Alpenvorland vornehmlich auf Kiesbänken der Alpenflüsse („Schwemmlingsfluren“) auf. Am Bayerischen Lechlauf sind diese Biozönosen heute durch den Wasserbau fast vollständig zerstört. Der bei der Auswertung relativ hohe Anteil an diesen Arten ist darauf zurückzuführen, daß der Erfassungszeitraum der Datengrundlage (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988) bis 1945 zurückreicht. Mit dem konsequenten Ausbau des Mittleren Lech für die Energiewirtschaft wurde aber erst um 1950 begonnen (vgl. Kap. 2).

Die vorliegenden Verbreitungskarten dealpiner Arten, die auf diesen Habitattyp angewiesen sind, können darum vielfach nur noch als Zeugnis der ehemals vorhandenen Lebensgemeinschaften gedeutet werden. Reste finden sich an den letzten Kiesbänken am Bayerischen Lechlauf, zum Beispiel bei Schongau (Litzauer Schleife) und bei Augsburg (Naturschutzgebiet Stadtwald), wobei diese Flächen durch

die indirekten Auswirkungen des Gewässerausbaus (Geschieberückhalt und Verinselung der Restlebensräume) einer fortlaufenden Entwertung anheimfallen (vgl. MÜLLER 1990a). Stenöke Arten, die im Alpenvorland ausschließlich auf offene, frisch aufgeschüttete Kiesbänke beschränkt sind, wie zum Beispiel Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) (Abb. 18 und 19), Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina*), Alpen-Knorpellattich (*Chondrilla chondrilloides*), Kugelschötchen (*Kernera saxatilis*) und Wimper-Nabelmiere (*Moehringia ciliata*) sind darum heute am Bayerischen Lechlauf stark zurückgegangen oder ausgestorben. Ihre aktuelle Gefährdung im Alpenvorland wird darum an der lokalen Roten Liste für das Untere Lechtal besonders deutlich (MÜLLER 1985). Hier weist diese Formation den höchsten Anteil an ausgestorbenen oder verschollenen Arten von allen Pflanzenformationen auf.

4.4 Xerotherme Staudenvegetation

Als Kontaktvegetation zwischen den Kalkmagerrasen und der xerothermen Gehölzvegetation (Schneeheide-Kiefernwälder) beherbergt diese Pflanzenformation (Geranion sanguinei) ebenfalls eine Reihe lechspezifischer „Brückenarten“.

Sippen, die nur in der xerothermen Staudenvegetation ihren Lebensraum haben, sind: Kicher-Tragant (*Astragalus cicer*), Blutroter Storchschnabel (*Geranium sanguineum*), Berg-Laserkraut (*Laserpitium siler*), Feuer-Lilie (*Lilium bulbiferum*), Echter Steinsame (*Lithospermum officinale*), Kamm-Wachtelweizen (*Melampyrum cristatum*), Berg-Leinblatt (*Thesium bavarum*), Hügel-Klee (*Trifolium alpestre*), Purpur-Klee (*Trifolium rubens*).

Von diesen beschränken sich Berg-Laserkraut (*Laserpitium siler*) und Feuer-Lilie (*Lilium bulbiferum*) innerhalb des Alpenvorlands fast ausschließlich auf das Lechtal und stehen nicht in Verbindung zu den Vorkommen im Gebirge. Es zeigt sich – wie bei einer Reihe anderer typischer Lechtalarten – daß die voralpinen Teilareale gegenüber den alpinen eine gewisse Selbständigkeit haben und somit eine glaziale (zumindest spätglaziale) Überdauerung der Sippen auf den Schotterebenen des Lech angenommen werden kann (BRESINSKY 1965).

Die Ursachen für den Rückgang der xerothermen Staudenvegetation sind im wesentlichen die gleichen wie für den Rückgang der Trockenrasen und Kiefernwälder.

4.5 Feuchtwiesen

Vor allem im Unteren Lechtal müssen Streuwiesen vor der Zerstörung der flußfernen Niedermoore (vgl. Kap. 4.6) einen charakteristischen Lebensraum gebildet haben, der oft kleinflächig mit Haidewiesen auf höheren Flußterrassen in Kontakt stand (SENDTNER 1854).

Darauf ist es zurückzuführen, daß sehr viele Arten der Feuchtwiesen auch in Haiden auftreten und umgekehrt, wie zum Beispiel Stengelloser Kalk-Enzian (*Gentiana clusii*), Wanzen-Knabenkraut (*Orchis coriophora*) und als bekanntestes Beispiel die Sumpf-Siegwurz (*Gladiolus palustris*) (Abb. 20). Während diese heute im Unterlauf vor allem in Kalkmagerrasen vorkommt, bevorzugt sie im Mittellauf Streuwiesen an Moränenhängen und auf Seetonen (STEINGEN 1988, STURM 1984).



Abb. 16:

Unteres Lechtal bei Augsburg
Königsbrunner Haide im Naturschutzgebiet „Stadtwald Augsburg“ (1989)

Bedeutendster Rest der ehemals großflächig ausgebildeten Halbtrockenrasen (Lechfeldhaiden) und deren Kontaktgesellschaften auf den vom Fluß abgelagerten Schottern.

Gebiet von internationaler Bedeutung! Der Hauptanteil der Pflanzen, für die das Lechtal eine „Pflanzenbrücke“ zwischen den Alpen und der Alb bildet, kommt in diesem Lebensraumkomplex vor



Abb. 17:

Maisfeld auf dem Lechfeld südlich von Augsburg (1989)

So wie hier wurde der Großteil der Lechfeldhaiden durch die Landwirtschaft zerstört. Die Folge ist nicht „nur“ der unwiederbringbare Verlust von einmaligen biologischen und kulturhistorischen Denkmälern, sondern auch eine zunehmende Gefährdung des Grundwassers (Nitrat- und Atrazineintrag). Aus Gründen des Trinkwasserschutzes bestehen darum Bestrebungen, die landwirtschaftliche Nutzung auf dem Lechfeld zu extensivieren



Abb. 19:

Letzte große Bestände der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) DESV.) am Oberen Lech (Aufnahme 1985). Die ehemals am gesamten Lech auf frisch aufgeschütteten Kies- und Sandflächen häufige Art steht am Bayerischen Lech aufgrund der Flußbaumaßnahmen kurz vor dem Aussterben.

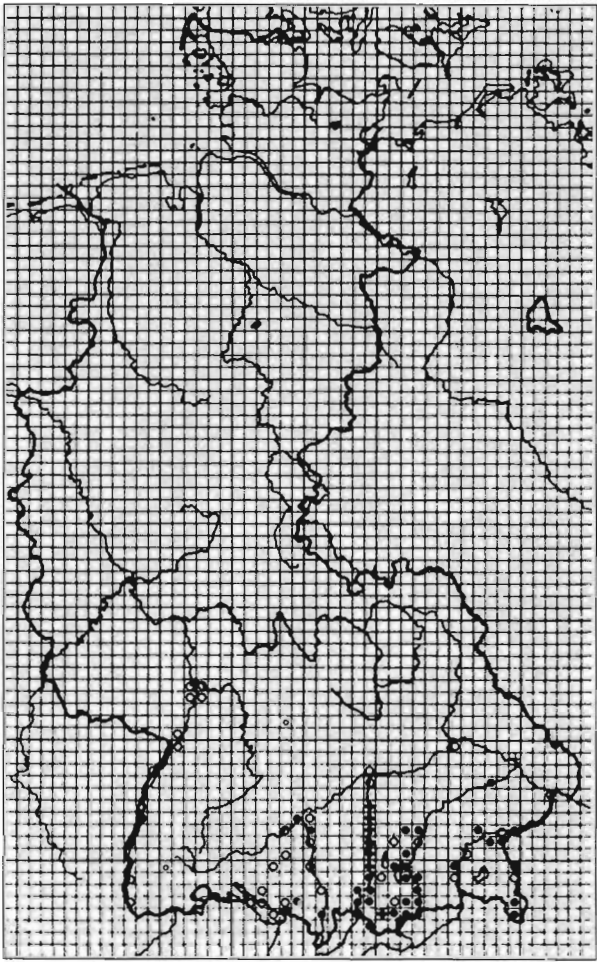


Abb. 18: Verbreitung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) DESV.) in der Bundesrepublik Deutschland (aus HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988, aktualisiert für das Lechtal: N. Müller 1989)

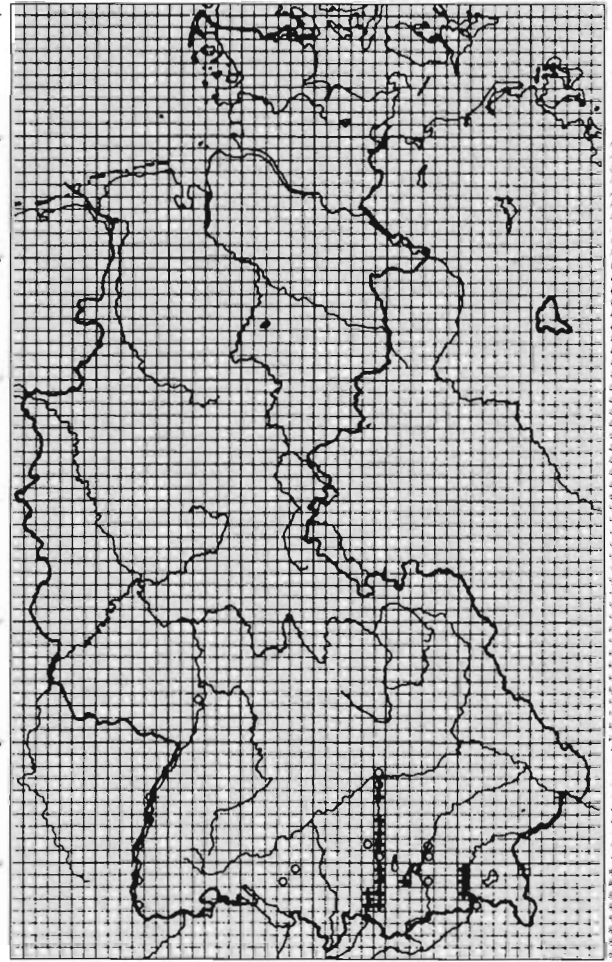


Abb. 21: Verbreitung des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* HOPPE) in der Bundesrepublik Deutschland (aus MÜLLER 1990a)

Als typische Wechselfeuchtezeiger sind Wohlriechender Lauch (*Allium suaveolens*), Knollige Kratzdistel (*Cirsium tuberosum*) und Spargelschote (*Tetragonolobus maritimus*) zu nennen.

Heute finden sich im Unteren Lechtal nur noch kleinere Streuwiesen in den flußnahen Alluvionen im Bereich ehemaliger Flußrinnen, in denen das Grundwasser fast oberflächlich ansteht. Hier hat das Nordische Mariengras (*Hierochloë odorata* ssp. *odorata*), eine typische Lechtalpflanze, ihren Lebensraum.

4.6 Oligotrophe Moore, Gewässer und Quellen

Mit 80% besonders hoch ist der Anteil jener lechtalspezifischen Arten, die ausschließlich in der Formation der oligotrophen Moore, Gewässer und Quellen ein Hauptvorkommen haben. Dabei handelt es sich vorwiegend um Vertreter von Kalkflachmoorgesellschaften (Scheuchzerio-Caricetea fuscae).

Die ehemals großflächigen Niedermoorwiesen des Unteren Lechtals zwischen Augsburg und der Donau sind heute gänzlich zerstört. Sie verdanken ihre Entstehung dem hohen Grundwasserstand in den flußfernen Alluvionen, wodurch es zu Vermoorungen kam. Mit der durch die Flußbaumaßnahmen bedingten Eintiefung des Flußlaufs und

Grundwasserabsenkung fielen sie zunehmend trocken und konnten besser entwässert und damit intensiver landwirtschaftlich genutzt werden. Waren sie auch nicht so reichhaltig an dealpinen Arten wie die Haidewiesen und Schneeheide-Kiefernwälder, so konnten einst die Augsburgsburger Lokalfloristen noch folgende „Brücken-Arten“ feststellen (nach BRESINSKY 1959): Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*), Alpen-Fettkraut (*Pinguicula alpina*) und Wohlriechender Lauch (*Allium suaveolens*). Mit den Niedermoorwiesen im Unteren Lechtal sind Moor-Segge (*Carex buxbaumii*), Sumpf-Knabenkraut (*Orchis palustris*) und Sommer-Schraubenstendel (*Spiranthes aestivalis*) verschwunden.

Typisch für den unregulierten Lech waren einst Kalkflachmoorgesellschaften mit Pioniercharakter wie die Gebirgsimsen-Gesellschaft und der Zwergrohrkolbensumpf. Sie bildeten einen charakteristischen Vegetationskomplex von frisch entstandenen Altwassern und reichten als dealpine Moorkomplexe entlang des Lech bis an die Donau. Durch die Regulierung sind heute ihre stenöken Vertreter fast vollständig verschwunden, wie beispielhaft am Rückgang des Zwergrohrkolbens (*Typha minima*) dokumentiert wurde (vgl. MÜLLER 1990a). Heute existiert vom Zwergrohrkolben (*Typha minima*) nur noch eine größere, stark gefährdete Population am Oberen Lech bei Pinzwang (Abb. 21 und



Abb. 20: Sumpf-Siegwurz (*Gladolus palustris* GAUDIN) Ihre Hauptverbreitung in der Bundesrepublik Deutschland hat die Sumpf-Siegwurz im Lechtal und ihre größte Population auf der Königsbrunner Haide

22), die zugleich die letzte der ehemals bedeutenden Vorkommen im Alpenvorland ist.

Weitere Vertreter von Kalkflachmoorgesellschaften in alten Flußrinnen, die im Alpenvorland einen starken Rückgang aufweisen, sind: Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*), Karlsszepter (*Pedicularis sceptrum - carolinum*), Fett-hennen-Steinbrech (*Saxifraga aizoides*) und Dorniger Moosfarn (*Selaginella selaginoides*).

Als Refugialstandorte für Arten der oligotrophen Moore fungieren auch vom Fluß angeschnittene Moränenhänge, in denen das Grundwasser zutage tritt. Hier sei beispielhaft der Kies-Steinbrech (*Saxifraga mutata*) genannt, der als präalpine Art eine starke Häufung im Mittleren Lechtal zeigt. Durch die Umwandlung des Lech in eine Stauseenkette drohen die typischen Pioniergesellschaften der Prallufer zunehmend zu verbuschen, da die erodierende Kraft des Wassers fehlt.

4.7 Feucht- und Naßwälder

Am Lech treten am Ober- und Mittellauf aus dieser Formation vor allem Grauerlenwälder (Alno-Ulmion) und Weiden-Ufergebüsche (*Salicetalia purpureae*) auf, während am Unterlauf die Erlen-Eschen Wälder (Alno-Ulmion) vorherrschen.

Von den Weiden-Ufergebüschen hat die Weiden-Tamarisken Gesellschaft als Pioniergesellschaft von frisch aufgeschütteten Kiesflächen durch die Flußregulierungen den stärksten Verlust erfahren. Damit ist der Rückgang der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) verbunden, zumal diese, ähnlich wie der Zwergrohrkolben, ganz spezifische Biotopansprüche hat und nur in intakten Wildflußlandschaften vorkommt. Das wird daran deutlich, daß in der noch unregulierten Litzauer Schleife ihre ehemals großen Bestände (vgl. BRESINSKY 1965), ähnlich wie die des Zwergrohrkolbens, heute ganz verschwunden sind, obwohl keine direkten Eingriffe im Flußbett erfolgten. Durch die flußaufwärts liegenden Stauseen ist jedoch die Flußdynamik so stark gestört (kein Geschiebetransport), daß ihre spezifischen Lebensraumansprüche nicht mehr erfüllt wurden. Große Bestände der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) gibt es nur noch am Oberen Lech (vgl. MÜLLER 1988, MÜLLER & BÜRGER 1990), die wohl aufgrund des allgemeinen Rückgangs dieser circumalpinen Art zu den größten und bedeutendsten in ganz Mitteleuropa zählen (vgl. Abb. 18 und 19).

Im Mittel- und Unterlauf sind von den Weiden-Ufergebüschen die Lavendelweiden-Gebüsche (*Salicetum elaeagni*) und Silberweiden-Gehölze (*Salicion albae*) entlang der verbliebenen Fließstrecken als schmales Band im ufernahen Bereich noch vorhanden. Dahinter schließt sich auf feineren Sedimenten der Grauerlenauwald an, der ebenfalls an laufende Überschwemmungen angepaßt ist. Durch die Flußbetteintiefung im Mittel- und Unterlauf werden die Grauerlenwälder immer seltener überschwemmt, so daß sie zunehmend von Erlen-Eschen-Wäldern ersetzt werden.

Durch den Bau der Staustufen sind die flußbegleitenden Feucht- und Naßwälder insbesondere am Mittel- und Unterlauf des Lech stark verinselt.

5 Konsequenzen für den Arten- und Biotopschutz

Das Lechtal nimmt unter allen dealpinen Flüssen in Mitteleuropa im Hinblick auf die Verbreitung seltener und charakteristischer Farn- und Blütenpflanzen sowie Biozönosen eine einmalige Stellung ein. Ähnlich verhält es sich mit der Fauna (vgl. WALDERT 1990, in diesem Heft). Aus der Sicht des Schutzes von Flußtal-typischen Organismen und Lebensgemeinschaften kann darum das Lechtal als **übernational bedeutsam** klassifiziert werden.

Wie dargestellt, sind in diesem Zusammenhang neben den Pioniergesellschaften von Wildflußlandschaften (dealpine Schottervegetation und Kalkflachmoore in Altwässern) vor allem deren Kontaktgesellschaften auf flußfernen Aufschotterungen, wie Trockenrasen und Kiefernwälder, von Bedeutung. Diese haben sich aufgrund der geomorphologischen Situation (Aufschotterungskegel) besonders großflächig im Unteren Lechtal entwickeln können (Lechfeldhaiden). Der hohe Anteil der Arten, die nur in einer Formation und nur im Lechtal auftreten, verdeutlicht deren spezifische Habitatansprüche und deren Gefährdung durch Veränderungen im Flußsystem, da sie in der Regel keine Ersatzstandorte annehmen.

Der Lech ist heute im bayerischen Raum der am stärksten für die Wasserkraft ausgebaute Fluß in den Nordalpen und



Abb. 22:

Letzter stark gefährdeter Zwergrohrkolbensumpf am Oberen Lech (zwischen Pinzwang und Füßen) und letzte Population des ehemals für das Lechtal typischen Zwergrohrkolbens (*Typha minima* HOPPE), auf der Alpennordseite (Aufnahme 1988).

dem Vorland. Aber auch die in Österreich im Oberlauf noch verbliebenen Wildflußstrecken sind durch begonnene und geplante energiewirtschaftliche Maßnahmen gefährdet.

Durch den Verlust der Flußdynamik stehen nicht nur die Organismengruppen vor der endgültigen Ausrottung, die auf fortlaufende Übersättigung und Überschwemmung angewiesen sind, sondern es droht auch den flußfernen xerothermen Biozönosen eine fortlaufende Entwertung, da ihre Entstehungsvoraussetzungen nicht mehr gegeben sind. Damit sind die Ergebnisse einer jahrtausendelangen Entwicklung in Gefahr: Die „Pflanzenbrücke“ Lechtal droht zu verfallen, wie bereits am starken Rückgang vieler Arten zu beobachten ist.

Der Naturschutz ist deshalb dringend aufgerufen, Konzepte für den Lech zu entwickeln, die einem weiteren Rückgang und der Entwertung flußtypischer Lebensräume entgegenwirken. Schutzstrategien können dabei auf die Dauer nur erfolgreich sein, wenn sie das natürliche Flußregime in den Grundzügen erhalten bzw. im Bereich der Staustufen simulieren. Rein statische Schutzmaßnahmen, die sich nur auf einen Flächenerhalt konzentrieren, sind dagegen von vornherein zum Scheitern verurteilt, da sie unter den gegebenen Bedingungen zu einem weiteren Verlust der charakteristischen Pionier- und Folgegesellschaften führen. Bei Biotopschutzkonzepten ist den Biozönosen, die einen besonders hohen Anteil an lechtalspezifischen Arten besitzen, vorrangig Aufmerksamkeit zu widmen. Darüber hinaus müssen alle in Tab. 2 aufgeführten flußtypischen Lebensgemeinschaften in ein mittelfristiges Pflege- und Entwicklungskonzept eingeschlossen werden, da sie für den Erhalt der „Pflanzenbrücke“ Voraussetzung sind. In diesem Zusammenhang sind folgende Forderungen zu stellen:

5.1 Bestandserfassung

Grundlage für Maßnahmen muß eine ökologische Bestandserhebung (vgl. GERKEN 1988) der gesamten Lechauen bilden. Nur sie gewährleistet eine sinnvolle Planung und den Einsatz von entsprechenden Finanzmitteln.

Bereits vorliegende Untersuchungen wie Biotopkartierung und Kartierung der Flußauen des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz (EDER 1981) sind wichtige Grundlagen, die in diesem Zusammenhang noch wesentlich erweitert und verfeinert werden müssen.

Notwendig sind für praxisorientierte Pflege- und Entwicklungskonzepte vor allem Erhebungen in den Bereichen:

a) Geomorphologie und Hydrologie

Da sich durch die flußbaulichen Maßnahmen die ökologischen Bedingungen für die Auenlebensräume stark verändert haben (Verlust der Dynamik, Grundwasserabsenkung), sind geomorphologische (vgl. z.B. JERZ et al. 1986, MÜLLER & BÜRGER 1990) und hydrologische Erhebungen eine wesentliche Grundlage für Renaturierungskonzepte.

b) Flora und Vegetation

Detaillierte Erfassung der Vegetation flußtypischer Biozönosen (von Schwemmlingsfluren bis Schneeheide-Kiefernwälder) (vgl. z. B. JERZ et al. 1986, MÜLLER & BÜRGER 1990).

Ortsbezogene Kartierung der lechtalbedeutsamen Arten unter besonderer Berücksichtigung kritischer Sippen (insbesondere Unterarten).

c) Fauna

Habitatbezogene Erhebung der lechtalbedeutsamen und flußtypischen Pflanzen- und Tierarten (vgl. auch WALDERT 1990, in diesem Heft).

Die zahlreichen, zum Teil bereits älteren Publikationen zur Flora, Vegetation, Fauna und Geomorphologie ausgewählter Gebiete des Lechtals sind wertvolle Dokumente für eine Auswertung im Hinblick auf Bestandsverlust und -veränderungen der lechtaltypischen Lebensgemeinschaften.

Neben der Bestandsaufnahme der aktuellen Situation flußtypischer Habitate muß repräsentativ eine Erfolgskontrolle dringend notwendiger Pflege- und Regenerationsmaßnahmen erfolgen. Dies sollte durch faunistische und geobotanische Dauerbeobachtungen (vgl. z. B. MÜLLER 1990c) erfolgen. Derzeit werden bereits umfangreiche Finanz- und Personalmittel in die Landschaftspflege investiert, während hingegen eine Erfolgskontrolle bislang die Ausnahme ist.

5.2 Erhalt und Regeneration von Fließgewässerstrecken

Naturnahe Umlagerungsstrecken mit ausgedehnten Pionierstandorten sind die am meisten gefährdeten Biozöosen in Mitteleuropa. Heute sind in den großen dealpinen Wildflußlandschaften der Nordalpen nur noch an der Oberen Isar und am Oberen Lech längere Strecken mit ausgedehnten Kiesbänken vorhanden. Am Oberen Lech gibt es sogar Umlagerungsstrecken mit weitgehend ursprünglichem Wasser- und Geschiebehauhalt. Es sollten Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen erarbeitet werden, bei denen Flußverbauungen, die nicht dem direkten Schutz von Straßen und Siedlungen dienen, rückgebaut werden (SCHEUERMANN & KARL 1990, MÜLLER & BÜRGER 1990). Damit böte sich am Lech eine der letzten Gelegenheiten, einen repräsentativen Habitattyp alpiner Wildflußlandschaften zu erhalten.

Für die verbliebenen Fließstrecken, in denen bereits schwerwiegende Eingriffe in den Geschiebehauhalt erfolgt (vor allem lechabwärts ab Reutte sowie im gesamten bayerischen Raum), ist es dringend erforderlich, Konzepte zu entwickeln, die darauf abzielen, die natürlichen Verhältnisse zu simulieren. Vor allem muß das Flußbett wieder aufgeweitet und das Gerölldefizit ausgeglichen werden. Nur dadurch kann der fortlaufenden Eintiefung und damit Entwertung der Auenstandorte Einhalt geboten werden. Dabei sind im besonderen der noch unregulierten Litzauer Schleife als repräsentativem, voralpinem Landschaftstyp sowie den bereits begrädeten Fließstrecken Aufmerksamkeit zu schenken. In diesem Zusammenhang ist es unverständlich, daß aus den Staustufen immer noch Kies entnommen wird, obwohl sich der Fluß aufgrund des Gerölldefizits in den verbliebenen Fließstrecken weiter eintieft.

Diese Vorschläge sind als dringende Sofortmaßnahmen zu sehen, um die letzten Reste der von fortlaufender Überschwemmung abhängigen Lebensräume vor dem Aussterben zu bewahren. Darüber hinaus müssen aber auch Konzepte entwickelt werden, wie die Auendynamik am gesamten Lechlauf wieder simuliert oder hergestellt werden kann.

5.3 Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen Lechfeldhaiden

Die Lechfeldhaiden südlich und nördlich von Augsburg und ihre Kontaktgesellschaften (Oligotrophe Moore, Feuchtwiesen und Trockenwälder) sind aufgrund ihrer Genese, Größe und Artenzusammensetzung biologische und kulturhistorische Denkmäler von internationaler Bedeutung. Die Häufigkeit der Überschneidung dealpiner, submediterraner und kontinentaler Florenelemente erreicht hier im Lechtal ihren Höhepunkt und äußert sich augenfällig im floristischen Reichtum der Haiden (vgl. z. B. HIEMEYER 1990).

Ein Großteil der Lechfeldhaiden hat bereits heute kritische Flächengrößen erreicht (vgl. MÜLLER 1990d), in denen die Minimalareale typischer Organismen nicht mehr erreicht werden. Dies verdeutlichen die Populationsschrumpfung und Verluste vieler stenöker Pflanzen- und Tierarten (HIEMEYER 1972, MÜLLER 1985, WALDERT 1990, in diesem Heft). Unter den veränderten Lebensbedingungen für diese Biozöosen (Verlust der natürlichen Entstehungsvoraussetzungen, Rückgang der Schafbeweidung, erhöhter Nährstoffeintrag aus der Luft), ist es dringend ge-

boten, Arten- und Biotophilsprogramme zu erstellen. Da es sich um fließwassertypische Habitate handelt, ist ein hoher Prozentsatz der Arten von der Auendynamik abhängig. Zum Beispiel ist die Präsenz von Rohbodenstandorten, die unter den heutigen Bedingungen künstlich geschaffen werden müssen, Voraussetzung für die Erhaltung des typischen Artenspektrums.

In jüngster Zeit wurden systematische Artenhilfsmaßnahmen (für das Augsburger Steppengreiskraut durch das Bayerische Landesamt für Umweltschutz) und Biotop-schutzmaßnahmen für repräsentative Haidetypen (im Naturschutzgebiet „Stadtwald Augsburg“, vgl. MÜLLER & WALDERT 1987) begonnen. Sie sollten auf das gesamte Lechfeld ausgedehnt werden.

Derzeit bestehen Bestrebungen, aus Gründen des Trinkwasserschutzes großflächig die Landwirtschaft auf den jungdiluvialen und alluvialen Schottern des Lechfelds zu extensivieren. Dabei besteht wohl die einmalige Chance, die Belange des Arten- und Biotopschutzes mit denen des Trinkwasserschutzes so zu koordinieren, daß sie zu beider Nutzen optimiert werden können.

5.4 Aufbau eines Biotopverbundsystems Lechtal

Zum Erhalt der „Pflanzenbrücke“ Lechtal sowie der über-national bedeutsamen Biozöosen ist eine Regeneration und Wiederverknüpfung aller Auenbiotope erforderlich. Durch die Flußregulierungen und den Bau der Staustufen haben sich die ökologischen Bedingungen für die Auenlebensgemeinschaften stark verändert. Die land- und forstwirtschaftliche Nutzung ehemaliger Überschwemmungsbereiche hat eine starke Verinselung von Feucht- und Trockenlebensräumen bewirkt. Die über Jahrtausende anhaltenden Wanderbewegungen von Pflanzen und Tieren sind dadurch unterbrochen.

Erste Konzepte für die Wiederverknüpfung der Lechfeldhaiden und ihrer xerothermen Kontaktgesellschaften wurden bereits im Rahmen des Pflege- und Entwicklungskonzepts „Naturschutzgebiet Stadtwald Augsburg“ erstellt. Sie sollten im gesamten Lechtal fortgesetzt werden.

Für die Feuchtlebensräume sind solche „Verbundsysteme“ wesentlich schwieriger umzusetzen, solange die natürliche Auendynamik nicht wiederhergestellt werden kann. Zumindest sollten – solange nicht umfassende Konzepte zur Verwirklichung kommen – wo immer möglich, die natürlichen Verhältnisse simuliert werden.

6 Zusammenfassung

Das Lechtal nimmt hinsichtlich der Verbreitung von Farn- und Blütenpflanzenarten unter allen großen Flüssen in Mitteleuropa eine Sonderstellung ein. Eine Vielzahl dealpiner, submediterraner und kontinentaler Pflanzenarten konzentriert sich hier oder ist in ihren Teilarealen in den Alpen und im Jura über den Lech verbunden.

In der eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Florenentwicklung muß das Lechtal eine bedeutende Rolle gespielt haben: Über seine Schotterfluren konnten vorzugsweise Kalkbodenpflanzen von den Alpen in die Alb und umgekehrt wandern. Dabei fungierten die Kalkschotterterrassen

des Unteren Lechtals in verschiedenen Epochen als Refugialgebiete und Wiederausbreitungszentren für alpine, mediterrane und kontinentale Florenelemente.

Der Hauptanteil der in diesem Zusammenhang bedeutsamen Arten der „Pflanzenbrücke Lechtal“ kommt in Lebensgemeinschaften vor, die ihre Entstehung der Flußdynamik verdanken. Neben Pioniergesellschaften von Wildflußlandschaften sind dies vor allem deren Kontaktgesellschaften auf flußfernen Aufschotterungen, wie Trockenrasen und Trockenwälder. Ihre höchste Konzentration erreichen die lechbedeutsamen Pflanzen in den Trockenrasen des Unteren Lechtals (Lechfeldhaiden).

Der Lech ist heute der am stärksten für die Energiewirtschaft ausgebaute Fluß in den Nordalpen. Im Mittel- und Unterlauf besteht er auf weiten Strecken aus einer Kette von Stauseen. Letzte intakte Wildflußstrecken gibt es nur noch am Oberen Lech. Die verbliebenen, größtenteils regulierten Fließstrecken im Mittel- und Unterlauf tiefen sich mangels Geschiebe fortlaufend ein.

Aufgrund der Flußbaumaßnahmen sind charakteristische Lebensräume der ehemaligen Wildflußlandschaft, wie Schwemmlingsfluren und Naßwälder, stark zurückgegangen, die lebensraumtypischen Sippen stehen heute größtenteils vor dem Aussterben. Aber auch die indirekt von der Auendynamik abhängigen xerothermen Biozöosen, wie Trockenrasen und -wälder, fallen einer zunehmenden Entwertung anheim, da ihre Entstehungsvoraussetzungen nicht mehr gegeben sind. Durch land- und forstwirtschaftliche Nutzung wurden sie in den letzten 50 Jahren zusätzlich stark zurückgedrängt. Das ist umso schwerwiegender einzustufen, als gerade die Trockenrasen und -wälder für den Erhalt der „Pflanzenbrücke Lechtal“ von größter Bedeutung sind.

Darum ist es dringend notwendig, daß der Naturschutz zu Konzepten kommt, die darauf abzielen, die übernationale Bedeutung des Lechtals zu erhalten. In diesem Zusammenhang sind auf Grundlage aktueller ökologischer Bestandserhebungen folgende Maßnahmen zu fordern:

- a) Erhalt und Regeneration von Fließgewässerstrecken
Am Oberen Lech bietet sich eine der letzten Gelegenheiten in Mitteleuropa, den repräsentativen Lebensraumkomplex einer alpinen Wildflußlandschaft mit ihren Umlagerungsstrecken und ausgedehnten Pionierstandorten zu erhalten. Für die verbliebenen, größtenteils regulierten Fließstrecken am Mittleren und Unteren Lech ist es erforderlich, Konzepte zu entwickeln, die darauf abzielen, das Flußbett wieder aufzuweiten und die natürlichen Verhältnisse wie Geschiebetransport und Hochwasser zu simulieren.
- b) Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen Lechfeldhaiden
Zur Sicherung des typischen Artenspektrums dieser international bedeutsamen Lebensräume, die heute auf kleine Reste zusammengeschrumpft und verinselt sind, ist es notwendig, die bestehenden Flächen wieder zu vergrößern und zu verknüpfen. Als Biozöosen, die ihre Entstehung der Fließgewässerdynamik verdanken, ist für den Erhalt des gesamten Artenspektrums die fortlaufende Präsenz von Rohbodenstandorten notwendig, die unter den heutigen Bedingungen künstlich geschaffen werden müssen.
- c) Aufbau eines Biotopverbundsystems Lechtal
Zum Erhalt der „Pflanzen- und Tierbrücke“ Lechtal sowie ihrer international bedeutsamen Lebensräume müssen im

gesamten Lechtal die Auenbiotope wieder reaktiviert und verbunden werden, um Wanderbewegungen von Pflanzen- und Tierarten wieder zu ermöglichen. Zur möglichst wirksamen Umsetzung dieser Forderungen ist ein zusammenhängendes „Schutzgebiet Lechtal“ anzustreben.

Summary

With regard to the distribution of plants the Lech-Valley has a special position among all large rivers in Central Europe. Many dealpine, submediterranean and continental plant-species are concentrated here, or their partial areas in the Alps and the Jura Mountains are connected by the Lech-Valley.

In the glacial and postglacial flora-evolution, the Lech-Valley must have played an important role: over the gravel bars, mainly chalky-soil-plants migrated from the Alps to the Jura and vice versa. In this manner the chalky gravel-bars of the Lower Lech-Valley functioned as a refuge and a centre of recolonization for alpine, mediterranean and continental plants.

The most species of this „plant-bridge Lech-Valley“, live in biocoenoses, which owe their existence to the dynamics of the river. Besides the pioneer-communities, first there are their connecting associations on gravel banks remote from the river, where one now finds dry grasslands and dry woods. These characteristic plants reach their highest concentration in the dry grasslands of the Lower Lech-Valley (Lechfeldhaiden).

Of all northern alpine rivers, the River Lech is the most impounded for gaining electric energy today. Over far distances, it has been converted into a chain of artificial lakes. Remaining stretches of an intact furcation zone still exist only within the Upper Lech. Within the Middle and Lower Lech, the last running, usually regulated sections are deepening continuously in lack of bed-load and river-dynamics.

Therefore the characteristic habitats of the pioneer vegetation and wet riparian forests of the formerly free flowing river are strongly degraded just like the xerothermous vegetation occupying dry grasslands and dry woods, because they also are essentially dependent on the dynamics of the river. Due to intensifying utilization by agriculture and forestry, they were additionally decimated. This must be taken into even more serious account because they are of greatest importance for the „plant-bridge Lech-Valley“.

Therefore it is necessary that nature conservation develops concepts to preserve the supranational importance of the Lech-Valley. On basis of recent ecological investigations the following measures were found to be necessary:

- a) Conservation and restoration of free running stretches
The Upper Lech offers one of the last opportunities to conserve the habitat-complex of a natural alpine river with its furcation zones and vast pioneer sites. It is necessary to evolve concepts for the remaining, mainly regulated sections of the Middle and Lower Lech on purpose of rewidening the river bed and simulating natural conditions such as alluvial deposits and floods.

b) Measures for maintenance and development of dry grasslands (Lechfeldhaiden)

In order to preserve the typical species-composition of these internationally important habitats, which today are reduced to small insularly isolated relicts, it is necessary to enlarge and reconnect the still existing areas. As biocoenoses that essentially depend on the natural dynamics of water courses they need – for protection of their entire spectrum of species – the permanent presence of pioneer habitats, which must be created artificially because of today's conditions.

c) Creation of a system of interrelated biotopes in the Lech-Valley

For protection of the floristic and faunistic „bridge-function“ of the Lech-Valley with its habitats of international importance the alluvial biocoenoses have to be reactivated and reconnected. This would reenale the migration of plants and animals through/along the valley again.

An interrelated „Natural Park Lech-Valley“ is urgently needed in order to realize these demands.

Dank

Für zum Teil ausführliche Diskussionsbeiträge und kritische Anmerkungen danke ich Herrn Prof. Dr. A. Bresinsky (Regensburg), Herrn Dr. F. Hiemeyer (Augsburg), Herrn Dr. E. Krach (Ingolstadt), Herrn Dr. W. Lippert (München), Herrn Prof. Dr. P. Schönfelder (Regensburg) und Herrn Dipl. Biol. P. Sturm (München).

7 Literatur

- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1964): Geologische Karte von Bayern M 1500 000. – 2. Aufl.; München.
- BERTSCH K. (1949): Geschichte des deutschen Waldes. – Jena.
- BRESINSKY, A. (1959): Die Vegetationsverhältnisse der weiteren Umgebung Augsburgs. – Ber. Naturforsch. Ges. Augsburg 11: 1–8 u. 59–234.
- BRESINSKY, A. (1962): Wald und Heide vor den Toren Augsburgs. Zerfall berühmter Naturschutzgebiete? – Jahrb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpflanzen u. -tiere 27: 125–141.
- BRESINSKY, A. (1965): Zur Kenntnis des circumalpinen Florenelementes im Vorland nördlich der Alpen. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 38: 6–67.
- BRESINSKY, A. (1966): Naturschutzgebiet Kissinger Heide. – Jahrb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpflanzen u. -tiere 31: 165–171.
- BRESINSKY, A. (1983): Die Trockenrasen des Lechfeldes – Arteninventar und Konsequenzen für den Schutz von Pflanzenarten. – ANL-Tagungsber. 6: 33–54.
- BRESINSKY, A. & GRAU, J. (1970): Zur Chorologie und Systematik von *Biscutella* im Bayerischen Alpenvorland. – Ber. Bay. Bot. Ges. 42: 101–108.
- C AFLISCH, F. (1850): Flora von Augsburg. – Von Jenisch und Stag'sche Buchhandlung: Augsburg.
- DÖRR, E. (1964 ff): Flora des Allgäus. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 27 ff.
- EDER, R. (1981): Ökologische Zustandserfassung von Flußauen in Bayern und Vorschläge für ihre Unterschutzstellung. – ANL-Tagungsber. 5/81: 58–67
- ENDRESS, P. (1975): Der Verbreitungsrückgang von *Myricaria germanica* und *Typha minima* auf der Alpennordseite Graubündens. – Vierteljahresschrift der Naturforsch. Ges. in Zürich 120: 1–14.
- FIRBAS, F. (1949 u. 1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas südlich der Alpen. – Bd. 1 u. 2; Jena.

- FISCHER, H. (1966): Der alte Lech. – Ber. Naturforsch. Ges. Augsburg 3: 65–95.
- FISCHER, H. (1970): Die Tierwelt Schwabens. Teil 19: Die Schildwanzen. – Ber. Naturforsch. Ges. Augsburg 25: 3–28.
- GAMS, H. (1930): über Reliktföhrenwälder und das Dolomitphänomen. – Veröffentl. d. Geobotan. Inst. Rübel i. Zürich 6: 32–80.
- GERKEN, B. (1988): Auen – verborgene Lebensadern der Natur. – Freiburg, Rombach.
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P., unter Mitarbeit von SCHUHWERK, F. (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – Stuttgart.
- HEGI, G. (1906 ff): Illustrierte Flora von Mitteleuropa, V. Bd. – 4. Teil: 2503–2506.
- HEPP, E. & POELT, J. (1957): Die Garchinger Haide. – Jahrb. Ver. z. Schutze d. Alpenpflanzen u. -tiere 22: 51–60.
- HIEMEYER, F. (1970): Alte Baugruben der Eisenbahn als Heimstätten ursprünglicher Lechfeldflora. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 74: 30–35.
- HIEMEYER, F. (1972): Vom Wandel der Flora in der Umgebung von Augsburg in den letzten 100 Jahren. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 76: 25–34
- HIEMEYER, F. (1974): Eine ursprüngliche Heidewiese auf dem Lechfeld. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 78: 4–7.
- HIEMEYER, F. (Hrsg.) (1978 u. 1984): Flora von Augsburg, Nachtrag (84). – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben, Sonderband.
- HIEMEYER, F. (1981): Naturschutzprobleme und Naturschutzarbeit im Raum Augsburg. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 85: 33–40.
- HIEMEYER, F. (1985): Die Ausbreitung der Zwerg-Glockenblume in Augsburg. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 89: 93–98.
- HIEMEYER, F. (1990): Floristische Unterschiede auf den Halbtrockenrasen in der Lech-Wertach-Ebene um Augsburg. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 94: 40–48.
- JERZ, H., SCHAUER, T. & SCHEUERMANN, K. (1986): Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Bereich der Ascholdingen und Pupplinger Au. – Jahrb. d. Ver. z. Schutze d. Bergwelt 51: 87–151.
- KARL, J. (1954): Die Vegetation der Lechauen zwischen Füssen und Deutenhausen. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 30: 65–70.
- KORNECK, D. & SUKOPP, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. – Schriftenr. f. Vegetationskde. 19.
- KRACH, B. (1988): *Tephroses integrifolia ssp. vindelicorum* – eine neue Sippe vom Augsburger Lechfeld. – Mitt. Bot. Staatssammlung München 27: 73–86.
- KRACH, B. & KRACH, J. E. (1989): *Tephroses integrifolia subsp. vindelicorum* – das Augsburger Steppengreiskraut. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 93: 2–13.
- MERXMÜLLER, H. (1953): Untersuchungen zur Sippenbildung und Arealgliederung in den Alpen. – Jahrb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpflanzen u. -tiere 18: 135–158.
- MERXMÜLLER, H. (1980): Neue Übersicht der im rechtsrheinischen Bayern einheimischen Farne und Blütenpflanzen. 5. Teil. Ber. Bayer. Bot. Ges. 51: 5–29.
- MEUSEL, H., JÄGER, E. & WEINERT, E. (1965): Vergleichende Chorologie der zentralen europäischen Flora. – 1. Bd.; Jena.
- MEUSEL H., JÄGER, E., RAUSCHERT, S. & WEINERT, E. (1978): Vergleichende Chorologie der zentralen europäischen Flora. – 11. Bd.; Jena.
- MICHELER, A. (1953): Der Lech – Bild und Wandel einer voralpinen Flußlandschaft. – Jahrb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpflanzen u. -tiere 18: 53–68.
- MÜLLER, N. (1985): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in Augsburg und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 89: 2–24.
- MÜLLER, N. (1988a): Zur Flora und Vegetation des Lech bei Forchach (Reutte-Tirol) – letzte Reste nordalpiner Wildflußlandschaften. – Natur und Landschaft 63: 263–269.
- MÜLLER, N. (1988b): Floristisch – vegetationskundliche Biotopkartierung im Augsburger Stadtgebiet. – Augsburger Ökologische Schriften 1: 25–76.

- MÜLLER, N. (1990a): Verbreitung, Vergesellschaftung und Rückgang von *Typha minima* Hoppe. HOPPEA 50: (im Druck).
- MÜLLER, N. (1990b): Zur Vergesellschaftung von *Fumana procumbens* Gr. et. Godr. auf dem Lechfeld bei Augsburg. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 94: 17 – 24.
- MÜLLER, N. (1990c): Die Entwicklung eines verpflanzten Kalkmagerrasens – Erste Ergebnisse von Dauerflächenbeobachtungen in einer Lechfeldhaide. – Natur und Landschaft 65: 21 – 27.
- MÜLLER, N. (1990d): Das Lechtal – Zerfall einer übernationalen Pflanzenbrücke – dargestellt am Lebensraumverlust der Lechfeldhaiden. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 94: 26 – 39.
- MÜLLER, N. & BÜRGER, A. (1990): Flußbettmorphologie und Auenvegetation des Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft. – Jahrb. d. Ver. z. Schutze d. Bergwelt 55: 123 – 154.
- MÜLLER, N. & WALDERT, R. (1987): Flächendeckende Kartierung des „Naturschutzgebietes Stadtwald Augsburg“, Teil I: Grundlagen und Methodik. – Beiträge zur Stadt- und Landschaftsökologie in der Stadt Augsburg, 22 S. Hrsg.: Amt für Umweltschutz und Grünordnung, Augsburg.
- NITSCHKE, G. & PLACHTER, H. (1986): Atlas der Brutvögel Bayerns. – München.
- OBLINGER, H. (1976): Das „Forchet“, bei Epfach – ein Beispiel des präalpinen Schneeheide-Föhrenwaldes. – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 80: 34 – 50.
- PLACHTER, H. (1983): Praxisbezogene Anforderungen an Artenschutzprogramme und Möglichkeiten ihrer Verwirklichung. – Jahrb. f. Naturschutz u. Landschaftspflege 34: 36 – 72.
- PLACHTER, H. (1984): Zur Bedeutung der bayerischen Naturschutzgebiete für den zoologischen Artenschutz. – Ber. ANL 8: 63 – 78.
- PLACHTER, H. (1986): Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz. – Ber. ANL 10: 119 – 147.
- RADMÜLLER, G. (1981): Der Zerfall einer Vegetationsbrücke zwischen Alpen und Jura im Bereich des Landkreises Aichach-Friedberg. Mskr. 4 S. u. 23 Abb. (unveröff.).
- SCHEUERMANN, K. & KARL, J. (1990): Der Obere Lech im Wandel der Zeiten. – Jahrb. d. Ver. z. Schutze d. Bergwelt 55: 105 – 121.
- SCHIECHTL, M. (1981): Wasserbau am Lech in seiner geschichtlichen Entwicklung. – Informationsber. d. Bayer. Landesamtes f. Wasserwirtschaft 4/81: 121 – 160.
- SCHIPPMMANN, U. (1986): Über *Brachypodium rupestre* (Host.) Roemer & Schultes in Bayern. Unterscheidung und Verbreitung. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 57: 53 – 56
- SCHMIDT, E. (1936): Die Reliktföhrenwälder der Alpen. – Beitr. z. geobotan. Landesaufn. d. Schweiz 21.
- SCHÖNFELDER, P. (1975): Zur Unterscheidung der einheimischen *Thymus*-Sippen und ihrer Verbreitung in Bayern. – Gött. Flor. Rundbr. 9: 65 – 112.
- SCHÖNFELDER, P. (1987): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. – Schr. R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 72.
- SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKY, A. (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. – (Mskr.)
- SENDTNER, O. (1854) Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. – Literarisch-artistische Anstalt, München.
- STEINGEN, S. E. (1988): Die Sumpfsiegwurz (*Gladiolus palustris* Gaudin) am Moosanger bei Füssen. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 59: 65 – 74.
- STURM, P. (1984): Die Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen des Regierungsbezirks Schwaben mit vegetationskundlichen Untersuchungen der Halbtrockenrasen im voralpinen Moor- und Hügelland. Diplomarbeit, Universität Regensburg (unveröff.).
- TROLL, K. (1926): Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der Deutschen Alpen – ihre Oberflächengestalt, ihre Vegetation und ihr Landschaftscharakter. – Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde, Bd. XXIV, H. 4.
- WALDERT, R. (1990): Die Fauna des Lechtals – Anmerkungen zur Bedeutung für den Artenschutz und zur Bestandssituation ausgewählter Tiergruppen. – Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 99 (Beiträge zum Artenschutz 11): 41. – 47.
- ZIEGENSPECK, H. (1936): *Orchidaceae*. – in KIRCHNER-LOEW-SCHRÖTER. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas 1: (4) – Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Norbert Müller
 Amt für Umweltschutz und Grünordnung
 Abt. Landschaftsökologie und Naturschutz
 Dr.-Ziegenspeck-Weg 10
 D-8900 Augsburg