

Biodiversitätsverlust durch Flussverbauung am Beispiel des Lechs

von Eberhard Pfeuffer

Keywords: Lech, Biodiversität, Flussverbauung, Wasserkraft, Licca liber

Flussauen gelten als Zentren der Biodiversität. Dies trifft besonders für Auen alpiner und dealpiner Wildflüsse zu. Sie bilden ein Ökosystem, in dem nicht nur sehr viele, sondern auch hochspezialisierte Arten leben. Gerade dieser Lebensraum wurde wie kein anderer in Mitteleuropa in den letzten 100 Jahren durch Flussbaumaßnahmen grundlegend verändert. Der dadurch bedingte Biodiversitätsverlust ist gravierend und weitgehend irreversibel, ganz abgesehen von dem damit auch verbundenen Landschafts- und Heimatverlust. Ein Paradebeispiel dafür ist der Lech, der sowohl aus wasserbaulicher wie aus ökologischer Sicht heute zweigeteilt ist. Während der inneralpine Lech, das Tiroler Lechtal, seinen Wildflusscharakter in größeren Abschnitten behalten konnte, ist der Lech im bayerischen Alpenvorland überwiegend zu einem Hybridgewässer, nicht See, nicht Fluss durch 24 große Staustufen und 5 Wehre aufgestaut. Für die ökologischen Folgen der Flussverbauung, vom Verlust einst riesiger Fischschwärme bis zur progredienten Degradierung letzter Auenreste, gibt es keine "Ausgleichs-" oder "Ersatzmaßnahmen" oder eine "Kostendeckung von Wasserdienstleistungen". Deshalb sind letzte Wildflussauen, wie die am bayerischen Lech, bedingungslos zu schützen und naturnahe Fließstrecken und Restauen naturschutzfachlich nach Maßgabe von Referenzsystemen zu entwickeln. Diese Vorgabe, die sich mit der Zielsetzung der Wasserrahmenrichtlinie der EU von 2000 und den EU-Naturschutzrichtlinien von Natura 2000 (Vogelschutzrichtlinie von 1979 und FFH-RL von 1992) deckt, schließt weitere Wasserkraftwerke an noch bestehenden Fließstrecken bayerischer Flüsse und insbesondere am Lech aus.

I. Einleitung

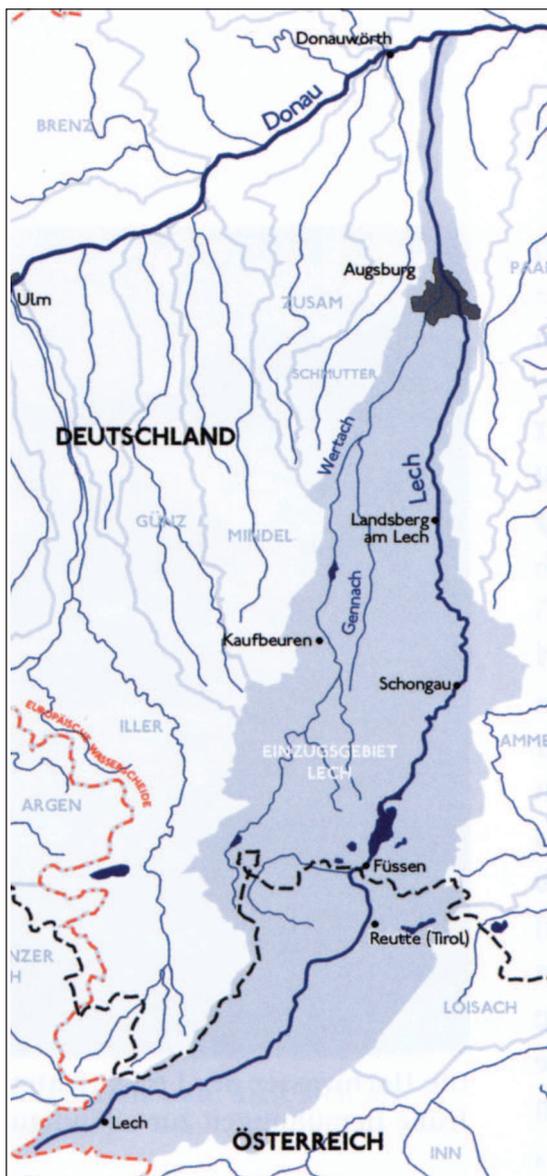
Alpine und dealpine Wildflussauen waren bis zum Beginn des letzten Jahrhunderts im nördlichen Alpen- und Voralpenraum an Rhein, Iller, Lech, Isar, Inn, Salzach, Traun und Enns weit verbreitet. Dank ihrer Biotopvielfalt waren diese Flusstäler europaweit bedeutende Zentren der Biodiversität. Wasserbauliche Maßnahmen – meist zunächst als Hochwasserschutz, später zur Energiegewinnung – haben diesen Lebensraum in den letzten 100 Jahren so nachhaltig wie wohl keinen anderen in Mitteleuropa verändert (MÜLLER 1991a).

Der irreversible Biodiversitätsverlust als Folge der Wildflussverbauung betrifft alle genannten Flüsse. Er lässt sich am Beispiel des Lechs im bayerischen Alpenvorland besonders anschaulich belegen. Einmal war dieses Flusstal als großräumiges Verbundsystem zwischen den Naturräumen Alpen und Alb (MÜLLER 1991b) besonders artenreich. Zum anderen ist der Lech der heute am dichtesten durch Stau-

stufen verbaute Fluss im nördlichen Alpenvorland (s. Abb. 9). Zum Biodiversitätsverlust der ursprünglichen Flusslandschaften kam der damit verbundene Verlust an Landschaft und Heimat hinzu.

2. Der Lech im Alpenvorland

Die Strecke des bayerischen Lechs im Alpenvorland, unterhalb der Lechschlucht bei Füssen (808 m NN) bis zur Mündung in die Donau bei Marxheim (392 m NN), beträgt etwas über 160 Kilometer. Sie wird in zwei Abschnitte eingeteilt:



- Der Mittlere Lech durchfließt das voralpine Hügel- und Moorland zwischen dem Abbruch der Alpen bei Füssen und der Endmoräne des würmeiszeitlichen Lechgletschers bei Hohenfurch. Er bildet hier überwiegend ein in die Moränenlandschaft eingetieftes Sohlenkerbtal mit steilen Talhängen.
- Als Unterer Lech wird der Flussabschnitt zwischen Hohenfurch und der Donau bezeichnet. Nach dem "Terrassenlech", einer vorwiegend auf der Westseite terrassenförmig abgestuften Flusslandschaft zwischen Hohenfurch und Kaufering, weitet sich das Tal zu einer langgestreckten und kilometerbreiten Ebene, die vom Lechfeld zwischen Landsberg und Augsburg bis zur Flussmündung reicht. Größere jüngere Schotterablagerungen finden sich bei Klosterlechfeld, bei Augsburg und bei Thierhaupten. Im Mündungsbereich hat der Fluss mit einem breiten Schwemmfächer die Donau bis an den Abbruch der Alb gedrängt.

Die beiden Flussabschnitte unterscheiden sich nicht nur landschaftlich, sondern auch klimatisch wesentlich. Während am Alpenrand die jährlichen Niederschläge bei 1400 mm liegen, sinken sie im Donaubereich auf 900 mm ab. Besonders im Frühling sind die unterschiedlichen Temperaturverhältnisse sehr augenscheinlich. Nicht selten ist die alpennahe Region des Mittleren Lechtales noch schneebedeckt, wenn in den Auwäldern des Mündungsbereiches bereits die Frühlings-Knotenblumen in voller Blüte stehen.

Abb. 1: Einzugsbereich des Lechs.

(Lizenz: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Karte_einzugsbereich_lech.png; 21.8.2014).

Als alpiner Fluss weist der Lech ein charakteristisches Abflussregime auf. Die höchsten Pegelstände liegen im Juni, wenn die Zeit der Schneeschmelze in den Gipfellagen der Alpen mit dem früh sommerlichen Niederschlagsmaximum zusammenfällt. Die winterliche Niedrigwasserzeit ergibt sich aus dem geringen Niederschlag in den Monaten Dezember bis Februar, wobei dieser zudem in den Bergen zu meist als Schnee und Eis über Monate gebunden bleibt. Großen Einfluss auf die Flussbettmorphologie und die Aue hatten die periodisch im Frühsommer auftretenden Hochwasserschwälle von über 150 m³/s (BAUER 1979). Sie lagerten Kies- und Sandbänke um, trugen Uferstreifen ab und unterbrachen bis weit in die Aue hinein die Sukzession, sodass immer aufs Neue weitgehend vegetationsfreie Pionierstandorte entstanden.

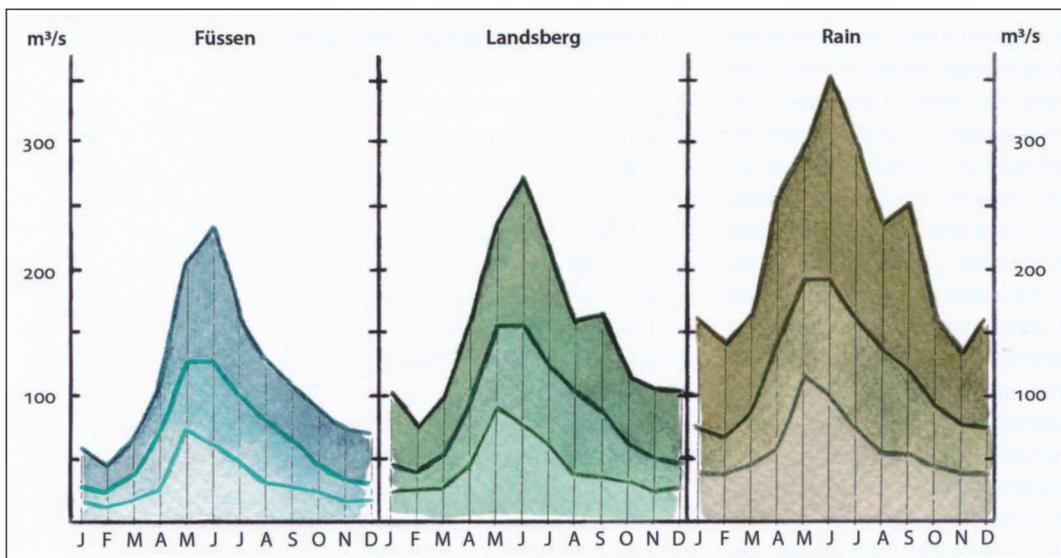


Abb. 2: Höchster, mittlerer und niedrigster Monatsabfluss des Lechs in den Jahren 1901-1930 (nach HEINZ FISCHER 1950): Das Abflussregime mit periodisch stark schwankenden Wasserpegeln war wesentliche Voraussetzung für den Transport der Geröllmassen und für die Gestaltung des Flussbetts und der Aue.

3. "Der alte Lech" – ein Zentrum der Biodiversität

3.1 Das Flusstal

Zum hohen Grad der Biodiversität des Lechs trug und trägt eingeschränkt noch immer allein schon die landschaftliche Vielfalt des Talraumes bei. Unmittelbar unterhalb der Lechschlucht bei Füssen zweigte sich der Fluss im Bereich des heutigen Forggensees auf einer weiten Talsohle in eine Vielzahl von Flussarmen und -rinnen auf. Hier liegen an den talbegleitenden Hängen der würmeiszeitlichen Moränen Trockenrasen, an die, wenn heute auch flächenmäßig erheblich reduziert, Moore und Streuwiesen angrenzen. Im Anschluss an die Umlagerungsstrecke sägte sich der Lech durch drei Querrippen der Faltenmolasse, wobei der Durchbruch durch die erste Querrippe die Illasschlucht war. In ihr hatten, wie OSCAR KLEMENT 1966 schrieb, *"die steilen Ufergehänge, stellenweise unterbrochen durch alte Flussterrassen, vielfach noch geformt durch intermittierende Tobel, im chaotischen Wechsel einen Pflanzenteppich zur Entfaltung kommen lassen, wie er wohl kaum an einer anderen Stelle am Lech auf engstem Raum hervor gebracht wurde"*. Allein unter dem Gesichtspunkt von Habitaten für Mollusken führte LUDWIG HÄRLEIN, L. (1958) neben dem *"typischen Alpenfluss montane Wald- und Felsenbiotope, ausgedehnte Borst-*

gras- und Goldhaferwiesen, kleine und größere Riede, einen Wiesenbach (Illasbach), zahlreiche Sümpfe und mehrere Tümpelquellen" auf.

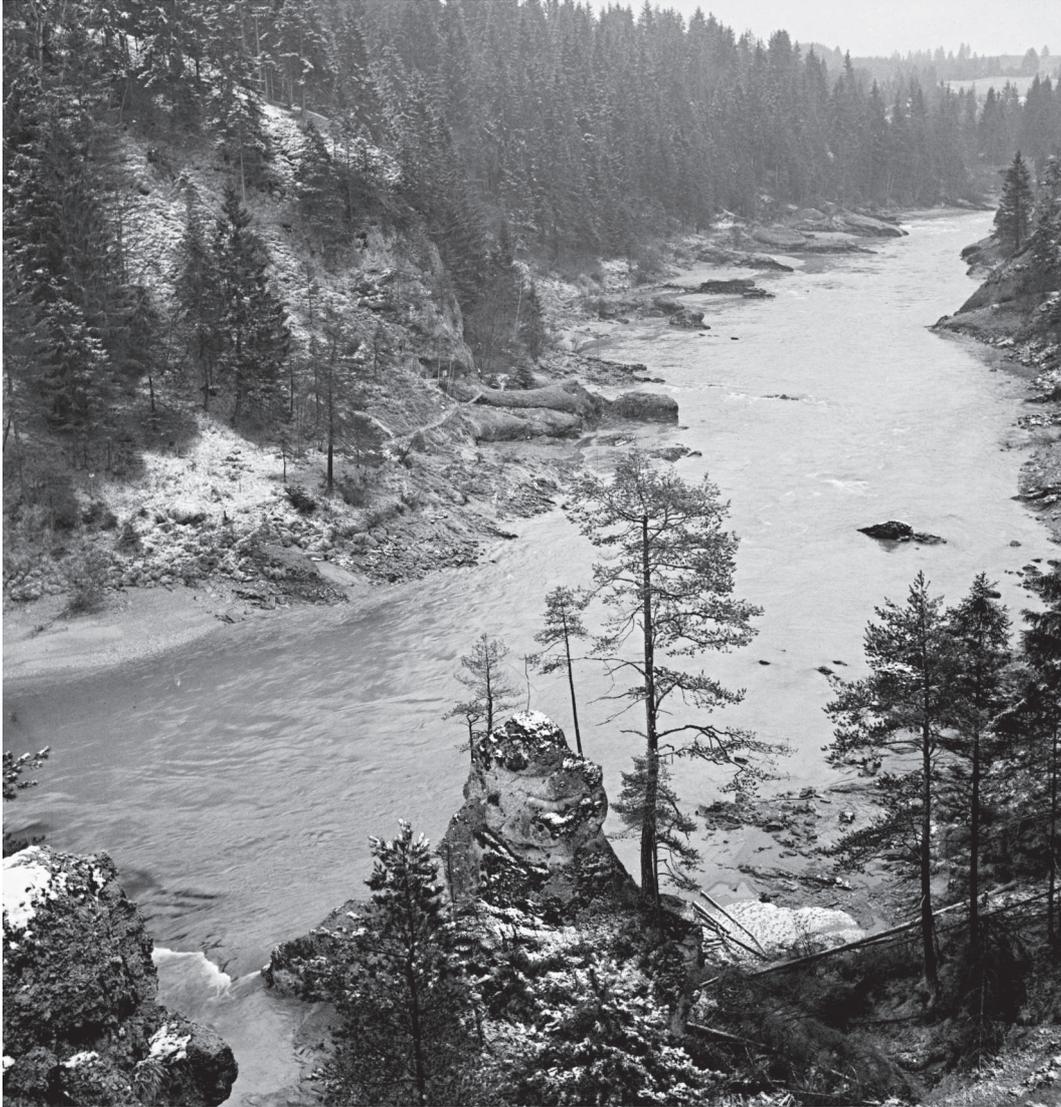


Abb. 3: Durchbruch des Lechs durch die Illaschlucht vor dem Aufstau des Forggensees 1954. (Foto: Heinz Fischer, 14.10.1951; © Stadt Königsbrunn).

Nach der Faltenmolasse durchfließt der Lech in großen Windungen und tief in den quartären Grund eingegraben die Moränenlandschaft. Die schmale Talsohle begrenzen steile Hangwälder, die sich als Lechleite rechtsseitig des Flusses im Unteren Lechtal bis auf die Höhe von Thierhaupten fortsetzen. In ihnen finden sich Quellaustritte, Felsbänder von Nagelfluhfelsen, Tuffquellen, Hangmoore und immer wieder auch Erdrutsche. Nach dem "Terrassenlech" zwischen Hohenfurch und Kaufering weitet sich das Tal zu einer langgestreckten und kilometerbreiten Ebene, die vom Lechfeld zwischen Landsberg und Augsburg bis zur Mündung reicht. Hier verzweigte sich der Lech bei allmählich abflachendem Gefälle zu teils kilometerbreiten Umlagerungsstrecken.

Abb. 4a: Die Flussstrecke vor Augsburg galt als die größte Umlagerungsstrecke des Alpenvorlandes. Lech in Höhe des Lochbachanstiches. (Foto: Anton Fischer, 15.5.1915, © Stadt Königsbrunn).



Abb. 4b: Lech in Höhe des Lochbachanstiches vor den Aufstauungen. Der ehemalige Lochbachanstich liegt im Bereich der heutigen Lechstaustufe 22 (Unterbergen) zwischen Landsberg und Augsburg. (Luftaufnahme, undatiert).



Auf dem Lechfeld lag die größte zusammenhängende Heide Süddeutschlands, in der OTTO SENDTNER (1854) neben der Garchingener Heide *"die bedeutendste Erscheinung von Haideland in Südbayern"* sah. Hier hat der Lech, der sich allein in den letzten 700 Jahren um bis zu 3½ Kilometer nach Osten verlagerte (MÜLLER 1990a), das Bodenrelief des Wildflusses hinterlassen. Damit war die Grundlage für die außergewöhnliche *"Mikrostruktur-Diversität der Lechheiden"* (QUINGER et al. 1994) gegeben. Während südlich von Augsburg auf grobschottrigem Substrat Trockenstandorte dominierten, nahmen nördlich von Augsburg auf überwiegend feinen Sedimenten *"ausgedehnte Moore"* große Talräume ein (CAF-LISCH 1848). Hier boten *"Streuwiesen und einmähdige Wiesen für 'Spielhähne' [= Birkhähne] die schönsten Balzplätze"* (SCHAEZLER 1957). Den Flussabschnitt zwischen Augsburg und der Mündung, der wohl 20 bis 25 mal breiter als der später verbaute Lech mit dem Kanal zusammen war (SCHAEZLER 1957), begleitete ein ausgedehnter Auwald, der im Zwickel zwischen Lech und Donau nahtlos in die Auwälder der Donau überging.

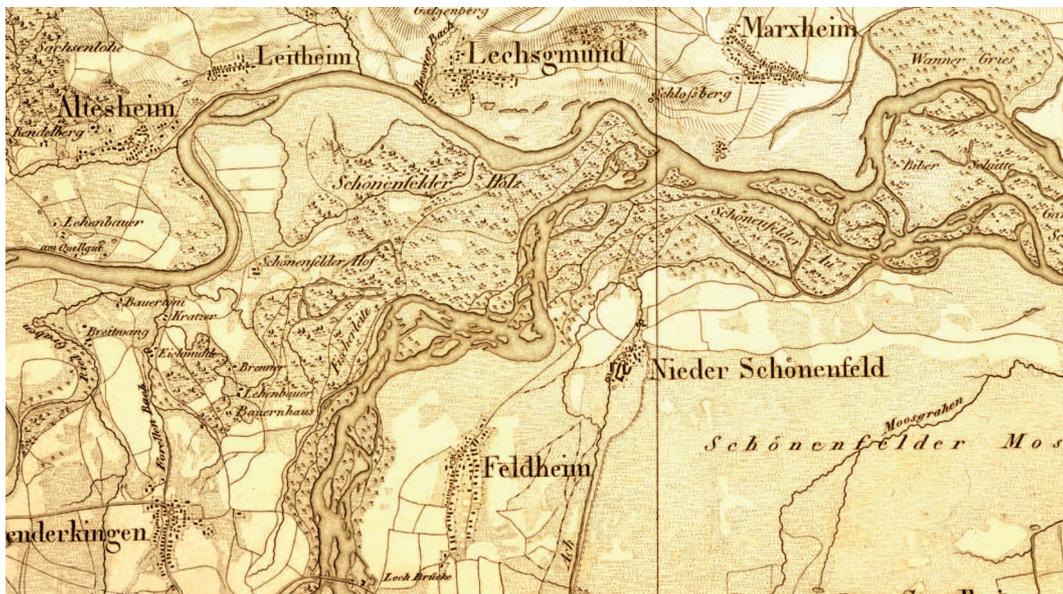


Abb. 5: Wildflusslandschaft mit Auwald im Lech-Donau-Winkel (Kartenausschnitt, 1823).

3.2 Fluss und Aue

Aus fischereibiologischer Sicht war der Lech der wohl wichtigste Nebenfluss der Donau (SEIFERT 2010). Auch der Artenreichtum der Aue war einzigartig. Er setzte sich aus submediterranen, subkontinentalen und alpinen Arten zusammen. Sie konnten auf der "Biotopbrücke Lechtal" (MÜLLER 1991b) zwischen Alpen und Alb wandern und gleichzeitig dank der ökologisch unterschiedlichen und mosaikartig vernetzten Biotope (WALDERT 1990, MÜLLER 1991a) selbst auf engstem Raum stabile Lebensgemeinschaften bilden. Für die Entstehung und für den Erhalt dieses Ökosystems kam der Dynamik des Flusses die entscheidende Rolle zu. Periodisch auftretende Hochwasserfluten, die vom Flussbett aus in die Aue hinein an Intensität und Häufigkeit abnahmen, schufen eine für Wildflussauen typische Zonierung (Müller 1991a). Kleinräumig wechselten hier nicht nur morphologische, sondern auch mikroklimatische Bedingungen von feucht-kühlen Mulden und Rinnen bis zu trocken-warmen Schotterflächen mit feinabgestuften Übergängen. Mit der Entfernung vom Fluss nahm die Zahl der Arten deutlich zu und der Grad ihrer Anpassung an Hochwasserereignisse ab.

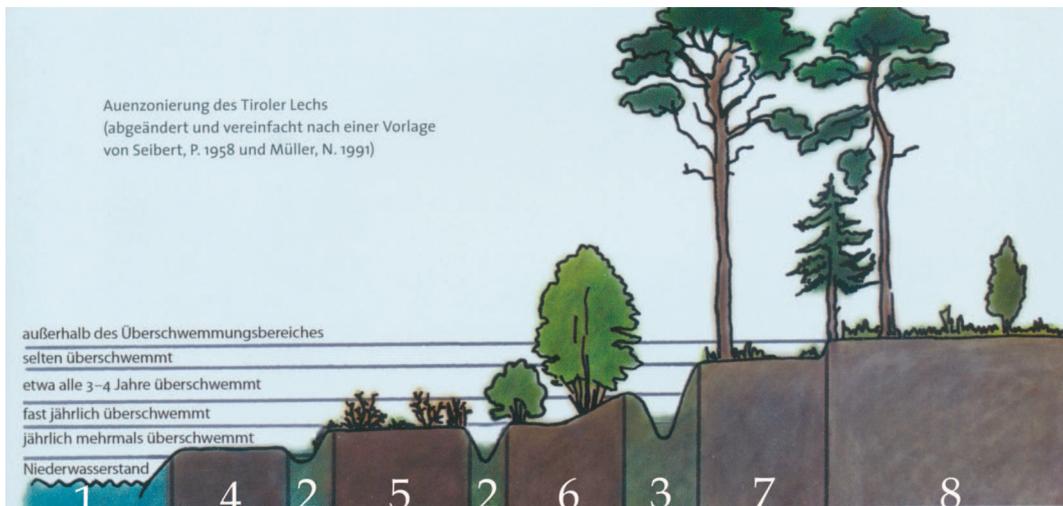


Abb. 6: Schematische Zonierung einer Wildflussaue (aus: PFEUFFER 2010); Der Lech. Wißner-Verlag (Augsburg), abgeändert nach Müller 1991a):

1=Flussarme u. -rinnen; 2=Stillwasser in Flussbett u. Aue; 3=Brunnenbäche/Quellbäche; 4=Kies- u. Sandbänke; 5=Weiden-Tamariskengebüsch; 6=Weichholzaue/Grauerlenwald; 7=Schneeheide-Kiefernwald; 8=Heide.

Im Folgenden sollen kurz die Zonen der Wildflussaue beschrieben werden:

1. In den kiesigen Flussarmen und -rinnen zogen alljährlich in riesigen Schwärmen Kieslaicher, vor allem Nasen (*Chondrostoma nasus*), Barben (*Barbus barbus*) und Huchen (*Hucho hucho*) aus der Donau zu ihren Laichplätzen im Lech und seinen Zuflüssen bis zu 100 Kilometer und mehr flussaufwärts. Das alljährlich stattfindende Naturereignis des Zugs der Nase hat der Augsburger GOTT-LIEB TOBIAS WILHELM im Jahre 1800 geschildert: "In ungeheuren Zügen erscheinen die Nasen zur Laichzeit bey Augsburg, und bereiten den Fischern einen reichen Fang. In glücklichen Jahren kann man auf dreißig bis vierzig Tausend Stücke rechnen, die sie bekommen." Vom flussaufwärts ziehenden Huchen fing allein auf einer vier Kilometer langen Flussstrecke der Wertach in den Jahren 1779 bis 1811 ein Augsburger 23.669 Pfund (OELWEIN 2005). "Jahr für Jahr", so schrieb rückblickend 1929 H. MAST, "erschieden diese Fischzüge mit gleicher Regelmäßigkeit und Sicherheit, mal etwas mehr, mal etwas weniger, aber alljährlich konnte eine reiche Fischernte von rund 250 Zentner leicht und bequem eingeheimst werden."
2. In flachen und sich schnell erwärmenden Stillwassern im Flussbett und in der Aue wuchs auf Feinsandböden der Zwerg-Rohrkolben (*Typha minima*). Hier laichten auch die Kreuzkröte (*Bufo calamita*) und die Wechselkröte (*Bufo viridis*) ab.
3. Die Brunnenwasser, in den Lech mündende Quellbäche, waren Habitat für eine spezifische Insektenfauna, für den Steinkrebs (*Austropotamobius torrentium*) und zugleich Laichregion und Rückzugsgebiet bei Hochwasser für Flussfische.
4. Auf den vegetationsarmen Kies- und Sandbänken reichte die Schwemmlingsflur mit ihren Arten alpiner Geröllfelder wie dem Knorpelsalat (*Chondrilla chondrilloides*), dem Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina*), der Silberwurz (*Dryas octopetala*), der Alpen-Gänsekresse (*Arabis alpina*), dem Kriechenden Gipskraut (*Gypsophila repens*) und der Zwerg-Glockenblume (*Campanula cochleariifolia*) unterschiedlich weit nach Norden, teilweise bis zur Donau. In der Umlagerungsstrecke vor Augsburg brüteten Lachseeschwalbe (*Gelochelidon nilotica*), Fluss-Seeschwalbe (*Sterna hirundo*), Lach-

möve (*Chroicocephalus ridibundus*), Krickente (*Anas crecca*), Rotschenkel (*Tringa totanus*), Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*), Großer Brachvogel (*Numenius arquata*) und Triel (*Burhinus oedicnemus*) (FISCHER, A. 1926). Zugleich waren die in sich strukturierten Kies- und Sandbänke Habitat für den Kiesbankgrashüpfer (*Chorthippus pullus*), die Türks Dornschröcke (*Tetrix tuerki*) und die Blauflügelige Sandschröcke (*Sphingonotus caerulans*) (FISCHER, H. 1946). Im Flussbett bei Augsburg lag auch der einzige in Deutschland bekannte Fundort der Fluss-Strandschröcke (*Epacromius tergestinus*) (FISCHER, H. 1941).



Abb. 7: Vogelgelege in der Umlagerungsstrecke vor Augsburg:
oben: Triel, 5.7.1914; unten: Lachseeschwalbe, 22.6.1925. (Fotos: Anton Fischer, © Stadt Königsbrunn).

5. In der Weiden-Tamariskenregion, in der periodisch auftretende Hochwasserfluten immer noch eine fortlaufende Sukzession unterbanden, fanden sich bereits deutlich mehr Pflanzen- und Tierarten, wobei sich auch hier nur die spezifisch an diesen Lebensraum angepassten Arten dauerhaft behaupten konnten. Die für die Zone namensgebende Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) war bis zur Donau weit verbreitet. Die Gefleckte Schnarrschrecke (*Bryodemella tuberculata*) drang aus ihren inneralpinen Flusshabitaten bis mindestens in die Höhe von Rieden, die Region des heutigen Forggensees, vor (FISCHER, H. 1950).
6. Die größten Bestände der Weichholzaue, Grauerlenbestände auf feuchten und nährstoffreichen Böden wie auf trockeneren und mageren Standorten, lagen am Lech nördlich von Augsburg (RIEGEL u. HIEMEYER 2001). In ihnen fanden sich neben vielen Altwässern und Wasserläufen auch Quellen, sogenannte "Moosbrunnen, die ihr eiskaltes Wasser vom Lech hatten" (SCHAEZLER 1957). Eine Besonderheit bis heute sind die Hartholzauen im Lech-Donauwinkel, die mit reichen Beständen von Frühblühern wie Märzenbecher (*Leucojum vernum*) und Blaustern (*Scilla bifolia*) bereits Standortverhältnisse der Donauauen aufweisen (RIEGEL u. HIEMEYER 2001). Diese Bereiche zählen bezogen auf die aquatische Makroinvertebratenfauna heute noch zu den artenreichsten Lebensräumen Bayerns (BURMEISTER 1990).
7. Die Kiefernwälder auf vom Fluss aufgeworfenen Terrassen sind das Schlussglied in der Auen-Sukzession (MÜLLER 1991b). Ihre größte außeralpine Ausdehnung erreichten sie auf dem Lechfeld, wo sie sich entsprechend dem Bodenprofil (siehe 3.1.) auf grobschottrigem Substrat als Schneeheide-Kiefernwälder und auf feinem Substrat als Pfeifengras-Kiefernwälder entwickelt hatten. Ihr Arteninventar entsprach weitgehend dem der Heiden, die aus ihnen durch Beweidung und Holznutzung entstanden sind.
8. Die Heiden des Lechtales sind Kulturland mit einer Jahrhunderte, wenn nicht Jahrtausende währenden Tradition als Weideland. Obwohl hier auch Arten leben, die nicht an die Wildflussauengebunden sind, ist ihr Gesamtartenspektrum aus submediterranen, subkontinentalen und alpinen Arten für die Lechtaue typisch. Dies trifft vor allem für die Lechfeldheide zu, die "die reichste, eigentümlichste und interessanteste Flor aufzuweisen hat" (CAFLISCH 1848). Inmitten weitläufiger Trockenrasen flossen "Quellenbäche, die an ihren Ufern hie und da kleine Sümpfe bildeten und das Land umher befeuchteten" (CAFLISCH 1848). Diese wechselfeuchten, feuchten und nassen Bereiche inmitten überwiegend trockener Standorte ermöglichten das Vorkommen xero-thermophiler und hygrophiler Arten auf engstem Raum (HIEMEYER 2002, PFEUFFER 2003/2004). Stark schematisiert lassen sich die Pflanzengesellschaften der Lechheiden in Abhängigkeit von Substrat und Wasserfaktor folgendermaßen einteilen (vereinfacht nach RIEGEL u. HIEMEYER 2001):

Erdseggen-Rasen <i>Pulsatillo-Caricetum humilis</i>	Steinzwenken-Halbtrockenrasen <i>Mesobrometum</i> , <i>Brachypodium rupestre</i> -Ausbildung	Knollendistel-Pfeifengraswiesen <i>Cirsio-Molinetum</i>	Niedermoor-Gesellschaften <i>Juncetum alpini</i> , <i>Caricetum davallianae</i>
--	--	--	---

3.3 Der alte Lech – eine Biotopbrücke zwischen Alpen und Alb

Der Lech bildet als kürzeste Verbindung zwischen den Alpen und der Alb eine für Mitteleuropa bedeutende Biotopbrücke, die weiträumig mit subkontinentalen und submediterranen Zonen verbunden ist (MÜLLER 1991a, BRESINSKY 1991, PFEUFFER 2014). Wie auf einem Steg wanderten am alten Lech Pflanzen und Tiere über Jahrtausende talauf- und talabwärts, zunächst durch den mitteleuropäischen

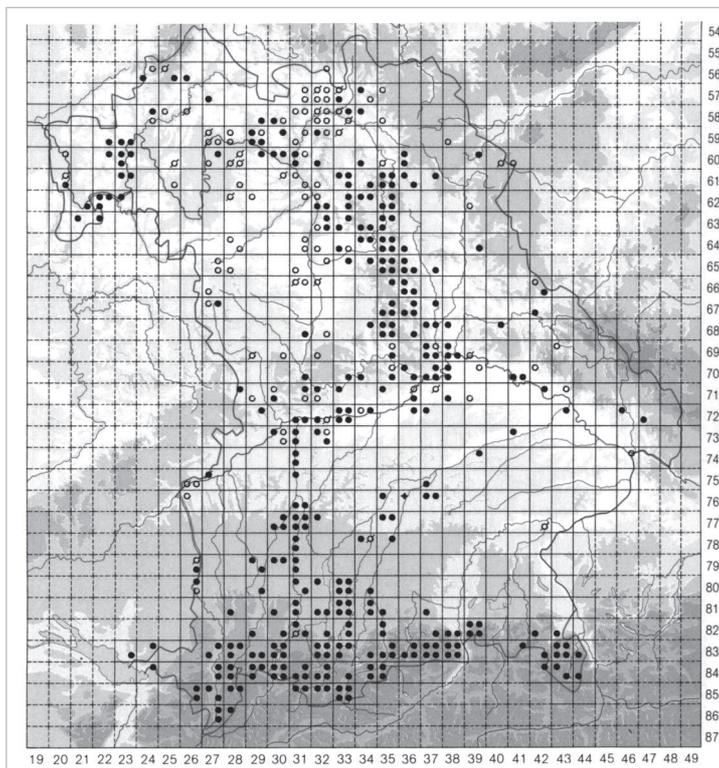
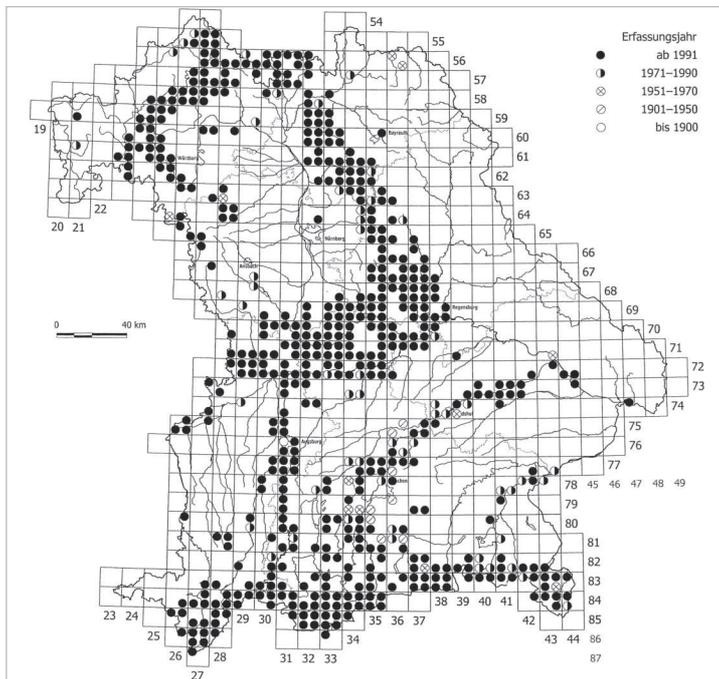


Abb. 8: Auf Verbreitungskarten sehr vieler Arten stellt sich die "Biotopbrücke Lechtal" deutlich dar: oben: Brand-Knabenkraut (*Orchis ustulata*), unten: Silbergrüner Bläuling (*Polyommatus coridon*). oben aus: SCHÖNFELDER, F. u. BRESINSKY, A. 1990; unten aus: BRÄU, M. et al. 2013.

Urwald und später durch die Kulturlandschaft. Im Unteren Lechtal liegen die Schnittpunkte der Wanderrouten submediterraner, subkontinentaler und alpiner Arten. Diese Arten fanden trotz ihrer deutlich divergierenden ökologischen Ansprüche in der reich gegliederten Wildflussaue jeweils für sie geeignete Trittsteine und Habitate, sodass im Lechtal seit der nacheiszeitlichen Wiederbesiedlung ein steter Artennachschub und Genfluss erfolgte.

4. Die Verbauung des Lechs



Abb. 9: Auf bayerischer Seite ist der Lech heute allein durch 24 große Staustufen aufgestaut (aus: PFEUFFER 2010).

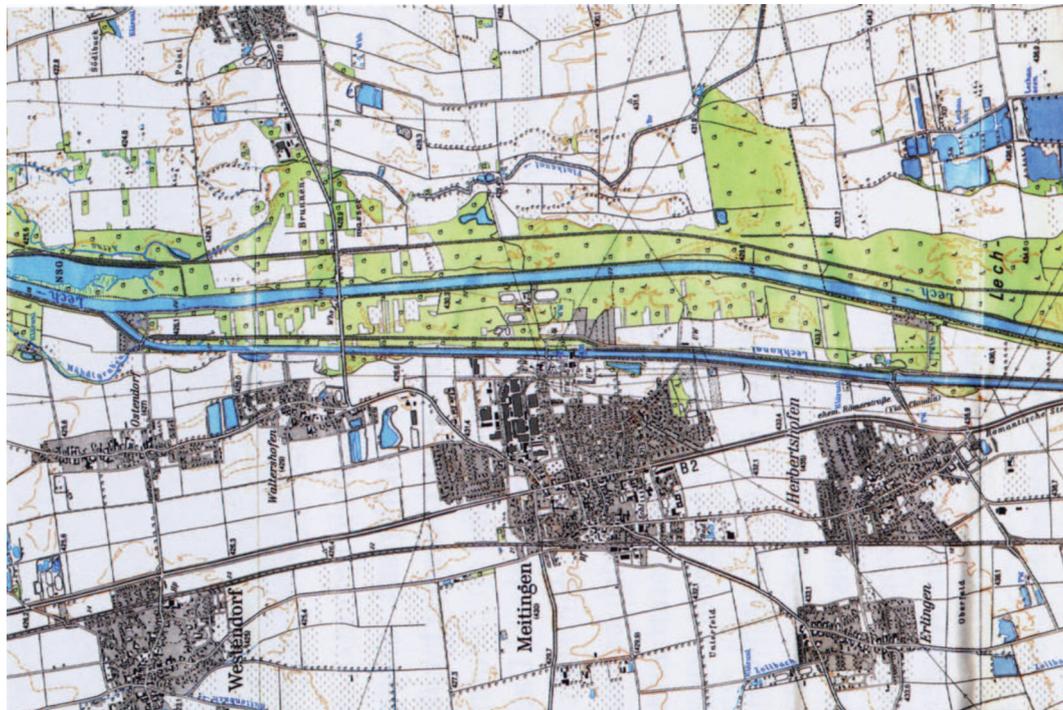


Abb. 10: Die Auswirkungen der Lechverbauung auf Fluss und Landschaft werden bei einer Gegenüberstellung von heutigen und alten Karten sehr deutlich: Lech bei Meitingen, oben 1923, unten 1988.

In den Jahren 1852 bis 1873 wurde als erster Lechabschnitt die Strecke zwischen Augsburg und der Mündung "korrektioniert". Dazu wurde der Fluss mit Durchstichen der mäanderförmigen Flussschlingen auf eine gerad gestreckte "Direktionslinie" gebracht und gleichzeitig in ein kanalartiges enges Korsett aus Beton gezwängt. Sehr bald nach der Längsverbauung wurde es notwendig, der überaus raschen und in dem vorliegenden Ausmaß nicht beabsichtigten Eintiefung des Flusses durch Querverbauungen, sogenannten Sohlschwellen, entgegenzuwirken. 1898 wurde bei Gersthofen mit dem Bau eines Kanals begonnen, der bis heute dem Lechbett über Kilometer bis auf eine geringe Restmenge das Wasser entzieht. Von 1952 bis 1960 wurden zwischen Ellgau und Feldheim, also kurz vor der Mündung in die Donau, vier große Staustufen gebaut.

Der verstärkte Ausbau der bayerischen Wasserkraftwerksindustrie, somit auch am Lech, nach dem 2. Weltkrieg war auch dem Umstand geschuldet, dass die amerikanische Besatzungsmacht in Bayern die Energiedeckung für die sich wieder entwickelnde Wirtschaft nicht durch Kohlekraftwerke gestattete.

Die "Korrektionierung" des Wildflusses in einen streng begrenzten Kanal nördlich von Augsburg hatte, von den wasserbaulichen und ökologischen Konsequenzen im Fluss einmal abgesehen, zu einer Austrocknung der Aue sowie der Wiesen- und Feldflur infolge der nicht steuerbaren Eintiefung des Flusses geführt. Zusätzlich nahmen wegen des schnellen Abflusses Hochwasserereignisse flussabwärts zu.

Ungeachtet dieser offen zu Tage getretenen Nachteile sahen die Wasserbauer in der erfolgten "Fluss-Korrektion" ein Modell für den weiteren Ausbau. Nach dem gleichen Schema – und mit den gleichen Folgen – verbauten sie den Fluss in den Jahren 1879 bis 1932 südlich von Augsburg bis weit in die Region des Lechfeldes hinein.



Abb. 11: 1924 zeigt sich der Lech auf dem Lechfeld südlich von Unterbergen noch als Wildfluss ("verwildert"), nördlich davon bereits kanalisiert ("korrektioniert"). (Luftaufnahme Dr. Heinz Fischer Sammlungen, © Stadt Königsbrunn).



Abb. 12: Kanalisierung des Lechs mittels eines Betonkorsetts im Bereich des heutigen Naturschutzgebietes "Stadtwald Augsburg", 1934. (Foto: Heinz Fischer, © Stadt Königsbrunn).

Von 1943 bis 1972 errichtete die BAWAG (Bayerische Wasserkraftwerke AG), die 1940 als halbstaatliches Unternehmen eigens zur Energiegewinnung aus Wasserkraft gegründet worden war, zwischen Füssen und Augsburg 20 Staustufen (vgl. KRAUSS 2014). Bezeichnend für das rigorose Vorgehen der BAWAG in diesem Bauabschnitt war die Einbeziehung der Illasschlucht in den Forggensee ohne zwingende technische Notwendigkeit und ohne Baugenehmigung (HASENÖHRL 2011). In der 1984 endgültig fertiggestellten Staustufenkette übernahm der Forggensee die Funktion eines Kopfspeichers, von dem aus die Abflussmenge des Lechs gesteuert wird. Dieses Konzept eines Schwellbetriebs, das auch zwischen den Staustufen nördlich von Augsburg umgesetzt wurde, beinhaltete von der ersten Planungsphase an die weitest mögliche Ausschaltung freier Flussstrecken zwischen den Kraftwerken (vgl. SOENTGEN 2014).

Die "Korrektionierung" der Flussstrecken nördlich und unmittelbar südlich von Augsburg wurde zunächst zur Landgewinnung und zum Hochwasserschutz durchgeführt. Die Verbauung des Lechs zwischen Füssen und Schongau, das umstrittenste Wasserkraftprojekt Bayerns (HASENÖHRL 2011), erfolgte dagegen von Anfang an ausschließlich zur Energiegewinnung. Dabei musste nach heftigen Protesten aus der Bevölkerung der ursprünglich viel größer geplante Ausbau des Forggensees auf das heutige Maß reduziert werden. Entgegen allen Vereinbarungen mit dem Naturschutz zog die BAWAG die Illasschlucht in den Stau des Forggensees ein und zerstörte sie damit irreversibel. Daraufhin stemmte sich der Naturschutz unter Leitung des ersten amtlichen Naturschützers Bayerns, Professor Otto Kraus, vehement gegen den weiteren Totalausbau der bis dahin weitgehend unberührten und landschaftlich be-

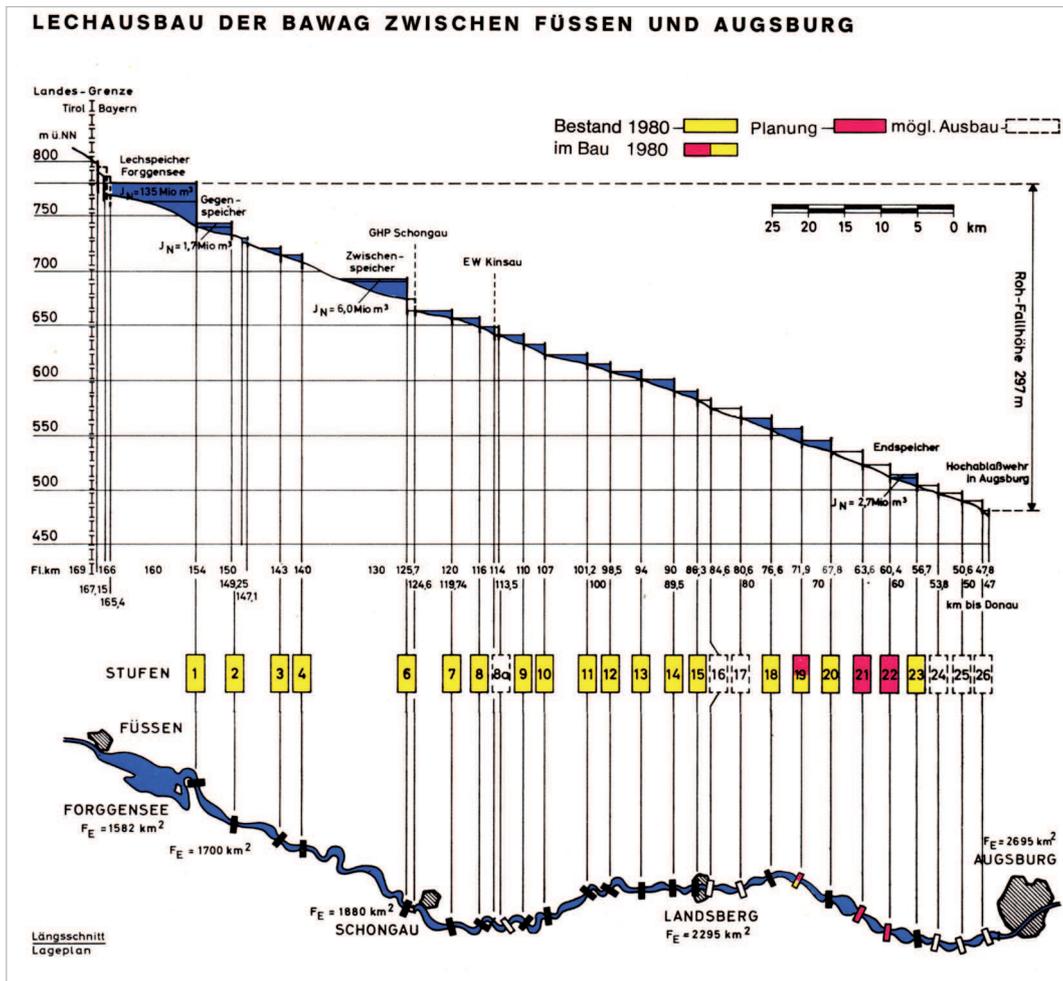


Abb. 13: Lechausbauplan der BAWAG (1984). Staustufe 5 hätte bei Realisierung die Litzauer Schleife überflutet. Die Staustufen 24-26 wurden für die Flussstrecke im Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg" geplant.

sonders beeindruckenden Flusslandschaft südlich von Schongau (KRAUS, O. 1955). Trotz des erbitterten Widerstandes konnte Otto Kraus nur die Litzauer Schleife (geplante Staustufe 5) vor dem Aufstau retten. Im Ganzen gesehen hatte die halbstaatliche BAWAG – von kosmetischen Zugeständnissen abgesehen – schließlich ihr Ziel, den Totalausbau des Lechs, nahezu vollständig durchgesetzt (HASENÖHRL 2011).

Insgesamt ist der "alte Lech" mit dem heutigen Lech, der wie kein anderer Fluss in Deutschland durch die Wasserkraftnutzung geprägt ist, nicht mehr vergleichbar (KUHN 2013). Er ist durch 24 Staustufen und zusätzlich noch durch 5 Wehre und 6 Sohl-schwellen fragmentiert. Damit ist der Geröllnachschub aus den Alpen völlig unterbunden und ein Wandern von Wasserorganismen nicht mehr möglich. Der Abfluss wird als Schwellbetrieb mit stark wechselnden Pegelständen nach rein ökonomischen Gesichtspunkten binnen Stunden gesteuert. Die eingesetzte Turbinentechnik geht jeweils auf das Jahr der Inbetriebnahme der Kraftwerke, also bis ins Jahr 1943 zurück. Die letzten größeren Fließstrecken an der Litzauer Schleife, nördlich von Landsberg und zwischen Staustufe 23 und Gersthofen tiefen sich weiter ein, im Naturschutz- und FFH-Gebiet "Stadtwald Augsburg" stellenweise bis zu 1,5 Me-

tern in den letzten 20 Jahren. Während der durch Ausbaggerung der Staustufe 23 gewonnene Kies bis ins Jahr 2013 hinein über Jahrzehnte kommerziell vermarktet wurde, liegt weiter flussabwärts der Flinz ohne schützende Kiesschicht frei. Eine Kiesschicht im Flussbett zwischen Gersthofen und Ellgau wird nur durch alljährlichen Rücktransport des flussabwärts geschwemmten Kieses per LKW notdürftig aufrechterhalten. "Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen" (GRÖBMAIER 1984) erfolgten lediglich an den in den Jahren 1973 bis 1984 gebauten Staustufen 18-23, wobei die künstlich angelegten Inseln für Kiesbrüter bei fehlender Flussdynamik erwartungsgemäß innerhalb weniger Jahre mit Strauchwerk und Bäumen zugewachsen waren. Von den 24 großen Staustufen des Lechs weist bis heute lediglich die Staustufe 8a bei Kinsau ein Umgehungsgerinne auf. Die E.ON Wasserkraft GmbH, Nachfolger der BAWAG und Betreiber der 20 großen Staustufen zwischen Füssen und Augsburg, plant derzeit mitten im Naturschutz- und FFH-Gebiet "Stadtwald Augsburg" den Bau eines weiteren Kraftwerks.



Abb. 14: In großen Teilen der Fließstrecke im "Stadtwald Augsburg" und im Stadtbereich Augsburgs liegt bei fehlendem Nachschub von Geröll die Obere Süßwassermolasse, der sogenannte Flinz, bereits frei. (Foto: E. Pfeuffer).

5. Verlust an Biodiversität durch Flussverbauung

5.1 Verlust und Veränderung ganzer Talräume

Bereits die "Korrektion" des Flusses, zunächst noch ohne Staustufen, hatte nicht nur auf die flussnahe Aue, sondern auf ganze Talabschnitte gravierende Auswirkungen (AUTORENKOLLEKTIV 1991 u. 2001). So verschwanden unmittelbar nach der Kanalisierung des Lechs nördlich von Augsburg nicht nur die "zahlreichen Altwasser" und "Moosbrunnen" (SCHAEZLER 1957). Die einst ausgedehnten Auwälder schrumpften, wenn sie überhaupt weiterbestanden, zu einem schmalen und vom Fluss getrennten Streifen. Gleichzeitig ermöglichte der sinkende Grundwasserspiegel in der Aue die Umwandlung der Niedermoore in Wiesen und Äcker. Bereits 1898 schrieb ALOIS GEISTBECK: "Das Torfmoor am rechten

Lechufer [...] ist durch zahlreiche Entwässerungsanlagen mehr und mehr in einen fruchtbaren Wiesengrund verwandelt worden". 1957 erinnert sich WOLFGANG VON SCHAEZLER an den Niedergang der zugehörigen Vogelwelt: "Noch vor dem Umbruch der Streuwiesen zu Wiesen bzw. Äckern ..., ritten die Spielhähne [= Birkhähne], deren Ruhe für immer gestört worden war, ab. Ebenso verließen Kiebitze und Bekassinen auf immer ihre Heimat ...". Mit der Entwicklung des einstigen "Torfmoores" zunächst zu Wirtschaftswiesen und schließlich zu Ackerland verloren nicht nur das Birkhuhn (*Lyrurus tetrix*) und der Große Brachvogel (*Numenius arquata*), sondern auch der Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*), das Alpen-Fettkraut (*Pinguicula alpina*), das Sumpf-Knabenkraut (*Orchis palustris*) und der Sommer-Schraubenstendel (*Spiranthes aestivalis*) ihre äußersten Vorposten (MÜLLER 1991b, STICKROTH 2012).

Die spätere Verbauung des Lechtales zwischen Füssen und Schongau hatte sich nicht nur auf das Landschaftsbild "der wundervollen Strecken hinauf bis Füssen" (FISCHER, H. 1966), sondern auch auf die Biopopulvielfalt des Talabschnittes desaströs ausgewirkt. In dem 12 Kilometer langen und bis zu 3 Kilometer breiten Forggensee versanken Weiler und Bauernhöfe mit ihren 800 Hektar an Wiesen und Feldern und nicht zuletzt einer der artenreichsten Naturräume des Alpenvorlandes. Diese Wildflusslandschaft, in der im Winter die Hirsche aus dem Gebirge einstanden, galt als eine der ökologisch bedeutendsten Nahtstellen zwischen den Alpen und deren Vorland.

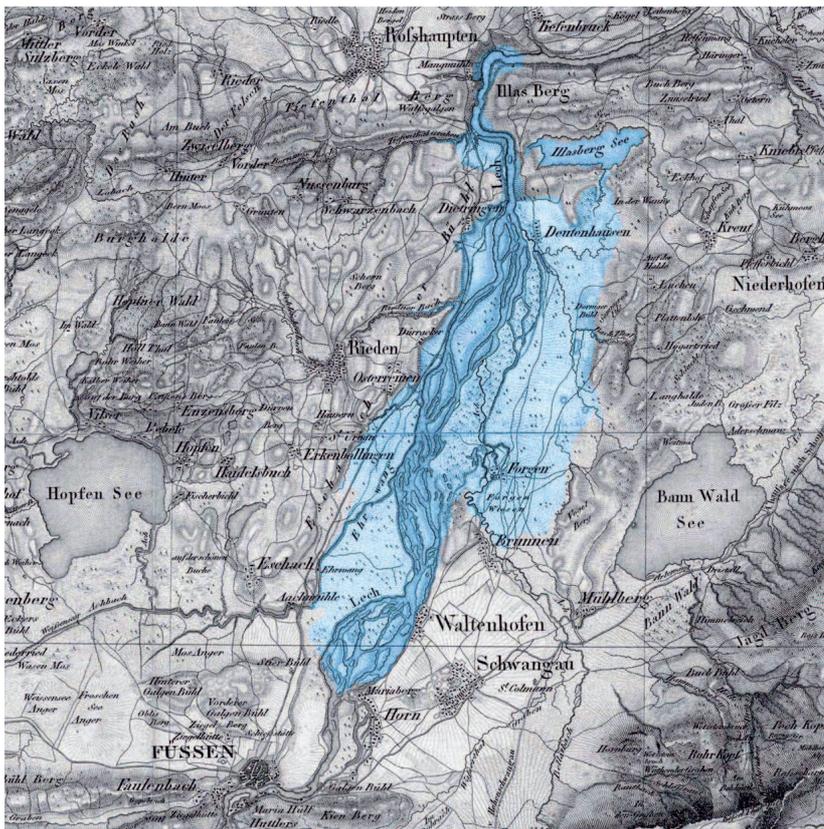


Abb. 15 a: Darstellung der Lage des heutigen Forggensees (blau markiert) auf einer historischen Karte (Ausschnitt aus dem Blatt 89 "Kempten", "Topographischer Atlas vom Königreiche Baiern diesseits des Rhein", gezeichnet 1888). (Lizenz: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Forggensee_Historie.jpg&filetimestamp=20060308074515#filehistory).



Abb. 15 b: Der Lech in der Region des heutigen Forggensees, 14.10.1950. (Foto: Heinz Fischer, 1950 © Stadt Königsbrunn).



Abb. 16: Die Region von Abb. 15 b heute: Forggensee, Kopfspeicher für 19 Stauseen, 2.4.2006. (Foto E. Pfeuffer).

Unwiederbringlich durch Überflutung zerstört wurde auch die landschaftlich und ökologisch einzigartige Illasschlucht. Mit der Überflutung weiterer, sogar als Naturschutzgebiete ausgewiesener Talabschnitte ging ein Lebensraum verloren, dessen spezifische Flora ANTON MICHELER 1953 rückblickend beschrieb: "... Außerordentlich reich waren hier einst die Auwaldverbände 1 km unterhalb Schongau, bei Lechmühlen, südlich Pitzling und bei Dornstetten. Zu den besonderen Kostbarkeiten zählten dort schlankwüchsige Wacholder bis zu 6 m Höhe, große Kolonien des Frauenschuhs (*Cypripedium Calceolus*) und des Kaisers Karls Szepters (*Pedicularis Sceptrum Carolinum*), der österreichische Rippensame (*Pleurospermum austriacum*), der duftende Purpurteppich des Heideröschens (*Daphne cneorum*), das Alpenfettkraut (*Pinguicula alpina*), die Bienen- und Fliegenragwurz (*Ophrys apifera* und *muscifera*) sowie die weißblütige Form des rauhen Enzians (*Gentiana aspera*). Diese Gesellschaften sind untergegangen. Sie können von keinem Landschaftsgestalter, und sei er noch so tüchtig, weder ersetzt noch nachgeahmt werden."



Abb. 17: Lech südlich von Schongau vor dem Aufstau, 23.7.1942. (Foto: Heinz Fischer, © Stadt Königsbrunn).



Abb. 18: Die in Abb. 17 festgehaltene Flussstrecke nach dem Aufstau, 7.8.2009. (Foto E. Pfeuffer).

Auch in den Staustufen 18-23 versanken wertvolle Auengebiete, vorwiegend Auwälder und Heiden. Dabei dokumentiert allein das Ausmaß der 1975–1978 errichteten und unmittelbar an das Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg" grenzenden Staustufe 23, dass auch in dieser Bauphase ökologische Gesichtspunkte bedingungslos den ökonomischen untergeordnet wurden.

5.2 Verlust und Degradierung der Wildflussaue

Der Biotopverlust in der Aue betraf zunächst und nahezu vollständig die von der Flussdynamik abhängenden Bereiche, vorwiegend Zone 1-5 des Schemas von Abb. 6. Hier erloschen die zugehörigen Arten schnell und meist vollständig. Die mehr subtil verlaufende Auflösung und Degradierung flussfernerer Auenzonen (Zone 6-8) machte sich erst allmählich, teils erst nach Jahrzehnten, bemerkbar (BRENSKY 1962, MÜLLER 1991b, PFEUFFER 1997). Aber auch hier starben zuerst die ökologisch eng an Wildflusshabitate gebundenen Arten aus. Insgesamt hält das Artensterben in diesen Zonen bis heute an, selbst in Schutzgebieten. Dabei wirkt sich der Verlust ganzer Biotopgefüge ebenso aus wie der Verlust von Strukturen innerhalb von Biotopen. So verschwand beispielsweise der als Komplexbiotopbewohner geltende Augsburger Bär (*Pericallia matronula*) aus den Auen des Unteren Lechs in der Zeit, in der sich der Biotopkomplex aus vegetationslosen, versaumten und verbuschten Arealen aufzulösen begann (KRAUS, W. 1931, PFEUFFER 2009). Für einen Artenverlust durch Strukturverarmung innerhalb eines Biotops steht dagegen das Erlöschen der Großen Höckerschrecke (*Arcyptera fusca*). Diese Art verlor vor wenigen Jahren ihr letztes Habitat in Bayern auf der Schießplatz-Heide im Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg" (PFEUFFER 2007 u. 2010), nachdem sich auch auf dieser Heide das für Lechfeldheiden typische inhomogene Mikorelief zugunsten einer einheitlich dichten Vegetation veränderte, ohne dass der heutige Fluss Bedingungen für das Entstehen neuer strukturreicher Heideflächen schaffen kann.

Insgesamt können von den erloschenen oder reduzierten Arten der Auenzonen (Abb. 6) im Folgenden nur wenige Beispiele aufgeführt werden.

- (1) Betroffen von der Verbauung waren von Anfang an die wandernden Kieslaicher des Lechs. Als "Ursache des Rückganges der Fischerei" führte Kreisfischereirat HEINRICH MAST 1928 neben dem "scharfen Einschnitt" der errichteten Wehre an: "Die Regulierung brachte eine bedeutende Verkürzung des Flusses und damit [...] sehr ungünstige Lebensbedingungen für die Fische, in erster Linie für die Huchen, die regulierte Wasser fast vollständig meiden. ...". MAST weist auch auf die durch wasserbauliche Maßnahmen bedingte schwindende Bedeutung der Donau als Fischereigewässer hin: "Die Mengen von Nasen, welche früher alljährlich aus der Donau in den Lech und seine Zuflüsse bis Augsburg einzogen, könnte heute die Donau gar nicht mehr ernähren. Als korrigierter Fluß, der immer noch neuen Eingriffen unterworfen wird [...], sinkt seine fischereiliche Bedeutung von Jahr zu Jahr." Heute leben selbst in letzten Fließstrecken des Lechs, wenn überhaupt, nur noch kleine, überalterte und weiter schwindende Restpopulationen der Kieslaicher. Verschärft wird die Situation durch den fortschreitenden Kiesschwund (MARIANI 2007), den Strukturverlust im Ufer- und Flusssohlenbereich und nicht zuletzt durch den Schwellbetrieb (SCHNELL 2005, MARIANI 2007). Die verschlammten Staustufen, die den größten Teil des außeralpinen Lechs einnehmen, schließen Populationen rheophiler Wildflussarten naturgemäß aus.



Abb. 19: Hermetisch riegeln allein schon die 24 großen Wehre der Staustufen jede Möglichkeit einer Fischwanderung ab. Stau 19, 6.4.2007. (Foto E. Pfeuffer).

- (2) Die kleinen und flachen Stillwasser im Flussbett und in der Aue sind nach der Flussverbauung nahezu gänzlich verschwunden. Entsprechend gilt der Zwerg-Rohrkolben (*Typha minima*) heute am gesamten außeralpinen Lech als ausgestorben. Gleiches gilt für die Wechselkröte (*Bufo viridis*), deren letzte Population vor wenigen Jahren in Augsburg erlosch. Die Kreuzkröte (*Bufo calamita*) lebt heute zahlenmäßig sehr gering nur noch in Sekundärbiotopen, vor allem in Kiesgruben.

- (3) Die in den Lech mündenden Auenbäche fielen bei sinkendem Grundwasserstand in der Aue zum großen Teil trocken. Fortbestehende Bäche verloren durch die betonierte und steil abfallenden Ufer ihre für Fische und Wasserinsekten wichtige Anbindung an den Lech. Damit konnten sie auch nicht mehr als wichtiges Laichgebiet und als Rückzugsgebiet bei reißendem Hochwasser im Fluss fungieren (MARIANI 2007). HEINRICH MAST beschrieb diese Situation 1928 für die Flussregion um Augsburg: *"Da fernerhin der Lech sich tiefer eingrub, so verschwanden kleine Brunnenwasser, andere versickerten, erreichten nicht mehr den Anschluss an den Lech, andere gingen in ihrer Wasserführung zurück. Die Folge dieser Entwicklung war, dass immer mehr Laichplätze der Nasen ausfielen ..."*. Explizit führt er dies am Beispiel der Höch, einem bei Gersthofen in den Lech mündenden Bach, aus: *"Einst ein wertvolles Fischwasser, zu dem alljährlich Tausende und aber Tausende von Nasen aus dem Lech, letzten Endes aus der Donau, einwanderten [...] ist sie jetzt durch die Lechregulierung und die damit verbundene Tieferlegung des Flusses von diesem völlig getrennt, ist als Laich- und damit günstiger Fangplatz für Nasen ausgeschieden."* Mit dem allmählichen Versiegen von Quellbächen und deren Quellgebieten erloschen auch seltene Pflanzen. Beispielhaft ließ sich dies in einer der letzten Quellfluren im Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg", der Siebenbrunner Quellflur, beobachten, wo zunächst der Kies-Steinbrech (*Saxifraga mutata*), dann das Karlszepter (*Pedicularis sceptrum-carolinum*) und schließlich der Fetthennen-Steinbrech (*Saxifraga aizoides*) verschwanden.
- (4) Mit dem Verlust von Umlagerungsstrecken erlosch zunächst die Schwemmlingsflur, die in Bayern am Lech am weitesten nach Norden, teilweise bis in die Donauauen, gereicht hatte (MÜLLER 1991b). Ebenso erlosch die stenöke Heuschreckenfauna der Kies- und Sandbänke (PFEUFFER 2010). Den unwiederbringlichen Verlust der Brutvögel der Lechkiesbänke bei Augsburg hat 1926 ANTON FISCHER festgehalten: *"Da im Anfang dieses Jahres auch an dieser Stelle [= Flussbett zwischen Mering*



Abb. 20: Zwischen den Staustufen hat der längsverbaute und seiner Dynamik beraubte Fluss den Anschluss an die Aue verloren. Lech zwischen Staustufe 22 u.23, 29.6.2011. Der Flussabschnitt entspricht dem der Abb. 4a und 4b. (Foto E. Pfeuffer).

und Kissing] mit den Korrektionsarbeiten begonnen wurde, ist den Lechbrütern ihr letztes Asyl genommen, die einst so reiche und einzigartige Lechvogelfauna vernichtet. Einzelne Paare mögen dieses Frühjahr wiederkommen und nochmals Brutversuche wagen, aber die Zeit, in der es eine für die Lechkiesbänke charakteristische Vogelfauna gab, ist vorbei – für immer."

- (5) Erlöschen ist auch die Lebensgemeinschaft der Weiden-Tamarisken-Zone. Die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*), eine Zeigerart alpiner und dealpiner Flüsse par excellence, gibt es heute, vom Zubringer Halblech abgesehen, am gesamten außeralpinen Lech und seinem Einzugsbereich nicht mehr. Dies trifft auch für die Litzauer Schleife zu, in der durch die vorgeschalteten Stauseen die Flussdynamik ausgeschaltet ist.
- (6) Die Weichholzauen, vorwiegend Grauerlenbestände, sind selbst im Gebiet ihrer einst größten Ausbreitung am Lech nördlich von Augsburg heute von der Flussdynamik abgekoppelt. Sie bilden auch hier nur noch Relikte ursprünglich vom Hochwasser überfluteter Auwälder (RIEGEL u. HIEMEYER 2001). Sogar innerhalb der Hochwasserdämme im Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg" degradieren die Bestände zusehends.
- (7) Geradezu dramatisch ist die Situation der Schneeheide-Kiefernwälder, denen als Reliktföhrenwälder aus der Spätglazialzeit (MÜLLER 1991a, BUSSLER 2013) auch aus vegetationsgeschichtlicher Sicht eine hohe Bedeutung zukommt. Mit der Eindeichung des Flusses und der Unterbrechung des Kiestransportes durch die Staustufen ist der Aufbau hoher Flussterrassen als Standort für neu entstehende Trockenwälder generell nicht mehr gegeben. Größere Bestände am Mittleren Lech wurden durch den Bau des Forggensees direkt zerstört. Die nördlichsten Vorposten dieser Waldformation in Bayern, die bis nahe an die Donau gereicht hatten, sind seit Jahrzehnten durch Umwandlung in ertragreichere Wälder erloschen. Selbst im Naturschutz- und FFH-Gebiet "Stadtwald Augsburg"



Abb. 21: Unter einer immer dichter werdenden Filzschicht aus Gräsern und einer zunehmenden Strauchschicht verliert der für den Arten- und Biotopschutz bedeutsame Schneeheide-Kiefernwald seinen trocken-warmen Charakter und gleichzeitig seine Regenerationsfähigkeit. Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg", 6.3.2011. (Foto E. Pfeuffer).

burg" haben wildflusstypische Kiefernbestände durch kompromisslose Aufforstung deutliche quantitative Verluste zu verzeichnen (MÜLLER 1991b). Hier stehen, wenn nicht bald grundsätzliche und flächendeckende Hilfsmaßnahmen eingeleitet werden, diese Trockenwälder mittelfristig vor dem Erlöschen. Nach der Einstellung der Beweidung ersticken in der zunehmend verfilzten und von Sträuchern überwucherten Bodenschicht nicht nur die für diese Waldbiozönose typischen Arten. Auch die Kiefer verliert als Lichtkeimer die Möglichkeit der Verjüngung. Insgesamt büßen diese Wälder mit ihrer Entwicklung von xerothermen zu mesophilen Standorten auch ihre Funktion als differenzierte Kontaktgesellschaft zu Heiden und als ökologisches Bindeglied zwischen isoliert liegenden Heiden und Brennen ein.

- (8) Die Heiden, überwiegend Kalkmagerrasen, weisen einen besonders großen Flächenverlust auf, in ihrem einstigen Verbreitungsschwerpunkt bei Augsburg nach der Schottervegetation den zweitgrößten überhaupt (MÜLLER 1991b). Der Flächenverlust erfolgte durch intensive forstliche und landwirtschaftliche Nutzung nicht selten bis unmittelbar an den regulierten Fluss, im Bereich des Forggensees und der Staustufen 18-23 zusätzlich durch Überflutung. Versuche, durch Verpflanzung wenigstens Teile zu retten, waren sowohl im Bereich des heutigen Forggensees (EHRHARDT 1994) als auch zwischen Landsberg und Augsburg (MÜLLER 1990b) erfolglos. Heute sind selbst von der einstigen circa 80 km² großen Lechfeldheide nur noch kleine und isolierte Reste übriggeblieben. Die verbliebenen Heidereste unterliegen zudem einer qualitativen Veränderung, von der besonders die Erdseggen-Rasen, die Knollendistel-Pfeifengraswiesen und die Niedermoor-Gesellschaften betroffen sind, also gerade die Bereiche, die für das spezifische Artenspektrum der Lechheiden bestimmend sind (MÜLLER 1990, RIEGEL u. HIEMEYER 2001, PFEUFFER 2003/2004). So verändern sich letzte kiesige Areale infolge der ungebremsten Sukzession von xerothermen zu mesophilen Standorten. Weiterhin können in der vom Fluss abgetrennten Aue und bei fehlender Flusssdynamik frühe Stadien von Halbtrockenrasen, den essentiellen Standorten für Pionierarten und ebenso für xerothermophile Arten, nicht mehr entstehen. Zu den betroffenen Arten gehören beispielsweise die Schneeheide (*Erica carnea*), die Zwergglockenblume (*Campanula cochleariifolia*), die Felsennelke (*Petrorhagia prolifera*) und das Kriechende Gipskraut (*Gypsophila repens*) (MÜLLER 1990 u. 1991b), ebenso Tierarten mit einem hohen Anspruch an ein trocken-warmes Mikroklima, von denen die Heideschrecke (*Gampsocleis glabra*), der Segelfalter (*Iphiclides podalirius*), der Mauerfuchs (*Lasiommata megera*) und die Rostbinde (*Hipparchia semele*) bereits vor Jahrzehnten erloschen sind (PFEUF-



Abb. 22: Wo früher Heideland war, breitet sich heute vielerorts Ackerland aus. Maisacker auf dem Lechfeld bei Königsbrunn, 5.6.2012. (Foto E. Pfeuffer).

FER 1996 u. 1997). Vergleichbar ist die negative Entwicklung feuchter und wechselfeuchter Areale, die bei sinkendem Grundwasserspiegel zusehends austrocknen. Das Karlszepter (*Pedicularis sceptrum-carolinum*) und der Baldrian-Schreckenfalter (*Melitaea diamina*), Charakterarten der einstigen niedermoorigen Anteile der Lechheiden, gelten im gesamten Unteren Lechtal als verschollen. Selbst das Gemeine Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*) und die Mehlprimel (*Primula farinosa*) sind heute selten und werden noch seltener.

Tab. 1: Beispiele hochgradig gefährdeter und ausgestorbener/verschollener Pflanzen- und Tierarten des außeralpinen Lechtals, die als stenöke Arten an ihr Biotop und/oder dessen spezifische Strukturen ökologisch eng gebunden sind. Die aufgeführten Arten sind als typische Vertreter der Lebensgemeinschaft der entsprechenden Zone zu verstehen.

Lebensraum	Gefährdete Arten*	Erloschene/ verschollene Arten
(1) Flussarme und -rinnen	Nase (<i>Chondrostoma nasus</i>) Huchen (<i>Hucho hucho</i>) Bachforelle (<i>Salmo trutta fario</i>) Äsche (<i>Thymallus thymallus</i>) Steingressling (<i>Romanogobio uranoscopus</i>)	
(2) Stillwasser	Kreuzkröte (<i>Bufo calamita</i>) [nur noch auf Sekundärstandorten vorkommend]	Zwerg-Rohrkolben (<i>Typha minima</i>) Wechselkröte (<i>Bufo viridis</i>)
(3) Brunnenwasser, Quellfluren, Kalkflachmoore, feuchte Hochstaudenfluren, und Seggenbestände	Kies-Steinbrech (<i>Saxifraga mutata</i>) Quellsteinbrech (<i>Saxifraga aizoides</i>) Lungen-Enzian (<i>Gentiana pneumonanthe</i>) Kreuzotter (<i>Vipera berus</i>) Langflügelige Schwertschrecke (<i>Conocephalus fuscus</i>)	Karlszepter (<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i>)
(4) vegetationsarme Kies- und Sandbänke	Ufer-Reitgras (<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>) [möglicherweise schon erloschen] Flussregenpfeifer (<i>Charadrius dubius</i>) Flussuferläufer (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Knorpelsalat (<i>Chondrilla chondrilloides</i>) Gemskresse (<i>Hutchinsia alpina</i>) Alpenleinkraut (<i>Linaria alpina</i>) Silberwurz (<i>Dryas octopetala</i>) Triel (<i>Burbinus oediceumus</i>) Lachseeschwalbe (<i>Sterna nilotica</i>) Lachmöve (<i>Larus ridibundus</i>) Großer Brachvogel (<i>Numenius arquata</i>) Blaufügelige Sandschrecke (<i>Sphingonotus caeruleus</i>) Türks Dornschröcke (<i>Tetrix türki</i>) Fluss-Strandschröcke (<i>Epacromius tergestinus</i>) Kiesbank-Grashüpfer (<i>Chorthippus pullus</i>)
(5) Weiden-Tamarisken-Zone	Idas-Bläuling (<i>Plebeius idas</i>) [nur noch auf Sekundärstandorten] Schwarzgraue Sklavenameise (<i>Formica lefrancoisi</i>) [nur noch auf Sekundärstandorten]	Deutsche Tamariske (<i>Myricaria germanica</i>)
(7) Schneeheide- und Pfeifengras-Kiefernwälder	Schneeheide (<i>Erica carnea</i>) Regensburger Geißklee (<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i>) Buchsblättrige Kreuzblume (<i>Polygala chamaebuxus</i>) Scheidige Kronwicke (<i>Coronilla vaginalis</i>) Heideröschen (<i>Daphne cneorum</i>)	Rotflügelige Schnarrschrecke (<i>Psophus stridulus</i>)

(8) Heide	Graue Skabiose (<i>Scabiosa canescens</i>) Stängelloser Enzian (<i>Gentiana clusii</i>) Schneeheide (<i>Erica carnea</i>) Zwergglockenblume (<i>Campanula cochleariifolia</i>) Felsennelke (<i>Petrorhagia prolifera</i>) Kriechendes Gipskraut (<i>Gypsophila repens</i>) Heideröschen (<i>Daphne cneorum</i>) Schlingnatter (<i>Coronella austriaca</i>) Enzian-Ameisenbläuling (<i>Phengaris alcon</i>) Warzenbeißer (<i>Decticus verrucivorus</i>) Schwarzfleckiger Grashüpfer (<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>)	Heideschrecke (<i>Gampsocleis glabra</i>) Große Höckerschrecke (<i>Arcyptera fusca</i>) Rotflügelige Schnarrschrecke (<i>Psophus stridulus</i>) Rostbinde (<i>Hipparchia semele</i>) Mauerfuchs (<i>Lasiommata megera</i>) Segelfalter (<i>Iphiclides podalirius</i>) Baldrian-Scheckenfalter (<i>Melitaea diamina</i>) Goldener Scheckenfalter (<i>Euphydryas aurinia</i>)
-----------	---	--

*Nicht wenige der aufgeführten Arten sind nur noch in Teilbereichen des Lechtales, und auch hier nur noch in geringer Zahl vorhanden.

5.3 Zerfall des Verbundsystems

Die "Biotopbrücke Lechtal" ist heute stark fragmentiert. Das betrifft aquatische und terrestrische Arten gleichermaßen. Der Aufstieg von Kieslaichern aus der Donau in den Lech würde, wenn er unter den Bedingungen der ebenfalls strikt korrigierten und durch Staustufen veränderten Donau in größerem Umfang überhaupt noch stattfände (siehe 5.2 (1)), bereits nach 1,3 Kilometern an dem für Fische nicht passierbaren Kraftwerk Feldheim/Niederschönenfeld enden. Selbst die letzte größere Fließstrecke des Unteren Lechs im Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg" ist durch sechs für Fische unpassierbare Sohlswellen in Einzelteile zerstückelt.

Zerstückelt, großenteils sogar aufgelöst, ist auch das einst flussbegleitende Band der Aue (RADMÜLLER 1981, MÜLLER 1990a, PFEUFFER 2014). Innerhalb der verbliebenen Auenreste wird nach dem Verlust der Flussdynamik die Sukzession nicht mehr unterbrochen, sodass sich aus dem Mosaik unterschiedlicher Biotope ein zunehmend einheitliches Vegetationsbild entwickelt. Damit gehen Sonderstandorte, die jeweils als Habitate und "Trittsteine" submediterraner, subkontinentaler und alpiner Arten fungieren, verloren. Die Gefährdung von über 50% sogenannter Brückenpflanzenarten in Trockenrasen (MÜLLER 1985) steht beispielhaft für den allgemeinen Zerfall der Biotopbrücke (MÜLLER 1990a). Mit dem Fortschreiten des Zerfalls droht nicht nur der Verlust eines Verbundsystems zwischen Alpen und Alb, sondern auch der Verlust eines wichtigen Bindegliedes in einem viel weiter reichenden Verbundsystem, das seit der Spätglazialzeit submediterrane und subkontinentale Biozönosen mit Biozönosen in Mitteleuropa verband und damit über Jahrtausende einen ständigen Arten- und Genaustausch und -nachschieb ermöglichte.

6. Ausblick

Der weitgehend irreversible Verlust an Biodiversität durch Flussverbauung ist im bayerischen Lechtal besonders schwerwiegend. Einmal betrifft er einen Fluss, dem als vormaliges einzigartigem Biodiversitätszentrum und als überregional bedeutendem Verbundsystem eine Sonderstellung zukommt (AUTORENKOLLEKTIV 1991 u. 2001). Zum anderen finden sich wildflusstypische Biotope und Arten nach der Verbauung aller Flüsse im Alpenvorland heute generell in den höchsten Gefährdungskategorien Roter Listen.

Deshalb ist unstrittig, dass nach heutigen Kriterien, d. h. bei einem allgemeinen Biodiversitätsschwund, die Reste der einstigen Wildflusslandschaft des Lechs noch immer wichtige und europaweit bedeutende Zentren der Biodiversität darstellen. Arten der Roten Liste, auch die der höchsten Gefährdungsstufen, drängen sich geradezu in verbliebenen Auenresten. Dabei reicht das Spektrum von den 4 in Deutschland vorkommenden Ragwurzararten (Hummel-Ragwurz (*Ophrys holoserica*), Bienen-Ragwurz (*Ophrys apifera*), Fliegen-Ragwurz (*Ophrys insectifera*), Spinnen-Ragwurz (*Ophrys sphegodes*) über Insektenarten wie den Enzian-Ameisenbläuling (*Phengaris alcon*) oder den Schwarzfleckigen Grashüpfer (*Stenobothrus nigromaculatus*) bis zum Huchen (*Hucho hucho*) oder dem Steingreßling (*Romanogobio uranoscopus*), der, landesweit seit über 100 Jahren verschollen, im Lech wiederentdeckt wurde. Auf der Königsbrunner Heide findet sich der dichteste Bestand der Sumpf-Gladiole (*Gladiolus palustris*) Mitteleuropas und auf der Schießplatz-Heide das größte Vorkommen der Pyramidenorchis (*Anacamptis pyramidalis*) in Bayern. Mit insgesamt 1175 und aktuell 700 nachgewiesenen Käferarten (KLAUS KUHN, mündl. Mitt.) zählt das Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg" zu den artenreichsten Lebensräumen Bayerns. Sehr gut hat sich hier auch eine autotypische Mollusken-Fauna einschließlich Roter-Liste-Arten erhalten (COLLING 2013). Schließlich leben im Lechtal FFH-Arten wie Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*), Sumpfgladiole (*Gladiolus palustris*), Schmale Windelschnecke (*Vertigo angustior*), Grüne Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*), Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Phengaris nausithous*), Koppe (*Cottus gobio*) und Huchen (*Hucho hucho*). Noch immer ist auf den Heiden des Unteren Lechtales der Schnittpunkt submediterraner, subkontinentaler und alpiner Ausbreitungs- und Wanderrouten augenscheinlich.

Wesentliche und neue Impulse für die Umsetzung entsprechender naturschutzfachlicher Maßnahmen für die ausnahmslos gefährdeten Biozönosen wurden, den Fluss ausgenommen, im Rahmen des Projekts "Lebensraum Lechtal" (1998-2005) entwickelt (RIEGEL 2002). Vorrangig zählt dazu die Entwicklung eines Biotopverbundes und eines Pflegemanagements für Flussschotterheiden einschließlich der Wiederbelebung der Wanderschäferei (vgl. LIEBIG & PANTEL 2009). Nicht zuletzt hat das Projekt "Lebensraum Lechtal" auch das allgemeine Bewusstsein um den ökologischen Wert der Lechlandschaft durch konsequente Öffentlichkeitsarbeit gefördert.

Unbestritten kommt einer Flussanierung nach ökologischen Standards eine Schlüsselrolle zu, da der derzeitige desolate Zustand des Flusses auch zu einer weiter fortschreitenden Degradierung der Aue führt und damit eklatant der Zielsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der festgesetzten Gebietsbezogenen Konkretisierung der Erhaltungsziele der FFH-Gebiete am bayerischen Lech, z.B. "Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg"¹ widerspricht. "Licca liber" (der freie Lech), ein sich seit 2013 entwickelndes Projekt des Wasserwirtschaftsamtes Donauwörth zur Flussanierung zwischen der Staustufe 23 und der Mündung in die Donau, muss hier – will es auch nur im Grundsatz seinem Namen gerecht werden – neben rein flussbautechnischen auch ökologische Maßstäbe setzen. Dazu gehört eine Erweiterung des Flussbettes, wo es nur möglich ist, ebenso eine konsequente Anbindung des Flusses an die Aue und nicht zuletzt die Duldung und Förderung dynamischer Abläufe im Sinne eines Prozessnaturschutzes. Mit diesen und weiteren Voraussetzungen für eine Flussrenaturierung ist der Bau des von der E.ON Wasserkraft GmbH geplanten Kraftwerkes mitten im Naturschutz- und FFH-Gebiet "Stadtwald Augsburg" nicht vereinbar. Das Projekt "Licca liber" muss auch innerhalb von Staustufen die Zielsetzungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie umsetzen. Das bedeutet vorrangig die seit Jahren überfällige Errichtung von Umgehungsgewässern an den Wehren und ebenso eine naturnahe Gestaltung von Ufer- und Wurzelbereichen im Staustufenbereich. Unabdingbar für einen lebendigeren Fluss ist zudem eine erhebliche Reduzierung, besser noch Aufhebung, des bislang rein nach

¹http://www.lfu.bayern.de/natur/natura_2000_erhaltungsziele/datenboegen_7028_7942/doc/7631_371.pdf, 22.8.2014.

ökonomischen Gesichtspunkten gesteuerten Schwellbetriebes. Mit diesen Vorgaben könnte sich "Licca liber" zu einem Pilotprojekt für weitere Flussstrecken südlich von Augsburg, also zu einer Vision für einen "neuen Lech", entwickeln. Ein solches, den gesamten Fluss umfassendes Projekt würde auch den Anforderungen international verbindlicher Richtlinien für die Entwicklung europäischer Flüsse und Auen einschließlich der Kostendeckung von Wasserdienstleistungen gemäß Art. 9 der WRRL und der Verantwortung Bayerns für den Erhalt der Biotopbrücke Lechtal gerecht werden.

Trotz der dargelegten Stellung des bayerischen Lechs (160 km) als überregional bedeutender Biotopkomplex wurde und wird der Lech seit Jahrzehnten zur Wasserkraftnutzung übernutzt und soll nun nach neuen Wasserkraftwerksplanungen immer noch weiter degradiert und geschädigt werden.

Daher ist jetzt die Politik gefordert, am Lech baldmöglichst eine Umkehr zu verordnen und den Naturhaushalt des Rest-Lech zu retten, auch und gerade in der Energiewende.

Die Instrumentarien dazu liegen am Beispiel des Lechs bei Augsburg auf dem Tisch:

- die festgesetzten Schutzziele der Verordnung des Naturschutzgebietes "Stadtwald Augsburg" (1994) einschließlich die daraus abgeleiteten Maßnahmen des Pflege- und Entwicklungsplans des Schutzgebietes (1996) gilt es baldmöglichst umzusetzen,
- Schutz des geschützten Biototyps "Schneeheide-Kiefernwälder" nach § 30 BNatSchG,
- das Verschlechterungsverbot für das auf der gleichen Fläche betroffene FFH-Gebiet DE 763137 "Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg" und
- das Verschlechterungsverbot gemäß WRRL für den Lech sind einzuhalten.

Auch die Herausnahme der Schneeheide-Kiefernwälder (*Pinus sylvestris*) als gelisteter Lebensraumtyp 9430 aus Anhang I der FFH-RL und folglich auch aus der nationalen Liste Deutschlands der FFH-LRT muss fachlich mittelfristig revidiert werden, angesichts der Bedeutung der ca. 500 Jahre alten Reliktföhrenwälder "Schneeheide-Kiefernwälder" (geschützter Biototyp nach § 30 c BNatSchG) für den Arten- und Biotopschutz, für die in Deutschland der Freistaat Bayern die Hauptverantwortung trägt.

Es muss auch ein Zielkonflikt, z.B. bzgl. der Schneeheide-Kiefernwälder, zwischen der Sicherung der Schutzziele der NSG-VO "Stadtwald Augsburg" und dem geplanten FFH-Managementplan auf der gleichen Fläche für das FFH-Gebiet "Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg" vermieden werden.

7. Literatur

- AUTORENKOLLEKTIV (1991): Der Lech. Wandel einer Wildflusslandschaft. Augsburger Ökologische Schriften 2.
- AUTORENKOLLEKTIV (2001): Der Nördliche Lech. Lebensraum zwischen Augsburg und Donau. Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben e. V. Sonderbericht.
- BAUER, F. (1979): Das flußmorphologische Verhalten des bayerischen Lech. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft H. 9.
- BRÄU, M., BOLZ, R., KOLBECK, H., NUNNER, A., VOITH, J. U. WOLF, W. (2013): Tagfalter in Bayern. Ulmer Verlag (Stuttgart).
- BRESINSKY, A. (1962): Wald und Heide vor den Toren Augsburgs. Zerfall berühmter Naturschutzgebiete? Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere 27: 125-141.
- BRESINSKY, A. (1991): Die Trockenrasen des Lechfeldes: Arteninventar und Konsequenzen für den Schutz von Pflanzen. Augsburger Ökologische Schriften 2: 69-78.

- BURMEISTER, E. (1990): Die aquatische Makroinvertebratenfauna des Lech. Berichte der ANL 14: 113-117.
- BUSSLER, H. (2013): Erfassung xylobionter Käferarten zur Identifikation primärer Kiefernstandorte im Naturschutz- und FFH-Gebiet "Stadtwald Augsburg". Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V. 117: 91-106.
- CAFLISCH, F. (1848): Die Vegetationsgruppen in der Umgebung von Augsburg. I. Bericht des Naturhistorischen Vereins in Augsburg: 2-16.
- COLLIN, M. (2013): Untersuchung der Molluskenfauna ausgewählter Lebensraumtypen im NSG Stadtwald Augsburg. Unveröff. Gutachten.
- EHRHARDT, H. (1994): Der Füssener Lech: Ökologie und Naturschutz, in: NASEMANN, P.: Lebensraum Füssener Lech. Deutscher Alpenverein – Sektion Füssen: 43-60.
- FISCHER, A. (1926): Die Brutvögel auf den Lechkiesbänken. 44. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg (e.V.): 102-156 u. 173-187.
- FISCHER, H. (1946): Heuschrecken in Schwaben und seinen Randgebieten – ein Atlas ihrer Verbreitung. Unveröff.
- FISCHER, H. (1950): Die klimatische Gliederung Schwabens aufgrund der Heuschreckenverbreitung. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg 3: 65-95.
- FISCHER, H. (1966): Der alte Lech. 18. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg: 73-104.
- GEISTBECK, A. (1898): Der Boden des heimischen Florengbietes, in: WEINHART, M. u. LUTZENBERGER, H.: Flora von Augsburg. 33. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg.
- GRÖBMAIER, W. (1984): Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, in: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.): 100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg: 102-114.
- HÄBLEIN, L. (1958): Die einstige Molluskenbesiedlung des Illasberges. Ein Beitrag zur Faunistik des schwäbischen Lechtales. 8. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg: 1-58.
- HASENÖHRL, U. (2011): Zivilgesellschaft und Protest – eine Geschichte der Naturschutz- und Umweltbewegung in Bayern 1945-1980. Vandenhoeck & Ruprecht (Göttingen).
- HIEMEYER, F. (2002): Die Königsbrunner und Kissinger Heide. Juwelen vor den Toren Augsburgs. Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben e. V. Sonderbericht.
- KLEMENT, O. (1966): Die Vegetationsverhältnisse am Lech beim Illasberg. 18. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg: 37-42.
- KRAUS., O. (1955): Der Lech in neuen Fesseln? – Erhaltung oder Untergang einer Urlandschaft, in: KRAUS., O. (1966): Zerstörung der Natur. Unser Schicksal von morgen? Glock u. Lutz (Nürnberg): 205-208.
- KRAUS, W. (1931): Der Augsburger Bär. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V. 49: 81-87.
- KRAUSS, M. (2014): Isar und Lech – Geschichten von Naturschützern und Modernisierern, in: KRAUSS, M., LINDL, S. u. SOENTGEN, J. (Hrsg.)(2014): Der gezähmte Lech. Fluss der Extreme. Volk Verlag (München), S. 105-122 u. 200-203.
- KUHN, K. (2013): Licca liber – eine Chance zur Renaturierung des geschundenen Lechs. Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V. 117: 11-30.
- KUDRNOVSKY, H. (2013): Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Myricaria germanica* in den Ostalpen". Diss. an der Universität Wien, 529 S. (zum Download: <http://othes.univie.ac.at/30994/>).
- LIEBIG, N. & N. PANTEL (2009): Beweidung präalpiner Kiefernwälder auf Flusschottern im NSG "Stadtwald Augsburg" mit Przewalskipferden und Rothirschen. – Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben 113:82–105.
- MARIANI, M. (2007): Anthropogene Einflüsse auf den Lech bei Augsburg und ihre Auswirkungen. In-

- stitut für Geographie, Universität Augsburg.
- MAST, H. (1928): Die Ursachen des Rückgangs der Fischerei im unteren Lech von Augsburg an. 46. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg (e.V.): 11-23.
- MICHELER, A. (1953): Der Lech. Bild und Wandel einer voralpinen Flusslandschaft. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere. 18: 53-68.
- MÜLLER, N. (1985): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzenarten in Augsburg und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V. 89: 2-24.
- MÜLLER, N. (1990a): Das Lechtal – Zerfall einer übernationalen Pflanzenbrücke – dargestellt am Lebensraumverlust der Lechfeldhaiden. Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V. 94: 26-39.
- MÜLLER, N. (1990b): Die Entwicklung eines verpflanzten Kalkmagerrasens – Erste Ergebnisse von Dauerflächenbetrachtungen in einer Lechfeldhaide. Natur und Landschaft 65: 21-27.
- MÜLLER, N. (1991a): Veränderungen alpiner Wildflußlandschaften in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. Augsburger Ökologische Schriften 2: 9-30.
- MÜLLER, N. (1991b): Auenvegetation des Lech bei Augsburg und ihre Veränderungen infolge von Flußbaumaßnahmen. Augsburger Ökologische Schriften 2: 79-108.
- OELWEIN, C. (2005): Die Geschichte der Fischerei in Schwaben. Fischereiverband Schwaben e. V. (Augsburg).
- PFEUFFER, E. (1996): Bestandsentwicklung der Tagfalterfauna am Unteren Lech seit 100 Jahren. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 61: 13-40.
- PFEUFFER, E. (1997): Verschollene Tagfalterarten im Unteren Lechtal als Indikatoren für Veränderungen auentypischer Lebensräume. Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V. 101: 52-68.
- PFEUFFER, E. (2003/2004): Artenreichtum und Artenverlust der Heiden im Unteren Lechtal. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 68/69: 181-203.
- PFEUFFER, E. (2007): Die Heuschreckenfauna des Lechs – Der Wandel einer alpinen und außeralpinen Wildflusslandschaft und seine Folgen. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 72: 151-184.
- PFEUFFER, E. (2009): Der Augsburger Bär, *Pericallia matronula* (LINNAEUS, 1758). Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V. 113: 49-57.
- PFEUFFER, E. (2010): Ausgestorbene Heuschreckenarten im "Stadtwald Augsburg" als Indikatoren für den Verlust und die Veränderung auentypischer Lebensräume. Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V. 114: 116-133.
- PFEUFFER, E. (2014): Der Lech als Biotopbrücke und als Wanderroute für Pflanzen und Tiere, in: KRAUSS, M., LINDL, S. U. SOENTGEN, J. (Hrsg.) (2014): Der gezähmte Lech. Fluss der Extreme. Volk Verlag (München), S. 77-88 u. 196ff.
- QUINGER, B., BRÄU, M., KORNBROBST, M. (1994): Lebensraumtyp Kalkmagerrasen. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) (Hrsg.).
- RADMÜLLER, G. (1981): Der Zerfall einer Vegetationsbrücke zwischen Jura und Alpen im Landkreis Aichach-Friedberg. Unveröff.
- REGIERUNG VON SCHWABEN (1994): Verordnung über das Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg". Amtsblatt der Reg. v. Schwaben Nr. 9 vom 6.5.1994, S. 89-93; einschließlich der 1996 daraus abgeleiteten "Zustandserfassung und Pflege- und Entwicklungsplan des Naturschutzgebietes 'Stadtwald Augsburg' " (100 S.) der Stadt Augsburg.
- RIEGEL, G., HIEMEYER, F. (2001): Flora und Vegetation am Nördlichen Lech, in: Der Nördliche Lech.

- Lebensraum zwischen Augsburg und Donau. Sonderbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V.: 65-82.
- RIEGEL, G., (2002): Lebensraum Lechtal. Ein grenzüberschreitendes Projekt zur nachhaltigen Landschaftsentwicklung. Stadt + Grün 51 (7): 25-31.
- SCHAEZLER, W., FREIHERR VON (1957): Avifauna im Gebiet rechts des Lechs – ein Rückblick auf 60 Jahre von Scherneck (Lkrs. Aichach) aus. Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben in Augsburg XII: 141-145.
- SCHNELL, J. (2005): Untersuchungen zu gewässerökologischen Auswirkungen von Kraftwerksschwellbetrieb auf eine Fließstrecke, dargestellt anhand des Naturschutzgebietes "Litzauer Schleife". Diplomarbeit an der Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische-Fakultät, Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei. (Berlin).
- SEIFERT, K. (2010): Fischartenschutz in großen Flüssen unter dem Einfluss der Nutzungen. Arbeiten des Deutschen Fischereiverbandes 88: Fischartenschutz in Fließgewässern: 63- 113.
- SCHÖNFELDER, P., BRESINSKY, A. (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. Ulmer Verlag (Stuttgart).
- SENDTNER, O. (1854): Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. Literarisch-artistische Anstalt. (München).
- SOENTGEN, J. (2014): Der Lech als Cyborg, in: KRAUSS, M., LINDL, S. u. SOENTGEN, J. (Hrsg.) (2014): Der gezähmte Lech. Fluss der Extreme. Volk Verlag (München), S. 151-160
- STICKROTH, H. (2012): Die versunkene Vogelwelt des ungebändigten Lechs. Der Falke 9: 332-338.
- WALDERT, R. (1990): Die Fauna des Lechtales. – Anmerkungen zur Bedeutung für den Artenschutz und zur Bestandssituation ausgewählter Gruppen. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 99: 41-47.
- WILHELM, G. T. (1800): Unterhaltungen aus der Naturgeschichte, Der Fische zweyter Theil. (Augsburg).

Anschrift des Verfassers:

Dr. Eberhard Pfeuffer
Leisenmahl 10
86179 Augsburg