

Jörg Hemmer

Die Auwälder der Donau

*Adresse des Autors:*

Professor Dr. Jörg Hemmer

Schiessmauer 5

D 89278 Nersingen

[www.joerghemmer.de](http://www.joerghemmer.de)

*Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Jörg Hemmer

**Die Auwälder der Donau**

© 2011 Jörg Hemmer

Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt

ISBN 9783842369757

Jörg Hemmer

Die Auwälder der Donau



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
<i>Der Puls der Aue – ein Ökosystem zwischen Hoch- und Niedrigwasser</i>	9
<i>Steine, Gletscher und reichlich Wasser – Erdgeschichte und Eiszeiten formten die Auen der Donau</i>	19
<i>Ökosysteme – Hausgemeinschaften der Natur</i>	33
<i>Wasserwelten – das unbekannte Leben in Bächen und Flüssen</i>	45
<i>Kiesbänke – die Hochrisikozone und ihre Bewohner</i>	59
<i>Die Weichholzaue – amphibische Wildnis für Pioniere</i>	93
<i>Die Hartholzaue – Lebensfülle im Kreislauf</i>	103
<i>Brennen und Altwasser – geheimnisvolle Inseln im Auwald</i>	123
<i>Die Quellen der Vielfalt – vom Artenreichtum der Auen</i>	135
<i>Das Naturerbe – die Rolle des Menschen</i>	147
Verwendete und weiterführende Literatur	159
Internet-Ressourcen	162
Abbildungsverzeichnis	163
Index	164



## Vorwort

Wasserland – so lautet die Übersetzung des mittelhochdeutschen Wortes *Ouwe*, von dem sich der heutige Ausdruck *Aue* ableitet. Dieser seit Generationen verwendete Name steht für eine der ungewöhnlichsten und doch zugleich weitgehend unbekanntesten Naturlandschaften unserer Heimat. Wie der Begriff *Wasserland* so treffend veranschaulicht, bezeichnet die *Aue* den Uferbereich eines Fließgewässers, der dem unmittelbaren Einfluss wechselnder Wasserstände und schwankender Grundwasserspiegel ausgesetzt ist. Bei einem Bach ist diese Überflutungszone oft nur saumartig schmal, aber bei Flüssen, die wie die Donau und ihre alpinen Zuläufe den weiten Stromtälern der eiszeitlichen Gletscherflüsse folgen, kann sich die *Aue* über eine oft mehrere Kilometer breite Talfläche erstrecken. Gesteuert durch den Niederschlagsreichtum der Alpen und ihrer regelmäßigen Schneeschmelze ließ gerade hier, im Alpenvorland, der Wechsel zwischen Hoch- und Niedrigwasser einen Lebensraum entstehen, an dessen Artenfülle kein anderes Ökosystem Mitteleuropas heranreicht. Die Hälfte unserer Tier- und Pflanzenarten haben in den Auen von Donau, Iller, Lech, Isar und Inn eine Heimat gefunden.

Viele dieser Organismen leben in den totholzreichen Hartholzauwäldern aus urwüchsigen Eichen, Eschen und Ulmen, die einst weite Teile der Flussniederungen bedeckten. Die wahre Quelle biologischer Vielfalt in der *Aue* ist aber das natürliche Mosaik aus strukturreichen Auwäldern, Fließgewässern, Uferzonen, Kiesbänken, Weidenauen, Altwässern, Flutrinnen oder Röhrichten. Die regelmäßigen Pegelschwankungen der Flüsse und die gelegentlich weit ausufernden Hochwasser schufen nicht nur einen vielgestaltigen Lebensraum für Pflanzen und Tiere, sondern auch eine unserer letzten Urlandschaften, deren Ästhetik jeden Besucher in ihren Bann zieht. Aber es waren weniger diese romantischen Gründe, die uns Menschen an die Ufer der Flüsse zogen. Bereits in der Römerzeit diente die Donau als natürlicher Verkehrsweg, der sich im Industriezeitalter zu einer wichtigen Achse wirtschaftlicher Entwicklung entfalten sollte. Und wo Ökonomie auf Ökologie trifft, da muss die Natur meist

weichen. Überschwemmungen – für natürliche Auenbiotope bedeuten sie Leben, für die Menschen am Fluss Tod und Zerstörung: eine fatale Kollision von Interessen.

In dem Maße, in dem Hochwasserschutz die Gefahren für die Anwohner der Flüsse verminderte und ihren wirtschaftlichen Interessen neue Räume verschaffte, verloren die Auen ihre Funktion als Lebensraum einer einzigartigen Fauna und Flora. Weitgehend unbemerkt verschwanden so die wertvollsten Biotope unserer Heimat. Sind die letzten naturnahen Auen noch zu retten? Das hängt allein von unserem schnellen und beherzten Handeln ab. Dieses Buch soll einen Einblick in die faszinierende Entstehungsgeschichte der Auen der Donau und ihrer Nebenflüsse geben und von den Überlebensstrategien berichten, mit denen Tiere und Pflanzen die Herausforderungen eines Lebens zwischen Trockenheit und Überflutung meistern. Es will von den Ursachen der ungewöhnlichen Artenvielfalt der Auen berichten und vom Netz der Nahrungsbeziehungen in einem ungewöhnlichen Ökosystem.

Es freut mich, dass ich Sie, verehrte Leserinnen und Leser, in die geheimnisvolle Welt der Auen entführen darf und mit Ihnen zum Erhalt unserer letzten naturnahen Auen beitragen kann, denn noch gibt es sie: die Auwälder – unser Naturerbe.

Jörg Hemmer, Nersingen, im September 2011.



## Der Puls der Aue – ein Ökosystem zwischen Hoch- und Niedrigwasser

Es ist Mai. Die Sonne steht hoch am Himmel, gewinnt langsam an Kraft. Nach sieben Monaten im Griff des Winters, steigen auch hier, in den Hochalpen, die Temperaturen in den Plusbereich. Föhrennadeln sammeln die wärmenden Sonnenstrahlen, schmelzen winzige Wassertümpel in den brüchigen Schnee. Weiter unten, in den Bergwäldern, kriecht die Wärme bereits die Stämme der Fichten hinab und befreit die Wurzelsteller von der weißen Last. Die kurzen Trommelwirbel des Dreizehenspechtes, der von hoher Warte vorgetragene Reviergesang der Misteldrossel – es wird Frühling im Gebirge.

Noch bestimmt Hochdruck das Wetter. Tags lassen Sonne und geringe Luftfeuchte das Tauwasser verdunsten, im Nachtfrost erstarrt der Altschnee wieder zu körnigem Harsch. Doch dann dreht der Wind. Ein warmer Luftstrom aus Südwesten treibt Regen bis hoch hinauf an die Gipfel der Nordalpen. Erst fallen noch nasse Schneeflocken, doch dann gibt der Winter auf: Regen tropft aus grauem Himmel, tagelang. Unter dem Schutz der dichten Wolkendecke bleiben die Nächte nun frostfrei. Wasser sickert durch den morschen Schnee, rieselt über be-  
mooste Felsplatten und füllt Mulden und Senken. Rinnsale durchziehen jeden Hang und leiten ihren Inhalt in steinige Bachläufe, die sich tief im Tal zu donnernden Gebirgsflüssen vereinen. In der Enge der Schlucht steigt die Flut um mehrere Meter.

Der unablässige Regen weicht die Hänge auf, der Boden beginnt zu fließen, lose Steine springen den Hang hinunter. Dann rutscht die Mure ab, nimmt Büsche und Bäume mit und wird zuletzt vom tobenden Wildbach verschluckt. Bald erreichen die Wassermassen die flachen Täler der Voralpen. Hier ist mehr Raum. Der Fluss geht in die Breite, flutet die weiten Schotterflächen, löst Sand und Kies aus seinen Ufern. Ein Schwall erfasst die achtlos abgelegten Baumstämme der Vorjahres-

flut und verkeilt sie zwischen den tonnenschweren Blöcken, die noch größere Gewalten hierhin verfrachtet haben.

Unten im Flachland steigen die Pegel eher bedächtig. Kiesbänke, auf denen sich im Sommer Badegäste sonnten, werden allmählich kleiner und verschwinden zu guter Letzt. Langsam erklimmt das Wasser die Ufer und erreicht bald die Wurzeln des Weidendickichts. Der Regen ist schon lange versiegt, doch die Flut wächst noch immer. Im Sommer vom Strom getrennte Altarme werden plötzlich zu turbulenten Wildwassern. Die Strömung reißt Äste und Büsche mit, die sich im Wasser drehend auf die Reise machen. Dann erscheint der Fluss im nahen Wald. Trübes Wasser füllt Senken und Rinnen, sickert zwischen die Stiele von Bärlauch und Goldnessel und arbeitet sich allmählich bis zu den Eschen und Eichen des Hochwaldes vor. Rehe fliehen aus dem Wasserwald, nasse Mäuse zittern auf einem umspülten Holzstoß, zu Hunderten erklimmen Schnecken rettende Bäume.

Frühzeitige Flutwarnungen haben die Menschen an der Donau alarmiert. Routiniert werden Campingplätze geräumt, Boote verzurrt und Fahrzeuge aus der Gefahrenzone gebracht. Mobile Holzwände sichern ufernahe Altstädte, Helfer schichten Sandsäcke vor Hauseingänge, Landwirte treiben Pferde und Kühe von den gefährdeten Weiden. Eigentlich kann die Flut kommen. Aber die Sorge bleibt, die Angst vor einer noch größeren, Leben und Eigentum vernichtenden Jahrhundertflut. Schon stehen Uferstraßen unter Wasser, Neugierige versammeln sich auf den Brücken und starren in die anschwellenden Wassermassen. Nein, diesmal ging es glimpflich ab. Stunden verharrte das Wasser auf gleicher Höhe am Pegelstab, jetzt sinkt es wieder, Zentimeter für Zentimeter.

Im Wald patrouillieren Libellen den Luftraum über neu entstandenen Tümpeln. Noch immer klammern Käfer hilflos am Treibgut, aber auch hier hat die Flut ihren Umkehrpunkt erreicht. Bald erscheint der Waldboden, das Wasser strömt in die Flutrinnen, der Fluss kehrt wieder in sein Bett zurück. Das allerdings hat sich verändert. Wo vormals Sandbänke ein flaches Ufer begrenzten, quirlt nun ein Kehrwasser. Aus einer frischen Abbruchkante des Ufers lösen sich Erdbrocken, oben schwankt Buschwerk an einem letzten Wurzelanker. Eine Biegung weiter glänzen die nassen Kiesel einer neu entstandenen Schotterbank in der Sonne. Treibholz, Laub und Pflanzenteile vermischt mit Düngemittel-

säcken, geborstenen Eimern und Transportpaletten türmen sich entlang der Ufer. Oben im Wald markieren Schmutzringe an den Bäumen die höchste Flutmarke, trübe Wasserlachen füllen die Bodenmulden. Frühlingsblumen liegen zerdrückt am Boden, dazwischen Plastikflaschen und Einkaufstüten, alles paniert mit einer feinen Schlammschicht.

Monate später. Der Sommer ist heiß und trocken. Die Quellen im Gebirge sind fast versiegt. Modrige Pfützen im Schatten von Steinblöcken erinnern kaum an den Bergbach, in dem sich noch im Frühjahr das Schmelzwasser austobte. Am Grunde der großen Alpentäler schlängeln sich die Flüsse wieder unauffällig durch die weiten Schotterflächen. Auch der große Strom im Vorland, sonst üppig gespeist von den Wassermassen seiner alpinen Zuläufe, schleppt sich nur müde dahin. Auf Kiesbänken werden wieder Handtücher, Grillutensilien und Kühlboxen ausgebreitet. In fauligen Restwassertümpeln zappelt Fischbrut dem Tod entgegen. Sie haben den Anschluss an das ablaufende Wasser verpasst, ganz zur Freude der Graureiher und Lachmöwen, die hier ein Festmahl einlegen. Heuschrecken sirren im trockenen Gras der Uferböschung, schwarze Rüsselkäfer nagen an den regenschirmgroßen Blättern der Pestwurz. Hoch oben in den Zweigen der Weiden zeugen Heubüschel und Plastiktüten von der vergangenen Flut.

Nur wenige Schritte von der flimmernden Hitze des Ufers entfernt, umfängt kühle und feuchte Luft den Besucher des Auwaldes. Dunkel ist es hier – und still. Die Vögel haben ihr Brutgeschäft beendet, die Reviergesänge sind verstummt. Auch die Blütenesselbe von Märzenbecher, Schlüsselblume und Blaustern sind längst dem Graugrün einer dahinwelkenden Bodenvegetation gewichen. Risse durchziehen den lehmigen Grund ausgetrockneter Flutrinnen. Die letzten schlammigen Pfützen wimmeln von Mückenlarven: Nachschub für das Heer der sommerlichen Plagegeister. Gespeist vom Grundwasser bietet allein ein alter Flussarm seinen Bewohnern ein vor Austrocknung geschütztes Refugium. Zu Paarungsrädern vereint, stechen Hunderte von schwarz und blau gebänderten Kleinlibellen ihre Eier in die Blätter der Schwimmpflanzen. Taumelkäfer jagen in kreisenden Pulks um die gelben Blüten der Teichrosen, ein Eisvogel späht vom trockenen Weidenzweig aus nach Beute. Die jungen Erdkröten – nur noch der Schwanzstummel erinnert an ihr Leben als Kaulquappe – sind nun bereit, ihr Brutgewässer zu verlassen.

Schon bald flieht der Besucher vor den unermüdlichen Angriffen der Mckengeschwader auf jedes Stück unbedeckte Haut.

Der Wechsel von Hoch- und Niedrigwasser, das ist der Rhythmus unserer Bäche und Flüsse, das unverkennbare Merkmal aller natürlichen Fließgewässer. Konstante Wasserstände sind dagegen die Ergebnisse menschlicher Eingriffe, erzwungen durch Stauwerke und Dämme. Das beständige Auf und Ab des Wasserspiegels begleitet jeden unbeeinflussten Bach oder Fluss. Oft schwankt der Pegel nur um Zentimeter, aber niemals bleibt er über einen längeren Zeitraum wirklich konstant.

In vielen Regionen der Welt folgen die Niederschläge einem jahreszeitlichen Rhythmus. Die Flüsse fallen und steigen im Takt aus Trocken- und Regenzeiten. In Mitteleuropa ist die Verteilung der Niederschläge dagegen recht ausgeglichen. Allein die höhere Verdunstung und die Wasseraufnahme der Pflanzen während der Vegetationsperiode vermindern im Sommer die Abflussmengen der Fließgewässer. Hohe Pegelstände im Winter und geringe Wasserführung im Sommer: Diesem Muster folgen die Flüsse des Tieflandes und der Mittelgebirge, so wie die Oder, Weser oder Elbe. Aber der Einfluss dieser jahreszeitlichen Komponente ist eher gering. Das Auftreten von außergewöhnlichen Hochwassern wird immer von unregelmäßigen Wetterereignissen bestimmt, und die können zu jeder Jahreszeit auftreten. Auch in den Nordalpen sind die Niederschläge im Jahresverlauf konstant – und doch führen alpine Flüsse wie Iller, Lech, Isar oder Inn in der kalten Jahreszeit weniger Wasser als im Sommer. Die Speicherung des winterlichen Niederschlages in Form von Schnee und das rasche Abtauen des gefrorenen Wasservorrates im Frühsommer verursacht einen unverkennbaren Takt der Pegelstände. Dieser wirkt bis in die Donau hinein, schließlich sind ihre wasserreichsten Nebenflüsse alpinen Ursprungs.

Wetterereignisse verändern zunächst den Wasserstand der unmittelbar betroffenen Bäche und Flüsse. In welchem Umfang auch die Pegel anschließender Wasserläufe beeinflusst werden, das entscheidet die Wasserbilanz an den Zusammenflssen der Gewässer. Dort können sich Schwankungen der Wasserführung verstärken oder auch neutralisieren. Lokale Starkregenfälle, die in einem begrenzten Bereich des Gewässersystems durchaus für Überschwemmungen sorgen, können in den nachgeordneten Flüssen fast wirkungslos bleiben. Anders bei großräumigen

Regenfällen oder beim Zusammentreffen von Tauwetter und Starkregen. Selbst wenn die Auswirkungen solcher meteorologischer Ereignisse in den Oberläufen der Gewässer noch recht harmlos erscheinen mögen, können sich die vereinten Wassermengen mehrerer Flüsse zu einer stattlichen Flutwelle auftürmen. Tauwetter mitten im Winter, meist ausgelöst durch Regenfälle bis in hohe Gebirgslagen, führt oft zu solch außergewöhnlichen Hochwassern in Flüssen mit alpinem Einzugsgebiet. Eine solche Wettersituation tritt nicht selten Ende Dezember ein und wird daher spektakulär als Weihnachtshochwasser bezeichnet. Ebenso wie Flüsse bei Dauerregen unplanmäßig über die Ufer treten können, so verursacht ungewöhnliche Trockenheit oft Niedrigwasser.

Angaben zum Jahresverlauf von Pegelständen sind statistische Mittelwerte, Naturgesetze sind sie nicht. In den Flüssen und Bchen Mitteleuropas können Hoch- und Niedrigwasser zu jedem Zeitpunkt des Jahres auftreten, unabhängig davon, welchem Fließgewässertyp sie durch ihr statistisches Abflussverhalten zugeordnet werden. Hinzu kommt der Einfluss des Geländes. In einem steilen Tal ist die Amplitude der Wasserstandsschwankungen höher als in flachen Flusstälern, dafür entfalten Fluten in der Ebene eine größere Breitenwirkung. So entwickelt jeder Bach und jeder Fluss seine persönliche hydrologische Dynamik. Dieses Regime schwankender Wasserstände definiert einen uberflutungsbe- reich, der alle natürlichen Fließgewässer in unterschiedlicher Breite begleitet: die Aue.

Die Aue umfasst den gesamten durch Wasser beeinflussten Bereich entlang eines Flusses oder Baches. Auch die Gewässer selbst werden der Aue zugerechnet: Sie sind die Hauptschlagadern dieses okosystems. Die Reichweite der Spitzenhochwasser, die vielleicht nur alle Jahrzehnte einmal auftreten, markiert die ökologische Außengrenze der Aue. Heute sind die Auen der Donau und ihrer Nebenflüsse – wie bei nahezu allen anderen mitteleuropäischen Flüssen – durch Dämme und andere wasserbauliche Maßnahmen stark eingeengt. Daher wird der Bereich eines Tales, der ohne den Eingriff des Menschen von Hochwassern erfasst würde, als potenzielle oder ursprüngliche Aue bezeichnet. Die Flächen der Talniederung, die bereits von den regelmäßigen uberflutungen abgekoppelt wurden, werden als Altaue bezeichnet. Den Uferbereich, der bis heute von Überschwemmungen erreicht werden kann, nennt man rezen-

te Aue. Meist ist dieser Streifen schmal und umfasst nur wenige Meter zwischen Fluss und Deich, nur selten erreicht die rezente Aue noch eine Breite von einigen hundert Metern. Die einst mehrere Kilometer breiten Auen der Donau und ihrer alpinen Nebenflüsse sind Geschichte.

Auch die natürliche Vegetation der Auen wurde durch menschliche Aktivitäten weitgehend zerstört. Bis auf kleine, auch naturgemäß nicht bewaldete Bereiche, waren die ursprünglichen Auen der Donau und der Unterläufe von Iller, Lech, Isar und Inn von dichten Laubwäldern bedeckt. Dieser flächendeckende Auwald aus Eschen, Eichen und Ulmen wurde in den letzten Jahrhunderten fast vollständig von Wiesen, Weiden, Äckern, Siedlungen, Industrie- und Verkehrsflächen verdrängt. Die heute noch vorhandene Bewaldung wird zwar immer noch gerne als Auwald bezeichnet, ist aber von der Beschaffenheit und biologischen Vielfalt eines ursprünglichen Auwaldes meist weit entfernt. Fast alle Wälder werden heute forstwirtschaftlich genutzt. Das gilt mit wenigen Ausnahmen auch für die Reste naturnaher Auwälder, die sich an den wenigen bis heute von Hochwasser geprägten Flussabschnitten der Donau und ihrer alpinen Nebenflüsse halten konnten. Weil aber bei allen heimischen Flüssen die Pegelstände durch Stauwerke reguliert werden, haben auch diese letzten rezenten Auen ihre ursprüngliche Überflutungsdynamik weitgehend verloren. So trocknen viele der verbliebenen und einstmals so weit verbreiteten Auwälder zunehmend aus. Das Vordringen der an geringe Bodenfeuchte angepassten Buchen in die Waldgesellschaften der Aue ist ein sichtbares Zeichen dieses Wassermangels, durch den allmählich die überflutungsresistente Vegetation mit ihrer zugehörigen Fauna verdrängt wird.

Dabei ist das oberflächennahe Grundwasser für die ökologische Funktion der Aue ebenso wichtig wie die regelmäßigen Überschwemmungen. Grundwasser und Wasserläufe bilden in der Aue einen zusammenhängenden Wasserkörper. Gerade auf dem kiesigen Untergrund der Flusstäler der Donau und ihrer alpinen Nebenflüsse ist der Grundwasserspiegel eng an den Wasserstand des zugehörigen Fließgewässers gekoppelt. Dessen Schwankungen werden mit einer zeitlichen Verzögerung auf den Grundwasserspiegel übertragen. Auch die ausgedeihte Aue kann durchaus noch über eine unterirdische Wasserverbindung zum Fluss verfügen. Ein hoher Grundwasserspiegel kann so eine Austrock-

nung der Auwälder und damit ein Eindringen standortsfremder Pflanzen verzögern. Aber auch auf solchermaßen vernässten Standorten ist langfristig eine Veränderung der ursprünglichen Struktur und Ökologie der Auenbiotope nicht zu vermeiden, denn eine intakte Aue benötigt beides: Grundwasser und Überflutungen. Nur noch an wenigen Flussabschnitten der Donau und ihrer Nebenflüsse entwickeln sich Auen im freien Spiel einer einigermaßen natürlichen hydrologischen Dynamik. Wenn wir also von naturnahen Auen oder Auwäldern sprechen, dann sind dies nur noch die bescheidenen Reste eines einstmals üppigen Ökosystems.

Die natürliche Aue ist ein Lebensraum unter dem Regime des Wechsels der Elemente. Dabei nimmt der Einfluss des Wassers von den Ufern der Fließgewässer zu den Außengrenzen der Aue hin kontinuierlich ab. Es gibt außergewöhnliche Hochwasser, in denen die gesamte Aue zu einem Teil des Flusses wird, und es gibt Perioden der Dürre, die manchen Bach oder Fluss fast vollständig austrocknen lassen. Zwischen diesen Extremen bilden Häufigkeit und Dauer von Überflutungsphasen und Trockenperioden sowie die damit gekoppelten Schwankungen des Grundwassers die dominierenden Faktoren für die Existenz von Pflanzen und Tieren in der Aue. Veränderungen des Wasserstandes sind an der Mittelwasserlinie eines Flusses am häufigsten. Hier schwankt der Pegel oft im Laufe von Stunden – und schon Zentimeter bedeuten eine gewaltige Verschiebung der Lebensumstände in dieser Wechselwasserzone. Mit zunehmendem Abstand zum Ufer vermindern sich Anzahl und Dauer der Überflutungen. Die ökologische Außengrenze der Aue wird vielleicht nur einmal in einem Jahrhundert von einer außergewöhnlichen Flutwelle erreicht.

Heute kann man sich kaum mehr vorstellen, wie die natürlichen Auen der Donau und ihrer Nebenflüsse wohl ausgesehen haben, bevor der Mensch begann, die Natur nach seinen Vorstellungen zu verändern. Wie war das, als noch Seeadler am Himmel ihre Kreise zogen, Fischottern im klaren Wasser spielten und Elche, Bären oder Wölfe durch die weiten Auwälder streiften? Die größten zusammenhängenden Auenkomplexe des Alpenvorlandes bestanden einst an der Donau zwischen Ulm und der Weltenburger Enge einschließlich der Unterläufe von Iller und Lech sowie zwischen Regensburg und Vilshofen unter Einschluss des Unterlaufes der Isar. Im Zentrum des Geschehens ein stark gewundener,

vielfach verzweigter Fluss, der beständig seinen Lauf änderte, sich in parallele Gerinne aufspaltete, Inseln bildete und Altwasser abtrennte. Im Spätsommer war der Fluss oft so flach, dass man ihn leicht durchwaten konnte. Dann gab der Strom oft hunderte Meter breite Kies- und Sandbänke frei, die bei steigenden Pegelständen schnell wieder verschwanden. Wenn sich die Fluten ausgetobt hatten, dann hatte der Fluss vielleicht an der einen Stelle eine Kiesbank abgetragen und mit dem so gewonnen Baumaterial an anderer Stelle eine neue aufgeschüttet. An solchen Plätzen konnten sich keine Pflanzen halten. Kies- und Sandbänke gehörten zu den wenigen vegetationslosen Flächen im grünen Urwald. Hinter den Kiesbänken, dort wo die Ufer zwar regelmäßig, aber nicht länger als ein halbes Jahr, unter Wasser standen, stockte ein undurchdringliches Gewirr aus Weidengebüschen, Pappeln, Erlen und überflutungstoleranten Hochstauden. Diese wegen ihrer forstwirtschaftlich minderwertigen Bäume als Weichholzaue bezeichnete Zone begleitete den gesamten Fluss an beiden Ufern wie ein Saum.

An manchen Stellen weitete sich die Weichholzaue zu hallenartigen Silberweidenwäldern, die schließlich in die Laubwälder der so genannten Hartholzaue übergingen. Diese nur bei Spitzenhochwassern gefluteten Wälder aus Eichen, Eschen, Ulmen und Linden bedeckten das Donautal und die Auen der Unterläufe von Iller, Lech, Isar und Inn oft auf mehreren Kilometern Breite. Die Überschwemmungen hinterließen Schwebstoffe unter deren Düngung sich regelrechte Urwälder entwickelten, mit umgestürzten Bäumen und an Lianen erinnernde Kletterpflanzen. In grundwassernahen Senken und Mulden entstanden Tümpel und Röhrichte. Flutrinnen und vom Hauptstrom abgeschnittene Flussarme öffneten Lücken in die dichte Vegetation. An manchen Stellen gelang es einem Ausnahmehochwasser Kies bis weit in die Auwälder hineinzutragen. Diese wasserdurchlässigen Sedimente trennten den Zugang der Vegetation zum Grundwasser. Wie Inseln inmitten des feuchten Auwaldes entstand auf diesen trockenen Kiesbänken ein eigenartiger Lebensraum, der an afrikanische Savannen erinnert: die Brenne. Erst auf den höheren Flussterrassen, unerreichbar auch für die weitesten Fluten, wurde der Auwald von Buchenmischwäldern abgelöst.

Solange die Donau und ihre alpinen Zuläufe noch Wildflüsse waren, konnten sie ungehindert durch Stauwerke und ohne Beschränkung



gen durch Dämme die Aue in ihrer ganzen Breite und Länge überfluten. Für den Erhalt einer ökologisch intakten Aue reicht es nämlich nicht aus, dass Wasser lediglich über die Ufer tritt, es muss auch dem Gefälle folgend in Längsrichtung durch die Aue hindurchfließen können. Die transversale und longitudinale Durchgängigkeit der Aue ist Voraussetzung für die Ausbildung der typischen Zonierung in Fließgewässer, Sedimentbänke, Weichholzaue und Hartholzaue (Abbildung 2, Seite 71). Nur noch wenige Reste der ehemaligen Auwälder sind uns erhalten geblieben, und mit diesen steht auch der artenreichste Lebensraum Mitteleuropas an der Schwelle des Verschwindens.

Das Auf und Ab des Wasserstandes ist eine Herausforderung für jedes Lebewesen in der Aue. Es ist vor allem die Unvorhersehbarkeit der Ereignisse, die alles Leben im Einflussbereich des Wassers mit Problemen konfrontiert, wie sie gewaltiger kaum sein können. Eine Anpassung an einen regelmäßigen Rhythmus, wie bei den Gezeiten des Ozeans, ist für die Bewohner des Risikobereiches eines natürlichen Fließgewässers nicht ausreichend. Innerhalb von Augenblicken kann dort, wo gerade noch Land war, Wasser das Regime übernehmen und ebenso schnell können sich die Verhältnisse wieder umkehren – ein Pendel der Extreme. Die hydrologische Dynamik der Fließgewässer ist die Ursache für die Entstehung ganz unterschiedlicher Lebensverhältnisse auf engstem Raum. Die Auen mit ihren natürlichen Gewässern, Uferzonen und verschiedenartigen Wäldern bieten einer breiten Palette von Lebensformen geeignete ökologische Nischen – darum entfaltet die Natur unseres Landes gerade hier ihren größten Artenreichtum. Mit ihren mannigfaltigen Biotopen begleitet die Aue das gesamte Fließgewässersystem von der Quelle der Gebirgsbäche bis in die Mündungsdeltas der großen Ströme, hier mehrere Kilometer weit, dort nur wenige Meter messend. Als lang gestrecktes Ökosystem von geringer Breite aber ist die Aue hochgradig verletzlich. Weitgehend unbeachtet sind diese Oasen der Biodiversität durch menschliche Eingriffe bis auf kleine Refugien geschrumpft. Aber noch gibt es sie, die Auwälder – unser Naturerbe.



Abbildung 18: Hartholzauenwälder mit Eschen, Eichen und Ulmen wachsen nur in den Auen der Donau und entlang der Unterläufe ihrer alpinen Nebenflüsse. Mit ihren Rankpflanzen erscheinen sie oft wie eine grüne Wildnis.



Abbildung 19: Der Mittelspecht ist ein Charaktervogel alter Eichenwälder. Naturnahe Hartholzauwälder mit hohem Totholzanteil gehören zu den letzten Refugien dieser bedrohten Spechtart.





Abbildung 20: Der Blütenteppich aus Bärlauch täuscht darüber hinweg, dass hier der ehemalige Auwald durch einen Ahornforst ersetzt wurde.



Abbildung 21: Ein naturnaher Hartholzauwald besteht aus verschiedenartigen Bäumen mit unterschiedlicher Altersstruktur.

vielfalt und damit auch den Fortgang der Evolution. Dies beantwortet auch die Frage, warum Naturschutz selbst in einem artenarmen Land wie dem unsrigen von so großer Bedeutung ist.

Artenschutz ist Biotopschutz – und Biotopschutz benötigt Fläche. Viele wissenschaftliche Untersuchungen haben nämlich einen besorgniserregenden Zusammenhang zwischen Biotopgröße und Artenvielfalt festgestellt: Wird ein Biotop auf ein Zehntel seiner ursprünglichen Größe verkleinert, dann halbiert sich gleichzeitig die Artenzahl. Aber leider ist auch dies nicht die ganze Wahrheit, denn bei einer Verarmung des Arteninventars eines schrumpfenden Lebensraumes geht die Zahl der anspruchsvolleren Spezies schneller zurück als die Anzahl der Arten mit einer großen ökologischen Bandbreite. Verlust von Artenvielfalt ist daher nicht nur ein quantitatives, sondern auch ein qualitatives Problem. Bei einer Arealverkleinerung gut strukturierter Laubwälder verschwinden zum Beispiel zuerst anspruchsvolle Arten mit großen Territorialansprüchen wie die Wildkatze oder der Schwarzstorch, während solche mit geringen ökologischen Bedürfnissen zunächst ungefährdet bleiben.

Genau dies ist ein Kardinalproblem der Auen entlang der Donau und ihrer alpinen Nebenflüsse. Überzogen in der Vergangenheit Bach- und Flussauen das gesamte Land wie ein Netz aus zusammenhängenden Korridoren, so können die fragmentierten Auen heute ihrer Funktion als Ausbreitungsweg für Tiere und Pflanzen – und damit auch ihrer Gene – nicht mehr nachkommen. Will man die Artenvielfalt in unserem Lande erhalten, dann müssen sowohl die Stärkung und Wiederherstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit als auch die Wiedervernetzung der Auen höchste Priorität genießen. Dies trifft sowohl auf den terrestrischen Teil des Ökosystems zu, also im Wesentlichen für die Wälder, als auch für den Fluss. So wie landwirtschaftliche Nutzflächen, Verkehrswege und Siedlungen die Waldbiotope zersplittern, so wirken Stauwerke und Querverbauungen in einem Fließgewässer als unüberwindbare Barriere für Wasserorganismen. Das gleiche gilt für den Verschluss der Verbindung zwischen Auengewässern und dem Hauptstrom durch Dämme, Düker oder Geländestufen, wie sie an der Donau und ihren Nebenflüssen vielfach zu finden sind.

Der gleichsam mathematische Zusammenhang zwischen Biotopgröße und Artenvielfalt zeigt auch eine besorgniserregende Eigenart der

Verkleinerung und Fragmentierung von Lebensräumen: Das Verschwinden einzelner Arten führt fast automatisch zum Verlust weiterer Arten. Wenn eine Population mit einer ganz bestimmten biologischen Funktion ausfällt, dann leidet die Leistungsfähigkeit des gesamten Ökosystems. Artenverlust setzt Kettenreaktionen in Gang. Aber auch der Schwund einer Population wird nicht ohne Auswirkungen auf das Ökosystem bleiben. Aus diesem Grunde wäre es auch falsch, sich allein auf den Schutz seltener Arten zu konzentrieren. Diese Überlegungen beantworten auch die Frage, ob es in einem Ökosystem mehr oder weniger wichtige Arten gibt. Tatsächlich können wir mit unserem heutigen Wissensstand kaum die genaue Auswirkung des Verlustes einer einzelnen Art vorhersagen. Vermutlich gibt es sogar bestimmte Tier- und Pflanzenarten, die nur eine untergeordnete Bedeutung für den Erhalt eines Ökosystems haben mögen oder durch andere ersetzbar sind, aber können wir diese auch identifizieren? Höchstwahrscheinlich ist es unsinnig, darüber auch nur zu spekulieren, denn Ökosysteme verhalten sich allem Anschein nach eher wie ein Kartenhaus: Wir können die eine oder andere Karte herausziehen, ohne das es zusammenfällt, aber das Kartenhaus wird instabiler. Am Ende stürzt es dann vielleicht wegen einer Karte zusammen, die in einer stabilen Umgebung recht unwichtig war, aber jetzt eine Schlüsselposition einnimmt. Ein stabiles Ökosystem enthält also genau die richtige Anzahl von Arten in genau der richtigen quantitativen Zusammensetzung. Jede Veränderung führt zu einer Vergrößerung der Instabilität, die dann irgendwann in eine fatale Kettenreaktion mündet.

Der Verlust einzelner Arten – besonders wenn es sich um Sympathiearten handelt – erfüllt uns mit Trauer oder Wut. Über diese emotionale Reaktion auf die unmittelbare Bedrohung so genannter „Flaggschiffarten“ wird nicht selten politischer Druck aufgebaut, der Anlass für gezielte Schutzmaßnahmen gibt. Menschliche Aktivitäten zielen daher nur noch selten auf die bewusste Ausrottung einzelner Arten. Heute treten wir eher als Naturzerstorer mit einem breiten und unspezifischen Vernichtungseffekt auf. Die betroffenen Arten sind uns fast immer unbekannt und sie berühren uns selten auch emotional, wenn sie nicht ohnehin als unsympathisch empfunden werden. Daher ist es schwierig, eine kollektive Entrüstung aufzubauen, die für den Erhalt unserer natürlichen Ressourcen so wichtig wäre. Wir müssen darum zu einem Umweltver-

ständnis finden, das seinen politischen Einfluss aus dem Wissen um die Bedeutung des Ganzen entfaltet. Wir haben durch unsere Aktivitäten bereits jetzt alle erdgeschichtlichen Auslschungsereignisse bei weitem übertroffen. Der berhmtete Evolutionsbiologe Edward Wilson bezeichnete bereits 1992 das durch Menschen verursachte Massenaussterben als „den größten Rückschlag für Reichtum und Vielfalt des Lebens seit seinem ersten Aufflackern vor beinahe vier Milliarden Jahren.“ Noch nie in der Geschichte war unsere Verantwortung größer.



## Das Naturerbe – die Rolle des Menschen

Schon immer zog es Menschen an die Flüsse. So begann an den Oberläufen von Euphrat und Tigris vor etwa zwölftausend Jahren die Geschichte des Ackerbaus. Das Ende der Eiszeit hatte für günstige klimatische Verhältnisse gesorgt, ein neues Zeitalter begann: Der Mensch wurde sesshaft. Als in Mesopotamien die ersten Felder bestellt wurden, waren die Menschen am Rande der Alpen noch Jäger, denn hier war das Land noch von arktischer Tundra bedeckt. Viel wissen wir nicht über diese Zeit, denn Nomaden hinterlassen kaum Spuren. Aber ganz sicher besuchten auch die damaligen Bewohner des Alpenvorlandes die Donau und ihre Nebenflüsse, sei es, um zu fischen und zu jagen, oder einfach, weil uns Flüsse schon immer in den Bann zogen. Doch auch in dem Land zwischen Alb und Alpen wurde es schnell wärmer und mit dem Klima wandelte sich die Vegetation.

Zunächst eroberten die an instabile Umweltbedingungen angepassten Weiden und Birken mit ihren flugfähigen Samen das Land. Auch die anspruchslose Kiefer fand schnell günstige Wachstumsbedingungen. Birke und Kiefer dominierten die neuen Wälder, bis vor achttausend Jahren die Eiche und nochmals tausend Jahre später die Buche in Mitteleuropa erschienen. Es war ein langer und mühsamer Weg vom Mittelmeer bis in den Norden. Einige Kilometer pro Baumgeneration, mehr lässt eine Ausbreitung mit so schweren Früchten wie Eicheln oder Bucheckern nicht zu. Hier angekommen, übernahmen sie dann aber schnell ihre vorherrschenden Rollen im Wald: die Buche im Bergland, die Eiche bevorzugt in den Tiefebene und den Auen.

Der Vegetationswandel veränderte das Leben der Menschen. Erforderte die Verfolgung eiszeitlicher Herdentiere wie Rentier, Mammut oder Wildpferd einen nomadisierenden Lebensstil, so konnten die Menschen der Mittelsteinzeit – sie löste vor 9700 Jahren die Epoche der Altsteinzeit ab – die ortstreuen Großsäuger des Waldes wie Hirsch,

Elch, Wisent, Reh, Auerochse und Wildschwein nun lokal bejagen. Auch die Bewaffnung wurde effektiver: Die Stoßlanze der Eiszeitjäger wurde durch Fernwaffen wie Speerschleuder und Pfeil und Bogen ersetzt. Neben Jagdwild und Fisch kamen nun auch Beeren, Früchte, Nüsse, Samen und essbare Pflanzen auf die Speisekarte. Die Menschen des Mesolithikums konnten ihren Aktionsradius deutlich verringern, der Weg in die Sesshaftigkeit begann. Mit dem Vordringen der Landwirtschaft begann auch in Süddeutschland vor etwa 7000 Jahren die Jungsteinzeit, das Neolithikum. Damit war der Wandel vom Sammler zum Landwirt, vom Jäger zum Viehzüchter, vom Nomaden zum Bürger vollbracht. Die Menschen siedelten in der Nähe der Flüsse, die Fischreichtum und Verkehrswege boten. Mit Feuer und Steinaxt schufen sie Platz für Felder, Weiden und Siedlungen. Noch blieben sie auf den Terrassen oberhalb der Wasserläufe – in respektvollem Abstand zum unberechenbaren Fluss.

Bereits in der Bronzezeit, und mehr noch in der Eisenzeit, stieg der Bedarf an Feuerholz für die Erzgewinnung. Dann entfachten die Römer in dem von ihnen besetzten Teil Germaniens – wozu auch das Alpenvorland zählte – einen ersten Holzboom: Gebäude und Gebrauchsgegenstände, Fuhrwerke und Schiffe, Brücken und Zäune, Kastelle und selbst der Limes: Holz war der wichtigste Baustoff dieser Zeit. Und Holz blieb weiterhin der einzige Energielieferant. Der Traum von der vollständigen Eroberung Germaniens zerplatzte jedoch im Herbst des Jahres neun unserer Zeitrechnung in einer grausamen Schlacht beim heutigen Kalkriese nahe Osnabrück. Das Schicksal der Wälder des Mittelmeerraumes blieb den weitgehend unberührten Naturlandschaften Mitteleuropas daher zunächst erspart. Die Unruhen der Völkerwanderung hielten die Bevölkerungsentwicklung auf niedrigem Niveau. Noch drei Viertel der deutschen Landesfläche waren bewaldet, als irgendwann auf der Wende zum 11. Jahrhundert die Bevölkerung Zentraleuropas die Millionengrenze überschritt.

Bereits um 1150 wurde die fünfte Million erreicht und anno 1348 zählte das Gebiet des heutigen Deutschlands bereits 15 Millionen Einwohner. In diesem Schicksalsjahr 1348 erreichte die große Pestepidemie von Südwesten kommend zunächst den Rhein, um sich dann über ganz Mitteleuropa auszubreiten. Ein Drittel der Bevölkerung starb. In der an Kriegen und Seuchen reichen Folgezeit hatte sich die Bevölkerung lang-

sam wieder auf 17 Millionen erhöht, als 1618 der Dreißigjährige Krieg ausbrach. Die Bilanz: mindestens vier Millionen Tote. Erst Mitte des 18. Jahrhunderts, vier Jahrhunderte nach der ersten Pestepidemie, lebten in Deutschland wieder 15 Millionen Menschen. Trotz dieses beständigen Aderlasses setzte sich im Mittelalter die Waldvernichtung fort, denn Holz blieb weiterhin der wichtigste Baustoff und der einzige Energieträger.

Um Brennholz und landwirtschaftliche Nutzflächen zu gewinnen, war der Wald im Umkreis der Siedlungen bald vernichtet. Viehherden wurden in die verbliebenen Wälder getrieben, denn in den vorherrschenden Eichen- und Buchenwäldern – sie werden aus diesem Grund auch als Hutewälder bezeichnet – konnten sich die Tiere bis in den Herbst hinein kostengünstig satt fressen. Die Haustierhaltung diente nicht allein der Deckung des Fleischbedarfes, sondern auch der Herstellung von Dünger für den Ackerbau. Dazu wurde das Laub aus den Wäldern geharkt und im Winter als Einstreu genutzt. Was der Sicherung landwirtschaftlicher Erträge diente, schmälerte die Fruchtbarkeit der Waldböden. Auch siedlungsferne Waldgebiete wurden nun nicht mehr verschont. Hüttenwerke, Glasschmelzen und Salzsiedereien verbrauchten enorme Mengen an Holz. Was nicht durch Flößerei zu seinen Abnehmern gelangte, das verwandelten Kohlenmeiler in leicht transportierbare Holzkohle. Die beständige Entnahme von Biomasse hatte ihren Preis. Als um 1800 Deutschlands Bevölkerung 23 Millionen erreichte, war die ökologische Katastrophe da: Der Wald war fast vollständig vernichtet.

Mitte des 19. Jahrhunderts beendete der Steinkohlenbergbau das Holzzeitalter. Zunehmend ersetzten auch Stahl und Beton das Holz als Baumaterial, Kunstdünger machte die Streunutzung überflüssig. Es wäre die rechte Zeit gewesen, sich auf die Bedeutung des Waldes als Lebensraum für Pflanzen und Tiere und als Erholungsraum für die wachsende urbane Bevölkerung eines Industrielandes zu besinnen. Diese Chance wurde verpasst. Zugunsten kurzfristiger ökonomischer Interessen ersetzten schnellwachsende und anspruchslose Fichten- und Kiefernforste die ehemaligen Laubwälder. Auch nach dem ersten und dem zweiten Weltkrieg hätte es günstige Phasen für eine Neuausrichtung der Forstwirtschaft gegeben. Bekenntnisse zu einer ökologischen und nachhaltigen Waldbewirtschaftung gehören heute zum politischen Alltagsgeschäft, doch allzu oft gehen positive Ansätze in den vielfältigen Interessens-

konflikten verloren. Das, was man in allgemeiner Unwissenheit über das Wesen natürlicher Wälder stolz als den Deutschen Wald präsentiert, sind zumeist Holzäcker von bescheidenem ökologischem Wert.

Die Auwälder der Donau und ihrer Nebenflüsse teilten das allgemeine Schicksal des Waldes. Zunächst allerdings konzentrierten sich die Eingriffe des Menschen auf die „zahmeren“ Bäche und Flüsse ohne alpinen Einzug. Die Pegelschwankungen waren gering ebenso wie die Kraft der Fluten: Hier konnte man mit dem Hochwasser leben. Schon im Mittelalter nahm daher in den Auen der nördlichen Nebenflüsse der Donau, an Wörnitz, Altmühl, Naab und Regen, die Umwandlung von Wald in landwirtschaftliche Flächen einen zügigen Verlauf. Die Errichtung von Siedlungen wurde durch die Nutzung der Wasserkraft gefördert. Wasserräder dienten zunächst dem Antrieb von Getreidemühlen, später auch von Sägewerken und Hammerschmieden. Dazu staute man Bäche oder es wurden – besonders an größeren Flüssen – Betriebskanäle abgezweigt. Aber die biologische Durchgängigkeit und die ökologische Funktionsfähigkeit der Fließgewässer wurden durch diese Maßnahmen kaum beeinflusst.

In den Auen der Donau und ihrer alpinen Nebenflüsse war dagegen kein Platz für dauerhafte Siedlungen und feste Verkehrswege. Die Menschen blieben auf den vor Überschwemmungen sicheren Terrassen über der Aue. Die Lage der Altstädte und Dorfkerne zeigt bis heute den Sicherheitsabstand zum ehemals unberechenbaren Fluss. Daher wurden Überschwemmungen nicht als Naturkatastrophen wahrgenommen, noch nicht, denn der Mensch und sein Besitz waren selten beeinträchtigt. Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts beschränkten sich die Aktivitäten in den Auen der Donau auf Fischfang, Jagd, Waldweide und Brennholzgewinnung. Allerdings erkennen wir auf alten Karten und Katastern, dass auch die Auwälder ihren Anteil an der Holzgier dieser Epoche gezahlt haben: Die Waldbedeckung war hier vor 200 Jahren nicht größer als heute. Die hydrologische Dynamik der Aue dagegen blieb erhalten. Donau, Iller, Lech, Isar und Inn waren weiterhin wilde und unberechenbare Flüsse.

Der noch geringe Bevölkerungsdruck bescherte den eiszeitlichen Stromtalauen eine Schonzeit, denn erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts erholte sich Mitteleuropa von den Pestepidemien und den verheerenden Kriegen der vorangegangenen Krisenjahrhunderte. Doch dann ging

es schnell. Mit verbesserter Ernährung, Hygiene und medizinischer Versorgung verdoppelte sich im 19. Jahrhundert die Einwohnerzahl des Deutschen Reiches. Der wachsende Druck auf die letzten besiedelbaren Naturräume und eine expandierende Industrialisierung bedeuteten die fast restlose Vernichtung der letzten natürlichen Auenbiotope. Waren die bisherigen Eingriffe in die Flüsse und ihre Auen zeitlich und räumlich begrenzte Aktivitäten, beruhte die nun beginnende Umgestaltung der Donau und ihrer alpinen Nebenflüsse auf einer strategischen Planung und Finanzierung durch staatliche Institutionen. Im Vordergrund des Interesses standen die Stromtäler von Donau, Iller, Lech, Isar und Inn, deren weiten, überschwemmungsgefährdeten Auen sich bislang einer wirtschaftlichen Nutzung entzogen, die aber auch einen erheblichen Flächengewinn versprachen.

Es gab viele Gründe, warum man die Donau und ihre Auen zähmen wollte. Ein historisch wichtiges Ziel war der Ausbau zur Wasserstraße. Diese Planung erwies sich aber mit der Eröffnung der Eisenbahn von Ulm nach Regensburg am 1. Juni 1874 als weitgehend überflüssig. Dafür trat ein anderes Problem in den politischen Vordergrund: Der zunehmende Bevölkerungsdruck erforderte Maßnahmen zur Gewinnung von Siedlungsraum und landwirtschaftlichen Nutzflächen. Immerhin war in der Mitte des 19. Jahrhunderts mehr als die Hälfte der Bevölkerung in der Landwirtschaft tätig. Da das Deutsche Reich bis 1884 keine Kolonien besaß, in die man den Geburtenüberschuss hätte lenken können, beschleunigte die Politik in weiten Teilen Deutschlands die Trockenlegung von Mooren, die Rodung von Waldgebieten oder die Urbarmachung von Heiden und anderen so genannten Ödländern. Um 1830 begann die systematische Bändigung der Donau mit einer so genannten Mittelwasserkorrektion. Dieser Eingriff sollte den Strom zumindest bei niedrigen bis mittleren Wasserständen in ein festes Bett zwingen. Man kappte die Schlingen und Bögen des Flusses und vereinte die verästelten Gewässerrinnen zu einem geraden Verlauf. Maßnahmen zur Entwässerung und Absenkung des Grundwasserspiegels in der Aue ergänzten die Regulierung des Flusses. Durch Roden der Auwälder und Trockenlegen der benachbarten Niedermoore konnten in erheblichem Umfang landwirtschaftliche Nutzflächen gewonnen werden. Diese erste Phase der Umwandlung des bis dahin weitgehend natürlichen Fließgewässers in einen geradlinigen Flusslauf mit festem Gewässerbett war etwa 1880 abgeschlossen.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lebewesen der Unterwasserwelt	57
Abbildung 2	Vegetationszonen in der Flussaue	71
Abbildung 3	Geologisches Querprofil des Alpenvorlandes	72
Abbildung 4	Naturräumliche Gliederung des Alpenvorlandes	73
Abbildung 5	Grönland aus der Luft	74
Abbildung 6	Verwilderter Flusslauf in Spitzbergen	74
Abbildung 7	Donauried	75
Abbildung 8	Obere Donau bei Obermarchtal	75
Abbildung 9	Weltenburger Enge	76
Abbildung 10	Donaukraftwerk bei Ulm	76
Abbildung 11	Alpine Flussaue der Isar bei Wallgau	77
Abbildung 12	Gebirgs-Ahlenläufer ( <i>Bembidion millerianum</i> )	78
Abbildung 13	Piratenspinne ( <i>Pirata hygrophila</i> )	78
Abbildung 14	Iller bei Altusried	79
Abbildung 15	Bachaue der Kammel bei Hochwasser	80
Abbildung 16	Weichholzaue	81
Abbildung 17	Nachtreiher	81
Abbildung 18	Hartholzauenwald	82
Abbildung 19	Mittelspecht	83
Abbildung 20	Bärlauchblüte	84
Abbildung 21	Hartholzauenwald	85
Abbildung 22	Pilze	86
Abbildung 23	Türkenbundlilie	87
Abbildung 24	Wespenpinne	88
Abbildung 25	Helm-Knabenkraut	89
Abbildung 26	Altwasser	90
Abbildung 27	Kleine Königslibelle	91
Abbildung 28	Auwald im Winter	92

Alle Abbildungen und Fotos vom Verfasser

## Index

- Alpen
  - Eiszeit 24f
  - Entstehung 21f
  - Niederschläge 12, 20, 29
- Alpenvorland
  - Entstehung 21f
  - Klima 29
  - Landschaft 19f
  - Vegetation 29
- Altwasser 126f
- Amphibien 132f
- Anpassung
  - Fische 52f
  - Hochwasser 17, 62f, 67, 96, 110
  - Leben im Wasser 46f, 126f
  - Lichtpflanzen 113
  - Pionierpflanzen 93
  - Schattenpflanzen 114
  - Uferkäfer 65f
  - Wasserinsekten 53, 129f
  - Weiden 95f
  - Winter 116, 118, 128
  - Zugvögel 117
- Aue
  - Altaue 13
  - Artenvielfalt 140 f
  - Ausdehnung heute 103, 140, 153
  - Austrocknung 14, 110
  - Bachaue 30
  - Definition 13f, 31
  - Eingriffe 13 f, 34, 103, 148f
  - Eiszeitliche Stromtäler 27f, 31, 103
  - Fragmentierung 144
  - Grundwasser 14f, 110
  - Natürliche Vegetation 14f
  - Potenzielle 13, 153
  - Renaturierung 155
  - Rezente 13, 153
  - Ursprüngliche 13, 153
  - Zonierung 16, 71, 98, 101, 111, 112, 150
- Artenvielfalt 17, 34, 96, 135f
- Auwälder 140f
- Deutschland 137f
- Holzkäfer 109
- Pilze 109
- Uferkäfer 65
- Spechte 120
- Bach
  - Bach-Aue 30, 101
  - Hydrologie 30
- Bäume
  - Alter 104, 107
  - Bau und Funktion 36 ff, 104
  - Biomasse 36, 104f
  - Evolution 36
  - Herbstfärbung 117
  - Holzwachstum 36, 105f

*Jörg Hemmer: Die Anwälder der Donau*

- Holzkreislauf 109f
- Laub 107f
- Waldgemeinschaft 35, 104
- Weiden 95f
- Biodiversität 135f, 142f
- Biofilm 49f, 62
- Bioindikatoren 55, 66, 120, 138
- Biologische Systeme 42
- Biomasse
  - Bäume 36, 104
  - Biofilm 49
  - Boden 108
  - Fließgewässer 50f
  - Globale Produktion 40, 105
  - Nutzung durch Menschen 40
  - Produktion 38f
  - Tierische 39
  - Wald 107
- Benthos 52
- Bevölkerungsentwicklung 148
- Biber 102
- Biotop
  - Definition 41f
  - Schutz 139, 144
- Biotopkartierung 43
- Biozönose 41
- Bodenbildung 108
- Brenne 16, 122f
- Bruchwälder 100
- Destruenten 38, 51, 63, 108
- Detritus 52
- Donau 45, 61
  - Auengre 103, 140, 153
  - Eingriffe 151
  - Flusssystem 19f, 27
  - Fischfauna 55
  - Gefälle 20, 29
  - Donauauen, Nationalpark 34, 141
  - Donaumoos 20
  - Donauried 20
  - Eichen, Taxonomie 111
  - Eiszeit
    - Eiszeitalter 23f
    - Fauna 24, 28
    - Klima 24, 28
    - Menschen 28, 147
    - Refugien 29, 119, 147
    - Riss 24
    - Vegetation 28
    - Würm 24
  - Erlen 95
  - Erosion 22, 25
  - Euryk 66, 139
  - Evolution
    - Artbildung 142
    - Bäume 36, 104
    - Insekten 129
    - Landpflanzen 47
    - Meisen 119
    - Photosynthese 37
    - Tiere 40
    - Weiden 95
    - Wasserpflanzen 48
    - Wasserinsekten 129
  - Fauna
    - Eiszeit 24



*Jörg Hemmer: Die Anwälder der Donau*

- Miozän 23
- Fluss
  - Abflussverhalten 12f, 20, 29f
  - Fauna 51f
  - Geschiebe 60
  - Hochwasser 12f, 19, 29
  - Hydrologie 12f
  - Morphologie 15f, 29, 61
  - Ökosystem 45f
  - Regulierung 13f, 56, 61, 144, 151f
- Flutrinnen 112
- Frostsprengung 25
- Frosttrocknis 116
- Gäuboden 20
- Gletscher 24f
- Grauerlenwälder 100, 112
- Grönland 23, 26
- Grundwasser 14f, 97, 100, 110, 123
- Hartholzaue 16, 101, 103f, 140, 155
- Heißlände, *siehe* Brenne
- Holz, *siehe* Bäume
- Holznutzung 110, 148f
- Hybride
  - Weiden 95f
  - Pappeln 101
- Isarmündung 34, 140, 154
- Kies, Entstehung 59
- Kiesbänke 16, 60f, 93, 123
- Klima, nacheiszeitliches 29
- Klimaxvegetation 94, 100
- Konsumenten 38, 50, 107
- Kontinentalplatten 21
- Landschaftsökologie 43
- Laub 50, 62, 108
- Laufkäfer 95
- Lebensraum 41
- Metamorphose 129f
- Mineralisierer 39, 52, 108
- Molassemeer 22f
- Moränen 26f
- Nachhaltigkeit 45
- Nahrungskette 38f
  - Fluss 49
  - Kiesbank 62f
  - Wald 107
- Oberelchingen 19
- Ökologie 34, 42, 104
- Ökologische Nische 122
- Ökosystem
  - Definition 40f
  - Fluss 45f
  - Kiesbank 62
  - Nahrungskette 38f
  - Stabilität 144
  - Struktur 38f, 144
  - Wald 39, 41, 104f
  - Weichholzaue 98
- Pflanzen
  - Biomassenproduktion 105
  - Epiphyten 115
  - Evolution 47f
  - Frühlingsgeophyten 113
  - Kletterpflanzen 114
  - Pionierpflanzen 93

*Jörg Hemmer: Die Anwälder der Donau*

- Schattenpflanzen 114
- Stickstofffixierung 39, 99
- Wasserpflanzen 48, 126
- Wuchsformen 35f, 106
- Photosynthese 37f, 40, 115
- Plankton 48, 52
- Pliozän 23
- Population 142f
- Produzenten 38, 47, 104
- Quercu-Ulmetum 103f, 155
- Schmelzwasser 12, 20, 29
- Schneeheide-Kiefernwald 112
- Schotterplatten 27
- Silberweidenwälder 16, 97
- Stenök 66, 139
- Stickstofffixierung 39, 99
- Streu 108
- Sukzession 94
- Tertiärhügelland 27
- Treibholz 50, 62
- Umweltpolitik 135
- Vegetation
  - Brenne 123f
  - Hartholzauwe 113f
  - Kiesbänke 94f
  - Pionierpflanzen 93
  - Sukzession 94
  - Weichholzauwe 95f
- Vögel
  - Meisen 118
  - Spechte 120
  - Ufer 68
  - Wald 118
  - Zugvögel 117
- Wald
  - Biomasse 39, 104f
  - Bodenbildung 108
  - Deutschland 157
  - Geschichte 148f
  - Ökologie 35f, 39, 41, 104f
  - Stoffkreislauf 106f
  - Totholz 110
  - Vegetationsschichten 35
  - Vernichtung 153
- Wasser
  - Anomalie 127
  - Anpassung 46f, 126
  - Sauerstoff 128
- Weichholzauwe 16, 95f, 111, 140
- Weiden 95f
- Zersetzer 38
- Zonierung 16, 71, 98, 101

