

Das alpine Element der bayerischen Donauauen – Gefährdung und Zukunft

von Christine Margraf

Keywords: Donau, alpine Elemente der Donau, Vegetationsveränderungen, Morphodynamik, Renaturierung

Bayern hat ganz besondere Verantwortung für die Alpenflüsse. Von den negativen Veränderungen der Alpenflüsse ist auch die Donau durch die starke Prägung ihrer alpinen Zuflüsse erheblich betroffen. Die bayerische Donau und ihre Auen nehmen eine im West-Ost-Verlauf von Ulm nach Passau unterschiedlich charakterisierte Zwischenstellung zwischen Alpenfluss und Stromtal ein. Jeder Abschnitt des bayerischen Donautales ist einmalig. Für den Erhalt und die Wiederherstellung der vollen biologischen Vielfalt an der bayerischen Donau sind großräumige Konzepte und Maßnahmen nötig. Ohne Verbesserungen der Morphodynamik, die auch die alpinen Zuflüsse einbeziehen, wird insbesondere das alpine Element an der Donau weiter zurückgehen. Diese Zusammenhänge müssen bei Renaturierungs-Bemühungen stärker beachtet werden. Besonders wertvolle Abschnitte an der Donau und den Zuflüssen – wie die Mündung der Isar in die Donau und noch freifließende Strecken – müssen uneingeschränkt erhalten bleiben und dürfen nicht durch weitere Staustufen zerstört werden. Verpflichtungen für Schutz und Verbesserung bestehen durch die Fauna-Flora-Habitat- und die Wasserrahmen-Richtlinie der EU. Nötig ist aber auch ein politischer und gesellschaftlicher Konsens über die Notwendigkeit der Donauauen-Reaktivierung. Diese ist nicht nur mit ökologischer, sondern auch mit volkswirtschaftlicher ökonomischer Notwendigkeit zu begründen.

I Die Donau in Bayern: Vegetation zwischen Alpenfluss und Tieflandfluss

Alle großen bayerischen Alpenflüsse Iller, Lech, Isar und Inn münden in die Donau. Sie prägen die Donau und schon die Iller hat einen höheren Mittelwasserabfluss als die aus Baden-Württemberg kommende Donau. Die bayerische Donau weist gerade unterhalb der Alpenflussmündungen alpinen Charakter auf. Hier wird der ansonsten mäandrierende Verlauf der Donau (Mäanderbreite bis zu mehrere Kilometer) von Verzweigungen mit Kiesbänken überlagert. Die gesamte bayerische Donauaue ist wie die Alpenflüsse als Grobmaterial-Aue zu bezeichnen (BRIEM 2003, vgl. KOENZEN 2005) und besteht aus Schotterablagerungen der Eiszeiten, die von den Alpenflüssen stammen. Die Geschiebefracht aus den Alpen war ursprünglich mit rund 530.000 m³/Jahr gewaltig, im Vergleich dazu waren die Frachten aus Naab und Regen mit 30-40.000 m³/Jahr recht gering (STMLU 1985). Die Kiese sind stärker als an den Alpenflüssen mit Auelehm-Ablagerungen bedeckt, die ein Maximum in der Bronzezeit, Eisen-/Römerzeit und im Hochmittelalter (Ackerbau und Rodungen) hatten. Daher wechseln der Anteil und die Mächtigkeit an Kiesen, Sanden und schluffigen oder lehmigen Ablagerungen in der Aue der Donau sehr stark.

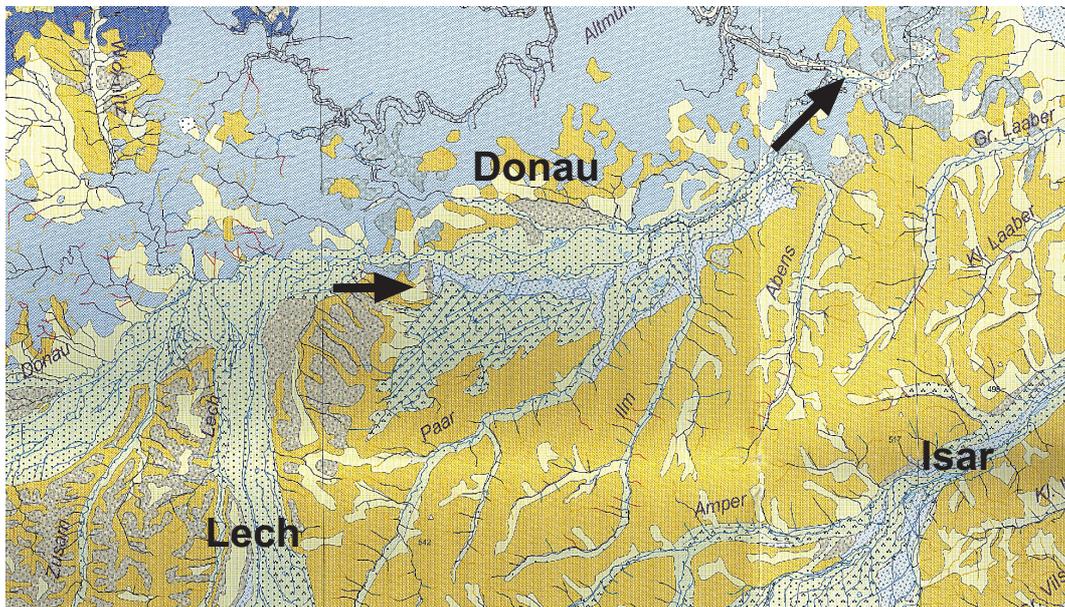


Abb. 1: Oben: Die Donauaue ist eine Grobmaterialaue. Zwei Durchbruchstellen (Pfeile) trennen drei große Donaubecken ab, hier Auszug für die zwischen den Durchbruchstellen liegende Ingolstädter Donauniederung (aus BRIEM 2003). Unten: Typisch sind breite Mäander (rechts oben) mit Arten und Gesellschaften der Alpenflüsse und der Stromtäler (links oben: "Brenne" mit Sumpf-Gladiole (*Gladiolus palustris*)). Besonders typisch für die Donauaue sind geophytenreiche (=in der Erde überdauernde pflanzliche Lebensformen) Hartholz-Auwälder mit dem Blaustern (*Scilla bifolia*), links und rechts unten. (Fotos: Ch. Margraf)



Geschiebetransport und die dadurch bedingte Erosion und Sedimentation bestimmen Morphologie und Kleinrelief der Donauaue und damit die Standortvielfalt und die Vielfalt von Vegetation und Tierwelt. Nach den Ablagerungen lassen sich verschiedene geologische Auen-Terrassen und unterschiedliche Bodentypen, -arten und -mächtigkeiten unterscheiden. Das komplexe Mosaik verschiedener Böden (geringmächtige Kalk-Rambla bis tiefgründige Kalk-Vega, Gleye) mit stark wechselndem Bodenwasserhaushalt von "nass" bis "sehr trocken" ist in Verbindung mit dem Kleinrelief ein entscheidender Faktor für die Artenvielfalt (vgl. GULDER 1996). Auf engstem Raum (cm-Unterschiede in der Höhe, m²-Unterschiede in der Fläche) herrschen grundlegende Unterschiede im Wasserhaushalt, die sich bei intakter Hydro-Morpho-Dynamik ständig ändern können.

Die Besonderheit der bayerischen Donau ist eine wechselnd starke alpine Ausprägung im Verlauf von Ulm nach Passau. Dies zeigt sich an verschiedenen Faktoren, die sich am besten nach den drei Niederungen (schwäbisches Donaubecken/ Donauried, Ingolstädter Becken und Niederung östlich von Regensburg bis Vilshofen, siehe Abb. 1) unterscheiden lassen:

- Schwäbisches Donaubecken (Donauried): Gefälle mit 0,094 % recht hoch, Niederschläge > 700 mm/Jahr, relativ geringe Wasserstandsschwankungen zwischen Niedrig- und Mittelwasser, von Ulm (Mündung der Iller) bis Donauwörth (ca. 70 km) alpine Charakteristik abnehmend, schwache Stromtal-Charakteristik zunehmend.
- Ingolstädter Donauniederung: Gefälle 0,06 %, relativ geringe Niederschläge (600-700 mm/Jahr), ausgeprägte Wasserstandsschwankungen zwischen Niedrig- und Mittelwasser, mäßig subkontinentales Klima, deutliche Überlagerung alpiner Charakteristik mit Stromtal-Charakteristik, alpine Prägung von Lechmündung bis Kelheim (ca. 90 km) abnehmend.
- Niederung östlich von Regensburg: ausgeprägte Niederung von Regensburg bis zur Isarmündung mit sehr geringem Gefälle von 0,024-0,018 % bei subkontinentalem Klima und geringen Niederschlägen, ausgeprägter Stromtal- und Tiefland-Charakter. Überlagerung dieses Charakters durch das alpine Element unterhalb der Isarmündung. Hohe Wasserstandsschwankungen zwischen Niedrig- und Mittelwasser.

Mit zunehmendem Abfluss nehmen auch die Abflussschwankungen zu. Das bedeutet, dass die Schwankungsbreite zwischen Mittel- und Niedrigwasser jeweils nach den Alpenflussmündungen steigt und unterhalb der Isarmündung am größten ist. Die Schwankungen zwischen Mittel- und Hochwasser werden stark von den Mittelgebirgszuflüssen beeinflusst. Während die Alpen-Zuflüsse im Sommer höhere Abflüsse als im Winter bedingen (Pegel Neu-Ulm, Ingolstadt, Kelheim, Hofkirchen, Achleiten), ist dies bei den Mittelgebirgs-Zuflüssen umgekehrt (Pegel Donauwörth, Regensburg, Pfelling, Quelle: StMLU 1985). Generell nimmt die Höhe der Differenz zwischen Niedrig-, Mittel- und Hochwasser an der Donau von West nach Ost zu. Diese Variabilität der Hydrodynamik beeinflusst zusammen mit der Morphodynamik die Arten-Ausstattung entlang der bayerischen Donau.

In der bayerischen Donauaue kommen mehr als 170 Pflanzengesellschaften in kleinräumigem Wechsel und feinen Längs- und Quer-Gradienten vor. Kennzeichnend sind Auwälder (heute Hartholzaue deutlich häufiger als Weichholzaue), trockene und feuchte Gebüsche, trockene und feuchte natürliche offene Rasengesellschaften (Brennen mit Halbtrockenrasen, Flutrinnen mit Flut- und Pionier-Rasen und Pioniergesellschaften, Stromtalrasen, Seggensgesellschaften etc.), Röhrichte, Hochstaudenfluren und eine Vielzahl an Wasser- und Wechselwasser-Gesellschaften. Sekundär, d.h. durch den Menschen gefördert wurden verschiedene Wiesengesellschaften (Streuwiesen, Feuchtwiesen). Zwei Elemente prägen die Vegetation der Donau besonders:

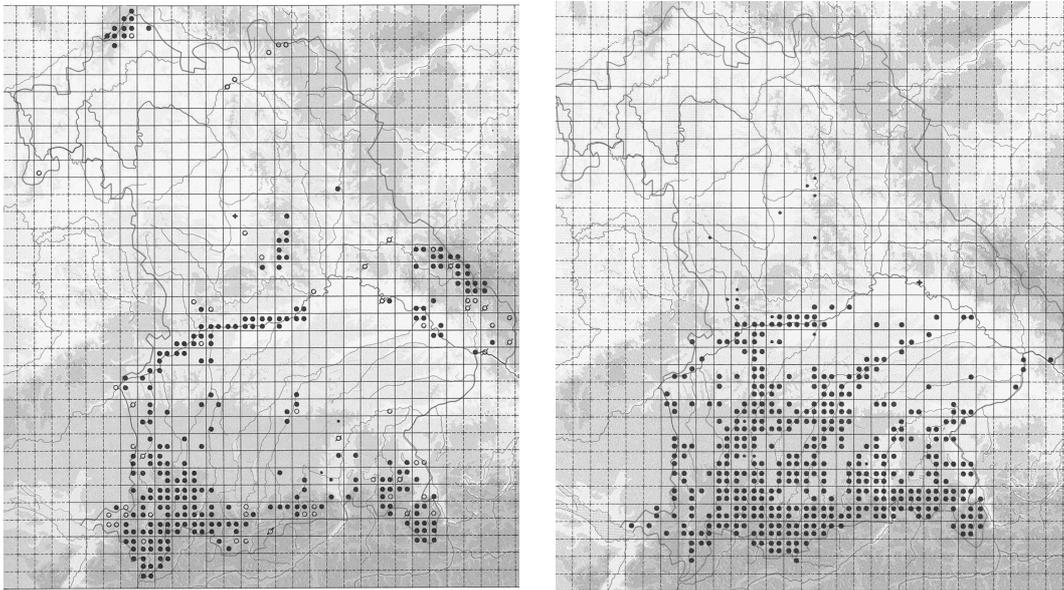
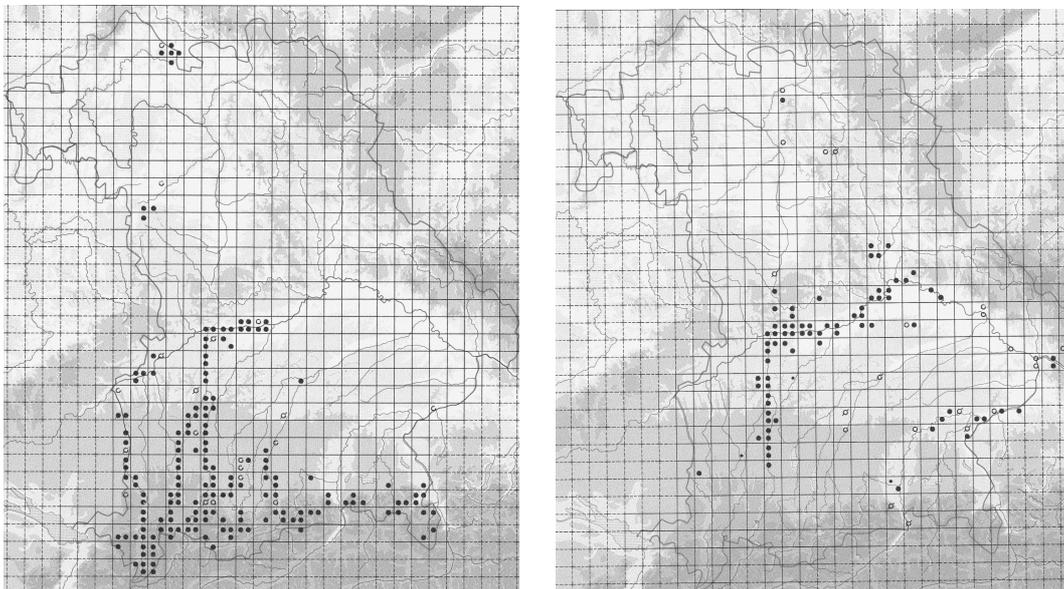


Abb. 2: Verbreitungskarten von Arten zeigen die Bedeutung der bayerischen Donaunauen für alpine Arten und Gesellschaften sowie die Differenzierung der drei Donauniederungen (schwäbisches Donaubecken/ Donaunied, Ingolstädter Becken und Niederung östlich von Regensburg bis Vilshofen). Quelle: SCHÖNFELDER P, A. BRESINSKY (1990)

a) (links oben) Blauer Eisenhut (*Aconitum napellus*); (rechts oben) Lavendelweide (*Salix eleagnos*): praealpine Arten der Alpen, von Iller und Lech und der Donaunauen bis Kelheim sowie der Isarmündung.



b) (links) Österreichischer Rippensame (*Pleurospermum austriacum*): praealpine Art der Alpen, der Alpenflüsse und der Ingolstädter Donauniederung; (rechts) Steinbrech-Felsennelke (*Petrorhagia saxifraga*): einige Arten kennzeichnen die Donau und die Unterläufe der Alpenflüsse besonders.

- Typisch für die Abschnitte unterhalb der Alpenfluss-Mündungen mit grobmaterialreichen Ablagerungen sind alpine Elemente wie Grauerlen-Auwälder und Lavendelweiden-Gebüsche, lichte Kiefernwälder und alluviale Halbtrockenrasen der "Brennen" (= Kiesanschüttungen) oder Kiesboden-Pioniervegetation mit Alpen-Schwemmlingen. Die Donau wirkt unterhalb der Lechmündung als Verlängerung der "Lechbrücke" (Abb. 2).
- Typisch für die subkontinental beeinflussten Niederungen mit geringem Gefälle und eher feinmaterialreichen Ablagerungen sind Flutrassen und sog. Stromtalwiesen mit zahlreichen Stromtalarten (Arten mit Hauptverbreitung in den großen Stromtälern), ausgedehnte Weichholz-Auwälder, eine höhere Anzahl an Wechselwasser-Gesellschaften und Feinsediment-Pionierrasen. Stromtalarten nehmen von West nach Ost mit dem zunehmenden (sub-)kontinentalen Einfluss zu (Abb. 3).

Von den Pionierarten der Schotterablagerungen erreichen nicht alle der Alpenschwemmlinge die Donau. Beispielsweise kommen Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina*) oder der Alpen-Knorpellattich (*Chondrilla chondrilloides*) nicht bis zur Donau, Uferreitgras (*Calamagrostis pseudophramites*), Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) oder Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*) (früher) gerade in den Bereich der Alpenfluss-Mündungen. Andere Arten wie die Lavendelweide (*Salix eleagnos*) haben die größten Bestände unterhalb der Lechmündung bis etwa Neustadt und fehlen dann bis zur Isarmündung. Artenreichtum, Vielfalt und Ausbildung der Brennen nehmen in der Ingolstädter Donauniederung von der Lechmündung flussabwärts bis Vohburg ab und fehlen dann bis zur Isarmündung fast ganz. Dieses Verbreitungsmuster gilt auch für das Berberitzen-Sanddorn-Gebüsch (*Berberido-Hippophaetum*) und den Grauerlenauenwald (*Alnetum incanae*). In den Donauauen mit geringerem alpinem Einfluss nimmt dafür die Formenvielfalt der Weichholzaue Silberweidenwald (*Salicetum albae*) und

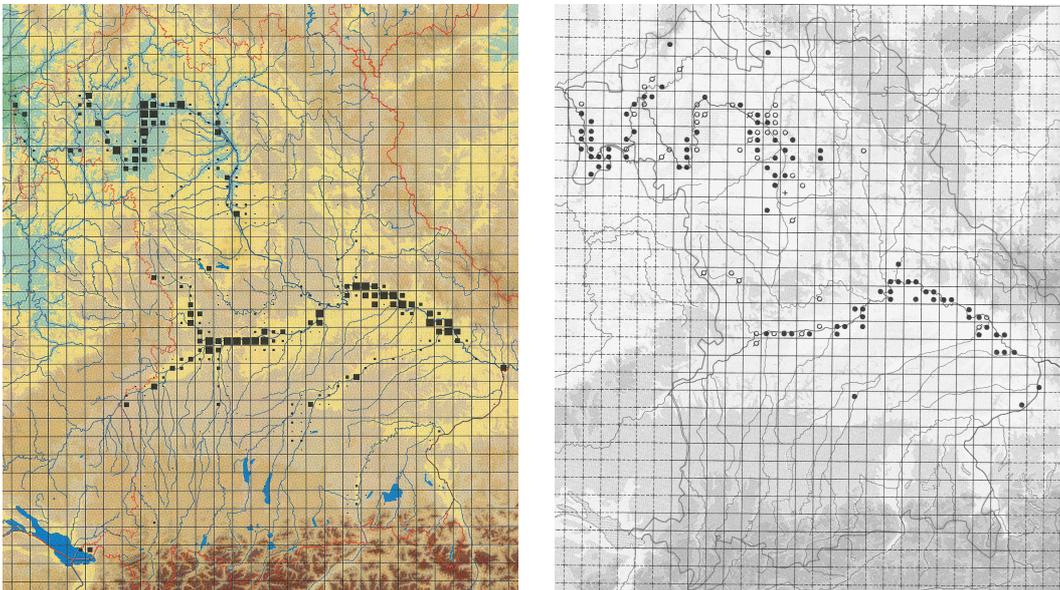


Abb. 3: Die bayerische Donau ist auch für "Stromtalarten" von besonderer Bedeutung. Links: Häufung von Vorkommen der Stromtalarten in Bayern (Scheuerer & Schönfelder 2000). Je größer die Quadrate, desto höher ist die Anzahl der Stromtalarten (maximal: >30 Sippen/Rasterfeld). Rechts: Verbreitung der Stromtalart Beeren-Taubenkropf (*Cububalus baccifer*) entlang von Main und Donau unterhalb der Lechmündung (SCHÖNFELDER, P., A. BRESINSKY 1990)

der Wechselwasser-Gesellschaften zu. In der Hartholzaue mit den Eichen-Ulmen-Auenwäldern (*Quercus-Ulmetum*) finden sich jeweils charakteristische Artengruppen für die kalkreichen Böden der Auen von Ulm bis Kelheim und für die kalkärmeren Böden der Donau unterhalb Regensburg. Die stärkste Überlagerung beider Elemente weist das Gebiet der Isarmündung und in abgeschwächter Form die Niederung unterhalb Neuburg auf. Sie sind daher besonders artenreich. Die floristischen Unterschiede verdeutlicht Abb. 2.

Jeder Abschnitt der bayerischen Donau weist somit eine ganz besondere und einmalige botanische Charakteristik auf. Faunistische Betrachtungen würden dieses Bild noch ergänzen – darauf wird hier jedoch nicht weiter eingegangen. Durch die Eingriffe der letzten 200 Jahre ist diese einmalige Gradienten-Ausbildung von West nach Ost zunehmend verloren gegangen. Die heutige Situation ist stark verändert.

2 Veränderung der Faktoren, die auf die bayerischen Donauauen wirken

Folgende strukturelle Faktoren sind für die Standortvielfalt, die dynamischen Prozesse und das Auftreten von Pflanzen und Tieren in den Donauauen von Bedeutung:

- **historische Fluss-Geschichte, Geologie**, Laufverlagerungen, Gefälle: bestimmen Ausbildung und Alter der Aue und ihrer Reifungs-Prozesse;
- **Hydrodynamik**: Höhe, Dauer und zeitliches Auftreten von Überflutungen und der mit dem Donau-Abfluss korrelierten Wasserstands-Schwankungen (Grundwasser und Überflutung);
- **Morphodynamik**: Sedimentation und Erosion, Kleinrelief;
- **Bodenbildung**: Vielfalt und Mosaik der Bodenarten, -typen und -mächtigkeiten mit unterschiedlichem Wasserhaushalt in kleinräumigem Mosaik;
- **Ökosystemtypische Störungen** zur vollen Ausprägung der räumlich-zeitlichen Heterogenität und aller Gradienten.

Grundwasserschwankungen, Überflutungen, Grundwasserflurabstand, Kleinrelief, Erosion und Sedimentation sowie Ausbildung der Böden (v. a. Korngrößen, Mächtigkeit, Wasserspeicherkapazität) bzw. des Bodenwasserhaushaltes bedingen als komplexes Faktorengefüge eine hohe Standortvielfalt und prägen die Ausbildung von Vegetation und Tierwelt in den Donauauen sowie die auentypischen Prozesse (Fluktuationen, Ablauf von Sukzession). All diese Faktoren wurden im Laufe der letzten Jahrhunderte stark verändert.

Das aktuelle **Gefälle** wurde durch Begradigungen und Laufregulierungen ab 1800 stark erhöht. Die Donau wurde durchgängig auf ein einheitlich schmales Flussbett eingengt, die Fließstrecke um ca. 25 % verkürzt. In der Folge tiefte sich die Donau stark ein (bis zu mehrere Meter). Ab dem 20. Jahrhundert wurden zudem Staustufen und Laufwasserkraftwerke errichtet, die ersten Staustufen bereits 1927 zur Schifffahrt (Wasserkraftwerk Kachlet oberhalb Passau), verstärkt dann seit 1960 bis 1992. Insgesamt stauen die bayerische Donau 26 Staustufen. Frei fließend sind nur noch 14 km zwischen Donauwörth und der Lechmündung, ca. 20 km zwischen Vohburg und Kelheim, und als bedeutendste – und durch Staustufen-Planungen aktuell gefährdetste – Strecke 70 km zwischen Straubing und Vilsbiburg.

Durch die Regulierungen und Staumaßnahmen reduzierten sich die **Wasserstands-Schwankungen** in der Donauaue von mehreren Metern auf streckenweise wenige Zentimeter. Im Staubereich tritt Niedrigwasser gar nicht mehr auf. **Überflutungen** wurden durch die Errichtung von Deichen verhindert – entweder völlig oder je nach Genehmigungsbescheid von Staustufen bis zu einer gewissen Jährlichkeit (z.B. HQ10 oder HQ50). Damit fällt die regelmäßige durch unterschiedliche Höhe, Stärke und Dauer differenzierende Wirkung des Hochwassers auf die Donauaue weg. Eine Rest-Dynamik bei seltenen, nur alle zehn oder fünfzig Jahre auftretenden Überflutungen ist nicht ausreichend, die typischen biologischen Fluktuationen aufrecht zu halten bzw. Sukzessionsprozesse in der gefestigten Aue aufzuhalten. Auch die absoluten Grundwasserstände in der Donauaue haben sich verändert: durch die Eintiefung der Donau sind sie gesunken, im Staubereich sind sie anschließend wieder gestiegen, was jedoch ohne die typischen Wasserstandsschwankungen die Folgen der Eintiefung nicht kompensieren oder aufhalten konnte. Die seit 1800 ablaufenden Veränderungen der Vegetation in Form von Sukzessionsprozessen (s.u.) wurden durch den Staustufenbau nur modifiziert bzw. sogar beschleunigt. Auch sogenannte Ausgleichsmaßnahmen bei Staustufenbau konnten die negativen Veränderungen nicht aufhalten (KESTEL & MARGRAF 2006).

Dazu kommen großflächiger Kiesabbau (Auspiegelung des Wasserspiegels) und teilweise Schwellbetrieb (täglich wechselnde Wasserstandsschwankungen).

Mit den Veränderungen des Grundwasserstandes und dem Verlust der Grundwasserdynamik gingen vor allem Donauauen-typische Lebensräume des Wechselwasserbereiches und der feinerdereichen (Pionier)standorte verloren.

Zur reduzierten Hydrodynamik kommt eine stark reduzierte **Morphodynamik**. Durch den Bau von Staustufen, die für Grobmaterial nicht durchgängig sind (Querverbau) und durch die Befestigung der Ufer (Längsverbau) wurde in Verbindung mit der reduzierten Quervernetzung der Aue und veränderten Überflutungsverhältnissen und Ausdeichung der **Materialtransport** und die Morphodynamik in der Donauaue wesentlich verändert. **Dabei spielt auch die Verbauung der Alpen-Zuflüsse, insbesondere Lech und Isar eine gravierende Rolle.** Je nach Bodenart, -mächtigkeit und -alter sowie je nach Wasserhaushalt und Kalkgehalt erfolgte eine unterschiedlich schnelle Reifung der Böden. Es entstehen keine Rohböden mehr, Ablagerungen aus Grobmaterial fehlen. Bei gleichzeitig stark reduzierter Grundwasserschwankung und Grundwasseranhebung (Staubereich) wird der Wasserhaushalt der reifenden Böden ausgeglichener und damit auenuntypisch. Die Sukzession der Vegetation wird nicht mehr unterbrochen. **Von der starken Veränderung der Morphodynamik in der Donauaue sind – wie auch an den Alpenflüssen – besonders stark die alpin geprägten Gesellschaften und Arten der Grobschotter (Pionier)standorte negativ betroffen.**

3 Veränderungen der Vegetation der Donauauen

Mit der Reduktion der Grundwasserschwankungen und Überflutungen, mit dem dauerhaften Grundwassereinstau bzw. -absenkung, mit der Reduktion der Quervernetzung, durch die veränderten Sedimente und reduzierte Erosion sowie mit der Reifung der Böden fallen auentypische Selektionsfaktoren und Prozesse weg. Dadurch haben sich Vegetation, Flora und Fauna in den davon betroffenen Donauabschnitten stark verändert, wie verschiedene vergleichende Langzeit-Untersuchungen in den Donauauen gezeigt haben (z.B. MARGRAF 2004, KÜSTERS 2003, LUDWIG 2003, DIEPOLDER & FOEKLER 1994, LEIBL 1994, RINGLER 1991, SEIBERT 1975). Exemplarisch soll dies im folgenden für die

Vegetation der hydromorphologisch stark veränderten, gestauten Donauauen dargestellt werden, ähnlich umfassende Veränderungen wären für die Tierwelt (v.a. Mollusken, Fische, Vögel) darstellbar.

Insbesondere Arten und Vegetation der Wechselwasser- und Pionierstandorte, der frühen Sukzessionsstadien sowohl auf grobmaterial- als auch feinmaterialreichen Ablagerungen haben abgenommen. Die typischen Fluktuationen als Folge der Flussdynamik finden nur noch sehr eingeschränkt bzw. nicht mehr statt. Sukzessionsprozesse (Entwicklung der "Potenziellen Natürlichen Vegetation" als Klimaxstadium) werden auch bei verbliebener Rest-Dynamik kaum mehr aufgehalten. Zugenommen haben daher spätere Sukzessionsstadien, in den Gewässern insbesondere das Schilfröhricht (*Phragmites australis*), die offenen Lebensräume verlanden bzw. bewalden. Die Pflanzengesellschaften weisen eine geringere Differenzierung gegeneinander auf, insgesamt geht die kleinräumig mosaikartig wechselnde Vielfalt der Lebensräume zurück.

Die Reaktionszeit der Arten auf die Veränderungen ist unterschiedlich. Beispielsweise sind Lavendelweide (*Salix eleagnos*), Schwarzpappel (*Populus nigra*) oder Silberweide (*Salix alba*) auch aktuell noch in Relikten in reiferen Gebüschstadien vorhanden, die Entstehung ihrer typischen Gebüsche bzw. Wälder auf Rohböden durch Verjüngung ist jedoch weitgehend unterbunden. Andere Arten wie der Knoblauch-Gamander (*Teucrium scordium*) oder die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) und Uferreitgras (*Calamagrostis pseudophramites*) sind dagegen mit dem Verlust der typischen Pionier-Standorte schnell verschwunden. Für die Nordalpenflüsse hat MÜLLER (1995) eindrucksvoll die Veränderungen beschrieben. An der Donau finden sich Relikt-Vorkommen alpin geprägter Gesellschaften vor allem noch auf den mächtigsten Kiesböden in Bereichen starker historischer Flussdynamik. Ohne Neuentstehung reduziert sich seit Jahrzehnten die Fläche und verändert sich die Artenzusammensetzung bei Gesellschaften wie dem Pfeifengras-Kiefernwald (*Molinio-Pinetum*), Lavendelweiden-Gebüsch (*Salicetum eleagni*) oder dem Kalk-Halbtrockenrasen (*Mesobrometum*) stetig – und dies relativ unabhängig von Veränderungen des Grundwasserstandes, da die Veränderung der Morphodynamik seit > 100 Jahren der entscheidende Faktor ist.

In den Hartholzau-Wäldern (Eichen-Ulmen-Auenwald (*Quercu-Ulmetum*)) ist eine sehr langsame Sukzession zu beobachten durch Einwandern von Arten reiferer Böden und geringerer Hochwassertoleranz, z.B. das Waldbingelkraut (*Mercurialis perennis*) oder die Frühlings-Platterbse (*Lathyrus vernus*) sowie – forstlich gefördert – Baumarten wie der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*). Sukzessionsprozesse sind insbesondere in den Randbereichen der Aue – d. h. in Bereichen mit schon vor 200 Jahren nur noch relativ geringer Dynamik –, auf eher mittel- bis tiefgründigen Auelehm-Böden mittleren Feuchtehaushaltes und geringer bzw. fehlender Überflutung zu beobachten (MARGRAF 2004). Sie sind mit einer Reduzierung der Vielfalt der gerade für die Donau typischen Ausbildungen der Eichen-Ulmenwälder verbunden, z. B. nehmen wechselfeuchte und wechselrockene Ausbildungen (Eichen-Ulmen-Auenwald in der Ausprägung mit Rohrglanzgras (*Quercu-Ulmetum phalaridetosum*) bzw. in der Ausprägung mit der Weißen Segge (*- caricetosum albae*)) ab, die mittlere Ausbildung des Eichen-Ulmen-Auenwaldes (*Quercu-Ulmetum typicum*) nimmt hingegen zu. Eiche (*Quercus robur*), Ulme (*Ulmus minor*, *U. laevis*) oder Grauerle (*Alnus incana*) nehmen ab, die Esche (*Fraxinus excelsior*) stark zu. Bei hohem Dauerstau nimmt auch die für die Aue völlig untypische Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) zu. Die Entwicklung geht nur teilweise in Richtung des Labkraut-Eichen-Hainbuchenwaldes (*Galio-Carpinetum*) (eher trockener Standorte), ansonsten in derzeit nicht klassisch definierte Eschen-Waldgesellschaften.

Viele der Veränderungen erfolgten bereits seit den Regulierungen vor 200 Jahren und dem damit beginnenden Verlust der Morphodynamik. Sie sind durch historische Floren dokumentierbar. Beispiels-

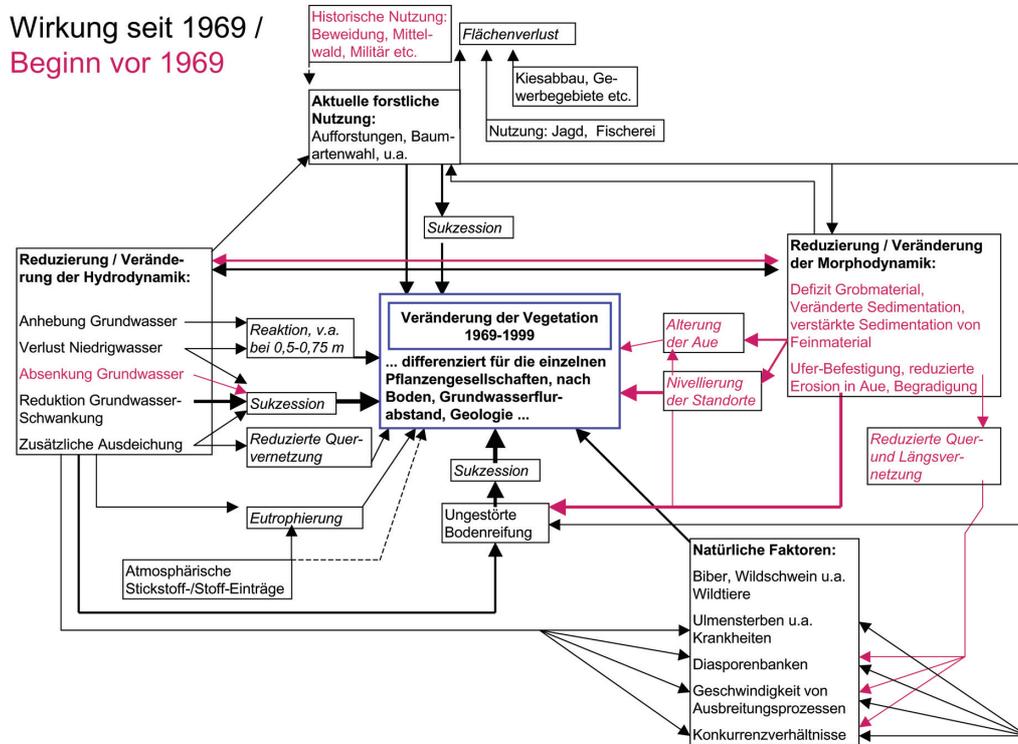


Abb. 4: Zusammenfassende Darstellung der Faktoren, die für die Veränderung der Vegetation in einem seit 1969 gestauten Abschnitt der Donauauen bei Ingolstadt eine wesentliche Rolle spielen. (MARGRAF 2005, unveröff.)

weise geben ältere Floren für die Ingolstädter Donauauen (ERDNER 1911, STREHLER 1841) Hinweise auf das Vorkommen zahlreicher Arten zuletzt 1911 (z. B. Ufer-Reitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*), oder zuletzt 1841 (z. B. Gottesgnadenkraut (*Gratiola officinalis*)).

Die **Ursache-Wirkungs-Ketten** für die Veränderungen der Vegetation sind sehr komplex. Zahlreiche Faktoren wirken auf die Vegetation ein, dabei vielfach in gegenseitiger Beeinflussung (Abb. 4). Einige Veränderungen sind vor allem auf den hohen Grundwasseranstieg und Dauerstau zurückzuführen (Verlust von Pionier- und Wechselwassergesellschaften), andere Veränderungen auf den Verlust der Grundwasserschwankungen (Sukzessionsprozesse in allen Gesellschaften, Verlust von Wechselwassergesellschaften, wechselfeuchten Wald- und Rasengesellschaften), wieder andere auf Bodenreifungs- und ungestörte Sukzessionsprozesse infolge reduzierter Grundwasserschwankung und reduzierter Morphodynamik (v. a. Verlust der Pionierstadien verschiedener Gesellschaften, Flutrasen, Weichholzaue, alpin geprägter Vegetation). Die Reduktion der Überflutungshäufigkeit verändert die Zonation, reduziert Fluktuationen und beschleunigt die Sukzession. Dazu kommen die Wirkung von forstlicher Nutzung, Veränderung der Landnutzung (Flächenverluste durch Bebauung, Kiesabbau etc.) und natürlich bzw. anthropogen bedingte Schädigung einzelner Baumarten (z. B. Ulmensterben, Eichen-Schäden). Die Reaktionen der Arten auf die veränderten Standortbedingungen hängen auch von den Konkurrenzverhältnissen, den Standortamplituden der Gesellschaften oder den Diasporenbanken im Boden ab. Die

Veränderungen sind abhängig von den Bodenverhältnissen, der Lage im Raum und der Flussgeschichte (Sukzessionsprozesse z.B. auf älteren Auenböden schneller als auf donanahen jüngeren). Die Veränderungen finden auf unterschiedlichen Ebenen statt (von Art-Verschiebungen innerhalb einer Gesellschaft bis hin zur völligen Veränderung der Gesellschaftsordnung), sind qualitativer und quantitativer Art (Veränderung der Charakterisierung einer Gesellschaft und Veränderung der Größe des Vorkommens). Die Veränderungen laufen zudem in unterschiedlicher Geschwindigkeit ab, direkte Reaktionen auf Anstau wie der Verlust der Wechselwassergesellschaften erfolgen schnell, Sukzessionsprozesse wie die Veränderung der Hartholzaue erfolgen langsam. Die Veränderungen werden dabei von aktuellen Rest-Fluktuationen überlagert.

Das Verständnis von Ursache-Wirkungs-Ketten erfordert mehrjährige und langfristige, auch weit zurückschauende Analysen der Veränderungen. Sie sind wichtig für die Beurteilung von künftigen Entwicklungen und für die Beurteilung des Erfolges von Maßnahmen. Nötig ist auch eine verstärkte interdisziplinäre Betrachtung der ökosystemaren Wirkungszusammenhänge des äußerst dynamischen und hoch komplexen Ökosystems Donauaue ("Forschungsschwerpunkt Donau"). Durchgeführte Maßnahmen sollten durch ein umfassendes interdisziplinäres und alle wesentlichen Faktoren umfassendes **Monitoring** ständig überprüft und optimiert werden.

4 Konsequenzen für die Reaktivierung der Donauauen

Auch wenn Prognosen über künftige Entwicklungen gerade in Auen aufgrund der "complex response" mit großen Unsicherheiten behaftet sind, ist sicher, dass der Rückgang der Artenvielfalt ohne Gegenmaßnahmen weitergehen und sich beschleunigen wird. Unter den derzeitigen Bedingungen werden die Sukzessionsprozesse und die Terrestrifikation weiter voranschreiten. Für den Erhalt der vollständigen und charakteristischen Vielfalt der Donauauen in ihrem einmaligen West-Ost-Gradienten sind daher umfangreiche und großflächige Maßnahmen der Renaturierung nötig, die möglichst **alle strukturellen lebensraumbestimmenden Faktoren** einbeziehen. Dabei ist völlig klar, dass viele der strukturellen Veränderungen irreversibel (Flächenverluste und Isolationseffekte durch Bebauung), andere nur sehr langfristig, großräumig und teilweise reversibel sind (z. B. Eintiefung, Geschiebedefizit, Stau). Umso mehr ist eine weitestgehende Realisierung aller Möglichkeiten eine große Herausforderung. Grundelement muss die Erhöhung der Dynamik und der Donauaue-typischen Standort- und Lebens-Vielfalt sein. Vier Dimensionen sind zu beachten: Abläufe im Längsverlauf, seitliche Vernetzung mit Rand- und Überflutungszonen, vertikale Austauschprozesse mit dem Grundwasserkörper und die zeitliche Dimension (vgl. SCHIEMER et al. 2000).

Bereits vorliegende lokale Renaturierungs-Konzepte an der Donau sind zwar sehr zu begrüßen, behandeln aber meist nur **hydrologische Maßnahmen** (wie z.B. im Projekt "Neues Leben für die Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt" zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und Erhöhung der Überflutungshäufigkeit auch bei kleinen Hochwassern, oder im "Gesamtökologischen Gutachten Donauried" (LFU 1999) für die Donauauen zwischen Ulm und Donauwörth zur Ausleitung auch kleiner Hochwasser, permanenter Ausleitungen in Flutrinnen/Altwasser für die biologische Durchgängigkeit, ggf. Rückbau von Deichen oder Auwaldentwicklung). Derartige Maßnahmen haben in Zusammenhang mit Hochwasserschutzmaßnahmen eine im Vergleich zu früher zwar größere, aber immer noch unzureichende Beachtung. Die Reaktivierung von Auen bringt auch neue Retentionsräume

für das Hochwasser. Leider sollen aber gerade an der Donau sehr viele rein technische Maßnahmen realisiert werden, wie die geplanten Polder belegen, die nur bei Extremhochwasser gesteuert geflutet werden sollen. Hier werden große Chancen des interdisziplinären Hochwasserschutzes mit Auen-schutz vergeben (siehe WEIGER & MARGRAF 2003).

So wichtig die hydrologischen Maßnahmen sind, sie werden jedoch ohne **Verbesserungen der Morphodynamik** nur beschränkte Wirkung behalten. Beispielsweise wird eine verbesserte Überflutungsdynamik ohne gleichzeitige Verbesserung der morphodynamischen Prozesse weiterhin vor allem Feinsedimente umlagern und den Mangel an Grobschotter-Rohböden nicht reduzieren können. Gerade für die alpin geprägten Arten und Lebensräume (alluviale Halbtrockenrasen, Lavendelweiden-Gebüsch, Sanddorn-Gebüsch, Grauerlen-Auwälder, Pfeifengras-Kiefern-Wälder, Schotter-Pionierfluren etc.) bzw. für alle Pionierstadien ist daher eine nötige Unterbrechung der Sukzessionsprozesse und die Schaffung von Pionierstandorten nicht ohne die Wiederherstellung der Donauabschnittstypischen Substrat-Umlagerung (= Morphodynamik) möglich. Konkrete Projekte zur Verbesserung der Morphodynamik an der Donau sind aber selten. Denn während gewisse Verbesserungen der Hydrodynamik lokal und auch kurzfristig möglich sind, erfordern Maßnahmen zur Verbesserung der donautypischen Morphodynamik überregionale Ansätze, bis hin zur Einbeziehung der Alpenflüsse. Die volle Vielfalt der Donauauen kann ohne Maßnahmen an den Alpenflüssen nicht erhalten bzw. erreicht werden. Zwar können lokale Maßnahmen wie die Entfernung von Uferbefestigungen (Seiten-Erosion, Ufer als Grobmaterial-Quelle) einen gewissen Beitrag leisten, der aber ohne die Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Donau für Grobmaterial (Problem der Staustufen) und letztlich auch den **großräumigen Kontext**, d. h. die Einbeziehung der Zuflüsse, nur sehr begrenzt wirksam ist.

Für die Sicherung der gesamten im Verlauf der Donau auftretenden Vielfalt ist **Großflächigkeit** (im Längs- und Querverbund) und ein Schutz- und Revitalisierungskonzept für die gesamte bayerische Donau nötig. Großflächigkeit ist auch für die Ausbildung der typischen Zonierung der donauanahen bis donaufernen Lebensräume auf möglichst vollständiger Standortvielfalt sowie für das Zulassen von "Wildnis" im Sinne tatsächlicher natürlicher **ungesicherter und ungeplanter ökosystemtypischer Dynamik** nötig ("*patch dynamics concept*" bzw. "*spatio-temporal heterogeneity and connectivity gradients*" TOCKNER et al. 1999, vgl. "*Intermediate disturbance hypothesis*" BORNETTE & AMOROS 1996). Durch ausreichende Großflächigkeit bleiben beispielsweise bei Hochwasser Rückzugsräume für Tiere trocken oder es können Lebensräume, die im Zuge der natürlichen Dynamik zerstört werden, an anderer Stelle neu entstehen. Nur bei ausreichender Großflächigkeit können differenzierte Nutzungskonzepte mit Raum für Nutzungsverzicht umgesetzt werden. Denn jede Auenreaktivierung birgt ein enormes Konfliktpotential mit Landnutzern, gerade in der intensiv genutzten und hoch produktiven Donauaue.

Aus der anspruchsvollen und schwer umsetzbaren Notwendigkeit von Revitalisierungen ergibt sich auch zwangsläufig die Verpflichtung, die noch bestehende Vielfalt in vollem Umfang zu erhalten und auf weitere negative Veränderungen sowohl an der Donau, insbesondere den derzeit von der Bayerischen Staatsregierung geplanten Bau von Staustufen zwischen Straubing und Vilshofen, als auch an den alpinen Zuflüssen zu verzichten.

Auch Gesetze und europäische Richtlinien (**Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie**) sowie das "**Bayerische Auenprogramm**" verpflichten uns, einen guten ökologischen (Erhaltungs-)zustand durch entsprechende Maßnahmen zu erreichen, Verschlechterungen sind verboten. Zwar ist die Donau auf wei-

ten Strecken als "erheblich verändert" nach der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) eingestuft – skandalöserweise auch im frei fließenden Abschnitt zwischen Straubing und Vilshofen – , aber es gilt trotzdem das gute ökologische Potential. Auch wenn dieses Potential (noch) nicht konkret definiert ist, muss es letztlich heißen, dass alles getan werden muss, die Donau und ihre Auen dem Referenzzustand anzunähern (vgl. Beitrag SCHÖNAUER in diesem Jahrbuch). Außerdem ist die bayerische Donau mit ihren Auen eine zentrale Achse im europäischen Netz Natura 2000 zum Erhalt der biologischen Vielfalt und nahezu vollständig als Natura 2000-Gebiet nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie bzw. nach der Vogelschutz-Richtlinie ausgewiesen (Abb. 5).

Denn die Donauauen sind trotz der gravierenden Veränderungen der Standortfaktoren naturschutzfachlich immer noch sehr bedeutsam – Betonung auf "noch" (vgl. auch teilweise höchste Einstufung in der Bewertung des bayerischen Auen-Programmes). Trotz der unbestrittenen Meldewürdigkeit sind die auetypischen Lebensraumtypen und Arten der Donauauen sowohl in den meisten Gebieten als auch in ihrem Gesamt-Bestand sicher nicht in einem guten Erhaltungszustand. Dies verpflichtet zu nötigen Wiederherstellungsmaßnahmen.

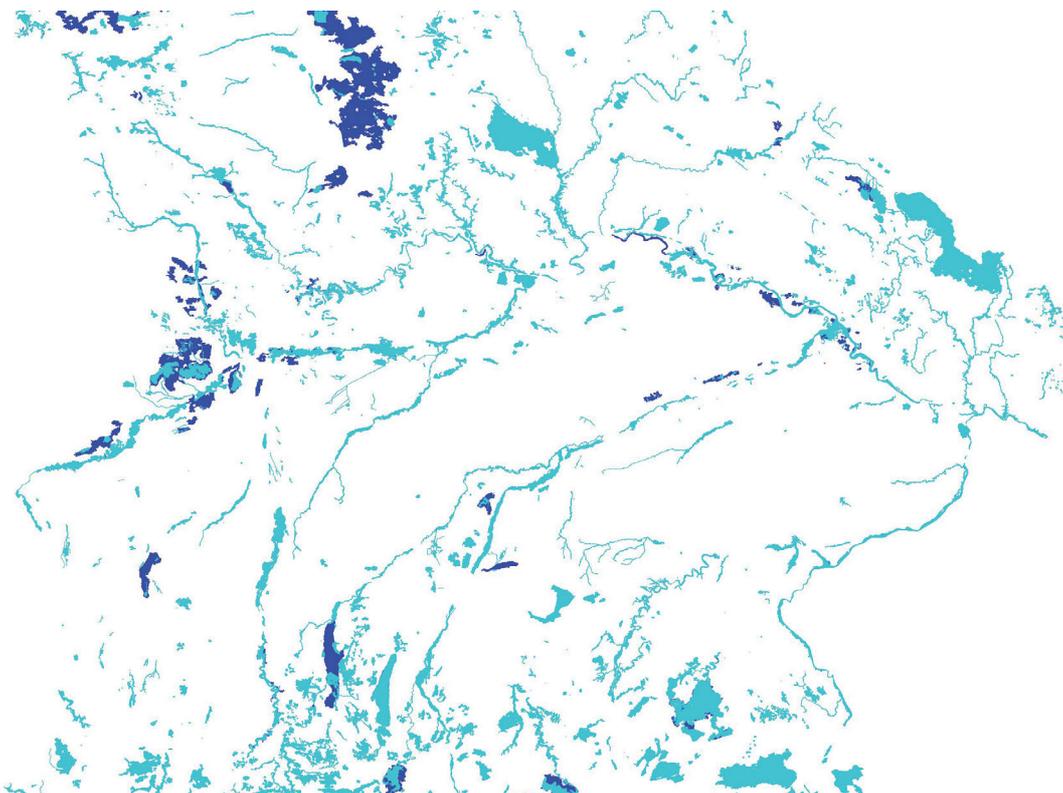


Abb. 5: Bayerische Donau als zentrale Achse im Natura 2000-Netz. Hellblau: Natura 2000-Gebiet nach FFH- und SPA-Richtlinie (Fauna-Flora-Habitat und Vogelschutz-Richtlinie) der EU; dunkelblau: nur SPA-Gebiet (Daten aus der homepage des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Stand 2004).

Über diese Verpflichtungen hinaus brauchen wir einen **gesellschaftlichen und politischen Konsens** über die Ziele eines umfassenden interdisziplinären Auenschutzes. Gerade an großen Flüssen wie der

Donau und den Alpenflüssen können die Aufgaben nur im Zusammenwirken aller Kräfte erfüllt werden. Der politische Stellenwert der Auenreaktivierung kann derzeit nicht als hoch bezeichnet werden, wie beispielsweise stark technisch orientierte Hochwasserschutzmaßnahmen, weiterhin geplante Zerstörungen von Auen oder die geringe Werbung für das bayerische Auenprogramm zeigen. Der gesellschaftliche Stellenwert des Auenschutzes scheint im allgemeinen hoch, nimmt jedoch bei persönlichen Betroffenheiten stark ab. Mögliche Maßnahmen werden immer wieder von Einzelinteressen blockiert. Klar ist, dass Einschränkungen für Einzelne bei Auenreaktivierungen sicher nicht vermeidbar sind, ihnen steht jedoch ein gestiegener gesamtgesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Wert intakter Donauauen entgegen. Denn die ökologischen Verluste in den Donauauen haben auch ökonomische Verluste mit sich gebracht (IEEP 2006). Neben der dringenden ökologischen Notwendigkeit muss künftig auch die **ökonomische Notwendigkeit der Auenreaktivierung** wesentlich stärker dargestellt werden.

Literatur

- BORNETTE, G., C. AMOROS (1996): Disturbance regimes and vegetation dynamics: role of floods in riverine wetlands. – *Journal of vegetation science* 7: 615-622.
- BRIEM, E. (2003): Gewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutschland. ATV-DVWK-Arbeitsbericht.
- DIEPOLDER, U., F. FOECKLER (1994): Literaturstudie über die Auswirkungen von Flusstaustrufen auf Natur und Umwelt. In: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Schriftenreihe 130: 7-42. München.
- FALKNER, G. (1996): Die europaweite Bedeutung des bayerischen Donautals aus malakologischer Sicht.
- GULDER, H.-J. (1996): Auwälder in Südbayern. Standortliche Grundlagen und Bestockungsverhältnisse im Staatswald. – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.). Berichte 9: 66. S. Freising.
- IEEP, INSTITUTE FOR EUROPEAN ENVIRONMENTAL POLICY (2006): Value of Biodiversity: documenting EU examples where biodiversity loss has led to the loss of ecosystem services. Brüssel.
- KESTEL, G., Ch. MARGRAF (2006): Zur Ausgleichbarkeit von Eingriffen in Fluss und Aue durch die Errichtung von Staustufen. Unveröff. Gutachten im Auftrag des BN, 84 S. Deggendorf.
- KOENZEN, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland – Typologie und Leitbilder. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). *Angewandte Landschaftsökologie* 65.
- KÜSTERS, E. (2003): Naturschutzgebiet Naturwaldreservat Neugeschüttwörth. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) *Schriftenreihe* 169 : 23-37. Augsburg.
- LEIBL, F. (1994): Effizientkontrollen und Wertung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, dargestellt am Beispiel des Donaustauer Altwassers bei Regensburg. *Schr.-R. f. Landschaftspflege und Naturschutz* 40: 171-179, Bonn-Bad Godesberg.
- LFU (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Hrsg.) (1999): Gesamtökologisches Gutachten Donauried. München.
- LFU (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Hrsg.) (1992): Ökologische Zustanderfassung der Flusssauen an Iller, Lech, Isar, Inn, Salzach und Donau und ihre Unterschutzstellung. *Berichte* 124, 102 S., München.
- LUDWIG, TH. (2003): Naturschutzgebiet Apfelwörth. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) *Schriftenreihe* 169 : 143-161. Augsburg.

- MARGRAF, Ch. (2004): Die Vegetationsentwicklung der Donauauen zwischen Ingolstadt und Neuburg. Vegetationskundlich-ökologische Studie über den Wandel einer Auen-Landschaft 30 Jahre nach Staustufenbau (Dissertation). Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 65: 295-704. Regensburg.
- MÜLLER, N. (1995): Wandel von Flora und Vegetation nordalpiner Wildflusslandschaften unter dem Einfluss des Menschen. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Bericht 19: 125-187. Laufen.
- RINGLER, A. (1991): Vegetationsumpflanzung – Versuch einer Zwischenbilanz nach 9 Jahren Erfolgskontrolle. In: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Symposium Biotoppflege und Biotopentwicklung Teil 1: 107-118. Bonn.
- SCHUEERER, M. & P. SCHÖNFELDER (2000): Einige Auswertungsmöglichkeiten der floristischen Kartierung Bayerns. – Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 61: 653-698. Regensburg.
- SCHIEMER, F., K. TOCKNER, CH. BAUMGARTNER (2000): Das Donau-Restaurierungs-Programm: Rahmenbedingungen und Untersuchungskonzept. – Abh. Zool.-Bot.-Ges. Österreich 31: 1-25.
- SCHÖNFELDER, P., A. BRESINSKY (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. 752 S. Stuttgart.
- SEIBERT, P. (1975): Veränderung der Auenvegetation nach Anhebung des Grundwasserspiegels in den Donauauen bei Offingen. Beitr. naturk. Forsch. Südwest. 34: 329-343. Karlsruhe.
- TOCKNER, K., F. SCHIEMER, CH. BAUMGARTNER, G. KUM, E. WEIGAND, I. ZWEIMÜLLER, J.V. WARD (1999): The Danube Restoration Project: Species Diversity Patterns across Connectivity Gradients in the Floodplain System. Regul. Rivers: Res. Mgmt. 15: 245-258.
- WEIGER, H., Ch. MARGRAF (2003): Hochwasserschutz an der bayerischen Donau – eine Chance für den Auenschutz ? – Natur und Landschaft 78: 130-137. Stuttgart.

Ein ausführliches Literaturverzeichnis kann angefordert werden.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Christine Margraf
Griesfeldstraße 18
85354 Freising

(Die Verfasserin leitet die Fachabteilung München des Bund Naturschutz in Bayern e.V.)