

# Mobilität in Ökosystemen

## Von Veränderungen, Gleich- und Ungleichgewichten in der Natur

Josef H. Reichholf

### Zur Einführung

Mehr als zu jeder Phase der Geschichte sind die Menschen unserer Zeit mobil; längst nicht alle, aber sehr viele. Mobilität kennzeichnet das moderne Leben. Ihre Beschränkung gilt als Maß für das Ausmaß von Unfreiheit. An der Mobilität, der Beweglichkeit, scheiden sich die beiden großen Reiche komplexer Organismen, die Welt der (passiven) Pflanzen und der (aktiven) Tiere. Welche Bedeutung hat Mobilität darüber hinaus in den Systemen des Zusammenwirkens von Tieren, Pflanzen, die Mikroben mit einbezogen, und den nicht lebenden Teilen der Natur? Eine ökologische Lehrbuchdefinition stellt dazu fest:

„Die situativ variable Realisierung der Potenz Vagilität ergibt die Mobilität“ (Schwerdtfeger 1968). Diese Definition ist bezogen auf die Vorgänge in Tierpopulationen, also zu eng im gestellten Zusammenhang „Mobilität in Ökosystemen“. Daher wähle ich zum Einstieg ein einfaches, gleichwohl aber für die Vorgänge im betreffenden System äußerst wichtiges Beispiel, das fließende Wasser im Fluss und den Gegenstrom von Organismen flussaufwärts.

## 1 Der Fluss in Fluss

An warmen Juniabenden lässt sich mitunter ein Phänomen sehr augenfällig beobachten, das grundsätzlich alljährlich auftritt, aber in unserer Zeit nur ausnahmsweise groß(artig) in Erscheinung tritt, das Massenschwärmen von Eintagsfliegen am Fluss und ihr flussaufwärts gerichteter Flug in der Dämmerung. Millionen und Abermillio-nen frisch geschlüpfter Eintagsfliegen kann dieser „Gegenstrom“ umfassen, der sich langsam den Fluss aufwärts bewegt und so, nach Ablage der Eier der befruchteten Weibchen, der unvermeidlichen Abdrift der Larven im strömenden Wasser entgegenwirkt. Ohne diesen Ausgleichsflug würden die Wasserinsekten nach wenigen Jahren flussabwärts getragen worden sein und mit der Zeit ihr Ende im Meer finden.

Auf vielfältige Weise findet dieser Ausgleich im bzw. am Fluss statt. Fische ziehen gegen die Strömung, wählen ihre Laichplätze weiter aufwärts, oft nahe der Quellregionen, von Arten wie dem Aal abgesehen, der im Meer, im Falle des Atlantischen Aals *Anguilla anguilla* in der Sargassosee im zentralen Nordatlantik laicht und daher fluss-abwärts zur Fortpflanzung wandert. Das Übliche ist jedoch der „Gegenstrom“, der entweder aktiv betrieben oder mit Hilfe von dazu befähigten Trägern passiv vollzogen wird, wie z. B. bei den Larven der Flussmuscheln, die sich des Transports durch Fische bedienen. All das soll hier nicht weiter ausgebreitet werden. Die Fülle der gut untersuchten Beispiele ist der Fachliteratur über das Leben der Fließgewässer zu entnehmen. Hier geht es um das zugrundeliegende Prinzip der aktiven (Gegen)Mobilität zum abwärts gerichteten, passiven Transport von Material durch das fließende Wasser, die unbelebte, abiotische Komponente des Fließgewässer-Ökosystems.

Flüsse sind Gewässer in Bewegung. Diese passive, von der Schwerkraft verursachte Mobilität hat weit reichende ökologische Folgen, von denen die wohl wichtigsten nachfolgend aufgelistet sind:

Wechsel zwischen Hochwasser und Niedrigwasser

Erosion – Sedimentation

- Transport von anorganischen Stoffen und organischem Detritus
- Eutrophierende Wirkung der Strömung
- Fließgleichgewicht, als solches fern vom „Gleichgewicht“
- Ohne Bewegung kein Leben und kein Recycling

Beginnen wir die Kurzbetrachtung dieser sechs Punkte beim letzten: Recycling, die Rückführung der umgesetzten Stoffe, findet im Fließgewässer nicht statt, zumindest nicht in quantitativ nennenswertem Ausmaß. Kein Fluss transportiert die Schwebstoffe, die er mit sich führt, wieder zurück zu den Quellen ins Einzugsgebiet und darüber hinaus aufs Land, von dem sie stammen. Das gilt genauso für die organischen Stoffe, wie Laub, das ins Wasser fällt und von der Strömung fortgetragen wird. Doch weil mehr oder weniger beständig (auch) organischer Abfall mittransportiert wird, können im Fließgewässer lebende, auch ziemlich festsitzende Organismen, wie die Großmuscheln, vom Antransportierten leben, obgleich sie das nach den Befunden einer Momentanaufnahme nicht können sollten. Denn der Gehalt an organischen Reststoffen (Detritus) im Wasser über der Muschel ist bei statischer Betrachtung viel zu gering. Erst durch das Vorbeiströmen des Wassers summiert sich das Wenige zu einer durchaus ergiebigen Nahrungsquelle, so dass ganz folgerichtig von der „eutrophierenden Wirkung der Strömung“ gesprochen wird. Als Fließgleichgewicht ist dieses Ver-

sorgungssystem jedoch fern vom (statischen) Gleichgewicht und alles andere als „stabil“ Das geht aus dem fortwährenden, mal mehr, mal weniger regelhaften Wechsel der Wasserführung sowie der davon transportierten Stoffe hervor. Gleichgültig, ob organischer Detritus oder anorganische Schwebstoffe, Sand oder Kies als Geschiebe betrachtet werden, es gibt keinen festen Zustand im Fließgleichgewicht des Flusses und somit auch keinen „richtigen Zustand“. Allenfalls können die Ablagerungen von Material, die Sedimentation, und der (Wieder)Abtrag, die Erosion, in der groben Bilanz die Waage halten; eine „Waage“, die dennoch mehr oder weniger starke Ausschläge im Jahreslauf und über die Jahre verzeichnen würde, wenn entsprechend registriert wird.

Diese Feststellung wirft ein grundsätzliches Problem auf, auf das abschließend weiter eingegangen wird. Denn insbesondere Naturschützer pflegen im Gleichgewichtsdanken verhaftet zu sein. „Auslenkungen“ aus dem Gleichgewicht des Naturhaushaltes gelten als Störungen oder sogar als Zerstörungen, wenn sich „das ursprüngliche Gleichgewicht“ nach einem Eingriff nicht wieder einstellt.

## 2 **Einschub: Hoch- und Niedrigwasser**

Der Wechsel zwischen den in der Regel nicht vorhersagbaren Hochwässern und dem regional durch die Witterungsverhältnisse bestimmten oder zumindest jahreszeitlich eingeschränkt auftretenden Niedrigwasser charakterisiert die Flussdynamik. Man könnte dies durchaus auch als Wechsel in der Mobilität der Flüsse betrachten, da die Menge des pro Zeiteinheit durch den betrachteten Flussabschnitt strömenden Wassers mit weitem Abstand der stärkste Umweltfaktor im Fluss-Ökosystem ist. Doch während Hochwässer, insbesondere die starken bis (für die Menschen am Fluss) katastrophalen Fluten gut dokumentiert und in ihren Folgewirkungen untersucht sind, mangelt es zumeist an vertieften Betrachtungen des Niedrigwassers. Häufig wird sogar so getan als ob es dieses gar nicht geben dürfte/sohle, zumal von der Fischerei. „Stabilisierung“ der Wasserführung wird gefordert. Die Festlegung von Mindestwasserführungen orientiert sich in wasserrechtlichen Verfahren kaum jemals an „der Natur“, d. h. am tatsächlichen Ausmaß der naturgegebenen Schwankungen der Wasserführung, sondern an den Forderungen der Fischerei oder auch des Wassersports (Befahrbarkeit des Flussabschnittes mit Booten).

Die Folge dieser weitgehenden Ausschaltung des natürlichen Trockenfallens von Buchten und Lagunen oder auch von Seitenarmen ist das Fehlen dieser amphibischen Lebensräume, die eigentlich zur Flussnatur gehören würden, aber das Missfallen der

Nutzer in ähnlicher Weise erregen wie Hochwasser, das ihre Zielsetzungen einschränkt. Sterben Fische in größeren Mengen in den trocken gefallenen Lagunen, gilt dies als Schaden, weil die Mindestwasserführung zu wenig wirkungsvoll reguliert worden war. Diese Situation verdeutlicht aber auch, wie naturfern manche Naturschützer denken und argumentieren und wie sehr sie (unbewusst) der Vorstellung eines seitens des Menschen geregelten Naturhaushaltes anhängen.

Ein ganz gleichmäßig strömender Fluss, umgangssprachlich Kanal genannt, begünstigt lediglich die Mobilität flussabwärts, macht aber eine solche flussaufwärts in der Praxis fast unmöglich. Denn die Gleichmäßigkeit der Wasserführung lässt sich in aller Regel nur mit entsprechenden Wehren, Stauen oder Ab- und Umleitungen erzielen. Der gleichmäßig fließende, längsverbaute Fluss ist damit naturferner als viele gestauten mit vielfältigen Biotopen innerhalb des Flusssysteme.

### 3 Längerfristige Flussdynamik

Ein Jahres- oder ein hydrologischer Zyklus kann viel oder wenig zum ökologischen Zustand eines Fließgewässers besagen. Das hydrologische Normaljahr gibt es ebenso wenig wie das meteorologische. Zustände kommen solche Normaljahre durch Mittelwertbildung, deren Ergebnisse recht naturfern ausfallen können. So tritt zum Beispiel die mittlere Wasserführung häufig nur an wenigen Tagen im Jahr auf, und zwar irgendwann im Wechsel zwischen der Phase der hohen Wasserführung (etwa im Sommer) und der niedrigen (im Winter). Kurze Hochwasserspitzen verschieben die Durchschnittswerte nach oben stärker als die ökologisch oftmals bedeutenderen langen Niedrigwasserführungen sie absenken. Zwar dämpft das Wasser mit seiner hohen Wärmekapazität die entsprechenden Temperaturschwünge sehr stark im Vergleich zur Lufttemperatur, doch im Grundsatz kommt ein ähnlicher Befund zustande: Die Jahresmitteltemperaturen besagen (zu) wenig zum Verlauf des Jahres und seinen Auswirkungen auf die lebendige Natur. Zudem werden die Jahresläufe von längerfristigen Entwicklungen überlagert, die oftmals „schleichend“ sind, also wenig oder zunächst gar nicht auffallen. So düngt eine bereits geringfügig erhöhte Nährstoffzufuhr, vor allem wenn es sich um Stoffe aus der Landwirtschaft handelt, die Fließgewässer nachhaltig und verändert die ökologischen Vorgänge darin. Die Ausschwemmungen von Stickstoff- und Phosphorverbindungen, die in der Landwirtschaft als Düngung eingesetzt werden, und die in unserer Zeit insbesondere in Form von Gülle ausgebracht werden, bestimmen längst die ökologischen Vorgänge in Bächen und Flüssen weit

stärker als der Wasserbau. Gülle, die vielfach zu den unpassenden Jahreszeiten in großen Mengen sehr plötzlich ausgebracht wird, nämlich im Spätherbst und im zeitigen Frühjahr, verändert die Lebensbedingungen in unseren Fließgewässern nachhaltig. Da es sich bei der Gülle (in Deutschland) um die drei- bis fünffache Menge der häuslichen (menschlichen) Abwässer handelt, die inzwischen ausnahmslos von modernen, hoch wirksamen Kläranlagen gereinigt werden, bleiben die außerordentlich kostspieligen Maßnahmen zur Gewässerreinigung auch weitgehend wirkungslos; im Hinblick auf die Bestände von Fischen, Großmuscheln und anderen Wassertieren sogar kontraproduktiv, weil deren Bestände massiv abgenommen haben anstatt sich dank der Reinigung unserer menschlichen Abwässer wieder zu erholen und zu vergrößern. Meldungen, dass diese oder jene Fischart wieder in Rhein, Donau oder anderen Flüssen vorkommt, bedeuten nicht, dass die Fischbestände insgesamt wieder größer und ertragreicher geworden seien. Die langfristige Flussdynamik wird daher selbst dort, wo etwa Rückbaumaßnahmen einen naturnäheren Zustand erzielen sollten, von solch schleichenden Vorgängen wie der von der Landwirtschaft verursachten Überdüngung des Landes beeinträchtigt. Als Kulisse mag der Fluss „naturnah“ aussehen, die Lebewesen in ihm drücken jedoch andere Gegebenheiten aus.

Wieder anders verhält es sich, wenn etwa nach einem Einstau die natürliche Entwicklung abläuft. Eine solche ist in der „Reichersberger Au“ im Rückstaubereich der Innstufe Schärding-Neuhaus von Anfang an mitverfolgt worden. Die nachfolgende Abbildung bilanziert die Entwicklung, die weitgehend einer Rückentwicklung zum Zustand des Flusses vor der Begradigung entspricht.

Diese Betrachtung eines Stausee-Ökosystems führt zur Frage, was ein ökologisches System eigentlich ist bzw. wie der Begriff Ökosystem entstand und was er wissenschaftlich bedeutet. Am Beispiel eines Stausee-Ökosystems lässt sich dies verdeutlichen.

# Ökologische Folgeprozesse

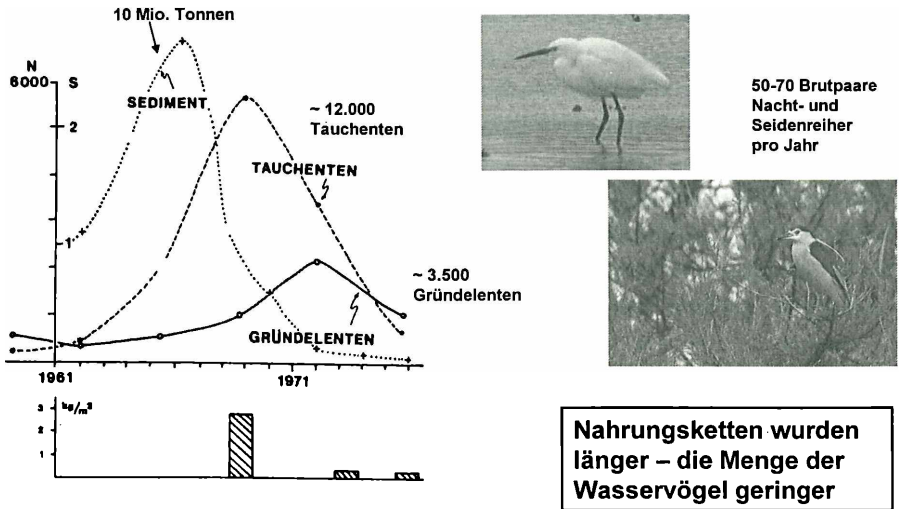


Abb. 1

## 4 Der Ökosystem-Begriff und die Unbeständigkeit der ökologischen Verhältnisse

Ökosysteme sind weder „Funktionseinheiten der Natur“, als die sie häufig, auch in der ökologischen Fachliteratur, bezeichnet werden, noch „Super-Organismen“, die durch „Belastungen“ seitens des Menschen oder „Eingriffe“ in ihren Naturhaushalt „geschädigt“ oder gar „zerstört“ werden können. Vielmehr handelt es sich beim Ökosystembegriff um ein forschungstechnisches Konzept zur Messung von Materialumsetzungen und Energieflüssen in beliebig ausgewählten, d. h. in der Regel aus praktischen Gesichtspunkten heraus vorgenommenen Ausschnitten aus der Natur. Wie solche Ökosysteme zustande kommen, zeigen die beiden nachfolgenden Abbildungen.

Was an einem Stausee räumlich noch einigermaßen nachvollziehbar erscheint, gleichwohl aber wesentliche Einflüsse von außen unberücksichtigt lässt, wie den Eintrag von Stoffen und Energie auf dem „Luftweg“ bzw. von oben (Sonnenlicht), oder die steuernde Wirkung des Menschen an den Kraftwerken, wird im Fall der Abgrenzung eines „Waldökosystems“ vollends beliebig.



## Ökosystem(e)

...sind keine Super-Organismen,  
denn es fehlen ihnen

- Begrenzung nach außen
- Zentrale Funktionssteuerung
- Fortpflanzungsfähigkeit

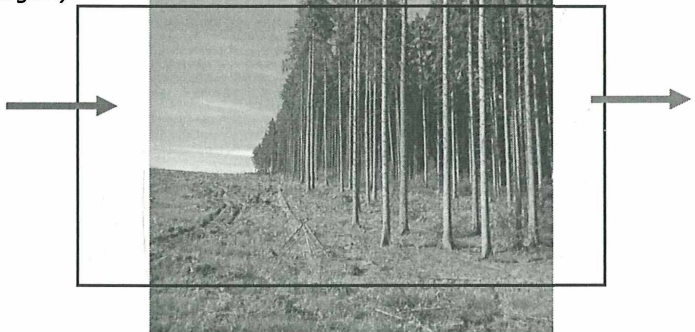
Ökosysteme sind verbale  
Hilfskonstruktionen zur Ermittlung  
oder Kennzeichnung ökologischer  
Vorgänge für (beliebige)  
Ausschnitte aus Natur und Umwelt.

Abb. 2

## Sprachwandel: Vom Wald zum ‚Ökosystem Wald‘

**Input**

(Stoffe /  
Energien)



**Willkürliche Abgrenzung in Raum & Zeit: Ö. = Forschungsmethode**

Abb. 3

Vollzogen wird lediglich ein „Sprachwandel“ vom „Wald“ zum „Ökosystem Wald“, was wissenschaftlicher klingt, jedoch nichts anderes als Wald bedeutet. Denn abgesehen von den wenigen wirklich als Ökosystemforschung zu bezeichnenden Untersuchungen wird beim Gebrauch des Ausdrucks „Ökosystem Wald“ oder „Wald-Ökosystem“ auch nichts weiter gemeint als der (betreffende) Wald. Unberücksichtigt bleibt insbesondere die sehr große, in aller Regel nicht erfasste Mobilität von Lebewesen und Stoffen über die (fiktiven) Grenzen des „Ökosystems“. Manche der Akteure sollte es den verbreiteten Annahmen von der „Ökonomie der Natur“, die stets haushälterisch sparsam mit ihren Ressourcen umgeht, gar nicht geben. So zum Beispiel den im nachfolgenden Bild gezeigten Hummelschwärmer *Hemaris fuciformis*, der als Schwärmer einen geradezu exorbitanten Energieumsatz für den Schwirrflug leistet. Entsprechendes gilt für Kolibris, ja letztlich für alle Vögel und Säugetiere mit geregelt hoher Körpertemperatur fern vom „Gleichgewicht“ mit der Temperatur der Umwelt.

Wo immer gerade die energetischen Verhältnisse genauer untersucht werden, zeigt sich, dass die wenigsten mobilen Tiere sparsam mit der Energie umgehen, es sei denn sie sind schlicht und einfach dazu gezwungen. Der Mensch macht keine grundsätzliche Ausnahme; im Gegenteil. Seine beträchtlich verminderte Abhängigkeit vom Dik-



Abb. 4



rat der physischen Umweltbedingungen beruht auf eben diesem erhöhten Energieumsatz, wie er grundsätzlich für Säugetiere und Vögel bezeichnend ist. Bei der näheren Betrachtung von Ökosystemen kann und darf daher die Mobilität auf keinen Fall ausgeklammert und so getan werden als ob „darin“ (worin?) stabile Verhältnisse herrschen würden. Das gilt für die aktive Mobilität der Lebewesen wie auch für die passive der nicht lebendigen Bestandteile der Umwelt, wie Zustrom von Nährstoffen, Ein- und Auswehungen/waschungen und dergleichen. Längerfristig stabile Umweltverhältnisse sind nur ausnahmsweise zu finden. Sie herrschen zumeist in wenig bis unproduktiven Biotopen. Ein Hauptgrund für die verbreiteten Fehleinschätzungen steckt im Ökosystembegriff. Deshalb ist es nötig, noch eine weitere Verknüpfung mit diesem Begriff etwas näher zu betrachten, und das ist die „Stabilität von Ökosystemen“ Die Vorstellung beruht auf dem Bild eines Mobile, das 1974 zum Deutschen Naturschutztag von Michael Lohmann entworfen worden war, in eine Broschüre des Deutschen Naturschutzringes aufgenommen und auch in das ‚Lehrbuch der Ökologie‘ von Hermann Remmert übernommen wurde:

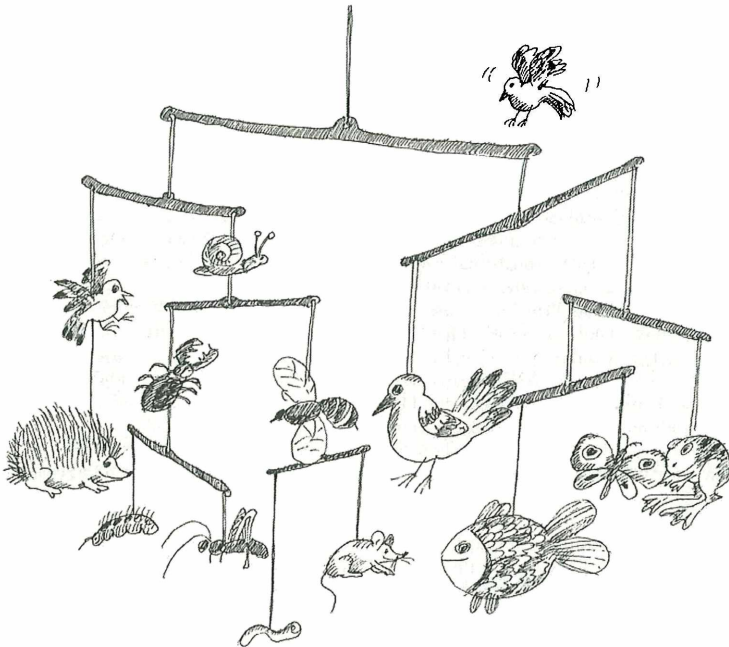


Abb. 5

Das (rechts oben) landende Vögelchen sollte zum Ausdruck bringen, dass jede (auch kleine) Änderung das System zum Schwingen bringt und ausbalanciert werden muss. Fällt die „Störung“ zu stark aus, kollabiert das „Gleichgewicht“, weil es die zusätzliche, vorher nicht da gewesene Last nicht tragen kann. Das Bild vom „natürlichen Gleichgewicht“ oder „Gleichgewicht im Haushalt der Natur“ fiel so überzeugend aus, dass der grundlegende Fehler, den es enthält, nicht erkannt wurde. Er besteht darin, dass das Mobile von nichts und niemandem gehalten wird. Es „hängt in der Luft“ und kann dementsprechend so nicht funktionieren.

Tatsächlich müsste es richtigerweise auf den Kopf gestellt werden und eine (massive) Energiezufuhr bekommen. Nur dann, nämlich fern vom Gleichgewicht, können sich all jene Strukturen aufbauen und halten, die wir mit dem Leben und den Lebensvorgängen verbinden. Leben lebt, wie wir spätestens seit Erwin Schrödingers berühmter Frage „Was ist Leben?“ und seiner thermodynamischen Begründung wissen, stets fern vom Gleichgewicht. Die nähere Benennung als „Fließgleichgewicht“ meint dies zwar, wird aber meistens so nicht verstanden, dass es beständiger Energiezufuhr bedarf, die (vielen möglichen) Zustände fern vom Gleichgewicht zu ermöglichen. Stellt

### Das ‚Mobile‘ wird durch (massive) Energiezufuhr ‚aufgebaut‘

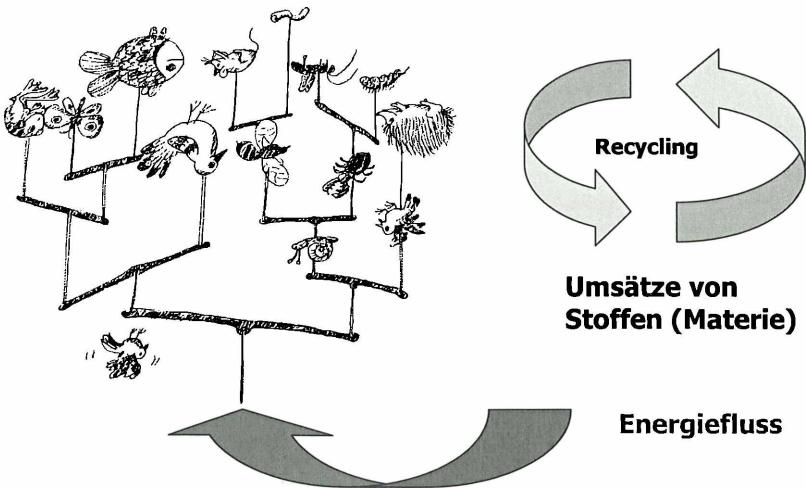


Abb. 6

man das Mobile dementsprechend dar, wie oben (Abb. 6) geschehen, werden sowohl die nötige Energiezufuhr als auch die vielen Möglichkeiten nachvollziehbar, die derartige Energie-getriebene Systeme fern vom Gleichgewicht einnehmen können.

Aus dieser Betrachtung ergibt sich von selbst, dass es auch keinen natürlicherweise richtigen Zustand eines Ökosystems gibt, weil die Zustände unweigerlich von den Rahmenbedingungen von Energiefluss und Stoffumsätzen abhängen. Genauer betrachtet wäre sogar ein vom Menschen hochgradig kontrolliertes System, wie ein Agro-Ökosystem, stabiler als ein natürliches und einem Super-Organismus ähnlicher, da ein solches zusätzlich zur Abgrenzung (des Flurstücks) nach Außen die inneren Abläufe in Organismen-analoger Weise vom Menschen gesteuert bekommt. Was zeigt, wie sich bei einer ökosystemaren Betrachtung der Natur die Erwartungen in ihr Gegenteil verkehren können. Ohne Energie gibt es keine Bewegung, ohne Mobilität kein funktionierendes System, gleichgültig ob ein Organismus oder ein Ökosystem gemeint ist.

## 5 Das Rätsel der Laichwanderungen

An dieser Stelle eingeschoben werden soll eine Anmerkung zum Eingangsbeispiel der gegen die Strömung gerichteten Mobilität von Organismen der Fließgewässer. Es sind dies die Laichwanderungen mancher Fische.

Zwar im Ablauf ganz gut erforscht, wenngleich nicht ausreichend, um die wirklichen Bedürfnisse der wandernden Fische zu verstehen, aber im Zustandekommen, also evolutionär, nach wie vor rätselhaft sind diese flussaufwärts gerichteten Wanderungen von Fischen, die als Heranwachsende oder Erwachsene (fortpflanzungsfähig) weiter flussabwärts in Bereichen mit geringerer Strömung leben. Warum ziehen sie flussaufwärts, oft sogar in viel kleinere Seitengewässer. Es könnte durchaus anders sein, nämlich dass erst der (schwimm)kräftig gewordene Nachwuchs der stärkeren Strömung entgegenzieht und die noch schwache Fischbrut die Stillbereiche oder zumindest Zonen geringer Strömungsgeschwindigkeit bevorzugen sollte. Diese sind zudem zumeist auch nahrungsreicher als die Quellregionen und Oberläufe. Möglicherweise bezieht sich das Zustandekommen von Laichwanderungen auf die Verhältnisse, wie sie in unseren Flüssen während der Eiszeit herrschten. Allein aufgrund der Zeitdauer jener Verhältnisse und der Kürze der nacheiszeitlichen Gegebenheiten von lediglich 10.000 Jahren oder weniger muss die formende Kraft der Vergangenheit miteinbezogen werden in die Betrachtungen. Während der Eiszeiten (den Kaltzeiten im

Pleistozän) gab es wenig oder kein Grundwasser aufgrund des Dauerfrostbodens. Die Nährstoffzufuhr in die zudem in ihrer Wasserführung stark geschrumpften Flüsse kam von oben, von den Quellregionen. Diese können damals durchaus reicher an für Jung- und Kleinfische verwertbaren Nahrungsstoffen als die Unterläufe gewesen sein. Ohne dies hier zu vertiefen, mag der Hinweis andeuten, dass wir gerade in der Ökologie sehr vorsichtig sein sollten, die Gegebenheiten unserer Zeit als typisch und prägend einzustufen. Die Natur hat Geschichte, Naturgeschichte, und keineswegs nur Gegenwart, auch wenn wir in dieser leben. Langfristige Prozesse, die Jahrtausende und Jahrzehntausende als zeitliche Bezugsskala haben, wie die Verlandung von Seen, entziehen sich der aktuellen, zeitlich so eng eingegrenzten Sichtweise. Manches, vielleicht sogar zu viel halten wir für „stabil“, was in Wirklichkeit in Fluss ist, aber in einem Zeitfluss von viel längerer Dauer als ein Menschenleben. Das von uns im winzigen Zeitschnitt unseres Daseins „Erkannte“ ist demzufolge keineswegs ganz von selbst das Richtige, auch wenn uns das so scheinen mag. Viele Festlegungen, die ökologische Zustände oder Eingriffe in den so genannten Naturhaushalt betreffen, fallen in die Kategorie der Beliebigkeit, wenn man sie auf der naturhistorisch-evolutionären Zeitskala betrachtet. Doch wie sehr auch Beständigkeit gewünscht sein mag, die langfristigen Änderungen finden statt und drücken eine andere Größenordnung von Mobilität aus.

## 6 Biogeographische Mobilität

Zwar wissen wir es längst besser, aber in Kreisen von Naturschützern und Ökologen herrscht nach wie vor eine statische Sicht hinsichtlich der Verbreitungsgebiete (Areale) von Lebewesen vor, so als ob diese von Natur aus festliegen würde. Dabei sind die Areale veränderlich, räumlich und zeitlich mobil – und sie müssen das auch sein, weil die Lebensbedingungen nie wirklich konstant bleiben. Die Arealgrenzen stellen zu meist „Verschleißzonen“ dar, in denen die Lokalpopulationen weniger Nachwuchs produzieren als für ihre selbständige Erhaltung vonnöten wäre. Sie sind auf Zuschuss von den produktiveren Kernbereichen angewiesen, können aber unter günstigen Umständen durchaus selbst zu „Quellen“ (sources) werden, auch wenn sie in der überwiegenden Zahl der Jahre Verlustzonen (sinks) sind. Allein die Variabilitäten der Witterung, die in Temperatur oder Niederschlag, Zahl der Frosttage oder Dauer von Hitze, viel größer sind als die (statistisch errechenbaren) Trends, erzwingen Beweglichkeit bei den Organismen, auch bei den fest verwurzelten Pflanzen, die ihre Mobilität über die

Samen aufrechterhalten. Jede Eingrenzung dieser naturgegebenen Variabilität und der mit ihr verbundenen Mobilität würde eine unnatürliche Statik erzeugen. Dennoch wird bei vielen Festlegungen zum Artenschutz und zu so genannten Eingriffen in den Naturhaushalt von statischen Vorstellungen ausgegangen, wie die Natur an Ort und Stelle (zusammengesetzt) zu sein hat.

## 7 Abschließendes Beispiel: Die Mobilität von Stoffen und der Energiefluss in einem Stausee-Ökosystem

Was bedeuten nun die vorausgeschickten Darlegungen konkret? Die Mobilität von Lebewesen in Ökosystem lässt sich bei Bedarf mit mehr oder minder großem Aufwand quantitativ messen. So und so viele Fische ziehen im Zusammenhang mit ihren Laichwanderungen flussaufwärts oder diese und jene Mengen an Wasserinsekten driften mit der Strömung flussabwärts, verstärkt bei Hochwässern. Aktive Mobilität findet in vielfältiger Weise statt. In jedem Ökosystem, keineswegs nur in einem solchen,

### Energiefluss in Ökosystemen

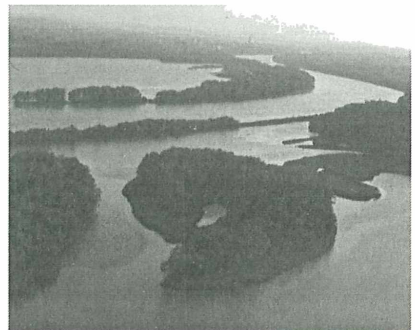
**Energiedurchfluss des Wassers in einem Gewässer-Ökosystem (Stausee)**

**600 Millionen Kilowattstunden**

**480 Millionen davon im Kraftwerk in elektrischen Strom umgewandelt**

**3,5 Millionen KWh biologischer Energiefluss = 0,6 %**

**Nach Verlandung und Einstellung des „hydrodynamischen Gleichgewichts“ → 0,03 % des physikalischen Energieflusses**



**Zehntausende Wasservögel in diesem Europa-Reservat & Naturschutzgebiet**

Abb. 7

das wie ein Fluss ohnehin in Bewegung ist. Aber bei der Betrachtung des betreffenden Ausschnittes der Natur als Ökosystem sollten die systemrelevanten Vorgänge auch – und gerade auch – im abiotischen Bereich quantifiziert werden. Beispielhaft zeigt dies die Zusammenfassung umfangreicher, langjähriger Untersuchungen an den Stauseen am unteren Inn im österreichisch-bayerischen Grenzbereich (Abb. 7).

Das Ergebnis mag für manchen Verfechter der Deutung der Natur und ihrer Vorgänge mit dem Begriff des Ökosystems ernüchternd ausfallen: Der biologische Energiefluss, hauptsächlich getragen von Wasservögeln und Fischen, fällt mit Größenordnungen im Promille- und Zehntelpromillebereich so verschwindend gering im Vergleich zum abiotisch-hydrologischen aus, dass er nachgerade als bedeutungslos eingestuft werden müsste. Die zu ermittelnden Werte liegen innerhalb der Unsicherheitsbereiche des Abiotischen. Genauso verhält es sich mit den Stoffkreisläufen bzw. Materialumsetzungen (Reichholf 1992). „Bedeutsam“ werden die biotischen Vorgänge nur dann, wenn die abiotischen ausgeklammert werden. Doch dies wäre eine im Sinne der Ökosystemtheorie und -forschung eine unzulässige Vereinfachung.

Hieraus ergibt sich, dass die Vorgänge in der Natur in aller Regel weit variabler und mit mehr Dynamik und Mobilität verbunden sind als den diesbezüglichen Gesetzen und Verordnungen zugrundegelegt worden ist. Bewertungen zu „Eingriffen in den Naturhaushalt“ und ihren „Folgen“ fallen dementsprechend häufig unzureichend, nicht selten sogar ganz falsch aus, weil von falschen Voraussetzungen ausgegangen wird. Bestehen diese Voraussetzungen in „Setzungen“ von rein menschenbezogenen Zielen, sind sie eher (und besser) nachvollziehbar. Doch dann sollte gerade nicht mit dem Naturhaushalt oder mit Ökosystemen argumentiert werden.

## Literatur

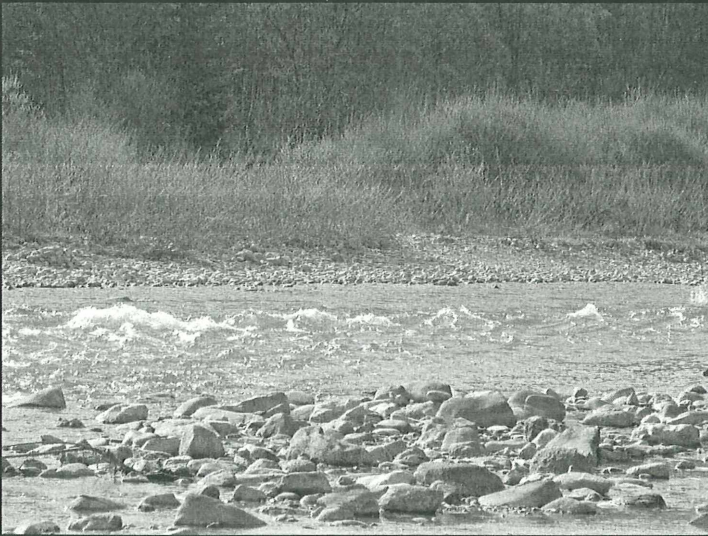
- Lohmann, M. (1974): Ökofibel. Deutscher Naturschutzring, Bonn.
- Odum, E. P. & J. H. Reichholf (1980): Ökologie. Grundbegriffe, Verknüpfungen, Perspektiven. BLV, München.
- Reichholf, J. H. (1992): Comeback der Biber. Ökologische Überraschungen. C. H. Beck Verlag, München.
- Reichholf, J. H. (2005): Die Zukunft der Arten. Neue ökologische Überraschungen. C. H. Beck Verlag, München.
- Reichholf, J. H. (2008): Stabile Ungleichgewichte. Ökologie der Zukunft. edition unseld, Suhrkamp Verlag, Berlin.
- Reichholf, J. H. (2010): Naturschutz. Krise und Zukunft. edition unseld. Suhrkamp Verlag, Berlin.

Remmert, H. (1978): Ökologie. Ein Lehrbuch. Springer Verlag, Heidelberg.

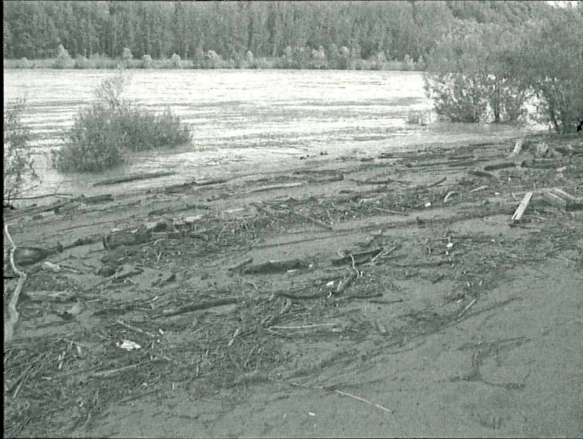
Schrödinger, W. (1999): Was ist Leben? Serie Piper, München.

Schwerdtfeger, F. (1968): Ökologie der Tiere. Band 2. Demökologie. Verlag Paul Parey, Hamburg.

## Der Fluss „in Fluss“



## Organischer Materialtransport – nach Hochwasser augenfällig

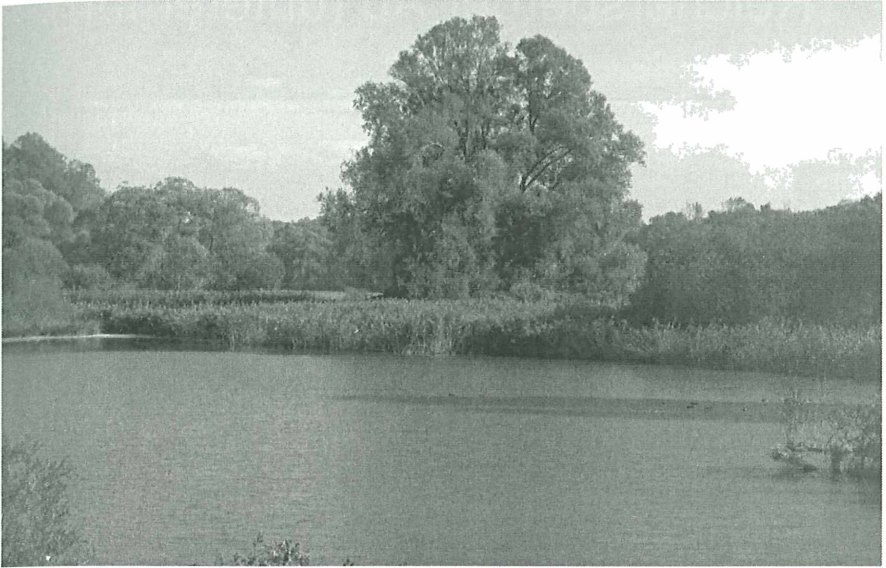


### Dynamische Ernährung der Auen





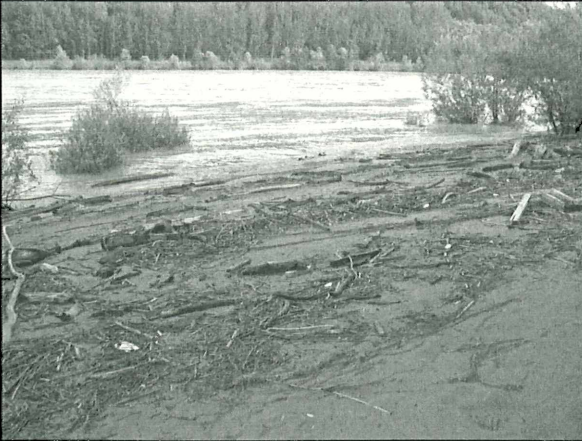
# Niedrigwasser & Trockenfallen gehören zur natürlichen Dynamik



Dieselbe Inn-Lagune im Herbst



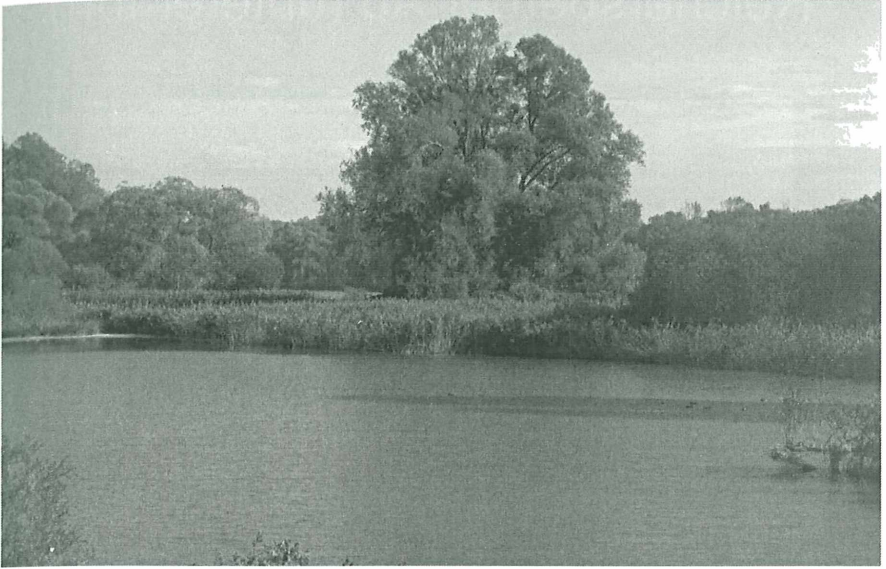
## Organischer Materialtransport – nach Hochwasser augenfällig



### Dynamische Ernährung der Auen



## Niedrigwasser & Trockenfallen gehören zur natürlichen Dynamik

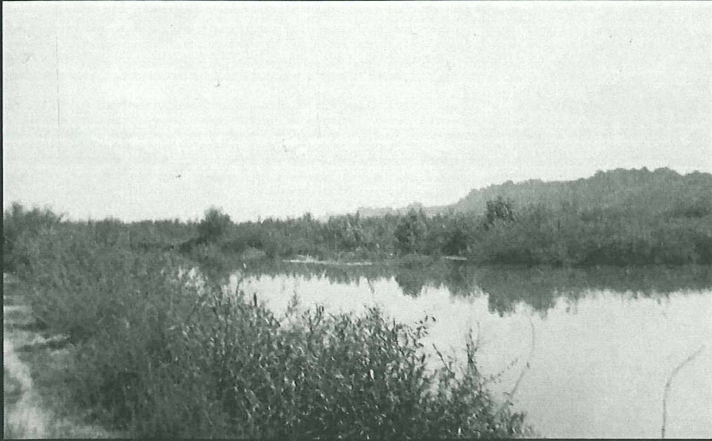


Dieselbe Inn-Lagune im Herbst



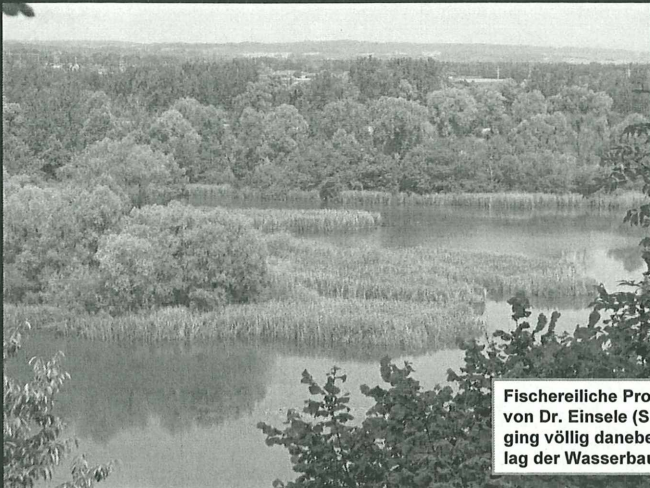
# Reichersberger Au (unterer Inn)

## Prognosen



Einstau 1961 - Zustand 1962

# Reichersberger Au – 50 Jahre



Fischereiliche Prognose  
von Dr. Einsele (Scharfling)  
ging völlig daneben; richtig  
lag der Wasserbau!

Brutplatz von Nacht-, Seiden-, Purpur- und Graureiher

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Umwelt - Schriftenreihe für Ökologie und Ethologie](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Reichholf Josef H.

Artikel/Article: [Mobilität in Ökosystemen. Von Veränderungen, Gleich- und Ungleichgewichten in der Natur. 7-24](#)