

# Nahrung für den Alpenfluss

Zuckmücken (Chironomiden), Verminderung von Abwasserbelastungen, Hochwasserwirkungen und die Auwaldentwicklung in den Stauseen am außeralpinen unteren Inn

von *Josef H. Reichholf*

Jahrzehntelang bekam der Inn, wie die anderen Flüsse auch, zuviel ab:

Zuviel Abwasser aus häuslichen wie auch aus industriellen Quellen. Doch im vergangenen Vierteljahrhundert kam Besserung. Kläranlagen wurden gebaut, stark belastende Zellstoffwerke stillgelegt. Die Wasserqualität von Inn und Salzach stieg von stark bis sehr stark und kritisch belastet auf normale mäßige bis geringe Belastung. Die Investitionen hatten sich gelohnt und die Wasserwirtschaft, wie weithin an unseren Flüssen und Seen, ihre Ziele erreicht.

Doch anstatt positiv zu reagieren und zuzunehmen taten die meisten Lebewesen im Inn genau das Gegenteil. Fischbestände und Muschelvorkommen, Libellen und Wasservögel nahmen ab. Katastrophal zum Teil, je nach Art und Lebensweise. Als Hauptgrund stellte sich heraus, dass die organischen Restbestandteile im Wasser, der Detritus, fast verschwunden waren und so der Fluss kaum noch die Nahrung bekam, die für die kleinen und größeren Lebewesen in Fließgewässern die Existenzgrundlage bildet. Nitrate dagegen kommen nach wie vor im Übermaß in den Fluss.

Wie viel Nahrung braucht aber eigentlich ein Fluss wie der Inn? Sollte er als Alpenfluss mit hochalpinem Gletscher-Einzugsbereich besonders nahrungsarm und damit fast leer an Fischen und anderem Wassergetier sein? War er das vielleicht auch, ehe die Abwasserbelastungen aus menschlichen Quellen einsetzten? Aller Wahrscheinlichkeit nicht, denn Inn (und Salzach) waren fischreiche Gewässer bis zu ihrer Regulierung gewesen.

Langjährige Forschungen an "Mücken", den nicht-stechenden Zuckmücken (Chironomiden) in den Stauseen am unteren Inn zwischen der Salzachmündung und Passau zeigen einen anderen Zusammenhang auf: Dem Inn waren durch die Begradigungen und Ausdeichnungen die Auen weitestgehend entzogen worden, deren organischer Abfall in Form von Blättern, Ästen und Treibholz im unregulierten Wildfluss die nötige Nahrung für die Kleinwelt im Wasser und die auf ihnen aufbauenden Nahrungsketten geliefert hatte. Wo sich neue Auen innerhalb der Stauseen in großem Umfang hatten entwickeln können, tragen sie nun wieder die organischen Abfallstoffe in den Fluss hinein und werden darin wirksam.

Fazit: Mehr, viel mehr Auen braucht der Fluss – und sicherlich nicht nur der Inn.

## 1. Einleitung

Seit mehr als einem Jahrzehnt wird der untere Inn von der Salzachmündung bis Passau mit der Wassergüteklasse II, gering belastet, eingestuft. Die österreichischen und bayerischen Bewertungen stimmen darin überein. Das Bayerische Landesamt für Was-

serwirtschaft hatte die kontinuierliche Verbesserung der Qualität seit 1970 in angemessenen Zeitabständen ausführlich dokumentiert und so die Wirksamkeit der zwischenzeitlich installierten Kläranlagen nachgewiesen. Doch als Begleiterscheinung der Verbesserung gingen die Wasservogelmengen in diesem

als "Europareservat" ausgewiesenen "Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung" (OHNMACHT & GRABHER 1994) sehr stark zurück (REICHHOLF 1994). Auch bei den Fischen ergaben die Erhebungen anhaltende Rückgänge (KELLER & VORDERMEIER 1994). Besonders ausgeprägt fielen sie aber bei Großmuscheln (REICHHOLF 2002 a) und Wasserschnecken (REICHHOLF 2002 b) aus. Die Bestände sind um eine oder bis zu zwei Zehnerpotenzen abgesunken.

Die so starke Reaktion der Großmuscheln weist auf die Hauptursache hin: Mangel an organischem Detritus. Dieser wird von dem im gesamten Einzugsgebiet weitestgehend ausgebauten und funktionierenden Kläranlagen für häusliche Abwässer nahezu vollständig dem Abwasser entnommen. Vordem bildete dieser organische Detritus aber die Basis für die mengenmäßig mit Abstand wichtigste, daran ansetzende "heterotrophe Nahrungskette" (REICHHOLF 1998) als Grundversorgung der Kleintiere des Bodenschlammes.

Da zweifellos Abwässer die Hauptquelle für den organischen Detritus waren, weil deren Minderung bis hin zur vollständigen Klärung eben diese Rückgänge von Muscheln, Fischen und Vögeln mit sich gebracht hatte, ließe sich daraus folgern, die Versetzung in einen natürlicheren Zustand des Flusses bringe eben solche Veränderungen, solche Abnahmen, mit sich. Der Inn war möglicherweise ursprünglich als sommerkalter, durch starke Schwebstofftrübung und (sehr) hohe Sommerwasserführung gekennzeichneter Fluss (REICHHOLF 2001) von Natur aus sehr nährstoffarm. Diesen früheren Normalzustand habe er jetzt wieder weitestgehend eingenommen.

Dagegen ist unbeschadet der Tatsache, dass wir den früheren, durch Abwässer nicht belasteten Zustand des Inns limnologisch gar nicht kennen, einzuwenden, dass dies deswegen nicht so gewesen sein konnte, weil im unregulierten Zustand ausgedehnte Auwälder jenes organische Material geliefert hatten, das nach der Begradigung und der weitgehenden Vernichtung der Auen durch die Abwasserleitungen "ersetzt" worden ist. Wenn nun aber nur noch etwa 5 % des früheren Bestandes an

Auwald entlang von Inn und Salzach vorhanden und der Wechselwirkung zwischen Fluss und Aue direkt zugänglich sind, bedeutet dies im Umkehrschluss, dass der normale Zustrom von organischem Material, aus dem Detritus entsteht, durch die Ausbaumaßnahmen und die Flächenumwidmungen um 95 % vermindert worden sein muss.

Dementsprechend wäre der gegenwärtige trophische Zustand des (unteren) Inn als hochgradig verarmt an organischen Nährstoffen unbeschadet der Einstufung nach wasserwirtschaftsüblichen Qualitätskriterien zu bezeichnen. Die starken Rückgänge von Muscheln, Fischen und Vögeln können folglich auch nicht als "normal" und "richtig" oder gar "wünschenswert" (aus der Sicht der Wasserqualität) eingestuft werden. Vielmehr stellt die Minderung der Versorgung des Flusses mit organischen Kohlenstoffverbindungen um 95 % auf ihre Weise einen gerade so unnatürlichen Zustand dar wie vordem die Abwassereinleitung, jedoch mit anderen Folgen. Da es aber anscheinend keine andere Lösung als die von der Wasserwirtschaft angestrebte und erreichte zu geben scheint, mag es müßig sein, über "Natürlichkeit" oder "Unnatürlichkeit" zu diskutieren. Denn eine erneute Einleitung von Abwasser lässt sich wohl kaum vertreten. Ohne Kenntnis der tatsächlichen früheren Zustände, als der Inn, wie andere große Flüsse in Mitteleuropa auch, noch ausgedehnte, den Hochwässern ausgesetzte Auen hatte, lässt sich auch schwerlich jener "natürliche Zustand" oder natürliche Zustrom von organischem Abfallmaterial abschätzen oder gar in eine Bewertung einbringen.

Doch die besondere Situation am unteren Inn bringt es mit sich, dass sich eine derartige Betrachtung zumindest in einer groben Näherung anstellen lässt, weil einer der vier Stauseen, die das "Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung Unterer Inn" bilden, großflächig neue Auwälder auf den Inseln und an den Seitenarmen ausgebildet hat. Es ist dies die Innstufe Ering-Frauenstein im niederbayerisch-oberösterreichischen Grenzgebiet und diese Stufe war die erste am unteren Inn. Sie wurde während des 2. Weltkrieges gebaut und 1942 in Betrieb (Stromerzeugung) genommen. Seither entwickeln sich in diesem gut 10 Kilometer langen, weitflächigen und bis fast 2 km breiten Staugebiet gänzlich unbeeinflusst

seitens des Menschen Auwälder. Diese können als echte Urwälder der typischen Weichholzaue gelten (CONRAD –BRAUNER 1994). Verglichen mit dem Zustand des Inn vor den Flussregulierungen im 19. und frühen 20. Jahrhundert zeigen die "neuen Auen" außerordentlich große Ähnlichkeit mit dem Wildflusszustand (Abb. 1). Sie sollten daher, wie in jenem früheren Zustand, auch den organischen Bestandsabfall in den Fluss abgeben, wie er üblich gewesen war, bevor der Fluss begradigt und beschleunigt und weitgehend zu einem Kanal gemacht worden ist.

Dem flussabwärts anschließenden, gleichwohl auch großflächig angelegten Stauraum Eggfling-Obernberg fehlen solche Auwaldbildungen weithin. Flächenmäßig oder auf Uferlängen bezogen machen sie in diesem Stauraum lediglich um 10 % verglichen mit dem Stauraum Ering-Frauenstein aus. Beide Stau sind fast flächengleich und Eggfling-Obernberg ist nur knapp zwei Jahre jünger als Ering-Frauenstein.



Abb. 1: Inselgebiet im Inn- Stausee Ering-Frauenstein

Somit lassen sich beide direkt miteinander vergleichen: Ering-Frauenstein hat ein großflächiges Inselgebiet mit Auwäldern, Eggfling-Obernberg nur ein kleinflächiges, aber von derselben Vegetationszusammensetzung. Beide unterscheiden sich nur geringfügig in der Wasserführung und so gut wie gar nicht in Ausmaß und Geschwindigkeit des Durchströmens von Hochwässern. Und an beiden Kraftwerksanlagen konnten langjährige Lichtfallenfänge von Insekten durchgeführt werden, die eine quantitative Behandlung möglich machen.

Anhand dieser Fänge können folgende Fragen aufgeworfen werden:

1. Machen sich größere Auwälder, die direkt im Einwirkungsbereich des Flusses wachsen, als Quelle von organischem Detritus bemerkbar?
2. Wie wirken sich Hochwässer in dieser Hinsicht aus?
3. Sind in den Fangergebnissen längerfristige Trends erkennbar, die auf Verbesserungen der Wasserqualität schließen lassen?

## 2. Lichtfänge

Am Innkraftwerk Eggfling (Nordostrand der Innwerksiedlung) wurden von 1973 bis 1995 (n = 23 Jahre) 503 Lichtfallenfänge durchgeführt und quantitativ ausgewertet. Es handelte sich um Lebendfang-Lichtfallen mit UV-Blaulichtrohren (15 Watt) und freier Abstrahlung zur Aue und zum Inn (unterhalb des Kraftwerks) hin ausgerichtet in windgeschützter Lage. Gefangen wurde in günstig erscheinenden Nächten von der frühen Dämmerung am Abend bis zum Morgen (mit anschließender Fangauswertung) vom (Vor)Frühling bis in den Spätherbst hinein. Mit 22 Fangnächten pro Jahr im Durchschnitt ergibt sich etwa eine Fangnacht pro Woche im Sommerhalbjahr. Die Zuckmücken (Chironomiden) wurden in Schätzzählungen erfasst. Dabei konnte es sich bei großen Mengen an Kleininsekten lediglich um grobe Schätzungen handeln. Doch da auch an der 2. Lichtfalle, die von 1987 bis 1996 am Innkraftwerk Ering in 156 Fangnächten ( $\bar{\varnothing}$  16/Jahr) in vergleichbarer Position nahe am Inn und zur Aue hin ausgerichtet

in Betrieb und von derselben Bauart war, in gleicher Weise vorgegangen wurde, sollten die Schätzwerte bei den größeren Mengen vergleichbar geblieben sein. In den 10 Jahren des Betriebs der Eringer Lichtfalle fanden die Fänge in denselben Nächten wie in Eggfing statt; also unter den gleichen Witterungsbedingungen und einer Luftlinien-Entfernung von 15 km voneinander. Eine Bestimmung der Chironomiden auf Gattung- oder Artniveau wurde nicht vorgenommen und wäre in den Fängen mit großen Mengen auch aufwandsmäßig nicht zu schaffen gewesen.

Die Zuckmücken waren als "Beifänge" zu den Langzeit-Untersuchungen an nachtaktiven Schmetterlingen und anderen Insekten betrachtet worden. Dennoch wurden sie von Anfang an mit registriert und so gut es ging ihrer Menge nach erfasst.

Schwerpunkte der Auswertung bildet die Lichtfalle Ering, weil sie jenen Staubereich betrifft, der in so großem Umfang durch Neubildung von Inseln und Auwald gekennzeichnet ist (Abb. 1), während die Eggfingener Lichtfalle am unteren Ende eines großflächigen, mehr als 5 km langen, offenen Stauräum ohne größere Auwaldbildung innerhalb des Rückstaubereiches positioniert war. Beide Fallen erfassten ihrer Anbringungsstelle gemäß auch Insekten aus dem Auwald (und sollten dies gerade auch im Falle der Schmetterlinge), so dass die Auwald-Gewässer außerhalb der Stauräume als Herkunftsgebiete der Zuckmücken auch in Frage kommen. Jedoch ist für beide Fangstellen festzuhalten, dass die Gräben und Altwässer stark verockert waren (und sind), so dass sie als Orte der Herkunft von Wasserinsekten praktisch nicht in Frage kommen (REICHHOLFRIEHM 1995). Für beide Fangstellen ist somit im Hinblick auf den Auwald außerhalb der Stauräume von sehr ähnlichen Verhältnissen auszugehen.

### 3. Ergebnisübersicht

Tab. 1 enthält die Befunde im Überblick. Aus ihr gehen starke Schwankungen im Verlauf der Fangjahre (Durchschnittswerte) und zwei Gruppen von Maximalwerten hervor. Bei letzteren liegen sie in der Hälfte der Fangjahre über 10.000, bei der anderen Hälfte klar darunter. Die Zeitangaben zu den Maxi-

Tab. 1:

Chironomiden				
Lichtfang-Ergebnisse		Eringer Stausee (KW Ering)		
Jahresdurchschnittswerte		1987 – 1996 (10 Jahre)		
Jahr	Zahl d. Fangnächte	Ø N	N max	Datum
1987	10	1.285	5.000	05. Juni
1988	8	1.350	3.000	25. Juni
1989	7	13.285	25.000	10. Juni
1990	12	4.750	25.000	04. Mai
1991	9	3.698	25.000	15. Juni
1992	25	3.071	6.000	19. Juni
1993	30	1.931	>10.000	30. Mai
1994	19	933	3.000	25. Juni
1995	26	435	2.000	04. Juni
1996	10	2.738	20.000	01. Juni
Hochwässer				
7. – 9. August 1985		sehr stark	5000 m3/s max	
3. August 1991		sehr stark	4500m3/s max	
8. April 1995		frühes MHW	2000 m3/s max	
wieder Juli 1997		sehr stark	4000 m3/s max	

ma weisen darauf hin, dass diese im Mai/Juni, vornehmlich um die Wende zum Juni auftreten. Während des 10jährigen Erfassungsintervalls traten zwei starke Hochwässer auf.

Die jahreszeitliche Verteilung der Mengen geht aus Abb. 2 hervor.

Sie bestätigt in Form der Durchschnittswerte für Halbmonats-Abschnitte die Lage des Maximums Anfang Juni mit steilem Anstieg von Ende April über den Mai und starkem Rückgang nach der Junimitte. Die durchschnittlichen Höchstwerte erreichten in der 1. Junihälfte fast 10.000 Chironomiden pro Fangnacht.

Tab. 2 enthält die Jahressummen, die nicht auf die Anzahl der (unterschiedlichen) Fangnächte bezogen sind und sich aus den Fängen insgesamt ergeben hatten. Diese 10-Jahres-Reihe lässt keinen Rückgang erkennen ( $r = -0,119$ ; nicht signifikant). Gleichfalls kommt kein signifikanter Rückgang zustande, wenn die durchschnittlichen Zahlen pro Fangnacht und Jahr zugrunde gelegt werden

$$(r = -0,313)$$

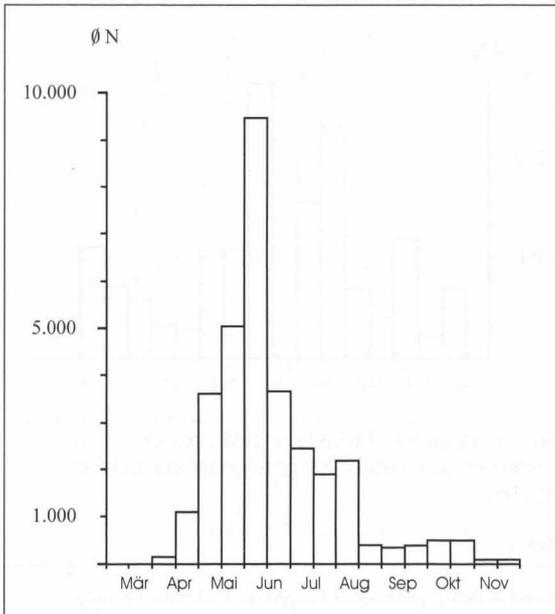


Abb. 2: Jahreszeitliche Verteilung (in Halbmonatsintervallen) der Anflugaktivität von Zuckmücken an die Lichtfalle Ering im Jahrzehnt von 1987 – 1996

Tab. 2:

Lichtfänge Ering – Fangnächte und Fangsummen von 1987 bis 1996

Jahr	Zahl der Fangnächte	Jahressumme	Anzahl pro Fangnacht
1987	10	12.850	1.285
1988	8	10.800	1.350
1989	7	93.000	13.285
1990	12	57.000	4.750
1991	9	33.280	3.698
1992	25	76.775	3.071
1993	30	57.930	1.931
1994	19	17.720	933
1995	26	11.290	435
1996	10	27.830	2.783

Tab. 2 zeigt auch, dass es keine Korrelation zwischen Anzahl der Fangnächte und der Jahressumme gibt ( $r = 0,086$  n. s.) und es somit nicht an der Lichtfang-Intensität gelegen haben kann, dass so starke Unterschiede in den Anflugmengen und – frequenzen zustande gekommen sind. Nach dieser Überprüfung ist davon auszugehen, dass die Lichtfallenfänge reale Veränderungen in der Häufigkeit der Zuckmücken zum Ausdruck bringen.

Hieraus ergibt sich die Frage, welcher Natur die Ursachen für diese Schwankungen gewesen sein könnten. Einen Zusammenhang mit den Hochwässern und ihrer "ausräumenden Wirkung" anzunehmen, liegt nahe. Da es aber innerhalb der zehn Untersuchungsjahre nur ein sehr starkes Hochwasser gegeben hat (3. August 1991 mit 4.500 m<sup>3</sup>/s) und ein weiteres am 8. April 1995, das zwar nicht jene Wassermenge erreichte, dafür aber zu besonders ungünstiger Jahreszeit im Frühjahr gekommen war, ergeben sich nur Hinweise, aber keine direkt nachweisbaren Zusammenhänge. Das Hochwasser 1981 in die Betrachtung einbezogen (Tab.1) würde ganz gut passen, denn es hätte, wie auch das Hochwasser 1991, zur Folge, dass auf die primäre Ausräumwirkung hin in den darauf folgenden Jahren die Chironomiden-Bestände wieder anwachsen und nach mehreren "Ruhe-Jahren" (sehr) hohe Häufigkeitswerte erreichen (können). Diese Möglichkeit zu überprüfen, ergibt sich nun aus der Betrachtung der Ergebnisse des Lichtfangs am Kraftwerk Eggfling.

#### 4. Ergebnisübersicht Eggfling

Tab. 3 zeigt die Entwicklung der Fangsummen an der Lichtfalle Eggfling von 1977 bis 1996. Auch hierin lassen sich ausgeprägte Schwankungen erkennen. Diese passen nun recht gut zu den Hochwässern im jeweils vorausgegangenem Hochsommer (Ende Juli/Anfang August). Nach diesen stiegen die Werte des Jahresfanges in Eggfling jeweils klar erkennbar (stark) an. Bei vier Hochwässern ist der Zusammenhang genügend stark ausgeprägt, um sich von zufälligen Schwankungen abzuheben. Doch anders als in Ering steigerte (!) das Hochwasser im darauffolgenden Jahr das Fangergebnis, während es dort die Mengen stark gesenkt hatte.

Nun unterscheiden sich die Fangergebnisse von Eggfling auch in anderer Hinsicht von denen von Ering sehr ausgeprägt: Sie sind viel gleichmäßiger über das Sommerhalbjahr verteilt. Abb. 3 lässt zwar ein übliches "Sommermaximum" erkennen, doch fällt dieses bei weitem nicht so klar und buchstäblich herausragend wie das von Ering aus. Juni und Juli kommen darin einander auch in der jeweiligen Monatssumme ziemlich gleich und auch der August

Tab. 3:

Lichtfang Egglfing 1977 bis 1996 (n = 20 Jahre) Chironomiden/Mücken-Fänge Impulse durch vorausgegangene Hochwässer!		
Jahr	Fangsumme	Hochwasser
1977	2.390	August 1977
1978	10.143	
1979	5.468	
1980	4.408	
1981	3.539	Juli 1981
1982	6.010	
1983	2.093	
1984	921	
1985	1.810	August 1985
1986	4.937	
1987	2.120	
1988	2.842	
1989	1.840	
1990	1.915	
1991	3.700	August 1991
1992	6.915	
1993	2.101	
1994	1.850	
1995	1.643	April 1995 *
1996	970	

liegt noch recht hoch. Zudem zeichnet sich jeweils ein Nebenmaximum im Frühjahr und Spätherbst in der phänologischen Verteilung ab.

Bei einer derartig breit gefächerten Flugzeit erscheint es sinnvoller, die Jahressummen für die Trendentwicklungen zu berücksichtigen, wenn es darum geht, zu klären, ob die Häufigkeit sich verändert hat. Tab. 4 enthält die Werte in 4-Jahres-Gruppen zusammengefasst und aus ihr geht eine eindeutige, signifikante Abnahme hervor ( $r = -0,842$ ; Irrtumswahrscheinlichkeit  $< 1\%$ ).

Die Werte aus Tab. 4 lassen sich aber auch so interpretieren, dass es bis 1981 keine wesentliche Änderung ergeben hatte, dann aber, von einem kurzen Zwischenimpuls abgesehen (der auf das Hochwasser 1991 zurückgeführt werden kann) die Abnahme einsetzte und deutlich geworden ist. Die stimmt auch mit den Befunden zum Rückgang der Großmuscheln in den Innstauseen überein (REICHHOLF 2002 a).

Damit ist nun zu klären, inwieweit die Entwicklungen mit Ering im Jahrzehnt des Synchronfanges

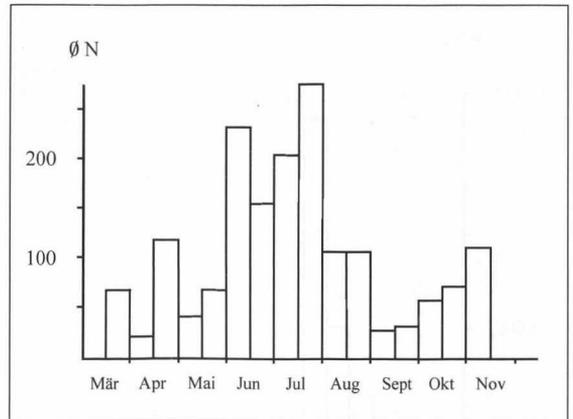


Abb. 3: Jahreszeitliche Verteilung (Monatsdurchschnittswerte) der Zuckmücken-Fangmengen an der Lichtfalle Egglfing.

Tab. 4:

Trend in den Zuckmücken-Fängen der Lichtfalle Egglfing in 4-Jahres-Gruppen von 1974 bis 1996 (n = 23 Jahre; Durchschnittswerte der Jahressummen)

Jahre	Ø N
1974-77	5.975
1978-81	5.889
1982-85	2.708
1986-89	2.935
1990-93	3.651
1994-96	1.821

Tab. 5:

Vergleich der Fangergebnisse (Durchschnittswerte) von Ering (ER) und Egglfing (EG); letztere = Jahresfangsumme, um bessere Vergleiche zu ermöglichen

Jahr	ER	EG	ER	EG	
1987	1.285	2.120	1992	3.071	6.915
1988	1.350	2.842	1993	1.931	2.101
1989	13.285	1.840	1994	933	1.850
1990	4.750	1.915	1995	435	1.643
1991	3.698	3.700	1996	2.783	1.970

übereinstimmen. Das sollte aus der Gegenüberstellung der durchschnittlichen Fangergebnisse von 1978 bis 1996 hervorgehen (Tab. 5).

Die Korrelation ergibt mit  $r = -0,058$  keinen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen von Ering und Egglfing im Direktvergleich.

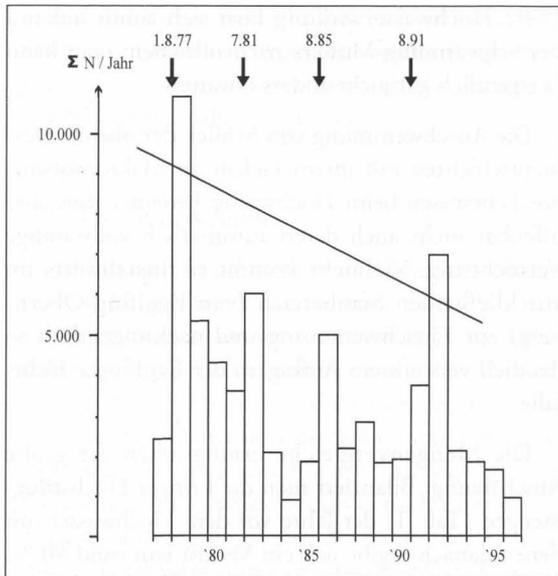


Abb. 4

Abb. 4 zeigt jedoch, dass nicht nur die Mengen insgesamt an der Lichtfalle Eggfling - im Gegensatz zu Ering - eine Rückgangstendenz aufweisen (Gesicherter Trend Tab. 4), sondern auch die Maxima diese Entwicklung andeuten, obwohl sie "impulsartig" auftreten und auf die starken Hochwässer folgen.

Zusammenhänge mit den Entwicklungen im Eringer Stausee muss es daher geben. Wie diese aussehen können, vermitteln die direkten Mengenvergleiche.

## 5. Die Wirkung der Hochwässer

Aus Tab. 6 geht hervor, dass die Mengen aus der Lichtfalle Eggfling pro Jahr im Durchschnitt nur 10,5 % der Eringer Fangergebnisse ausmachen und insgesamt über das ganze Jahrzehnt betrachtet lediglich gut 6 % davon erreicht haben. Bei solch ausgeprägten Unterschieden sind engere Korrelationen schwer nachzuweisen, zumal sich auch unabhängig von starken Hochwässern die einzelnen Jahre voneinander unterscheiden. Korreliert man die darin enthaltenen Werte von Ering (pro Tausend) mit den Prozentanteilen von Eggfling, kommt eine signifikant negative Korrelation ( $r = -0,597$ ,  $n = 10$ ) zustande. Das Grundprinzip, welches dahinter steht, drückt sich darin aus; nämlich, dass das Hochwasser im

Tab. 6:

### Chironomiden-Mengenvergleich

Direktvergleich Ering (ER) : Eggfling (EG)

Jahr	Ø ER	Ø EG%	EG (an ER)
1987	1.285	212	16,5
1988	1.350	355	26,3
1989	13.285	263	1,2
1990	4.750	160	3,4
1991	3.698	411	11,1
1992	3.071	329	10,7
1993	1.931	140	7,2
1994	933	97	10,4
1995	435	63	14,5
1996	2.783	97	3,5
Summe	33.521	2.127	10,5 % Ø pro Jahr ( = 6,3 % der 10-Jahres-Summe)

Eringer Stau ausschwemmt, im Eggflinger (flussabwärts von Ering gelegen) hingegen einschwemmt.

Tab. 7 und 8 enthalten dazu die engeren Befunde für den Zusammenhang, der sich alljährlich aus dem Anstieg der Wasserführung des Inn ergibt. So lösen offensichtlich die aufkommenden Schmelzwassermengen aus dem zentralalpiner Gletscher-Einzugsgebiet ("Gletschermilch") die Massenflüge der Chironomiden im Eringer Stausee aus. Die Korrelation mit der Zunahme der Schwebstoffe (S) im Innwasser fällt sogar noch etwas enger als die mit dem Anstieg der Wasserführung (WQ) aus.

Die Enge dieses ökologischen Zusammenhanges zwischen dem Anstieg von Wasserführung und Schwebstoff-Fracht und der Zunahme der Chironomiden in den Lichtfängen zeigt die Abbildung 5

Tab. 7:

Aufkommendes Schmelzwasser ("Gletschermilch") und Schwärmen der Chironomiden  
Stauraum Ering/Inn

Monat	S (x 1000 t)	N (Chironomiden/Fang)
März	0	0
April	50	550
Mai	350	4200
Juni	850	9300
(1. Hälfte)		

Korrelation = + 0,999 \*\*\*

Tab. 8:

Korrelation mit der Wasserführung (m<sup>3</sup>/s)

Monat	WQ	N
März	250	0
April I	300	106
II	380	1047
Mai I	490	3552
II	700	4923
Juni I	950	9332

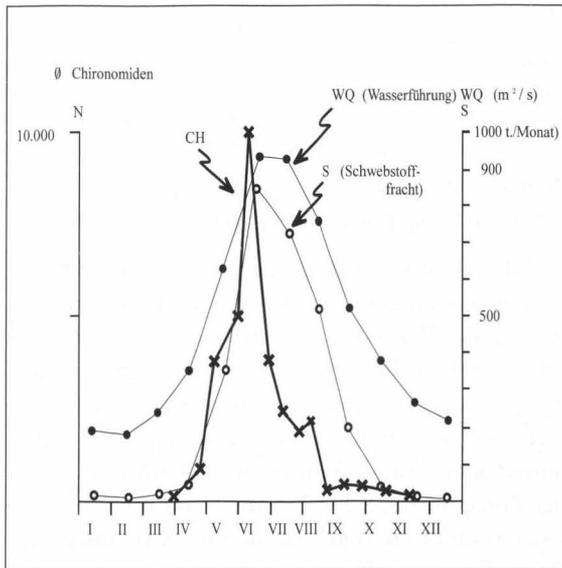
 $r = 0,989$  \*\*\*

Abb. 5: Wasserführung (WQ), Schwebstoff-Fracht (S) und Schwärmen der Chironomiden (CH) am Innstausee Eringer (1987 – 1996)

Aber es ist die aufsteigende Front (Zunahme der Wasserführung und der Schwebstoff-Fracht), welche das Schlüpfen und Schwärmen auslöst. Die nachfolgend hohen Werte im Juni und Juli unterdrücken weiteres Schwärmen, wie aus Abb. 5 zu entnehmen ist. Denn die Chironomiden-Werte fallen nach dem Maximum Ende Mai/Anfang Juni steil ab, während die Wasserführung mit ihrer Trübe noch hoch bleibt. Kommt es zu starken Hochwässern, sind die im Bodenschlamm wieder vorhandenen Junglarvenbestände der Zuckmücken (Makrozoobenthos ganz allgemein) davon betroffen und bei den starken Strömungen, die sich dabei entwickeln und die über 3 m/s ansteigen können, kommt es zu Auswaschungen.

Diese Hochwasserwirkung lässt sich somit anhand des Schwärmflug-Musters nachvollziehen; man kann es eigentlich gar nicht anders erwarten.

Die Anschwemmung von Schlack der oberen Sedimentschichten mit ihrem Gehalt an Makrozoobenthos-Lebewesen beim Hochwasser bedeutet nun aber offenbar nicht auch deren automatisch vollständige Vernichtung. Vielmehr kommt es flussabwärts im anschließenden Staubereich (von Eggfing-Obernberg) zur Einschwemmung und nachfolgend zu so deutlich verstärktem Anflug an der Eggfingener Lichtfalle.

Die Mengenvergleiche ermöglichen die grobe Abschätzung: Bilanziert man die Eringer Höchstflugmengen (Tab. 1) der Jahre vor dem Hochwasser mit denen danach ergibt sich ein Verlust von rund 80 %. Hingegen kommt es nach dem Hochwasser in Eggfing zu einer Zunahme um 75 %. Da die Eggfingener Gesamtmengen aber nur 10 % von Eringer ausmachen, bedeutet die Zunahme an der Lichtfalle Eggfing einen Netto-Gewinn von knapp 10 % der Eringer Hochwasserverluste.

Diese fallen somit ungleich stärker ins Gewicht als die Einschwemm-Gewinne im Stauraum flussabwärts, so dass die Hochwässer darin und auf die gesamte Kette bezogen insgesamt eine ausräumende Wirkung mit sich bringen.

Entsprechend dauert es einige Jahre, bis sich die Bestände der Mückenlarven im Bodenschlamm wieder aufgebaut haben. Genau dies geht aus Tab. 1 in den "Fangbestands-Entwicklungen" der Eringer Lichtfalle hervor.

Während aber in Eggfing, trotz der immer wieder kehrenden "Einschwemm-Gewinne" durch die Hochwässer, die Abnahmetendenz der Zuckmücken-Häufigkeiten klar ausgebildet und den von REICH-HOLF (2002 a) beschriebenen Ursachen zuzuordnen ist, haben die Fangergebnisse von Eringer keine entsprechende Entwicklung angezeigt. Zwar spannen sie nur über 10 Jahre, aber das sollte ausreichend sein, denn auch in Eggfing fällt der Hauptteil der Abnahmen erst in die beiden letzten Jahrzehnte (ab 1981), so dass zwei Drittel Überschneidung in beiden Zeitreihen seit 1981 gegeben sind.

Anhand dieser Befunde lässt sich nun die Rolle der neu entstandenen Auwälder innerhalb des Stauräumes von Ering-Frauenstein als Quelle der organischen Nahrung näher betrachten.

## 6. Die neuen Auen

Am Stausee Ering wurden im Vergleichszeitraum von 10 Jahren mehr als zehnmals so viele Zuckmücken gefangen wie am Kraftwerk Eggfing. Dieser Unterschied kann nicht mit der normalen Drift aus der Strömung des Inns erklärt werden. Denn bei etwa gleicher Dimension der Stauräume hätte auch diese Drift in etwa gleich stark ausfallen müssen. Zudem zeigen die Befunde, dass es nach einer starken Ausschwemmung im oberen Stauraum von Ering zu einer Einschwemmung im unteren von Eggfing gekommen ist. Da aber der gesamte außeralpine Inn eine lückenlose Kette von Stauräumen darstellt, bliebe ein solcher Befund gänzlich unverständlich, wenn nicht im Stauraum Ering eine entsprechend hohe Eigenproduktion stattgefunden hätte. Da mittlerweile nahezu drei Viertel des gesamten Rückstauräumes von Ering-Frauenstein verlandet sind und sich, wie Abb. 1 zeigt, eine außerordentlich natürlich wirkende Inselwelt darin gebildet hat, die aufgrund der pflanzensoziologischen Untersuchungen von CONRAD-BRAUNER (1994) bereits als "echte Urwälder" angesprochen und charakterisiert worden sind, ergibt sich daraus ein höchst bedeutsamer Unterschied zum Eggfing Stauraum. Darin machen die von Auwald bewachsenen Inseln nur etwa 10 % aus. Die Graphiken von CONRAD-BRAUNER (1994) zeigen auch die Entwicklung für den Rückstauraum von Ering und die im Vergleich dazu sehr geringflächige Inselbildung im Stau Eggfing. Mit dem Leitdamm-Bau österreichischerseits bzw. dessen Verlängerung vom Pumpwerk Kirchdorf/Inn, Oberösterreich, aus kann sich die Lage in diesem Stauraum jedoch verändern. Das zeigen die "neuen" Sandbänke und Inseln in der nun von der Hauptströmung abgegliederten "Kirchdorfer Bucht" österreichischerseits. Doch fallen diese Entwicklungen in die Zeit nach Beendigung der Lichtfallenfänge. Dennoch bieten sie die Möglichkeit zu einer weiteren Überprüfung und Verfolgung der Veränderungen mittels Lichtfallenfänge.

Bezeichnend fällt nun das Verhältnis der auwaldbestandenen Insel- und Anlandungsflächen für beide betrachteten Stauräume aus: 10 % macht der Anteil am Eggfing Stau bezogen auf den Ering Stau aus. Und durchschnittlich gut 10 % macht der Anteil der Zuckmücken in den Eggfing Lichtfängen im Vergleich zu den Eringern aus. Die Übereinstimmung der Werte fällt so eklatant aus, dass sie eigentlich auch nur so verstanden werden kann: Weil im Ering Stau so großflächig Inseln ausgebildet sind, die Auwald tragen, erhält dieser entsprechend rund zehnmals mehr organischen Detritus, von dem die Schlammfauna lebt, als der Eggfing Stau, obwohl dieser eine "Einschwemmzone" darstellt.

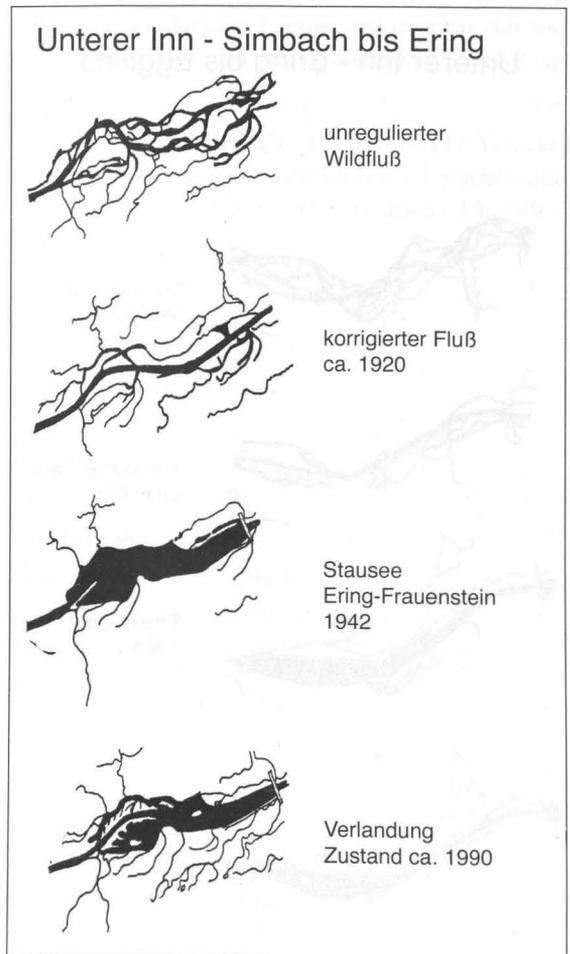


Abb. 6: Zustand des Inn-Abschnittes zwischen Ering und Simbach, Niederbayern und Oberösterreich, vor der Regulierung, reguliert, eingestaut und nach der Renaturierung Ende der 80er Jahre (CONRAD-BRAUNER 1994).

Somit gibt die "Renaturierung" in diesem dem Fluss jene Mengen an organischen Stoffen wieder, die ihm durch die Begradigung, Ausdämmung und Einstauung auf so gut wie dem ganzen Lauf seiner mehr als 500 km Länge entzogen worden sind – allerdings eben nur für jenen gut 15 km langen Abschnitt innerhalb des Stauraumes von Ering- Frauenstein.

In diesem "wirken" in ökologischer Hinsicht die organischen Stoffe wie der frühere Detritus aus den häuslichen Abwässern. Der Vergleich zwischen unreguliertem "Urzustand", Regulierung vor dem Aufstau und inzwischen nach rund einem halben Jahrhundert

Verlandung eingetretenem "Renaturierungszustand" drückt dies augenfällig aus (Abb.6).

Im Vergleich dazu zeigt die Abb. 7 die Verhältnisse im Bereich der Innstufe Egglfing-Obernberg nach derselben Quelle. Dabei ist dieser Innabschnitt wenigstens großflächig angelegt und bietet damit Renaturierungsmöglichkeiten innerhalb der Stauanlage. Andere Stauseen sind viel schmaler angelegt worden und durch hohe Flächenverluste der Fluss-Aue-Interaktionszone gekennzeichnet.

Die hohe Bedeutung der innerhalb der Stauseen und damit im Bereich der Fluss-Flussaue-Interaktion gelegenen Auwäldern als Quelle der organischen Nährstoffe für den Fluss geht daraus nun hinlänglich klar hervor. Die Zuckmücken-Mengen und ihre Veränderungen vom einen zum anderen Stausee sowie ihre Reaktion auf Hochwasser, die so unterschiedlich ausfallen, bringen diese Gegebenheit zum Ausdruck.

Somit lassen sich auch die gestellten Fragen klar beantworten:

Zu 1: Hinreichend große, den ursprünglichen Verhältnissen einigermaßen entsprechende Auwälder im direkten Einwirkungsbereich des Flusses machen sich nachweislich nahrungsökologisch bemerkbar. Die Zuckmückenmengen entsprechen sogar recht gut dem tatsächlich vorhandenen Verhältnis.

Zu 2: Hochwässer wirken, wie im ursprünglich nicht regulierten Fluss auch, primär "ausräumend". Es dauert einige bis mehrere Jahre, bis ihre ökologischen Nachwirkungen überwunden sind. Aber sie können unter den gegebenen Umständen in Stauseeketten auch als nahrungsökologische Impulse für flussabwärts liegenden Bereiche angesehen werden.

Zu 3: Die Verbesserung der Wasserqualität durch Minderung bzw. Unterbindung der Einleitung häuslicher Abwässer hat sich auch in der Menge der Zuckmücken (über deren Larven im Bodenschlamm) klar gezeigt. Dass entsprechende Rückgänge in den Fisch-, Muschel und Wasservogelbeständen im Vergleich zur Zeit vor den Wasser-Reinigungsmaßnahmen auftreten ergibt sich daraus.

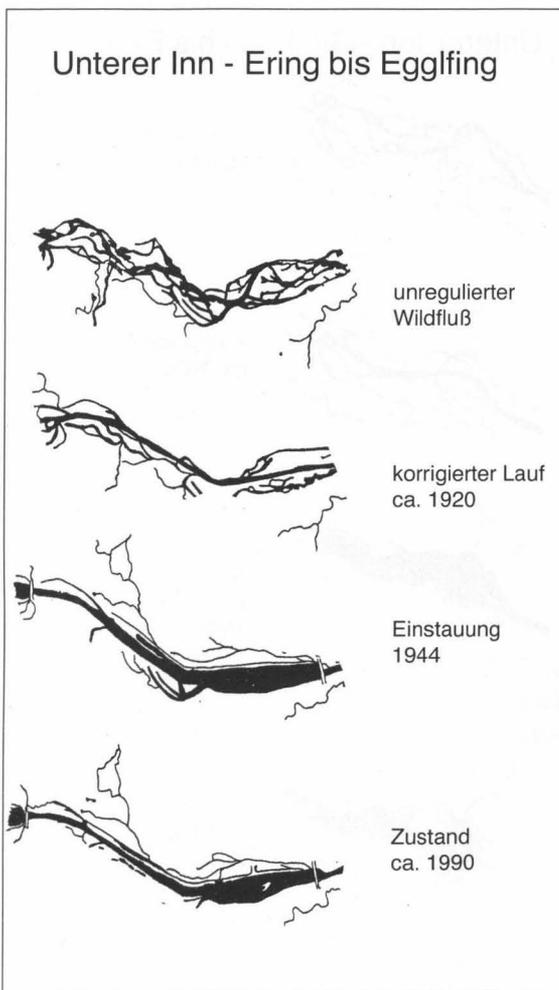


Abb. 7: Veränderung des Inn-Abschnittes im Bereich des gegenwärtigen Stausees Egglfing-Obernberg (nach CONRAD-BRAUNER 1994).

Allerdings bekräftigen die hier zusammengestellten Befunde auch, dass es eine Alternative zu den belasteten häuslichen Abwässern gibt, die zu einer wirklichen und nicht nur kulissenartigen Renaturierung führen kann. Das ist die Wiedereinbeziehung von (ausgedeichten) Auwäldern in die Abflussdynamik bzw. die Neuschaffung von Auwäldern im erweiterten Hochwasserabflussbereich. Einen wesentlichen Beitrag hierzu können auch Auwälder innerhalb von Stauanlagen leisten, vorausgesetzt, dass diese einer gewissen Hochwasserdynamik unterliegen.

### **Schrifttum:**

CONRAD-BRAUNER, M. (1994): Naturnahe Vegetation im Naturschutzgebiet "Unterer Inn" und seiner Umgebung. Beiheft 11, Ber. ANL, Laufen.

KELLER, T. & VORDERMEIER, T. (1994): Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben "Einfluß des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) auf die Fischbestände ausgewählter bayerischer Gewässer unter Berücksichtigung fischökologischer und fischeiökonomischer Aspekte". Bayer. Landesanstalt f. Fischerei, Starnberg.

OHNMACHT, M.A. & GRABHER, M. (1994): Ramsar Bericht 2: Stauseen am unteren Inn. Bundesministerium f. Umwelt, Jugend und Familie, Wien. Monogr. Bd. 47.

REICHHOLF, J.H. (1994): Die Wasservögel am unteren Inn. Ergebnisse von 25 Jahren Wasservogelzählung: Dynamik der Durchzugs- und Winterbestände, Trends und Ursachen. Mitt. Zool. Ges. Braunau 6: 1 – 92.

REICHHOLF, J.H. (1998): Stauseen – Tod oder Wiedergeburt der Flüsse? Biologie in unserer Zeit (BIUZ) 28: 149 –156.

REICHHOLF, J.H. (2001): Der Inn – ein sommerkalter Fluss: Ökologische und klimatologische Aspekte seiner Wassertemperatur. Mitt. Zool. Ges. Braunau 8: 1 – 19.

REICHHOLF, J.H. (2002 a): Verlandungsdynamik und Hochwässer am unteren Inn: Auswirkungen auf die Ökologie von Flussstauseen. Bayer. Akademie der Wissenschaften, Kommission für Ökologie. Rundgespräche 24: 145 –160.

REICHHOLF, J.H. (2002 b): Die Besiedelung einer trockenfallenden Lagune am unteren Inn mit Wasserschnecken und Muscheln. Mitt. Zool. Ges. Braunau 8: 223 – 231.

REICHHOLF-RIEHM, H. (1995): Die Verockerung von Altwässern am unteren Inn – Ursachen und ökologische Folgen. Ber. ANL (Laufen) 19: 189 – 204.

### **Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dr. Josef H. Reichholf  
Zoologische Staatssammlung  
Münchhausenstr. 21  
81247 München

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [68-69\\_2003-2004](#)

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

Artikel/Article: [Nahrung für den Alpenfluss 249-259](#)