

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 93 (2001)
Heft: 1-2

Artikel: Le Léman et les barrages, fable moderne?
Autor: Loizeau, Jean-Luc / Dominik, Janusz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-939861>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

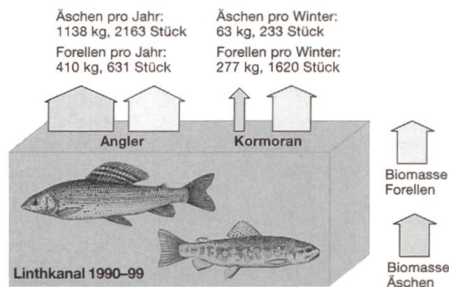


Bild 3. Gesamtbilanz der Äschen- und Forellentnahme durch Angler und Kormorane im Testgebiet Linthkanal (Mittel der Jahre 1990–1999).

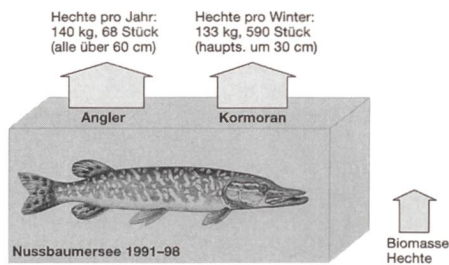


Bild 4. Gesamtbilanz der Hechtentnahme durch Angler und Kormorane im Testgebiet Nussbaumersee (Mittel der Jahre 1991–1998).

als die Kormorane. Auf die Wasserfläche bezogen liegt die gesamte Entnahme bei 20 kg Äschen/ha (davon 1 kg/ha durch Kormoran) und 12 kg Forellen/ha (davon 5 kg durch Kormoran). Der Kormoran hat somit in diesem Beispiel kaum Einfluss auf den Äschenfang der Angler; er ist aber massgeblich an der Nutzung der Forellen beteiligt. Dabei muss aber bemerkt werden, dass die Interpretation der Fangkurven aus folgenden Gründen komplex ist: a) die obigen Aussagen gelten nicht für den Winter 1984/85 (Starkeinfall der Kormorane); b) der Kormoraneinflug wird unterschätzt (Kormoranzählung nur während

kurzem Beobachtungsfenster am Morgen); c) die Entnahme von Forellen aus dem Linthkanal wird überschätzt (Forellen stammen teilweise aus den Seitenkanälen); d) in den 70er-Jahren wird die Fangkurve durch die damals starke Nährstoffzufuhr im Walensee günstig beeinflusst (grösserer Eintrag von tierischem Plankton in den Linthkanal); e) Veränderungen beim Forellenschonmass und bei der Anglerzahl beeinflussen den Befischungsdruk.

Testgebiet Nussbaumersee

Im Testgebiet Nussbaumersee schwankten die besonders interessierenden Hechtfänge seit den 80er-Jahren zwischen 40 und 80 Stück pro Jahr. Untersuchungen von 31 Kormoranmägen (davon 24 mit Fisch; Abschnitte 1994–2000) zeigten folgendes Resultat: 38% der Mägen enthielten Rotaugen, 21% Brachsmen/Blicken, 8% Hechte. Fischarten mit bedeutendem Gewichtsanteil waren Rotaugen mit 35%, Hecht mit 30%, Brachsmen/Blicke mit 20%.

Die Angler fangen die Hechte ab dem Schonmass von 60 cm. Die zurückgesetzten untermässigen Fische zeigen Spitzenwerte bei 40 cm und 55 cm, was 2 resp. 3 Jahre alten Hechten entspricht. Die Kormorane nutzen grösstenteils Hechte um 30 cm (1 Jahr alt), zu einem geringen Teil solche um 40 cm.

Gesamthaft wird folgende Bilanz festgestellt (Bild 4): Ein Hechtjahrgang wird in den ersten zwei Lebensjahren vom Kormoran genutzt, dann folgt ein Jahr ohne Nutzung, und anschliessend erreichen die Hechte die Fanglänge für Angler. Die Angler entnehmen gewichtsmässig leicht mehr Hechte als der Kormoran; stückmässig entnimmt der Kormoran rund 9-mal mehr als die Angler. Auf die Wasserfläche bezogen liegt die gesamte Ent-

nahme bei 11 kg Hecht/ha (davon 5 kg/ha durch Kormoran). Es gibt zwar keine direkte Überlappung der von Angler und Kormoran genutzten Fischlängen, aber die Verdoppelung der entnommenen Hechtbiomasse bewirkt eine indirekte Nutzungskonkurrenz mit folgender Wirkung: Rückgang des Fanggewichts der Hechte von anfänglich über 3 kg auf 2 kg sowie entsprechender Anstieg des Fangaufwands pro Ertrag von $\frac{1}{4}$ Fangtag pro kg Hecht auf gegen $\frac{1}{2}$ Fangtag pro kg Hecht.

Schlussfolgerungen

Mit den drei vorgestellten Testgebieten wurde das Spektrum von Wirkungen des Kormorans auf Fischbestände und Anglerfänge ausgeleuchtet, nämlich:

- Es gibt keine generell gültige Aussage zur Wirkung des Kormorans auf Fischbestand und Anglerfang der Gewässer. Die notwendige Einzelfallbeurteilung muss die Möglichkeit und Art der Kormoranabwehr, die vom Kormoran entnommenen Fischarten, die Nähe des Gewässers zu einem Schlafplatz (Einflugdruck) usw. berücksichtigen.
- Als Hauptnutzer der Fische kann sowohl der Angler (Äsche im Testgebiet Linthkanal) als auch der Kormoran (Äsche im Testgebiet Reuss) auftreten.
- Es gibt sowohl direkte (gleiche Fischarten und -grössen werden genutzt) als auch indirekte Konkurrenz zwischen Angler und Kormoran (Kormoran nutzt nachwachsende Jungfische, was die Angler bei der späteren Nutzung von adulten Fischen einschränkt).

Adresse des Verfassers

Erich Staub, Buwal, Sektion Fischerei, CH-3003 Bern.

Le Léman et les barrages, fable moderne?

■ Jean-Luc Loizeau, Janusz Dominik

Les barrages affectent-ils la respiration du Léman?

En quoi le café que vous êtes peut-être en train de boire en lisant ces lignes, ou la lampe qui vous permet de parcourir cet article, peuvent-ils avoir une influence sur l'état du Léman? Cette question peut paraître incongrue, mais il existe une possibilité, indirecte bien évidemment, d'une relation entre ces éléments, car les écosystèmes naturels sont des systèmes éminemment complexes dans lesquels l'altération d'un processus peut avoir des conséquences importantes, parfois insoupçonnées, sur un autre compartiment du système. Dans le cas qui nous intéresse

ici, nous allons voir comment le fait de consommer de l'électricité pour faire son café ou allumer une lampe pourrait altérer l'oxygénation des eaux profondes du Léman, un point sensible dans le fonctionnement du lac. Et nous insistons sur le conditionnel, car il n'existe pas encore de mesures directes permettant de le démontrer. Toutefois l'ensemble de connaissances que les scientifiques ont accumulées sur le fonctionnement du lac nous permet aujourd'hui d'avancer une hypothèse, qui a fait récemment l'objet de quelques articles plus ou moins exacts dans la presse suisse et anglaise.

L'oxygène dissous est un des éléments essentiels de la santé des lacs

(voir «Lémaniques» N° 33, septembre 1999). Or le Léman a vécu entre 1986 et 1999 la période la plus longue sans brassage hivernal depuis qu'un programme de mesures physico-chimiques et biologiques régulières des eaux du lac a été initié par la CIPEL (1957). En conséquence, des valeurs inférieures au 4 mg/L d'O₂ (objectif de qualité des eaux profondes des lacs dicté par l'ordonnance fédérale sur les eaux) ont été régulièrement mesurées au fond du lac (figure 1). Malgré cette absence de brassage complet, les mesures

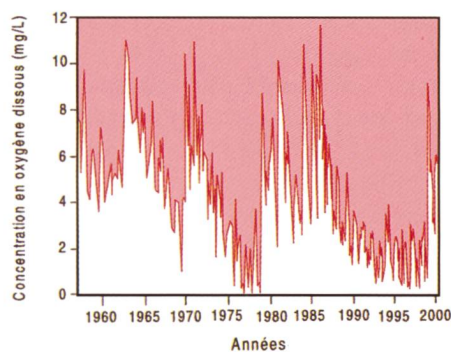


Figure 1. Evolution de la concentration en oxygène dissous dans les eaux du Léman, à 309 m de profondeur. Les brassages complets de la colonne d'eau se marquent par des concentrations proches de 10 mg O₂/L. On remarque que malgré l'absence de brassage complet pendant de longues périodes, les concentrations peuvent remonter de 2 mg/L (Données CIPEL).

effectuées montrent qu'il existe un renouvellement en oxygène, faible il est vrai, des couches profondes. Ces sources d'oxygène ne sont pas encore identifiées avec certitude, mais elles pourraient être de deux types: (1) diffusion lente à partir des couches d'eau supérieures – toujours bien oxygénées car elles sont, d'une part, le lieu de l'activité photosynthétique du phytoplancton qui produit de l'oxygène et, d'autre part, en contact avec l'oxygène de l'atmosphère – et (2) apports associés à des courants de densité provenant soit des côtes, soit du Petit-lac, soit encore des principaux affluents (Rhône et Dranse). Tous ces processus existent mais leur importance dans les phénomènes de réoxygénation des couches profondes du lac n'a pas été quantifiée. Il en est pourtant un qui retient notre attention ici: les courants de densité provenant du Rhône.

Décortiquons les différents éléments à prendre en compte pour saisir l'enchaînement des processus entrant en jeu: débit du fleuve, capacité de transport de particules, courant de densité.

L'histoire commence dans les années 50

avec le début de la construction des grands barrages sur les affluents du Rhône en Valais. Sur une période d'environ 25 ans, la capacité cumulée de retenue des barrages a passé de 13 à 1180 millions de m³ (figure 2). Ce volume représente un cinquième du débit annuel moyen du Rhône à son entrée dans le Léman. C'est donc une part non négligeable de la répartition des flux qui est modifiée au cours de l'année pour la production d'électricité.

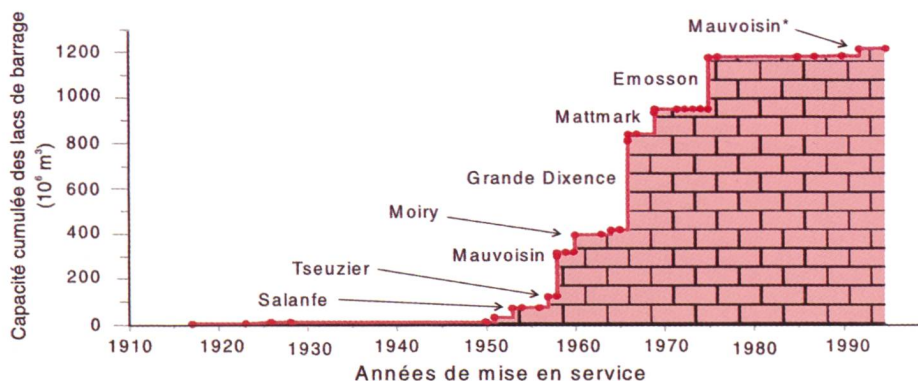


Figure 2. Evolution de la capacité totale des lacs de barrage en Valais. En 1990, la capacité de rétention des eaux était de 1,22 km³, soit 20% des apports annuels d'eau de Rhône au Léman.

Les eaux de fonte des glaciers sont captées et retenues en été pour être ensuite relâchées en hiver lors du turbinage des eaux. En analysant l'évolution des débits du Rhône à l'embouchure dans le lac depuis le début du siècle, on observe très nettement, dès les années 50, le parallélisme entre l'augmentation des débits en hiver, passant en moyenne de 60 à 120 m³/s, et la diminution des débits en été, passant en moyenne de 420 à 350 m³/s. On remarque également une diminution du nombre et de l'intensité des crues estivales. Par exemple, les débits supérieurs à 600 m³/s ont quasiment disparu, alors qu'auparavant ils étaient enregistrés durant plusieurs jours par année (figure 3).

S'il ne s'agissait que de l'eau transportée par le fleuve, il n'y aurait probablement que peu ou pas d'effet sur le lac (nous ne parlons pas ici des modifications des écosystèmes des rivières à l'aval des barrages), le bilan annuel des apports en eau étant bouclé. Mais l'eau transporte également des particules en suspension qui, lorsqu'elles arrivent au fond du lac, vont former les sédiments. Or la capacité de transport des particules par une rivière ne suit pas linéairement le débit, mais évolue de manière exponentielle. Si pour un débit de 200 m³/s le Rhône transporte en moyenne 100 mg/L de particules, il peut en déplacer 500 mg/L pour un débit de 400 m³/s.

Quel est l'effet des particules en suspension dans l'eau?

Ce sujet a été traité déjà par F.-A. Forel dans sa monographie sur le Léman, tome premier: «l'alluvion en suspension dans un liquide augmente, oui ou non, la densité de ce liquide». L'auteur montre par plusieurs expériences que la réponse est oui. La densité de l'eau dépend principalement de sa température et de sa charge en particules. Lors de forts débits, la densité des eaux du Rhône, riches en particules, est supérieure à la densité des eaux du fond du lac, malgré une température supérieure. Cette différence de densité pro-

voque des courants en profondeur, courants qui ont «construit» une morphologie particulière au fond du lac, le «canyon du Rhône», qui court de l'embouchure dans le lac jusqu'à la Plaine centrale, la zone la plus profonde du Léman (figure 4). Ces courants apportent de l'eau de surface riche en oxygène dissous dans les couches les plus profondes. Ils ont été mesurés directement et peuvent atteindre la vitesse d'un mètre par seconde, mais leur importance pour le réapprovisionnement en oxygène n'est pas quantifiée. Dans un rapport publié en 1985, la CIPEL estime que ce processus pourrait être responsable de 15% des apports en O₂ au fond du lac.

Bouclons la boucle: en comparant la densité des eaux du fond du lac et celle du Rhône en crue, on constate que les courants de densité se produisent lorsque le débit du fleuve est supérieur à 400 m³/s. Or, du fait de l'exploitation hydroélectrique dans le bassin versant, la fréquence de ces débits a fortement diminué. Elle est passée de 55 jours à

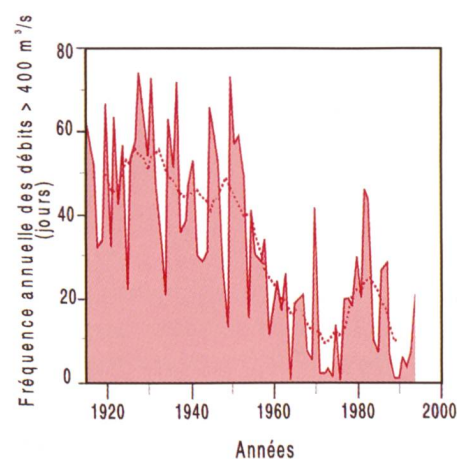


Figure 3. Les crues du Rhône à l'embouchure dans le Léman ont nettement diminué après les années 50. Le nombre de jours durant lesquels le débit du Rhône dépasse 400 m³/s a passé de plus de 50 à moins de 20 moyenne. La ligne pointillée indique une moyenne mobile sur 10 ans.



Figure 4. Le Canyon du Rhône, vu du mésoscoppe F.-A. Forel à plus de 200 m de profondeur (photo: J.-L. Loizeau).

15 jours en moyenne annuelle, ce qui constitue une diminution de 70%. En est-il de même pour la quantité d'oxygène apportée? La question reste posée.

L'apport d'oxygène par les courants de densité associés au Rhône lorsqu'il pénètre dans le lac n'a jamais été mesuré direc-

tement. Toutefois le faisceau de données existantes indique qu'il y a une réelle possibilité d'interaction entre le lac et son affluent principal sur ce point. Et cette question peut prendre de l'ampleur dans le contexte des changements climatiques. Avec des hivers plus cléments, va-t-on vers des brassages de

plus en plus difficiles? Et donc une moins bonne oxygénation des couches profondes du lac? Les sources alternatives d'oxygène en seront alors d'autant plus essentielles. Ou bien le lac continuera-t-il à se mélanger à des températures supérieures et les autres sources en deviendront-elles négligeables? La question est suffisamment d'importance pour être posée et étudiée avant d'aller plus avant dans l'exploitation des ressources hydriques, ou au contraire de vouer aux géométries cette ressource énergétique!

Article paru dans «Lemaniques» N° 37, – septembre 2000. Journal trimestriel de l'Association pour la Sauvegarde du Léman (ASL), rue des Cordiers 2, CH-1207 Genève, Tél. 022/736 86 20, Fax 022/736 86 82, sur Internet: www.asleman.ch, E-Mail: asl@worldcom.ch

Adresses des auteurs

Jean-Luc Loizeau, Maître d'enseignement et de recherche; Janusz Dominik, Professeur adjoint. Centre d'études en sciences naturelles de l'environnement/Faculté des sciences Université de Genève.

Nachhaltig denken nach «Lothar»

■ Willy Geiger

«Lothar» hat die grössten je in der Schweiz festgestellten Waldschäden verursacht. Wir sollten ihn, den Lawinenwinter 1999, die mehrfachen Überschwemmungen und den Felssturz von Gondo als Warnung ernst nehmen. Der Alpenraum ist ein sensibles Ökosystem, das besonders empfindlich auf Umwelteinflüsse reagiert. Als Vorsorgemassnahme muss der Klimaschutz konsequent vorangetrieben werden. «Lothar» zwingt uns, über die Zusammenhänge zwischen Klima und Wald nachzudenken.

Der Wald steht immer unter dem Einfluss des Klimas, nicht nur beim Auftreten eines extremen Ereignisses. Das Klima beeinflusst das Wachstum der Bäume, das Blühen, das Reifen der Früchte und das Keimen der Samen. Das ist für uns so selbstverständlich, dass wir kaum einen Gedanken daran verschwenden. Anders bei Extremereignissen wie «Lothar»: Statt Motor der Entwicklung war der Sturm die Ursache für Gewalt und Zerstörung.

Das Ausmass der Zerstörungen durch Stürme hat auf Grund unserer Kenntnisse im Laufe der letzten hundert Jahre zugenommen. Bei den Waldschäden lässt sich diese Entwicklung mit Daten belegen. Die

Elementarschäden lassen sich nur über ein gutes Jahrzehnt zurückverfolgen. Auch sie haben stark zugenommen.

Was ist die Ursache für die Zunahme der Schäden? Hat sich der Wald verändert oder das Klima oder spielen andere Umweltfaktoren eine Rolle? Haben wir die richtigen Massnahmen getroffen zur Bewältigung von «Lothar»? Müssen die Strukturen verbessert werden? Mit welchen Folgeschäden müssen wir rechnen (Borkenkäfer, Holzpreis usw.)? Es gibt viele Fragen zu beantworten. Der Bund und die Forschung sind gefordert.

In den vergangenen zwei Jahren hat uns nicht nur «Lothar» deutlich gemacht, wie verletzlich wir gegenüber extremen Naturereignissen sind. Wir erlebten vor zwei Jahren einen Lawinenwinter, Überschwemmungen im Frühling 1999 und im vergangenen September die Katastrophe im Wallis, Tessin und in Norditalien. Dies kann eine zufällige Häufung sein; es kann aber auch eine Tendenz aufzeigen, mit der wir konfrontiert werden. Es macht uns auf jeden Fall deutlich, dass es uns nie gelingt, die Natur zu beherrschen. Wir tun deshalb gut daran, dies ernst zu nehmen.

– Machen wir Ernst mit dem Klima- und Umweltschutz; gehen wir sorgsam mit der

Natur um. Gerade der Wald kann uns dabei helfen, indem er CO₂ aus der Luft bindet und Schadstoffe aus der Luft herausfiltert. Selbstverständlich aber nur, wenn er nicht zerstört wird.

– Lernen wir aus den Erfahrungen, damit wir Schäden vermeiden und Menschenleben bewahren können. Die Wissenschaft muss uns helfen, Erfahrungen auszuwerten und Lehren zu ziehen, um das Risiko zu vermindern. Gezielte Warnungen bei akuten Gefahren sollen helfen, das Schlimmste zu vermeiden.

«Lothar» gibt uns eine Chance, über die Zusammenhänge zwischen Klima und Wald nachzudenken. Wir wollen nicht dramatisieren und sofort einen Schuldigen suchen, aber wir wollen nicht auf den Walduntergang warten, bis wir die ultimativen Beweise für den Zusammenhang zwischen den Emissionen und dem Klima haben. Vorsorgen ist besser, als auf Beweise warten, die möglicherweise zu spät kommen. Wir alle tragen die Verantwortung für unsere Zukunft.

Adresse des Verfassers

Willy Geiger, Vizedirektor, Buwal.