Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 77 (1985)

Heft: 10

Artikel: Verträglichkeit von grossen Druckdifferenzen bei Fischen mit funktionellen Schwimmblasen

Autor: Ruhlé, Christian

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940963

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

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

In-situ-Nachweis für die

Verträglichkeit von grossen Druckdifferenzen bei Fischen mit funktioneller Schwimmblase

z.B. Seesaiblinge (Salvelinus alpinus L.) in Pumpvorgängen von Speicherwerken (EW-Anlagen Gigerwald/Mapragg, Taminatal, Kanton St. Gallen)

Christian Ruhlé

Zusammenfassung

Im Stausee Gigerwald wurden Seesaiblinge gefangen, die als Fische mit funktioneller Schwimmblase über die Druckleitung aus dem Stausee Mapragg hinaufgepumpt wurden. Sie haben dabei einen plötzlichen Druckanstieg von 45 bar unbeschadet überstanden. Diese Beobachtung bestätigt Laborversuche, die unter vergleichbaren Bedingungen durchgeführt wurden. Die Verträglichkeit für grosse Druckdifferenzen wird auf das Fehlen einer genügend langen Akklimatisation an die maximalen Druckbedingungen zurückgeführt; eine Anpassung an die Druckbedingungen am Ende des Transports, die mit denen am Anfang vergleichbar sind, erübrigt sich.

Résumé

Dans la pêche expérimentale au réservoir Gigerwald des ombles chevalier sont capturés. Ces poissons proviennent d'immersions faites dans le réservoir Mapragg, d'où ils ont été pompés. Pendant le transport, les poissons munis d'une vessie natatoire fonctionnelle sont exposés à une augmentation de pression rapide de 45 bar. La tolérance prononcée envers les grandes différences de pression semble être due au manque d'une acclimatisation aux conditions maximales de pression suffisamment longue.

Abstracts and Summary

The present paper gives an in situ evidence of the transportation of fishes (i.e. chars, Salvelinus alpinus L.) with functionning swim-bladder from one lake to another one located in higher altitude. The great pressure changes occurring during the transportation do not harm the fishes. In the reservoir Gigerwald chars had been captured. The origin of these fishes is the lower located reservoir Mapragg, where the fishes were introduced. During the transportation the swim-bladder equiped fishes are exposed to an instantaneous pressure increase of about 45 bar. The tolerance for high pressure changes may be due to the lack of time for acclimatization to the maximum pressure.

1. Einleitung

Kernkraftwerke sind nur in beschränktem Ausmass befähigt, ihre Stromproduktion kurzfristig Nachfrageschwankungen anzupassen: Bei optimiertem Betrieb übersteigt der produzierte Strom die minimale Nachfragemenge; bei Nachfragespitzen kann dagegen die erforderliche Strommenge nicht geliefert werden. Die Inbetriebnahme von Kernkraftwerken hat deshalb die Projektierung und den Bau besonderer Pumpspeicherwerke nach sich gezogen, mit denen die Differenzen zwischen Angebot und Nachfrage reduziert werden können: Bei Angebotsüberschuss wird Wasser aus einem tiefer gelegenen Gewässer in einen höher gelegenen Speichersee gepumpt, um es bei Nachfragespitzen über die Turbine wieder zurückzuleiten.

Bild 1. Seesaiblinge, Salvelinus salvelinus, auf einer schwedischen Briefmarke.

Die Veredelung von nicht direkt verwertbarer Grundlastenergie von Kernkraftwerken (zum Teil auch von anderen Kraftwerken) in diesem charakteristischen Verfahren bedingt häufige Umlagerungen grosser Wassermengen zwischen Gewässern, die Lebensräume für Fische sind (in der Regel untenliegende natürliche Seen) oder als solche in Frage kommen (obenliegende, in der Regel künstliche Bekken). Mit der Planung von Pumpspeicherwerken hat deshalb auch die Diskussion darüber eingesetzt, ob der Betrieb dieser Anlagen Auswirkungen auf Fischnährtiere und Fische haben könnte. So wurde befürchtet, dass die Wasserstandsschwankungen, welche die abwechselnden Wasserentnahmen und -rückleitungen im alternierenden Pumpen-/Turbinen-Betrieb verursachen, die Bestände der am Ufer laichenden Fische, wie Hechte, Barsche und Cypriniden, schädigen. Für Hechte haben *Geiger, Meng* und *Ruhlé* [3] inzwischen die schädlichen Folgen (Erhöhung der Mortalität bei Jungfischen) des künstlich beeinflussten, in kurzen Intervallen schwankenden Seeniveaus nachgewiesen. Es kamen aber auch Befürchtungen auf, mit dem transportierten Wasser würden Fische verfrachtet, welche die stark ändernden Druckbedingungen während der Verfrachtung nicht ertragen. In verschiedenen Speicherbecken sind allerdings schon Fische gefunden worden, die nur über die Druckleitung dorthin gelangen konnten [10, 11, 12]. In allen diesen Fällen besteht jedoch die Möglichkeit, dass die Verfrachtung in die obenliegenden Gewässer im Ei- oder Larvenstadium stattgefunden hat, für die die Resistenz gegenüber grossen Druckdifferenzen bekannt ist.

Unter Laborbedingungen durchgeführte Versuche [4] lassen erkennen, dass auch Fische mit entwickelter funktionsfähiger Schwimmblase gute Verträglichkeiten für grosse Druckschwankungen aufweisen. Ein eindeutiger In-situ-Nachweis, dass solche Fische auch Verfrachtungen zwischen unterschiedlich hoch gelegenen Gewässern in Druckleitungen und die während des Transportes auftretenden Druckdifferenzen ertragen, fehlt jedoch bisher.

2. Problemstellung

Die mit Schwimmblasen ausgerüsteten Fische passen sich beim Aufsuchen grösserer oder geringerer Tiefen den wechselnden Druckbedingungen durch kontinuierliche Änderungen des Schwimmblasenvolumens an [17]. Dieser

Tabelle 1. Morphometrische Angaben zu den Stauseen Gigerwald und Mapragg.

	Stauhöhe müM	Nutzvolumen Mio m3	Betriebs-absenkung m	Max. Tiefe
Stausee Mapragg	865	2,7	25 (13 bei Pumpbetrieb)	65
Stausee Gigerwald	1'335	33,4	85	135

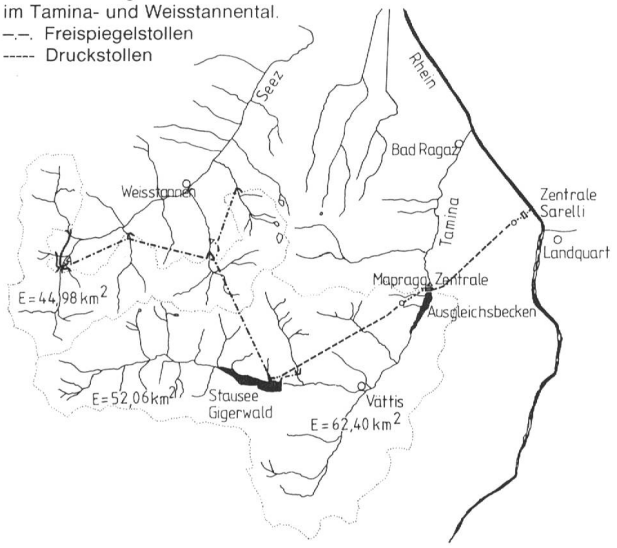
Vorgang bewirkt Dichteveränderungen des Fischkörpers, die eine Minimierung des Kraftaufwandes sowohl für die Einhaltung der Tiefenstabilität als auch für Bewegungen zur Folge haben. Schwimmblasen sind in dieser Funktion hydrostatische Organe. Die Gaszufuhr in die Schwimmblase erfolgt über Gasdrüsen, die Gasentfernung bei den Physostomen über den Ductus pneumaticus, bei den Physoclisten über das Oval. Aus der praktischen Fischerei liegen vielfache Beispiele für Schäden vor, welche an Fischen auftreten, die aus grosser Tiefe an die Oberfläche gezogen und somit grossen Druckdifferenzen ausgesetzt werden; sie sind zum Teil irreversibel. Am häufigsten beobachtet werden Schwimmblasenausstülpungen, die sowohl bei Physoclisten (zum Beispiel Barsch *Perca fluviatilis L.* und Trüsche *Lota lota L.*) wie auch bei Physostomen (zum Beispiel Seesaiblingen *Salvelinus alpinus L.*) vorkommen und die darauf hinweisen, dass bei Fischen beider systematischen Gruppen die Gasaustauschorgane träge auf rasch wirksame, erzwungene Druckänderungen reagieren. A priori wären deshalb solche Schäden auch bei den Fischen zu erwarten, die über Druckleitungen verfrachtet werden und während des Transportes grossen, rasch wirksamen Druckdifferenzen ausgesetzt sind.

3. Überblick über die Hydrologie und die Fischerei der Taminatal-Gewässer

Bis vor wenigen Jahren ist die Tamina, die ursprünglich ein Einzugsgebiet von 147 km² [1] entwässerte, von schwerwiegenden anthropogenen Einflüssen verschont geblieben. Seit 1977 wird das Wasser des oberen Taminatals zusammen mit dem des oberen Seeztales hydroelektrisch genutzt. Die Nutzung erfolgt in zwei Stufen: Das Wasser des oberen Seezeinzugsgebietes (E = 45 km²) wird in einem Freispiegelstollen ins Taminatal geleitet und mit dem Wasser der Tamina (E = 52 km²) im Stausee Gigerwald (max. Stauhöhe 1335 m ü.M.) gespeichert. Die Ableitung erfolgt über einen Druckstollen in die Zentrale Mapragg ($\triangle l$ = 6890 m, $\triangle h$ = 483 m) und von hier aus ins Ausgleichsbecken Mapragg (Stauhöhe 865 mü.M.). Dieses Ausgleichsbecken nimmt zudem das Wasser des Tamina-Zwischeneinzugsgebietes (E = 62,4 km²) auf. Von hier wird das Wasser durch eine Druckleitung ($\triangle l$ = 4985 m, $\triangle h$ = 355 m) der Zentrale Sarelli und anschliessend dem Rhein zugeführt (Bild 2). Die Kraftwerkanlagen sind als kombinierte Speicher- und Pumpspeichereinrichtung konzipiert worden; das im Ausgleichsbecken Mapragg gespeicherte Wasser kann mit drei Pumpen über die Druckleitung in den Stausee Gigerwald befördert werden.

Die Fliessgewässer im Taminatal werden mit Bachforellen bewirtschaftet. Das Ausgleichsbecken Mapragg ist anfänglich mit Regenbogenforellen besetzt worden. Da aber das Stauregime mit häufigen Niveauänderungen erfahrungsgemäss die Existenzgrundlagen für grosse, benthal lebende Makroinvertebraten schmälert [5, 6, 7, 8] und damit die Futterbasis vor allem für Forellen reduziert [9, 13, 14], werden seit einigen Jahren auch Seesaiblinge eingesetzt (Tabelle 2, Bild 1), die eher befähigt sind, auch das planktische Futter auszunützen [14]. Der Stausee Gigerwald ist der fischereilichen Nutzung durch Fischer verschlossen geblieben. Fischeinsätze wurden keine vorgenommen. Ersteres geschah wegen der schlechten Zugänglichkeit des Sees und wegen seiner sehr steilen, rutschgefährdeten Ufer sowie wegen der äusserst bescheidenen fischereilichen Produktivität, die in diesem Gewässer erwartet wurde. Auf Fischeinsätze wurde verzichtet, weil an den Bachforellen, die aus der jetzt überfluteten Tamina stammen, der Einfluss des Milieuwechsels auf die Wachstumsleistungen untersucht werden sollte und weil für allfällige spätere Einbürgerungen von neuen, gegenüber Wasserstandsschwankungen resistenteren Futterorganismen [16] die überschaubaren fischereilichen Bedingungen erhalten bleiben mussten.

Bild 2. Nutzungsverhältnisse im Tamina- und Weisstannental.
–.–. Freispiegelstollen
----- Druckstollen



4. Nachweis für die Verfrachtung von Mapragg-Seesaiblingen mit funktioneller Schwimmblase in den Stausee Gigerwald

Seit 1978 werden für die Beschaffung von Untersuchungsmaterial etwa einmal jährlich Versuchsfänge mit Netzgerätschaften im Stausee Gigerwald durchgeführt. Bis zum Jahre 1981 wurden dabei ausschliesslich Bachforellen gefangen. In den Fängen der Jahre 1982 und 1983 erschienen jedoch auch Seesaiblinge. Die Längen-, Gewichts- und Altersangaben sowie die Angaben über Geschlecht und Reifegrad dieser insgesamt acht Fische sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Es gibt keine ersichtlichen Gründe, dass diese Fische, die früher in den jetzt hydroelektrisch genutzten Einzugsgebieten der Seez und der Tamina fehlten, auf einem anderen Weg als über die Druckleitung in den Gigerwaldsee gelangten (fehlende Motivierung für Schwarzeinsätze, Schwierigkeiten bei der Besatzfischbeschaffung...).

Tabelle 2. Seesaiblingseinsätze im Stausee Mapragg.

Jahr	1979	1980	1981	1982
Grössenklasse der eingesetzten Fische	Sömmerlinge 8-12 cm	Strecklinge 4-6 cm	Strecklinge 4-6 cm	Strecklinge 4-6 cm
Anzahl (Stück)	562	10'000	20'000	6'283

Tabelle 3. Angaben zu den im Stausee Gigerwald gefangenen Seesaiblingen.

Fangdatum	Alter	Schlüpfjahr (Jahrgang)	Länge cm	Gewicht g	Geschlecht	Reifegrad nach KISELJOWITSCH
13.8.82	3 +	1979	27,4	240	♀	3
13.8.82	2 +	1980	19,2	82	♂	4
13.8.82	2 +	1980	20,4	88	♀	1
22.9.83	4 +	1979	30,7	335	♀	3
22.9.83	4 +	1979	30.8	335	♂	3-4
22.9.83	4 +	1979	35,7	495	♀	3
22.9.83	2 +	1981	19,7	80	♂	3-4
22.9.83	2 +	1981	21,7	110	♀	2-3

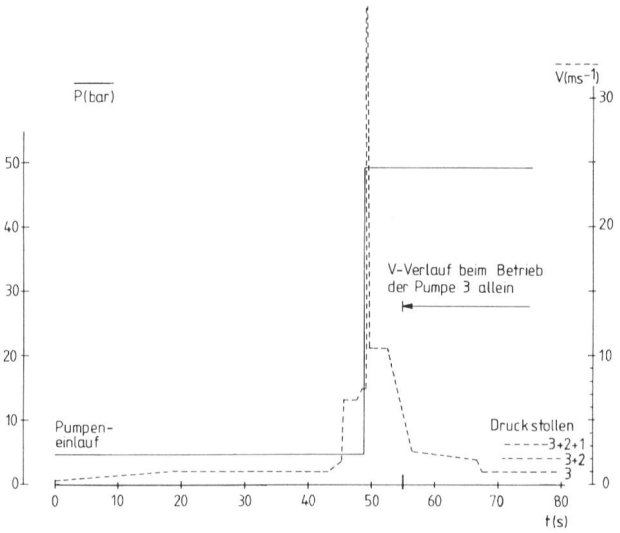


Bild 3. Druckverhältnisse und Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der Pumpen der Zentrale Mapragg.

Es ist somit möglich, die Ungewissheiten über das Alter und den Entwicklungszustand der transportierten Fische, die bei früher nachgewiesenen Verfrachtungen bestanden haben, für die aus dem Mapraggsee in den Gigerwaldsee gepumpten Seesaiblinge auszuräumen:

– Der erste Seesaiblingseinsatz in den Stausee Mapragg fand 1979 statt; die damals eingesetzten Sömmerlinge waren 8 bis 12 cm lang. Die im Jahre 1980 eingesetzten Fische hatten eine Länge von 4 bis 6 cm. Bei den Seesaiblingen dieser Grösse ist die Organdifferentiation und -entwicklung, abgesehen von der der Gonaden, seit langem abgeschlossen: Die Seesaiblinge des Zugersees, die durchaus mit denjenigen des Herkunftsgewässers Vierwaldstättersee verglichen werden können, haben nach *Ruhlé* [15] am Ende der Dottersackresorption eine Gesamtlänge von lediglich 20 bis 25 mm. Spätestens in diesem Zeitpunkt setzt die aktive Futteraufnahme ein, die die Schwimmfähigkeit und somit auch das Vorhandensein einer funktionellen Schwimmblase bedingt.

– Die ältesten im Stausee Gigerwald gefangenen Seesaiblinge sind Fische des Jahrganges 1979 (siehe Tabelle 3). Da eine natürliche Fortpflanzung im Geburtsjahrgang ausgeschlossen werden kann, müssen diese Fische vom ersten Mapragg-Einsatz herrühren. Eine natürliche Fortpflanzung ist auch im Alter 1+ (Laichzeit 1980/81, Nachkommensjahrgang 1981) unwahrscheinlich. Die Gigerwald-Seesaiblinge der Jahrgänge 1980 und – wahrscheinlich – 1981 stammen aus den Strecklingseinsätzen dieser Jahre.

– Die in den Jahren 1979, 1980 und 1981 im Mapraggsee eingesetzten Fische wiesen im Einsatzzeitpunkt funktionelle Schwimmblasen auf. Die im Gigerwaldsee gefangenen Seesaiblinge rühren von diesen Einsätzen her; sie sind somit als Fische mit funktioneller Schwimmblase verfrachtet worden. Seesaiblinge der Jahrgänge 1982 ff. können auch als Eier oder Brütlinge verfrachtet worden sein oder aus der natürlichen Fortpflanzung im Stausee Gigerwald stammen.

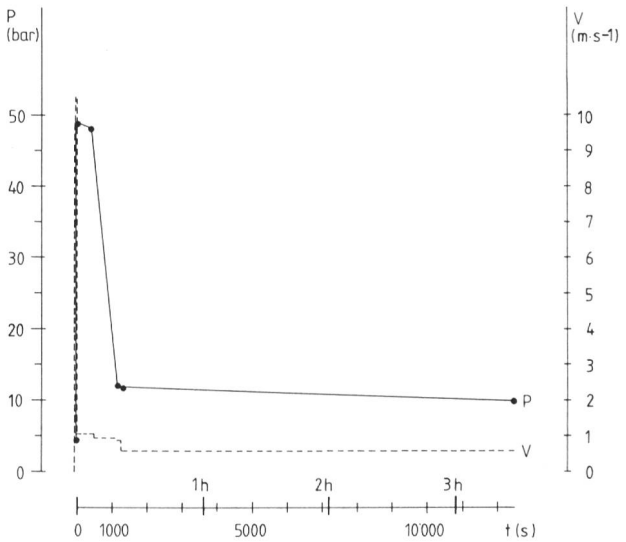
5. Diskussion

Die Bauweise der Pumpen, die das Wasser vom Mapragg in den Gigerwald befördern, liesse grundsätzlich zu, dass bei Pumpenruhestand Fische in einen Raum zwischen Pumpe und Druckleitung gelangten. Dieser Raum wird beim einsetzenden Pumpenbetrieb einer kontinuierlichen, relativ langsamen Druckzunahme ($\triangle p \cong 45$ bar, $\triangle t \cong 30$ s) ausgesetzt und erst beim Erreichen des Druckstollendrukkes ($p \cong 49$ bar) durch Schieberöffnung mit dem Druckstollen verbunden. Um in diesen Raum zu gelangen, der ungefähr 40 m (!) vom Pumpeneinlauf entfernt liegt, müssen die Fische durch den mehrfach gewundenen Pumpenzulaufstollen und durch enge Passagen, zum Beispiel beim Laufrad, schwimmen. Die vorhandenen Kenntnisse über das Verhalten der Seesaiblinge lassen annehmen, dass dieser aktive Einstieg ins Druckstollensystem unwahrscheinlich ist. Es erscheint wesentlich wahrscheinlicher, dass die zunehmenden Strömungsgeschwindigkeiten, die sich aus Pumpendrehzahlerhöhung und Pumpenstollenverengung ergeben, von den Fischen nicht mehr überwunden werden können, die sich bei einsetzendem Pumpenbetrieb im Pumpeneinlauf befinden. Über die dort herrschenden Strömungsgeschwindigkeiten und Druckbedingungen geben die Bilder 3 bis 5 Auskunft. Ihnen kann entnommen werden, dass die verfrachteten Fische in sehr kurzer Zeit einem Druckanstieg von ungefähr 45 bar ausgesetzt werden. Nach herkömmlicher Auffassung, die sich an Erfahrungen aus der praktischen Fischerei anlehnt, verursachen solche Druckveränderungen bei Fischen mit funktioneller Schwimmblase irreversible Schäden. Sie muss – wenigstens für Situationen, bei denen grosse Druckerhöhungen vorliegen – aufgrund der von Seesaiblingen heil überstandenen Verfrachtungen zwischen den Stauseen Mapragg und Gigerwald in Frage gestellt werden.

Die bei Verfrachtungen zwischen den Stauseen Mapragg und Gigerwald in situ gewonnene Erkenntnis, dass auch Fische mit funktioneller Schwimmblase grosse Druckunterschiede zu ertragen vermögen, wird durch die Ergebnisse einer Arbeit von *Geiger* und *Müller* [4] bestätigt, die unter Laborbedingungen durchgeführte Druckversuche beschreiben. Vergleichbar mit den im Mapragg-Gigerwald-System gegebenen Voraussetzungen ist die Versuchsanordnung 1 («Aufstieg»), bei der der Druck innerhalb 12 s vom Normaldruck auf 10 bar erhöht und innert 10 Minuten auf Normaldruck reduziert wird. Bei den in diesem Versuch verwendeten fressfähigen Balchen-(Felchen-) und schwimmfähigen Hechtbrütlingen sind lediglich Abgänge im Ausmass des Kontrollversuches (15 und 7 % bei Balchen bzw. 0 und 0 % bei Hechten) festzustellen.

Geiger und *Müller* [4] gehen davon aus, dass die Verträglichkeit für die grossen Druckunterschiede auf fehlende Akklimatisationsmöglichkeiten an die Extrembedingungen

Bild 4. Druckverhältnisse und Strömungsgeschwindigkeiten im Verlauf des Transportes zwischen Zentrale Mapragg und Stausee Gigerwald (V beim Betrieb einer Pumpe).



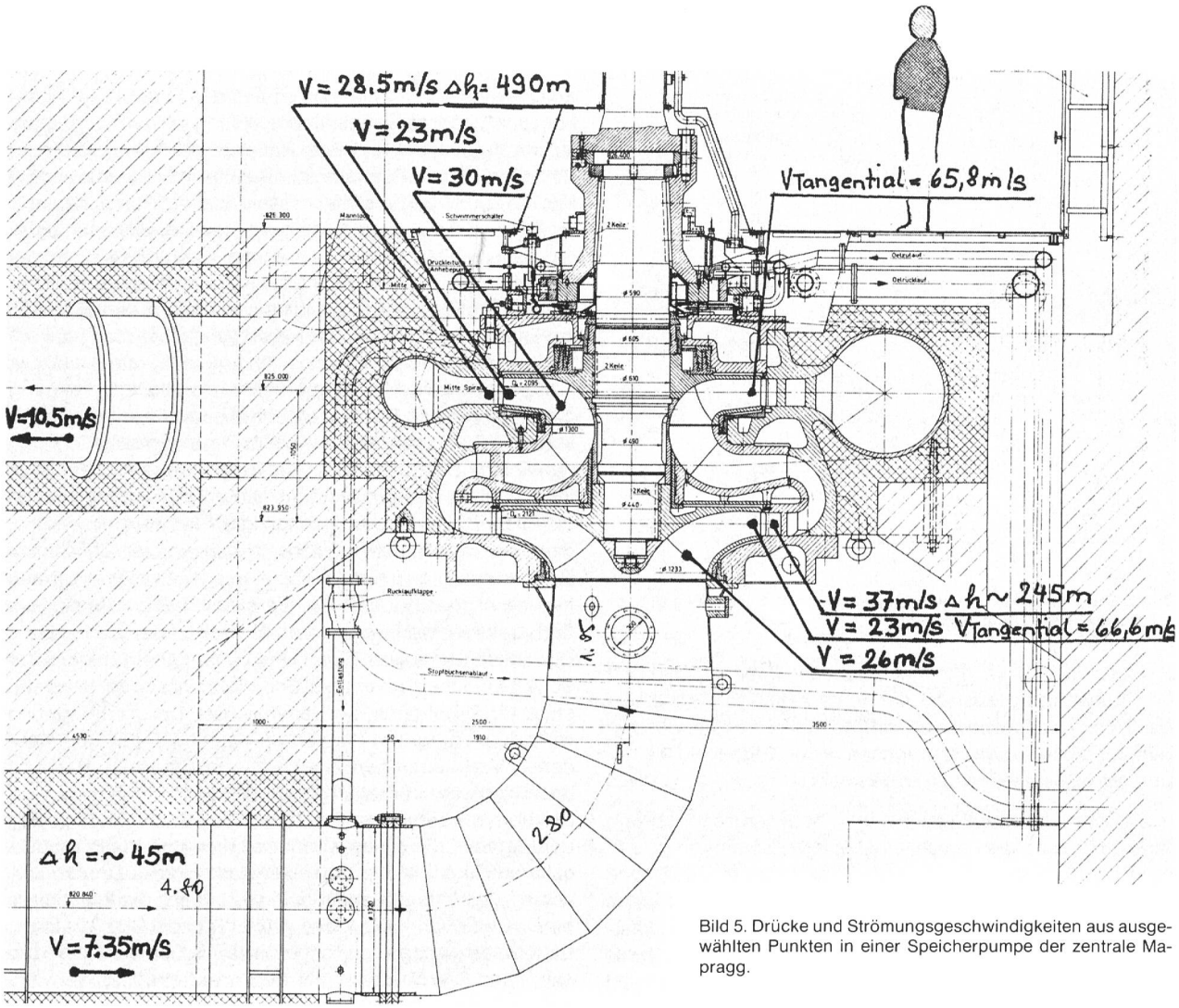


Bild 5. Drücke und Strömungsgeschwindigkeiten aus ausgewählten Punkten in einer Speicherpumpe der zentrale Mapragg.

zurückzuführen ist. Eine sukzessive Anpassung an den hohen Druck, die die Fische beim aktiven Aufsuchen grosser Tiefen vornehmen können, ist während des Transportes der Seesaiblinge zwischen dem Ausgleichsbecken Mapragg und dem Stausee Gigerwald kaum möglich: Der maximale Druck wird unmittelbar hinter der Pumpe erreicht und ist beim Betrieb einer Pumpe nach ungefähr 15 Minuten (beim Betrieb mehrerer Pumpen entsprechend rascher) bereits wieder um mehr als 35 bar reduziert. Diese Zeit genügt offensichtlich nicht, um das Schwimmblasenvolumen über die Gasaustauschorgane den kurzfristig wirksamen maximalen Druckbedingungen anzupassen. Am Ende der Verfrachtung ist der Fisch wieder ähnlichen Druckbedingungen wie an ihrem Anfang ausgesetzt; an diese Bedingungen ist der Fisch bereits adaptiert.

Literaturverzeichnis

[1] Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz 1970.

[2] *J. Florin,* 1982, Die physikalisch/chemisch/biologischen Verhältnisse an den durch die Kraftwerke Sarganserland AG genutzten Gewässern des Sarganserlandes; polycopiert.

[3] *W. Geiger, H.J. Meng* und *Ch. Ruhlé,* Pumpspeicherwerke und Hechtbrut – ein Modellversuch. Schweiz. Z. Hydrol. *37,* 225–234 (1975).

[4] *W. Geiger* und *R. Müller,* 1979, Der Einfluss von Pumpspeicherwerken auf den Fischbestand und die Fischerei im Vierwaldstättersee, in: Gutachten Eidg. Anst. Wasserv., Abwasserr., Gewässerschutz EAWAG, Nr. 4558, Teil 4.

[5] *U. Grimas,* The bottom fauna of natural and impounded lakes in Northern Sweden (Ankarvattnet and Blasjön). *42:* 79–89 (1961).

[6] *U. Grimas,* The effect of increased water-level fluctuations upon the bottom fauna in Lake Blasjön, Northern Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, *44:* 14–41 (1963).

[7] *U. Grimas,* Studies on the bottom fauna of impounded lakes in Southern Norway. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, *45:* 94–104 (1964).

[8] *U. Grimas,* Effects of impoundment on the bottom fauna of high mountain lakes. Acta Univ. Uppsalensis, *51,* 24 pp. (1965).

[9] *A. Klemetsen,* On the feeding habits of the population of brown trout *(Salmo trutta L.)* in Jälstervann, West Norway, with special reference to the utilization of planctonic crustaceans. Mytt. Magasin Zool., *15:* 50–67 (1967).

[10] *W. Lampert,* Transport von Fischen durch Druck-Pumpleitungen, Fischwirt *10,* 242 (1970).

[11] *Ch. R. Liston,* Impacts of the Ludington pumped-storage project, Michigan, in: Third workshop on ecology of pumped-storage research at twin lakes, Colorado and other localities. US Dept. Int. Denver, Colorado (1976).

[12] *G. Matthey,* mdl. (cit. nach [4]).

[13] *N. A. Nilsson,* Effects of impoundment on the feeding habits of brown trout and char in Lake Ransaren (Swedish Langland). Verh. Int. Ver. Limnol., *15:* 141–152 (1964).

[14] *N. A. Nilsson* und *B. Pejler,* On the relation between fish fauna and zooplankton composition in North Swedish lakes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, *53:* 51–77 (1973).

[15] *Ch. Ruhlé,* Biologie und Bewirtschaftung des Seesaiblings *(Salvelinus alpinus L.)* im Zugersee, Schw. Z. Hydrol. *39*(1): 12–45 (1977).

[16] *Ch. Ruhlé,* Die Bewirtschaftung von Stauseen mit dem pazifischen Lachs Kokanee *(Oncorhynchus nerka Walbaum)* und der Schwebgarnele *(Mysis relicta Loven),* polycopiert.

[17] *J. K. Suworow,* Allgemeine Fischkunde, Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften (1959).

Verdankungen

Das Zustandekommmen dieser Arbeit ist dem Vorsteher und dem Departementssekretär des Finanzdepartementes des Kantons St. Gallen, Regierungsrat *P. Gemperli* und Dr. *U. Cavelti,* zu verdanken, die die Gigerwaldsee-Untersuchungen ermöglichen. Dank gebührt auch den Mitarbeitern der Kraftwerke Sarganserland, insbesondere *W. Grünenfelder,* die für die Probenahmen stets ihre Unterstützung geben, sowie *O. Trunz,* Fischereiaufseher des Kantons St. Gallen, der die Probefänge durchführte.

Adresse des Verfassers: Dr. *Christian Ruhlé,* Jagd- und Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen, Burggraben 26, 9001 St. Gallen.