

ist seit 40 Jahren in Betrieb. Im Rahmen der Überholung der Einrichtung ist die Installation von zwei zusätzlichen Pumpturbinengruppen mit 240 Megawatt installierter Leistung geplant. 60 Megawatt dienen als Reserveleistung. Insgesamt wird die installierte Leistung somit 480 Megawatt betragen, 420 sind für den Betrieb bestimmt, und 60 sind Reserveleistung. Pro Jahr wird das Kraftwerk rund eine Milliarde Kilowattstunden Spitzenenergie erzeugen und damit die heutige Produktion von 520 Millionen Kilowattstunden praktisch verdoppeln. Das Wasserschloss bedarf einer Anpassung. Die Staumauer von Hongrin, der Zuleitungstollen und der Druckschacht müssen nicht verändert werden.

Eine unerlässliche Ergänzung zu den neuen erneuerbaren Energien

Das Vorhaben ist die Antwort auf die steigende Nachfrage nach Regelenergie, die in Spitzenzeiten für den Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch sorgt. Grund für den steigenden Bedarf in Europa und in der Schweiz ist vor allem der Ausbau neuer erneuerbarer Energien wie Wind- oder Sonnenenergie. Ihre Produktion hängt direkt von den Wetterbedingungen ab, unterliegt deshalb Schwankungen und muss mit Regelenergie ergänzt werden. Dank ihrer Stauseen sind Pumpspeicherkraftwerke eigentliche Energiereservoirs, die jederzeit Strom ins Netz einspeisen können. Sie sind in der Lage, Erzeugungsgenpässe umgehend und effizient zu überbrücken.

Weitere Informationen: Pierre-Alain Urech, Verwaltungsratspräsident von FMHL

Vorprojekt Nant de Drance Plus Leistungssteigerung des neuen Pumpspeicherkraftwerks wird geprüft



Lac Emosson mit Blick auf das Mont-Blanc-Massiv.

Im Rahmen des Baus des unterirdischen Pumpspeicherkraftwerks zwischen den

beiden Stauseen Emosson und Vieux-Emosson prüft die Nant de Drance SA die Möglichkeit einer Leistungssteigerung der Anlage von 600 auf 900 MW. Hauptgrund für die eventuelle Leistungssteigerung und die damit einhergehende Erhöhung der Staumauer von Vieux Emosson um 15 bis 20 Meter ist die steigende Nachfrage nach Regelenergie und Spitzenenergie. Die Studien über das Projekt und die Umweltverträglichkeit werden 2010 durchgeführt, parallel zum fortschreitenden Bau von Nant de Drance. Über die Änderung des ursprünglichen Projekts soll Ende 2010 entschieden werden.

Das Vorhaben Nant de Drance umfasst den Bau eines unterirdischen 600-MW-Pumpspeicherkraftwerks zwischen den Stauseen Emosson und Vieux-Emosson. Die Aktionäre von Nant de Drance SA investieren insgesamt CHF 990 Millionen, wovon 54 Prozent auf Alpiq, 36 Prozent auf die SBB und 10 Prozent auf die FMV entfallen. Die Arbeiten begannen im Frühling 2008 und avancieren planungsgemäss mit dem Ausbruch der Zugangsstollen bis zu den Kavernen. Nach Fertigstellung der Zugangswege sollen im Frühling 2011 die Bauarbeiten des unterirdischen Kraftwerks und des Druckschachts zwischen den beiden Stauseen in Angriff genommen werden.

Pumpspeicherkraftwerke: eine unerlässliche Ergänzung zur Entwicklung neuer erneuerbarer Energien und für den wachsenden Bedarf an Spitzenenergie

Der Strombedarf während Verbrauchsspitzen wächst stetig. Zur Gewährleistung der sicheren Versorgung des schweizerischen Elektrizitätsnetzes und des Schienennetzes der SBB sowie der von ihnen belieferten privaten Eisenbahnen müssen die Wasserkraftanlagen mehr Spitzenenergie erzeugen. Die Pumpspeicherkraftwerke sind auch eine Antwort auf die steigende Nachfrage nach Regelenergie, die dem stetigen Ausgleich zwischen erzeugter und verbrauchter Energie dient. Grund für den steigenden Bedarf auf den europäischen Märkten ist vor allem der Ausbau neuer erneuerbarer Energien wie Wind- oder Sonnenenergie. Ihre Produktion hängt direkt von den Wetterbedingungen ab und unterliegt darum Schwankungen. Sie muss deshalb mit Regelenergie ergänzt werden.

Dank ihrer Stauseen sind Pumpspeicherkraftwerke Energiereservoirs, mit deren Hilfe jederzeit Strom ins Netz eingespeist werden kann, und sie bieten eine sofortige und effiziente Lösung zur Überbrückung von Erzeugungsgenpässen.

Vorprojekt in Prüfung: 900 MW Leistung anstatt der geplanten 600 MW

Im März 2009 lancierte Nant de Drance SA ein Vorprojekt, um die Möglichkeit einer Leistungssteigerung des Pumpspeicherkraftwerks von 600 auf 900 MW zu untersuchen. Dazu müssten die vier ursprünglich vorgesehenen Turbinengruppen um zwei weitere 150-MW-Gruppen ergänzt werden. Die dieses Jahr durchgeführte Machbarkeitsstudie zeigt, dass eine solche Anpassung der Einrichtungen im Rahmen des aktuellen Projekts realisierbar ist. Das Speichervolumen des Stausees Vieux-Emosson müsste auf 23 bis 26 Millionen Kubikmeter angehoben werden, was eine Erhöhung der Staumauer um 15 bis 20 Meter bedeutet. Die gewährte Konzession müsste für die Änderung des Vorhabens Nant de Drance nur geringfügig modifiziert werden. Darüber hinaus wäre eine Baugenehmigung für die Erhöhung der Staumauer von Vieux-Emosson und die Neudimensionierung der Kavernen und des hydraulischen Systems nötig. Die Nant de Drance SA wird ihren Entscheid Ende 2010 fällen, nach Abschluss der detaillierten Projektstudien und der Umweltverträglichkeitsprüfung.

Weitere Informationen über dieses Vorhaben sind unter www.nant-de-drance.ch oder über info@nant-de-drance.ch erhältlich.

Gewässerschutz

Klimaerwärmung treibt Fische in höhere Lagen

Von J.M. Fierz, EAWAG

Der Klimawandel ist eine der grössten Herausforderungen unserer Zeit. In den vergangenen hundert Jahren hat sich die Erde laut IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) bereits um durchschnittlich 0.74 °C erwärmt. Klimatische Modelle prognostizieren je nach Region eine weitere Erwärmung von 1.2 °C bis 6.4 °C bis 2100. Dies hat für viele Organismen drastische Folgen. Die Temperatur ist für sie einer der wichtigsten Umweltfaktoren, denn sie steuert viele lebensnotwendige Prozesse. Besonders betroffen sind wechselwarme Lebewesen wie Fische, die ihre Körpertemperatur nicht selbst regulieren können, sondern stetig ihrer Umgebung anpassen. Prozesse wie Reproduktion, Wachstum, Entwicklung und Wanderung sind stark von der Temperatur abhängig. Klimaveränderungen können daher zu einer anderen Artenverteilung entlang der Flussläufe führen.



Bild 1. Verschwindet die Bachforelle 2050 aus dem Mittelland?

Verschwindet die Bachforelle aus dem Mittelland?

In bergigen Gebieten wie der Schweiz führt diese Temperaturabhängigkeit von Lebensprozessen zu einer deutlichen Längsverteilung der Fischgemeinschaften von der Quelle bis zur Mündung. Man spricht von der Forellen-, Äschen-, Barben- und Brachsamenregion. Diese Einteilung ergibt sich durch die stetige Zunahme der Wassertemperatur und der Abnahme des Gefälles eines Flusses von der Quelle bis zur Mündung. So ist die Verbreitung der Kaltwasserfische (Salmoniden/Lachsfische) in der Regel auf die Oberläufe, die der Warmwasserfische (Cypriniden/Karpfenfische) auf die Unterläufe beschränkt. Am Beispiel eines österreichischen alpinen Gewässers – der Murg – wurde ein mögliches Szenario für eine Wassertemperaturerhöhung von ca. 1 °C entwickelt [1]. In diesem Modell werden die Salmonidenregionen durch die erhöhten Temperaturen bis zu 27 km in Richtung Quelle verschoben. Der Lebensraum für Warmwasserfische wie Barben und Brachsamen wird dadurch verlängert. Dies hängt mit der relativ engen Temperaturtoleranz von Salmoniden zusammen. Bei Bachforellen zum Beispiel macht der Unterschied zwischen bevorzugter und tödlicher Temperatur nur ein paar Grad aus [2]. Die Bachforellen werden also versuchen, durch Wanderung in höhere Lagen kritische Temperaturen zu vermeiden, sofern die flussaufwärts gelegenen Gewässerabschnitte zugänglich sind und eine geeignete Struktur aufweisen.

Das BAFU schätzt anhand eines Modells, dass sich der für Bachforellen optimale Raum in der Schweiz bis zum Jahr 2050 mindestens um 6% der heutigen Fläche verringert; die Flächenabnahme kann

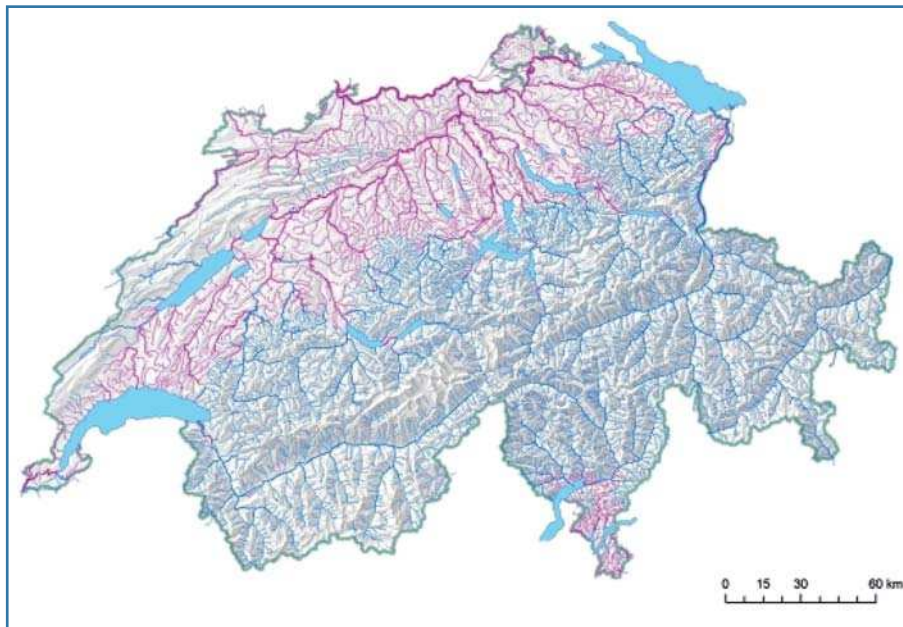


Bild 2. Mögliche Verbreitung der Bachforelle in der Schweiz im Jahr 2050 nach einem Modell des BAFU [3] bei einer Lufttemperaturerhöhung von 5.5 °C. In diesem Szenario würde sich der optimale Raum für Bachforellen um 44% der heutigen Fläche verringern. Blau: Flussabschnitte, in denen Bachforellen leben können. Pink: Flussabschnitte, die zu warm für Bachforellen sind. «Vector200(c)swisstopo (5704000000); reproduziert mit Bewilligung von swisstopo(JA100119)».



Bild 3. Künstliche Schwellen verhindern, dass Fische vor ansteigenden Temperaturen flussaufwärts fliehen können.

jedoch bis zu 44% betragen (Bild 2) [3]. Letzteres Szenario würde das Aus für die Bachforelle im Mittelland bedeuten. Auch die Äsche wird durch eine Erwärmung hart getroffen. Sie braucht Gewässer von einer bestimmten Breite, ihre Populationen liegen oft unterhalb von Seen. Das macht ihr eine Flucht nach oben unmöglich, weil die Flüsse tendenziell enger werden und den Habitatsansprüchen der Äsche nicht mehr entsprechen. Die sowieso schon stark bedrohte Art könnte in manchen Flüssen vollends verschwinden. Auch die Wande-

rungsmöglichkeiten der anderen Fische sind begrenzt, denn die meisten europäischen Flüsse sind durch Dämme, Wasserkraftwerke und andere Hindernisse stark fragmentiert (Bild 3). Die vorausgesagte Verschiebung von Fischgemeinschaften in höhere Lagen ist also in den meisten Fällen gar nicht möglich, sodass höhere Wassertemperaturen das lokale Aussterben mancher Arten zur Folge haben würden.

Wissenschaftler vom «Laboratoire Evolution et Diversité Biologique» [4] in Toulouse bestätigen diese These.

Sie prognostizieren dennoch für Frankreichs Flüsse lokal eine Zunahme der Diversität, weil die Fischfauna grösstenteils aus Warmwasserfischen besteht, die sich durch die Klimaerwärmung weiter verbreiten können. Durch diese Expansion und das lokale Aussterben von Arten würde es in den Oberläufen zu einer starken Verarmung der Artenzusammensetzung kommen. In den Mittel- und Unterläufen hingegen würden keine neuen Arten dazukommen und die Artenzusammensetzung würde sich vereinheitlichen. Dies macht die Fischgemeinschaften in den Mittel- und Unterläufen sehr anfällig für weitere grossflächige Umwelteinflüsse, weil sie nicht mehr so biologisch differenziert reagieren können wie verschiedene lokale Fischgemeinschaften. Dies ist vergleichbar mit einer Monokultur von Pflanzen, in der sich Pflanzenkrankheiten und Schädlinge viel schneller verbreiten können.

Zu den negativen Trends gesellen sich jedoch auch ein paar positive Aspekte. Es gibt durchaus Fische, die von der Situation der erhöhten Temperaturen profitieren könnten. Bachforellen-Eier, -Embryonen und -Jungfische werden möglicherweise durch die wärmeren Temperaturen den Winter besser überstehen können als erwachsene Bachforellen – aber auch nur bis zu einem gewissen Grad der Erwärmung. Auch die meisten Cypriniden profitieren, wie bereits erwähnt, von den erhöhten Temperaturen und können ihr Verbreitungsareal vergrössern. Zuletzt bleibt die Hoffnung, dass sich gewisse lokal angepasste Bachforellenpopulationen relativ tolerant gegenüber erhöhten Temperaturen erweisen und somit das Überleben der Art auch in gewissen Fließgewässern im Mittelland ermöglichen. Laut einer aktuellen Studie von Elliot & Elliot [5] sind solche Toleranzen durchaus möglich. Sie sind jedoch nicht physiologischer Art, sondern eine Anpassung im Lebenszyklus, wie zum Beispiel des Zeitpunktes der Reproduktion.

Vermehrtes Auftreten von PKD

Ein weiteres System, das stark von der Wassertemperatur abhängt, ist das Wirt-Parasit-System. Die Interaktion zwischen der Antwort des Immunsystems und der Vermehrung des Parasiten ist ebenfalls temperaturabhängig. Bei Salmoniden zum Beispiel wirken sich die erhöhten Temperaturen negativ auf das Immunsystem aus und machen die Tiere anfälliger für Krankheiten. Voraussichtlich werden Krankheiten wie z.B. PKD (Proliferative Nierenkrankheit), die bei Bachforellen ab einer Wassertemperatur von 15 °C tödlich ist,

durch die Klimaerwärmung vermehrt auftreten. Dieser Zusammenhang zwischen der Häufung von PKD-Fällen und der erhöhten Wassertemperatur konnte bereits anhand von Studien an Salmoniden in der Schweiz [6] sowie Island und Norwegen [7] beobachtet werden. In beiden letzteren Ländern sind die ersten PKD-Fälle erst vor kurzem aufgetreten.

Wohin geht die fischereiliche Bewirtschaftung?

Die Klimaerwärmung hat also nicht nur einen Einfluss auf das Vorkommen und die Verteilung von Arten, sondern auch auf die Verbreitung und das Ausmass von Krankheiten. Solche möglichen Szenarien sollten in Zukunft unbedingt in fischereiwirtschaftliche Überlegungen und bei Revitalisierungen mitberücksichtigt werden. Bei Besatzmassnahmen sollte zum Beispiel zuerst genau überprüft werden, ob sich der ausgewählte Flussabschnitt hinsichtlich seiner Temperaturen überhaupt noch für die gewünschte Art eignet, auch wenn die Art früher dort ansässig war. Dies wirft für die Fischerei die Frage auf, welche Fischarten in Zukunft in den von der Bachforelle nicht mehr besiedelbaren Gewässern gefördert werden sollen. Hier sind unter anderem die Angler gefragt.

Revitalisierungen als Gegenmassnahmen

Können wir nun ausser der Verminderung des Ausstosses von Treibhausgasen überhaupt etwas gegen die Erwärmung unserer Gewässer tun? Ja, denn es gibt durchaus Möglichkeiten, den bevorstehenden Erwärmungen der Gewässer entgegenzuwirken. Eine gute Massnahme sind Flussrevitalisierungen. Neben den ökologischen und morphologischen Aufwertungen haben sie auch eine «kühlende» Wirkung. Die Gewässer werden durch die breiteren Ufergürtel besser beschattet und das Wasser wird dadurch weniger durch die Sonnenstrahlen erwärmt. Zudem wird es den Bachforellen durch eine bessere Vernetzung ermöglicht, sich in kühlere Seitenarme und -gewässer zurückzuziehen. Des Weiteren fördern Flussaufweitungen vermehrt den Austausch mit dem Grundwasser. So kommt es vermehrt zu kalten Grundwasseraufstössen, die einen beliebten Rückzugsort für Bachforellen, ein sogenanntes «Thermal refugia», darstellen.

Literatur

[1] Matulla, C., S. Schmutz, A. Melcher, T. Gerersdorfer, P. Haas (2007) Assessing the impact of a downscaled climate change simulation on the fish fauna in a Inner-Alpine

River. International journal of biometeorology, 52: 127–137.

[2] Küttel, S., A. Peter, A. Wüest (2002) Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. Rhône-Revitalisierung Publikation Nr.1. Eawag.

[3] Notter, B. & E. Staub (2009) Lebensraum der Bachforelle um 2050. GWA Gas, Wasser, Abwasser. Nr. 1/2009: 39–44.

[4] Buisson, L. & Gaël Grenouillet (2009) Contrasted impacts of climate change on stream fish assemblages along an environmental gradient. Diversity and Distributions, 15: 613–626.

[5] Elliott, J.M., J. A. Elliott (2010) Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. Journal of fish biology, 77: 1793–1817.

[6] Wahli, T., R. Knuesel, D. Bernet, H. Segner, D. Pugovkin, P. Burkhardt-Holm, M. Escher, and H. Schmidt-Posthaus (2002) Proliferative kidney disease in Switzerland: current state of knowledge. Journal of Fish Disease, 25: 491–500.

[7] Sterud, E., T. Forseth, O. Ugedal, T. T. Poppe, A. Joergensen, T. Bruheim, H.-P. Fjeldstad, and T. A. Mo (2007) Severe mortality in wild Atlantic salmon *Salmo salar* due to proliferative kidney disease (PKD) caused by *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Myxozoa). Disease of Aquatic Organisms, 77: 191–198.

Quellenangabe:

Fierz, J.M. (2010) Klimawandel treibt Fische in höhere Lagen. FIBER Newsletter 03/2010, Fischereiberatung, Eawag Kastanienbaum

Seit Mitte 2004 betreiben das Wasserforschungsinstitut Eawag, das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und der Schweizerische Fischereiverband (SFV) eine gemeinsame Fischereiberatungsstelle (FIBER). Deren Hauptaufgabe ist die Information von Angelfischern und Interessierten über die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Gewässerökologie, Fischbiologie und zum fischereilichen Gewässermanagement. Unter anderem publiziert FIBER jährlich 3–4 Newsletter.

Mehr Informationen und Anmeldung für den Erhalt des Newsletter unter: www.fischereiberatung.ch.

