

## **Klimaerwärmung treibt Fische in höhere Lagen**

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.



*Abbildung 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 Brachmenregion. 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 Brachmen 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.



*Abbildung 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)". ©*

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 jedoch bis zu 44% betragen (Abbildung 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 Wandermöglichkeiten der anderen Fische sind begrenzt, denn die meisten europäischen Flüsse sind durch Dämme, Wasserkraftwerke und andere Hindernisse stark fragmentiert (Abbildung 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.



*Abbildung 3: Künstliche Schwellen verhindern, dass Fische vor ansteigenden Temperaturen flussaufwärts fliehen können.*

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.

### **Literaturliste**

- [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.

*Weitere Artikel zum Thema:*

Scheurer, K., C. Alewell, D. Bänninger, P. Burkhardt-Holm (2009). Climate and land-use changes affecting river sediment and brown trout in alpine countries—a review. *Environmental Science and Pollution Research*. 16:232–242

Burkhardt-Holm, P. (2009) Klimawandel und Bachforellenrückgang – gibt es einen Zusammenhang? Resultate aus der Schweiz. *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung*. 21: 177–185