

Flucht vor der Wärme

Das Klima verändert sich schneller, als die Evolution mithalten kann. Das stresst die Fauna, unter anderem die Bachforellen. Von Christian Schmidt

Sie habe die Familie genervt, sagt Renata Hari. Man sass eingeschneit in den Skiferien, und sie analysierte das Flockentreiben vor den Fenstern. Da mache sich wieder einmal die Nordatlantische Oszillation bemerkbar, sagte sie. Die Wetterküche zwischen Island und den Azoren. Weil ihr Fachwissen nicht gefragt war, behielt sie die Details für sich. Sie breitet es jetzt aus, in einem Dachzimmerchen des Wasserforschungsinstituts Eawag der ETH in Dübendorf, während dieser Schnee nun als Wasser über die Fenster rinnt. Sie sagt: Die Druckverhältnisse über dem Nordatlantik bestimmen unsere Winter. Der Raum zwischen dem Tief im Norden und dem Hoch im Süden sei eine Art Korridor, und darin würden die Luftmassen kanalisiert und zusammengedrückt, was nicht nur Richtung und Geschwindigkeit der Winde beeinflusse, sondern vor allem auch die Temperatur, und zwar bis zu uns. Das Auf und Ab des Drucks wirke sich auf unser gesamtes Ökosystem aus, somit auch auf die Temperatur der Gewässer und ergo auch auf ihr Studienobjekt: *Salmo Trutta fario* L., die Bachforelle, einst weit verbreitet, doch inzwischen bald eine Rarität. Die Fangquoten sind in den vergangenen zwanzig Jahren um zwei Drittel zurückgegangen. Das ärgert die Angler. Seit anfangs März harren sie wieder an den Flussufern aus, oft vergeblich.

Renata Hari, grüner Wollpullover, verschmitztes Lachen und ein Wusch silbriger Haare, hat als Chemikerin mit Spezialgebiet Flussmodellierungen die Temperatur unserer Flüsse drei Jahre lang untersucht. Im Januar hat sie die Ergebnisse im Fachheft „Global Change Biology“ publiziert. Sie erhielt einige Reaktionen darauf, eine freut sie besonders. Absenderin ist Camille Parmesan, Lehrbeauftragte am Institut für Integrative Biologie der Universität von Texas, Koryphäe unter den Klimawandelspezialisten und regelmässiger Gast amerikanischer Talkshows, wo sie George W. Bushs Starrsinn gegenüber dem Kyoto-Protokoll hinterfragt. „Wir haben viel darüber spekuliert, wie sich der Klimawandel auf Kaltwasserfische auswirkt,“ schrieb Parmesan nach Dübendorf. „Jetzt wissen wir, was wirklich passiert!“

Ausgangspunkt für Hari war eine Studie der Food and Agriculture Organization der UNO gewesen, die in den neunziger Jahren auf einen alarmierenden Niedergang der Fischbestände in den Gewässern Europas hinwies, aber keinen überzeugenden Grund fand. Das Bundesamt für Umwelt und die Eawag griffen das Thema auf und formulierten für die Schweiz zwölf Hypothesen. Renata Hari erhielt den Auftrag, die Nummer elf zu untersuchen: „Der Fischrückgang ist das Resultat einer Veränderung der Wassertemperatur.“

Es gab Gründe genug, die These ernst zu nehmen. Die Sommer waren plötzlich heisser – und zwar so auffällig wie noch nie im ganzen Millennium. Gleichzeitig machte sich die Nordatlantische Oszillation durch eine ungewohnte Konstanz bemerkbar, blieben doch die Druckverhältnisse über Island über mehrere Winter hinweg sehr tief und über den Azoren sehr hoch. Resultat waren besonders milde und feuchte Winter. Diese Veränderungen mussten sich auf die Natur auswirken, und zwar entscheidend.

Camille Parmesan hatte diesen Nachweis bereits 1999 für 35 europäische Sommervogelarten erbracht. Die Tiere waren aufgrund der Erwärmung bis zu 200 Kilometer nach Norden geflogen, dafür aber in ihrer ursprünglichen Heimat ausgestorben. In der Nordsee zeigten Messungen des deutschen Alfred-Wegener-Instituts, dass sich aufgrund des wärmeren Wassers die Blütezeit der Kieselalge verschoben hat. Eine Veränderung mit weit reichenden Konsequenzen, stellt die Kieselalge doch die Basis der Nahrungskette in den Meeren dar. Die Kaskade von Fressen und Gefressenwerden droht aus dem Gleichgewicht zu kommen. Marcel Visser, Professor am Niederländischen Institut für Ökologie, hat die Auswirkungen des Klimawandels auf den Kleinen Frostspanner untersucht. Will die Raupe des Falters überleben, muss sie zur gleichen Zeit aus dem Ei schlüpfen wie die Eichen in den Wäldern austreiben. Das junge Laub ist ihre Hauptnahrung. Visser konnte zeigen, dass sowohl Baum als auch Insekt die Temperatur als Timer für ihre Lebenszyklen benutzen, jedoch auf unterschiedliche Art. Aufgrund der Veränderungen verläuft die Entwicklung nicht mehr synchron. Folge: Der Kleine Frostspanner verhungert.

Renata Hari ist fasziniert von diesen Zusammenhängen: „Da kommt es plötzlich zu einem Mismatching. Was einmal perfekt zusammen gespielt hat, gerät ausser Kontrolle.“

Und über allem steht ein grosses Stichwort: Kohlendioxid. Renata Hari, vier Kinder, angetrieben von mütterlichem Verantwortlichkeitsgefühl und dem inneren Feuer der 68er, ärgert sich über politische Kurzsichtigkeiten wie den Ablasshandel mit CO₂-Kontingenten. Denn das Gas ist nicht nur entscheidend für die weltweite Klimaerwärmung; möglicherweise stabilisiert es auch die Nordatlantische Oszillation auf eine Weise, sodass sich bei uns die milden Winter häufen. „Vielleicht ist es das CO₂“, sagt sie. Vielleicht. Doch bislang gibt es erst eine einzige Arbeit, die einen Zusammenhang nahe legt.

Als sie 2002 mit der Untersuchung über die Forellen begann, war nur eine kleine Studie geplant. Es kam anders. Hari durchforschte die Archive bei Bund und Kantonen und entdeckte, dass die Temperaturen der Schweizer Bäche und Flüsse seit den sechziger Jahren gemessen werden, und zwar im Minutentakt. Während ihre Kollegen im Ausland mit vergleichsweise wenigen oder gar im Labor erzeugten Daten arbeiten mussten, stiess sie auf eine eigentliche Flut an statistischem Material. Dankbar habe sie vom

„schweizerischen Perfektionismus“ profitiert, sagt Hari. Zusammen mit ihrem Team wertete sie in der Folge die Resultate von 25 Messstationen aus. Dabei zeigte sich, dass die schweizerischen Fliessgewässer im Verlaufe eines Vierteljahrhunderts um insgesamt 1,1 Grad wärmer geworden waren – fast doppelt so viel, wie sich die Luft weltweit über hundert Jahren erwärmt hatte. Hari stellte auch fest, dass der Anstieg nicht kontinuierlich erfolgte. Im Gegenteil. Der grösste Teil der Zunahme erfolgte sprunghaft im Verlaufe von nur zwölf Monaten, zwischen 1987 und 1988. Das Phänomen fiel mit dem auffälligsten Ausschlag der Nordatlantischen Oszillation zusammen. Die Wassertemperatur verharrt seither auf diesem hohen Niveau.

Die Erwärmung hat Konsequenzen. Forellen gedeihen am besten bei 13 Grad. Auf höhere Werte reagieren sie mit Stress und versuchen in kälteres Wasser zu entkommen. Sie fliehen vor dem Druck der Zivilisation. Hari hat ausgerechnet, was das für die Schweiz bedeutet: Der Klimawandel hat den Lebensraum der Fische um 130 Höhenmeter in Richtung der Quellen der Gewässer verschoben. Zwar stehen ihnen in diesen Lagen rein rechnerisch gesehen sogar mehr Flusskilometer und somit mehr Lebensraum zur Verfügung, doch das nützt ihnen nichts. Die Tiere schwimmen vergeblich gegen den Strom; Staustufen lassen die Flucht in der Sackgasse enden und zwingen sie, in zu warmem Wasser auszuharren.

Allein damit lassen sich die Bestandesrückgänge aber noch nicht erklären. Noch mehr als der Temperaturstress schadet den Fischen ein Parasit. *Tetracapsula bryosalmonae* befällt die Nieren der Forellen. Der Einzeller profitiert von den erhöhten Temperaturen; er findet perfekte Brutstätten und hat sich bereits zu einer eigentlichen Seuche entwickelt. Die Hälfte der Flüsse unter 800 Meter ist heute infiziert, was für die hier gefangenen Forellen den sicheren Tod bedeutet. Entsprechend findet Renata Hari für die Sterblichkeitsrate nur eine Bezeichnung: Sie sei „sehr gross“.

Dass sich die Fauna an neue Gegebenheiten anpassen muss, ist nichts Neues. Jede der heute existierenden Arten hat im Verlaufe der Evolution dramatische Klimaschwankungen erlebt. Doch noch nie standen die Tiere unter so grossem Stress; noch nie fanden die Veränderungen in so kurzer Zeit statt. Blieb der Kohlendioxidgehalt der Luft über die vergangenen Jahrtausende praktisch konstant, so nahm er seit Beginn der Industrialisierung um einen Drittel zu. Noch nie seit Beginn des Holozäns vor 11'000 Jahren war es wärmer auf dem blauen Planeten. In der Schweiz verabschiedet sich die Feldlerche heute um sieben Tage später in ihr Winterquartier; Störche fliegen nicht mehr interkontinental bis nach Nigeria, sie bleiben in Spanien. Der Frühling beginnt, von Ausnahmen abgesehen, im Mittel um elf Tage früher, und die Klimagürtel wandern um sechs Kilometer pro Jahrzehnt in Richtung der Pole. Eine Anpassung des Erbgutes der Tiere in dieser kurzen Zeit ist unmöglich. Bei Arten, die nicht ausweichen können, überleben nur jene mit der vorteilhaftesten genetischen Konstellation. Alle anderen

müssen sich neue Lebens- und Bruträume suchen, in denen sie wieder die ursprünglichen Temperaturverhältnisse vorfinden. Den Zecken dürfte es in rund zwanzig Jahren nicht mehr passen bei uns, weil es zu trocken ist; sie werden dann weiter Richtung Skandinavien ziehen. Dafür finden sich bereits Algen aus den Tropen im Mittelmeer. In Deutschland wurde erstmals die kälteempfindliche Sandmücke nachgewiesen, Überträgerin der Leishmaniose, und im Kanton Thurgau vermehren sich die Wildschweine ungewöhnlich stark, weil die höheren Temperaturen ihr Nahrungsangebot verbessert.

Camille Parmesan hat festgestellt, dass rund die Hälfte aller Arten auf den Klimawandel reagiert. Das hält sie für eine „deutliche Antwort“ auf die Überhitzung der Erde. Diese Antwort wird bald noch deutlicher ausfallen, rechnet doch das UN-Intergovernmental Panel on Climate Change bis Ende des 21. Jahrhunderts mit einer weiteren Aufheizung. Um maximal 5,8 Grad wärmer soll es werden. Chris Thomas, Ökologe an der Universität Leeds, hat die Konsequenzen dieses Fiebers berechnet: Gemäss seiner Prognose werden von den tausend Arten, die er auf vier Kontinenten untersucht hat, 37 Prozent aussterben.