

Wie der Science-Citation-Index  
die Wissenschaft veränderte Seite 50

Das Funkspektrum  
wird effizienter ausgenutzt Seite 51

Warum der Mond zwei  
unterschiedliche Seiten hat Seite 51

Aussergewöhnliche Ratten  
schützen sich mit Pfeilgift Seite 51

# Auf dem Weg zu vitaleren Flüssen und Bächen

Das Wiederherstellen von natürlichen Lebensräumen in Gewässern führt nicht zwingend zu einer höheren Artenvielfalt

In der Schweiz werden in den kommenden Jahren viele Gewässer renaturiert. Damit dies auch die Artenvielfalt fördert, müssen die wiederhergestellten Abschnitte gut mit bereits intakten, artenreichen Lebensräumen vernetzt sein.

Lukas Denzler

Obwohl Seen, Flüsse und Sümpfe nur 0,3 Prozent der Erdoberfläche bedecken, ist die Biodiversität der Süsswasserökosysteme überdurchschnittlich hoch: Etwa 12 Prozent aller bekannten Tier- und Pflanzenarten leben dort. Die Binnengewässer gelten aber auch als die weltweit am stärksten gefährdeten Ökosysteme. Nach Einschätzung von Fachleuten dürfte dies auch für die Schweiz zutreffen. Hierzulande sind von den 65 000 Kilometern Fließgewässern nur noch gut die Hälfte in einem naturnahen Zustand. Circa 100 000 künstliche Hindernisse von mehr als einem halben Meter Höhe unterteilen die Flüsse in unzählige Abschnitte. Mehr als 90 Prozent der Gewässer sind durch die Wasserkraftnutzung beeinträchtigt. Die kostendeckende Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbaren Energien hat ausserdem zu einem Boom bei Kleinwasserkraftprojekten geführt.

## Boom bei Renaturierungen

Durch das Verbauen der Bäche und Flüsse sind die Lebensräume monoton geworden. Dies wirkt sich negativ auf die Artenvielfalt und die Besiedlungsdichte von Wasserlebewesen aus. Aus ökologischer Sicht besteht ein grosser Handlungsbedarf an Gewässerrenaturierungen. Mit der Anfang 2011 in Kraft getretenen Revision des Gewässerschutzgesetzes hat die Politik die Weichen hierzu gestellt (siehe Kasten). In den nächsten Jahren ist somit ein eigentlicher Renaturierungsboom absehbar. Wie aber soll man Gewässer renaturieren, damit dies wirklich zu einer Erhöhung der Artenvielfalt führt?

Vor einem Jahr sorgte eine in einer internationalen Fachzeitschrift erschienene Publikation für Aufsehen. Margaret Palmer von der Universität Maryland untersuchte darin den Erfolg von 78 Flussrenaturierungsprojekten. Ihre Bilanz fiel ernüchternd aus: In lediglich 2 der Fälle wirkten sich die Massnahmen positiv auf die Biodiversität aus. Eine andere, 2008 publizierte Studie analysierte 345 Projekte aus den USA, Kanada und Westeuropa, bei denen eine Erfolgskontrolle durchgeführt worden war. Diese Arbeit zeigte, dass vor allem jene Projekte erfolglos waren, bei denen eine nicht ausreichende oder stark schwankende Wasserführung, eine ungenügende Wasserqualität oder ein gestörter Geschiebehaushalt in der Planung nur ungenügend berücksichtigt worden waren. Erfolgreich waren hingegen insbesondere jene Projekte, in denen zuvor isolierte Habitate vernetzt worden waren.

## Vernetzte Flusssysteme

Nach der Meinung von Armin Peter von der Eawag in Kastanienbaum ist bei Renaturierungen in den letzten Jahren der Fokus zu oft einseitig auf die Habitatsvielfalt gelegt worden. Dazu zählen etwa Flussausweitungen, das Anlegen von Nebenarmen, eine naturnahe Ufergestaltung, eine Gewässersohle mit vielen kiesigen Stellen oder ein Wechsel von schnell und langsam fließenden Bereichen im Flussbett. Doch alleine dadurch erholt sich die Biodiversität nicht zwingend, sagt Peter. Entscheidend sei vielmehr, dass die renaturierten Abschnitte durch neue Organismen besiedelt werden können. Das gehe umso schneller, je



Die Korrektur der Rhone – im Bild der Fluss bei Sitten – soll ökologische Qualitätsverbesserungen bringen.

OLIVIER MAIRE / KEYSTONE

näher sich ein ökologisch intaktes, artenreiches Gebiet befinde. Voraussetzung für eine erfolgreiche Wiederbesiedlung ist folglich eine gute Vernetzung der renaturierten Flussabschnitte mit noch intakten Gebieten. Zudem beschränkten sich die Massnahmen zu oft auf das Hauptgewässer, sagt Peter. Gerade die ans Ufer anschliessenden Lebensräume wie etwa Auen seien aus ökologischer Sicht besonders wertvoll.

Eine der bisher grössten und am besten untersuchten Flussrenaturierungen der Schweiz erfolgte 2002 an der Thur. Auf einer Länge von rund 1500 Metern wurde unterhalb von Frauenfeld das Flussbett von 50 auf 100 Meter Breite ausgeweitet. Ein intensives Monitoring ergab, dass insbesondere die Uferbereiche ökologisch aufgewertet worden waren. Dank neuen Kiesbänken brütet hier beispielsweise seit 2003 regelmässig wieder der Flussregenpfeifer. Der seltene und stark gefährdete Vogel hatte zuvor während mehr als 150 Jahren nicht dort gebrütet. Und eine Untersuchung im Rahmen eines Studentenkurses der ETH Zürich im letzten Jahr zeigte, dass die Vielfalt an Kieselalgen und Insekten im renaturierten Abschnitt der Thur überdurchschnittlich gross war.

Bei den Fischen fällt die Bilanz allerdings weniger gut aus. Sechs Jahre nach Beendigung des Projektes konnten noch keine neuen Fischarten nachgewiesen werden. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass zwei Drittel der unteren 90 Kilometer der Thur immer noch sehr monoton sind. Die renaturierten Abschnitte liegen wie Inseln in der kanalisiertem Flusslandschaft. Bis sich hier neue Fischarten ansiedelten, könne es zehn oder mehr Jahre dauern, sagt Peter.

## Nach der Wasserqualität die ökologische Qualität

Bei dem Gewässerschutz in der Schweiz standen ab 1970 mit dem Bau von Kläranlagen die Wasserqualität und seit den 1990er Jahren das Problem der geringen Restwassermengen (Wasserquantität) im Vordergrund. Mit dem Anfang 2011 in Kraft getretenen revidierten Gewässerschutzgesetz kamen als dritter Pfeiler genügend Raum und eine bessere ökologische Qualität der Gewässer dazu.

Die Kantone werden damit verpflichtet, den Raum für Gewässer zu sichern, damit deren Funktion und der Hoch-

Wie das Beispiel des Liechtensteiner Binnenkanals zeigt, kann dies aber auch sehr schnell gehen, wenn ein entscheidendes Hindernis entfernt wird. Im Jahr 2000 wurde der Bereich der Mündung des Kanals in den Alpenrhein neu gestaltet, damit möglichst viele Fischarten wieder in den Binnenkanal gelangen konnten. Zu den bereits vorhandenen sechs Fischarten kamen so innerhalb von nur dreieinhalb Jahren zehn neue hinzu.

## Potenzial bei der Rhone

Auch bei vielen anderen Einmündungen von Seitengewässern in Hauptgewässer scheint es ein grosses Potenzial für Renaturierungen zu geben. So ergab eine an der ETH Lausanne durchgeführte Untersuchung bei 21 Einmündungen in die Rhone, dass alle bezüglich Lebensraumqualität und Durchgängigkeit für Fische grosse Defizite aufweisen. Mit Modellversuchen konnten die Forscher zeigen, dass eine Ausweitung der Mündungsbereiche zu einer deutlichen Verbesserung führen würde, ohne dass dabei eine nachteilige Wirkung auf die Hochwassersicherheit zu erwarten ist.

Die Vernetzung von Lebensräumen kann für bestimmte Arten allerdings auch zur Bedrohung werden. Denn mit der Vernetzung wird die Ausbreitung von invasiven Arten, Parasiten und Krankheiten begünstigt. Ein Beispiel dafür sind die drei einheimischen Krebsarten, die alle gefährdet sind. Ihr Rückgang wurde vor allem durch das Auftreten von gebietsfremden Krebsarten beschleunigt, die eine für die einheimischen Arten tödliche Krankheit übertragen.

Für das langfristige Überleben von Arten ist laut Experten ihre genetische

Vielfalt entscheidend, denn diese erhöht die Möglichkeiten zur Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen wie den Klimawandel oder neue Krankheiten. Lokale Ausprägungen von Arten spielen dabei eine wichtige Rolle, weil sie mit einer grossen genetischen Vielfalt einhergehen. Das Ziel von Renaturierungen sollten laut Jukka Jokela von der Eawag in Dübendorf deshalb Netzwerke von Populationen sein, die sich selber erhalten können. Denn in der Natur komme es immer wieder zu lokalem Artensterben, wie beispielsweise im Hitzesommer 2003, als viele Bäche austrockneten, sagt er. In naturnahen Ökosystemen überlebten jedoch mehr Individuen solche extremen Ereignisse. Von diesen Refugien finde dann eine Wiederbesiedlung statt.

Wissenschaftler der Eawag und der Forschungsanstalt WSL in Birmensdorf untersuchen derzeit die genetische Vielfalt von verschiedenen Organismen an der Sense. Die Sense gilt als einer der natürlichsten Flüsse der Schweiz und kann als Referenzgewässer angesehen werden. Untersuchungen laufen bei der Deutschen Tamariske, einem auf Kiesbänken wachsenden Strauch, sowie bei Heuschrecken, Eintagsfliegen, Bachflohkrebsen und Groppen, einer wenig mobilen Fischart. Sie sollen klären, wie die Populationen dieser sehr unterschiedlich mobilen Artengruppen entlang eines Flusses miteinander vernetzt sind. Aus den Ergebnissen erhoffen sich die Wissenschaftler wichtige Erkenntnisse, wie Renaturierungsmassnahmen und die Längsvernetzung von Gewässern zusammenspielen müssen, um möglichst ideale Voraussetzungen für eine langfristige Erhaltung der Biodiversität zu schaffen.

## Leben als rares Phänomen

Erde verleitet zu falschen Schlüssen

Christian Speicher · Die Entdeckung von extrasolaren Planeten hat die Diskussion um extraterrestrisches Leben neu entfacht. Zwar hat man bis heute noch keinen Planeten gefunden, der so lebensfreundlich wie die Erde ist. Dass es solche Planeten gibt, steht aber für die meisten Astronomen ausser Frage. Manche Forscher gehen sogar noch einen Schritt weiter. Sie halten es fast für zwingend, dass sich auf solchen Planeten Leben entwickelt. Sie verweisen dabei auf die Tatsache, dass das irdische Leben rasch entstanden ist, nachdem die entsprechenden Voraussetzungen gegeben waren. Damit sässen sie allerdings einem Trugschluss auf, behaupten nun zwei Astrophysiker der Princeton University in einem Online-Artikel, der bei den «Proceedings of the National Academy of Science» zur Veröffentlichung eingereicht ist.<sup>1</sup>

## Intelligenz braucht Zeit

Unsere Erde ist etwa 4,5 Milliarden Jahre alt. Um die Voraussetzung für Leben zu schaffen, musste sich die heisse Kugel aus Magma erst so weit abkühlen, dass Wasser in flüssiger Form existieren konnte. Das dauerte einige hundert Millionen Jahre. Wie viel Zeit von da an verging, bis sich die ersten Lebensformen auf der Erde entwickelten, ist unbekannt. Allzu lange kann es allerdings nicht gedauert haben, denn die ältesten Spuren von Leben sind 3,5 oder möglicherweise sogar 3,8 Milliarden Jahre alt. Daraus folgern manche Forscher, das Leben sei eine kosmische Notwendigkeit.

Dieses Argument lassen David Spiegel und Edwin Turner allerdings nicht gelten. Ihr Einwand lautet: Da es mindestens 3,5 Milliarden Jahre gedauert hat, bis sich aus den ersten Lebensformen intelligentes Leben entwickelte, muss das Leben auf der Erde früh entstanden sein. Sonst wären wir heute gar nicht da. Das Beispiel der Erde führt also zu einer Verzerrung, die man bei einer korrekten Berechnung berücksichtigen muss.

Die Forscher griffen für ihre Analyse auf das Theorem von Bayes zurück. Diese Art der Analyse habe den Vorteil, dass sie erkennen lasse, wie empfindlich ein Ergebnis von impliziten Annahmen abhängt, die in die Berechnung einfließen, sagt Charley Lineweaver von der Australian National University, der in der Vergangenheit selbst Berechnungen zur Häufigkeit des Lebens im Universum angestellt hat.

Eine entscheidende Grösse ist die Wahrscheinlichkeit, mit der Leben in einem bestimmten Zeitintervall entsteht. Da man diese Rate nicht kennt, ist man auf A-priori-Annahmen angewiesen. Wie diese zu wählen sind, dafür gibt es laut Lineweaver leider kein Patentrezept. Wie Spiegel und Turner jedoch zeigen konnten, kann es passieren, dass durch die A-priori-Annahme das Ergebnis vorweggenommen wird. So führt die unverdächtige Annahme, dass die Entstehung des Lebens in einer Milliarde Jahre zehnmal wahrscheinlicher ist als in 100 Millionen Jahren, mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem belebten Universum – und zwar unabhängig davon, wie schnell das Leben auf der Erde entstanden ist und in welchem Zeitraum es sich entwickelt hat. Diese mangelnde Sensitivität bezüglich der Daten begrenzt den Aussagewert der Analyse.

Anders sieht das aus, wenn man keine Zeitskala bevorzugt. In diesem Fall hängt das Ergebnis sehr wohl von den Input-Daten ab. Indem die Forscher optimistische und weniger optimistische Szenarien durchspielten, kamen sie zu dem Schluss, dass das Leben im Universum durchaus rar sein könnte, obwohl es auf der Erde relativ rasch entstanden ist.

<sup>1</sup> <http://arxiv.org/abs/1107.3835>