

Warum Biodiversitätsschutz heute sinnvoll und dringlich ist

– Der Wert und die Bedeutung der biologischen Vielfalt für uns Menschen

Prof. Dr. Marco Thines

Biodiversität und Klima Forschungszentrum (BiK-F), LOEWE Schwerpunkt für Integrative Pilzforschung (IPF), Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung und Goethe Universität Frankfurt am Main, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main

Biodiversität und ihre Entwicklung

Seit dem Massensterben an der Perm-Trias Grenze vor rund 240 Millionen Jahren stieg die Biodiversität bis vor kurzem stetig an. Warum ist dies der Fall? Ein wichtiger Grund ist, dass Biodiversität neue Diversität hervorbringt. Das heißt, vorhandene Arten schaffen ökologische Nischen für andere Arten. Dies bedeutet jedoch auch, dass natürliche Ökosysteme hochgradig komplex sind und die Arten in einem Ökosystem auf zahlreichen Wegen miteinander verknüpft sind. Dies lässt sich am Beispiel der Eiche veranschaulichen. Die Eiche schafft den Lebensraum für die Eichenmistel, die auf der Eiche parasitiert. Die Früchte der Mistel sind aber eine wichtige Nahrungsgrundlage für die Misteldrossel. Die Misteldrossel beherbergt spezialisierte Fadenwürmer, welche wiederum mit symbiontischen Bakterien zusammen leben. Ein weiteres Beispiel ist der Eichenzunderschwamm, für den die Eiche den Lebensraum stellt und der durch die Bildung von Mulmhöhlen Lebensraum für den Juchtenkäfer schafft, der wiederum in seinem Darm symbiontische Protisten und Bakterien enthält, die ein ganz eigenes Ökosystem darstellen. Biodiversität kann sich also durch die Interaktion verschiedener Organismen, ausgehend von einzelnen Arten, wie ein Fächer ausbreiten. Die Zusammenhänge sind dabei weitaus komplexer als bloße Räuber-Beute Beziehungen, sondern verflechten sich auf den unterschiedlichsten Ebenen, von der Veränderung physikalischer und chemischer Parameter bis hin zu voneinander abhängigen Symbiosepartnern. Die positive Rückkopplung, dass Biodiversität Biodiversität hervorbringt, findet sich auf allen Hierarchieebenen der Biodiversität – der Vielfalt der Gene, der Taxa, der Wechselwirkungen, der Ökosysteme, sowie der Ökosystemfunktionen und –dienstleistungen. Biodiversität ist hierbei in gewisser Hinsicht fraktal. Die Diversität der Taxa ist der am leichtesten erfassbare Parameter ist daher von zentraler Bedeutung, stellvertretend für die Erfassung der übrigen Ebenen.

Bislang sind weltweit rund 1,7 Millionen Arten beschrieben, mehr als die Hälfte davon sind Insekten. Konservative Schätzungen gehen jedoch davon aus, dass auf der Erde rund 10 Millionen Arten vorkommen, was bedeutet, dass rund 80 % der vorhandenen Arten der Wissenschaft noch unbekannt sind. Allerdings sind es nicht die Wirbeltiere und Blütenpflanzen, bei denen noch mit zahlreichen Artneuentdeckungen zu rechnen ist – hier sind vermutlich mehr als 90 % der Arten bereits erkannt. Insbesondere bei Insekten und Pilzen ist jedoch nur die Spitze des Eisberges der Artenvielfalt bekannt; Schätzungen gehen davon aus, dass in diesen Gruppen rund 90 % der Arten noch nicht bekannt sind. Für die Pilze bedeutet dies rund 1 Million unbekannte Arten.

Biodiversität und globaler Wandel

Diese Artenvielfalt – und damit die Biodiversität im Allgemeinen – ist jedoch bedroht. Jüngste Studien zeigen, dass die Menschheit im Bereich des Klimawandels, des Stickstoffkreislaufes und insbesondere beim Biodiversitätsverlust den Rahmen verlässt, innerhalb dessen sie sich ohne schwerwiegende Auswirkungen bewegen kann. Die Weltnaturschutzorganisation gibt an, dass rund 39 % der erfassten Arten als bedroht einzustufen sind. Zudem sind rund 75 % aller kultivierten Pflanzenvarietäten seit dem 19. Jahrhundert ausgestorben. Die Aussterberate erhöht sich im Industriezeitalter kontinuierlich, in diesem Jahrzehnt beträgt sie nach konservativen Schätzungen bis zu 100 Arten am Tag. Jedoch für nur rund 840 Tier- und Pflanzenarten konnte dieses Aussterben tatsächlich erfasst und dokumentiert werden, die meisten Arten gehen also verloren, ohne das davon Notiz genommen wird. Ein großes Problem ist, dass nicht nur die Neubeschreibung von Arten weit hinter dem Aussterben von Arten zurückbleibt, auch die regelmäßige Erfassung der bereits beschriebenen Arten erfolgt nur für einen Bruchteil der Arten, so dass Aussterbeereignisse über Jahrzehnte hinweg unbemerkt bleiben können.

Die Ursachen des Biodiversitätsverlustes

Die wichtigste Ursache des Biodiversitätsverlustes ist der Landnutzungswandel in den vergangenen 100 Jahren. Immer noch gehen jährlich rund 130 000 km² Primärwald verloren – das entspricht ungefähr sechsmal der Fläche Hessens. Doch auch in Hessen ist durch die Flurbereinigung in der Nachkriegszeit, den vermehrten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und die zunehmende Industrialisierung der heimischen Landwirtschaft ein weiterer Biodiversitätsverlust in den vergangenen Jahrzehnten zu verzeichnen gewesen. Neben dem Landnutzungswandel haben auch der Klimawandel und die Stickstoff-Überdüngung gravierende Auswirkungen auf die Biodiversität. Durch die Überdüngung von Wiesen und Triften ist die primäre Konkurrenz nicht mehr auf verschiedene Faktoren verteilt, sondern einzelne treten hervor, wie zum Beispiel die Lichtkonkurrenz, die stark durch die Wachstumsfähigkeit beeinflusst wird. Dadurch verringert sich die Zahl der differenzierten ökologischen Nischen und die Artenvielfalt nimmt ab. Weitere Faktoren, die zu einem Biodiversitätsverlust beitragen, sind invasive Arten, der CO₂-Anstieg, sowie der Eintrag von Schadstoffen und Xenobiotika (beispielsweise Medikamentenkatabolite, Pflanzenschutzmittel). Durch diese Einflüsse ist jedoch nicht nur die Vielfalt der Arten bedroht, sondern auch die genetische Diversität von Arten, welche jedoch für die Anpassungsfähigkeit derselben von größter Bedeutung ist.

Warum brauchen wir Biodiversität?

Man kann sich natürlich fragen, wozu Biodiversität überhaupt benötigt wird, und ob diese schützenswert ist. Die Vielfalt der Arten führt letztlich über die Vielfalt der Ökosysteme auch zur Vielfalt der Funktionen und Leistungen von Ökosystemen. Biodiversität ist somit wichtig für die Aufrechterhaltung von Prozessen – funktionierende Ökosysteme halten beispielsweise den Nährstoffkreislauf aufrecht und sorgen für Bodenbildung. Intakte Ökosysteme liefern zudem auch Nahrung, Wasser, Fasern und Holz. Sie regulieren das Klima, schützen vor Erosion, Überflutungen und das übermäßige Auftreten von Vektoren und damit den Krankheiten, die diese übertragen.

Ökosysteme haben aber auch eine kulturelle Bedeutung, sind wichtig für das ästhetische Empfinden, die Erholung und das Gefühl, in einer Landschaft zu Hause zu sein. Dabei sind auch extensive Kulturlandschaften wertvoll und schützenswert. Ein monetärer Wert von Ökosystemfunktionen ist nur schwer zu ermitteln, nahezu unmöglich wird dies bei der monetären Bewertung von Ökosystemen oder gar Arten. Schätzungen, die davon ausgehen, dass die Ökosysteme der Erde Funktionen im Wert von mehr als 30 Billionen Euro hervorbringen sind daher höchstens als untere Grenze anzusehen, da die meisten Funktionen aufgrund ihrer Komplexität und Subjektivität (z.B. die kulturelle Bedeutung) nicht beziffert werden können.

Ein Blick in die Erdgeschichte zeigt, dass die biogeochemischen Kreisläufe sich nach Massensterben nach rund einer Million Jahre wieder eingependelt haben. Bis sich wieder stabile Ökosysteme ausgebildet hatten und die Diversität sich erholt hatte, dauerte es jedoch mindestens weitere vier Millionen Jahre. Stabile Ökosysteme leisten unter anderem einen wichtigen Beitrag zur Regulierung des Klimas. Während die Abholzung des gesamten Regenwaldes im Kongobecken vermutlich zwar lokal drastische Klimaveränderungen zur Folge hätte, würde sich dies global vermutlich kaum auswirken. Simulationen zeigen aber, dass, wenn eine bestimmte Menge an Abholzung überschritten würde, es plötzlich weltweit zu starken Klimaveränderungen kommen könnte. Je stabiler ein Ökosystem ist, desto mehr können störende Einflüsse abgepuffert werden. Dies ist jedoch nur bis zu einem gewissen Punkt möglich. Wird dieser Umschlagpunkt überschritten, kommt es plötzlich zu drastischen Veränderungen, die nicht wieder direkt rückgängig gemacht werden können. Damit der Puffer von Ökosystemen besonders hoch ist, ist eine funktionelle Redundanz nötig, das heißt einzelne Ökosystemfunktionen werden nicht nur von einer, sondern von mehreren Arten mit ähnlicher ökologischer Nische erbracht, die aber auf unterschiedliche äußere Einflüsse unterschiedlich reagieren. Ein Beispiel für einen anthropogen bedingten Verlust an Redundanz ist die Einführung der Honigbiene. Durch ihren massiven Einsatz sind wilde heimische Großbienen einem Konkurrenzdruck ausgesetzt, der ihre Populationen kleiner hält. Wenn die Populationen der Honigbiene durch Krankheiten und Parasiten gefährdet ist, ist somit gleichzeitig die in natürlichen und menschengemachten Ökosystemen wichtige Bestäuberfunktion gefährdet, mit schwer abschätzbaren ökologischen und wirtschaftlichen Folgen. Eine gewisse funktionelle Redundanz ist daher für die Stabilität von Ökosystemen von grundlegender Bedeutung; auch Ökosysteme, die scheinbar noch gut funktionieren, können bereits kurz vor dem Umkippen sein. Ein Warnzeichen dafür kann das massenhafte Auftreten einzelner Arten sein und der deutliche Rückgang anderer Arten mit ähnlicher ökologischer Nische.

Es ist unklar, welche Umbrüche auf den Menschen bei zunehmendem Biodiversitätsverlust zukommen werden, da das Systemverhalten meist nur unzureichend bekannt ist, der reale Biodiversitätsverlust unklar ist und auch die tatsächliche Artenvielfalt nur abgeschätzt werden kann. Was jedoch sicher scheint, ist, dass Ökosystemleistungen zurückgehen und zumindest lokal verloren gehen werden. Die Folgekosten werden vermutlich hoch und die Konsequenzen langandauernd sein, wenn die Umschlagpunkte von natürlichen und bewirtschafteten Ökosystemen überschritten werden.

Ein großes Problem ist, dass durch mangelnde Kenntnis der in Ökosystemen vorhandenen Arten, diese nur unzureichend charakterisiert und bewertet werden können. Jährlich werden nur rund 10 000 Arten neu entdeckt, im Gegenzug werden jedoch vermutlich 30 000 bis 40 000 Arten aussterben. Dies bedeutet, dass bei weiter fortschreitendem Artenverlust etwa die Hälfte aller Arten aussterben könnte, bevor sie überhaupt entdeckt werden. Doch selbst diese Hälfte der Arten zu beschreiben

dauert bei Beibehaltung der derzeitigen Artentdeckungsrate noch Jahrhunderte, bei dem derzeit gleichzeitig voranschreitenden Verlust von Spezialisten für verschiedenste Artengruppen möglicherweise noch deutlich länger. Doch zugleich kann jede einzelne Art einen möglichen Nutzen für die Menschheit haben. Als Beispiel dafür mögen die magenbrütenden Kröten dienen, die bis vor knapp 30 Jahren im Osten Australiens beheimatet waren. Zwei Arten lebten dort mit relativ kleinen Verbreitungsgebieten. Eine der beiden Arten wurde etwa zehn Jahre nach ihrer Entdeckung als ausgestorben klassifiziert, die andere nur rund ein Jahr nach ihrer Erstbeschreibung. Das Interessante an diesen Arten ist, dass die Kaulquappen und Jungfrösche der Kröte ein Sekret absonderten, das die Magensäureproduktion hemmt und somit das Magenbrüten erst ermöglicht. Durch eine eingehende Erforschung dieses Phänomens hätten unter Umständen schonende Medikamente für die Behandlung von Magengeschwüren entwickelt werden können. Jede der zahlreichen Arten, die Tag für Tag aussterben, ist potenziell für den Menschen oder die Stabilität seines Ökosystems bedeutend, gleich, ob es sich um ein Bakterium, einen Pilz, eine Pflanze, ein Tier oder eine andere Lebensform handelt.

Das Problem der ungenügenden Kenntnis der Biodiversität auf der Ebene der Artenvielfalt besteht auch in Hessen. Zwar sind dort vermutlich nur sehr wenige neue Wirbeltiere, Gefäßpflanzen und Großinsekten zu entdecken, bei den Kleininsekten wird es aber mit Sicherheit noch zahlreiche Neuentdeckungen geben können und insbesondere bei den Pilzen und Einzellern sind vermutlich noch weit mehr Arten neu zu finden als bislang beschrieben wurden. Diese unbekannte Diversität zu schützen ist schwierig, obgleich insbesondere Pilze ein großes Potenzial für Nutzung bieten und Ökosysteme so sehr formen, wie kaum eine andere Organismengruppe. Daher sollen diese im Folgenden als ein Beispiel für die Bedeutung und Nutzung der Artenvielfalt erörtert werden.

Pilze sind nicht nur in Ökosystemen als Destruenten von Bedeutung, also als Organismen, die totes organisches Material abbauen, sie sind auch aus zahlreichen Bereichen des täglichen Lebens nicht wegzudenken. Sie werden nicht nur Lebensmittel gegessen, sondern dienen auch der Produktion von Lebensmitteln, wie zum Beispiel Brot, Käse, Wurst, Bier und Wein. Auch in der Medizin haben sie eine große Bedeutung, als Produzenten von Antibiotika (z.B. Penicillin), Immunsuppressoren (z.B. das in der Transplantationsmedizin benötigte Cyclosporin) und anderen Wirkstoffen (z.B. Ergotalkaloide). Ebenso werden sie in der Biotechnologie genutzt, z.B. als Produzenten von Enzymen, Zitronensäure, Bioethanol und Aromastoffen. Zahlreiche weitere Anwendungsfelder werden derzeit erschlossen, z.B. für die Herstellung von Oberflächenbeschichtungen, Biokunststoffen, Pigmenten und essentiellen Fettsäuren. Für diese zahlreichen Anwendungen wird jedoch bisher nur ein kleiner Bruchteil der bekannten Arten genutzt und es ist kaum abzusehen, welche Nutzungsmöglichkeiten noch in den zahlreichen unentdeckten Arten schlummern. Wie hoch die Artenvielfalt bei Pilzen ist, zeigt sich am Beispiel der Wurzelendophyten. Aus Wurzeln des Durchwachsenblättrigen Täschelkrautes (*Microthlaspi perfoliatum*) wurden in einem laufenden Projekt mehr als 500 morphologisch unterschiedliche Pilze isoliert. Im Nationalpark Kellerwald-Edersee gibt es rund 550 Gefäßpflanzenarten, aber vermutlich mehr als 3000 Pilzarten, von denen bislang nur rund 600 erfasst worden sind. Allein an der Rotbuche gibt es 22 artspezifische Mykorrhizapilze und neun substratspezifische Pilzarten. Pilze schaffen, wie eingangs erwähnt auch Lebensräume für andere Arten, so zum Beispiel der seltene Buchen-Stachelbart (*Hericium coralloides*), der gefährdete Mosaik-Schichtpilz (*Xylobolus frustulatus*), der in Eichen Großhöhlen bildet, die Hirschkäfer und Fledermäuse benötigen, oder der kritisch bedrohte Eichen-Zungenporling (*Buglossoporus quercinus*), der ebenfalls Mulmhöhlen bildet.

Die Ausbildung von Artenvielfalt in Ökosystemen braucht jedoch Zeit, so benötigt beispielsweise der Mosaik-Schichtpilz Jahrhunderte alte Eichen, um Mulmhöhlen ausbilden zu können, die zahlreichen weiteren Tier- und Pilzarten als Lebensraum dienen. Bis sich eine Klimaxgesellschaft ausgebildet, in der ein Maximum an Artenvielfalt vorhanden ist, können daher Jahrhunderte vergehen. Aber auch nach der Umstellung von intensiver auf extensive Nutzung in bewirtschafteten Ökosystemen kann es Jahrzehnte dauern, bis die Artenvielfalt und damit die ökologische Redundanz ein Optimum erreicht hat.

Wie kann man Biodiversität erhalten und was sollte man schützen?

Aus den obigen Ausführungen lassen sich eine Reihe von Empfehlungen für den Biodiversitätsschutz ableiten.

1. **Forschung ist nötig, auch zum Artenreichtum.** Blütenpflanzen und Wirbeltiere sind aus historischen Gründen sehr gut erforscht, Pilze, Einzeller, Kleininsekten und andere Bodenbewohner weitgehend unbekannt, trotz ihrer immensen Bedeutung für Ökosysteme. Hier bestehen riesige Wissenslücken, das Aussterben schreitet weit schneller voran als die Erfassung und Beschreibung

2. **Die Nutzung von Natur muss kosten** (und Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität müssen gefördert werden). Wenn in stabile Klimaxgesellschaften (sowohl bei extensiv genutzten Flächen wie auch in natürlichen Ökosystemen) verändernde Eingriffe vorgenommen werden sollen, müssen adäquate Ausgleichsmittel zur Verfügung gestellt werden. Die Extensivierung und aktive Maßnahmen zur Förderung artenreicher Lebensräume muss gefördert werden, z.B. um eventuelle Einkunftsverluste von Landwirten aufzufangen.

3. **No-regret-Strategien:** Klimaxgesellschaften (auch anthropogen beeinflusste) schützen, echten Wald erhalten, Forst wo unwirtschaftlich aus der Nutzung nehmen. Ausgleichsflächen bei Bauprojekten sind gut müssen aber nachhaltig sein – es dauert mitunter Jahrhunderte, bis ein Ökosystem in seiner Klimax angekommen ist. Eine Fledermaus oder eine Vogelart kann man mit Behelfsunterkünften unter Umständen schnell wieder ansiedeln. Bei einem Hirschkäfer dauert dies mitunter Jahrhunderte. Einen Bannwald kann man also nicht einfach umsetzen.

3. **Konzentration auf besondere Habitate, Schlüsselarten für die Ökosystemfunktion** und das, was es so nur vor Ort gibt (nicht auf seltene Arten mit hoher ökologischer Redundanz, die anderswo ihr Optimum haben).

4. **Bewusstseinschaffung für den Wert der Biodiversität**, insbesondere für die Ökosystembildung und damit der Bedeutung von in der Öffentlichkeit wenig beachtete Gruppen (z.B. Pilze, Einzeller und Bodenbewohner). Dies reicht von (vor-)schulischer Wissensvermittlung bis hin zu Informationstafeln an Naturschutzgebieten.

Die obigen Maßnahmen könnten dabei helfen, eine biodiverse und lebenswerte Umwelt für kommende Generationen zu schaffen und zu erhalten.