



# Bilanz im Biotop

Artenvielfalt bringt zahlreiche ökologische Vorteile. In groß angelegten Feldversuchen erforschen **Gerd Gleixner** und **Ernst-Detlef Schulze**, Wissenschaftler am **Max-Planck-Institut für Biogeochemie** in Jena, die Biodiversität in Wiesen und Wäldern sowie deren Auswirkungen auf die Ökosysteme und den Kohlenstoffhaushalt der Erde. In ihren Studien kommen die Forscher auch zu überraschenden Erkenntnissen darüber, was dem Artenschutz wirklich dient.

TEXT **CATARINA PIETSCHMANN**



**G**räser und Blüten, so weit das Auge reicht. Farbige Holzpflocke sprenkeln das Bild, grenzen kleine und große Parzellen gegeneinander ab. Manche werden aus der Vogelperspektive von Wärmebildkameras beäugt.

Über 16 Hektar erstreckt sich das Jena-Experiment am Stadtrand, nordöstlich von der Saale gesäumt. Dahinter steigen Hügel an, teils bewaldet und vereinzelt wie betupft mit Streuobstwiesen. Kein Wölkchen ist in der Mittagshitze am Himmel zu sehen – der perfekte Tag also für Experimente mit Kohlendioxid, das mit dem schweren Kohlenstoffisotop  $^{13}\text{C}$  markiert ist. „Nur wenn es richtig sonnig ist, läuft die Photosynthese auf vollen Touren, und die Pflanzen verstoffwechseln sehr

rasch das markierte Gas“, erläutert Gerd Gleixner. Er leitet die Arbeitsgruppe Molekulare Biogeochemie am Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena und will wissen, wie sich das Zusammenspiel von verschiedenen Arten der Flora und Fauna auf die Funktionstüchtigkeit von Ökosystemen auswirkt. Und ob eine erhöhte Diversität sich verändernde und extreme Umweltbedingungen besser abpuffern könnte.

Am hinteren Wiesenrand hocken etwa 20 Studenten und Wissenschaftler, mit Strohhüten vor der prallen Sonne geschützt, bodennah auf Kunststoffschemeln. Auf kleinen Wiesenquadraten liegen Metallrahmen, darauf würfelförmige Plexiglasglocken, über die das markierte Kohlendioxid für 30 Minuten auf die grünen Probanden ein-

strömt. Nach einem bestimmten Zeitplan schneiden die Forscher Gräser und Kräuter, Halm für Halm, aus den Versuchsquadraten und legen sie, nach Arten getrennt, auf farbige Tablettts. Im Labor werden sie später analysieren, wie schnell und in welche Pflanzenteile genau das besondere  $\text{CO}_2$  als Zuckerbaustein eingearbeitet wurde.

Andere Studenten haben es auf den Wurzelbereich abgesehen und löffeln ihre Quadrate bei der Entnahme von Boden- und Wurzelproben wie

strömt. Nach einem bestimmten Zeitplan schneiden die Forscher Gräser und Kräuter, Halm für Halm, aus den Versuchsquadraten und legen sie, nach Arten getrennt, auf farbige Tablettts. Im Labor werden sie später analysieren, wie schnell und in welche Pflanzenteile genau das besondere  $\text{CO}_2$  als Zuckerbaustein eingearbeitet wurde.



Markus Lange (links) und Gerd Gleixner analysieren die organischen Stoffe, die im Bodenwasser enthalten sind und viel über Prozesse in einem Ökosystem verraten. Das Wasser sammelt sich in Flaschen, in denen ein Unterdruck herrscht. Die Behälter stehen in einer im Boden eingelassenen Wanne.

einen Schweizer Käse. Unter Sonnendächern am anderen Ende der Wiese sieben sie zunächst die Erde aus. Ebenso wie das sauber gewaschene Wurzelwerk wird sie für die Analyse in Probenbeutel eingetütet.

Zwölf Jahre läuft das Jena-Experiment nun schon. 2003, als die 20 mal 20 Meter großen Experimentierflächen angelegt wurden, gab es hier nichts außer einem Acker, den die Uni Jena pachtete. Die Max-Planck-Gesellschaft kaufte aus zentralen Mitteln das Saatgut, und dann ging's los. 64 für die Saaleaue typische Arten aus vier großen Pflanzengruppen wurden ausgesät: Gräser, kleine Kräuter, große Kräuter und Leguminosen. Darunter so verbreitete wie Löwenzahn, Wiesenglockenblume, Gänseblümchen, Margerite, Hahnenfuß, Rotklee, Luzerne, Skabiose und Spitzwegerich. Jeweils als Monokultur und in Kombination von 2, 4, 8, 16, 32 und zuletzt allen 64 Arten. Und das Ganze jeweils dreimal, quasi in Blockstreifen parallel zur Saale, um

die Entfernung zum Fluss und daraus resultierende Bodenunterschiede statistisch auszugleichen.

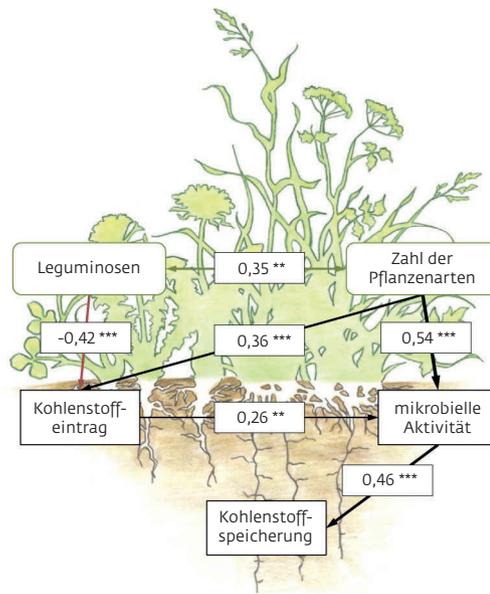
### DAS „WER MIT WEM“ DES ÖKO SYSTEMS

Nur in der Mitte der Wiese, auf dem *bare ground*, durfte und darf bis heute nichts sprießen. Anfangs wurden dort sogar die Regenwürmer vertrieben – mit Elektroschocks. „Wenn wir die Kohlenstoffspeicherung im Boden untersuchen wollen, müssen wir auch wissen, wie dieser sich ganz ohne Vegetation verhält“, sagt Gleixner. Sich selbst überlassene Flächen, auf denen sich entspannt ausbreiten darf, was auch immer heranweht oder wuchert, bilden das andere Extrem. Diese Vergleichsflächen verwildern und beginnen bereits zu verwalden.

Um das Experiment am Laufen zu halten, werden die Parzellen, auf denen gesät wurde, zweimal im Jahr geschnitten und zweimal von einer Heerschar

von Studenten gejätet. Die Helfer rupfen jedes Pflänzchen aus, das nicht zu den exklusiven 64 gehört. Ansonsten sind die 480 Versuchsquadrate sich selbst (und den Forschern) überlassen. Neben Arbeitsgruppen der Universität Jena und der Max-Planck-Gesellschaft gehen hier Wissenschaftler vieler anderer deutscher Institute sowie Schweizer und Niederländer im Rahmen einer DFG-Forschergruppe ihren Fragen an das „System Wiese“ nach. Botaniker, Insektenkundler, Mikrobiologen, Hydrologen und andere Spezialisten nutzen die Fläche gemeinsam, um das „Who's who“ und „Wer mit wem“ des Ökosystems zu verstehen – oberirdisch wie im Boden darunter.

Gleixner ist Biogeochemiker und vorrangig an Letzterem interessiert. Sein Team zapft unter anderem Bodenwasser- und Gasproben ab, die über feine Schläuche aus dem Erdreich in eingelassene Flaschen sickern. Im Labor extrahieren die Forscher daraus die organische Fraktion, ein Sammelsurium aus



Wie beeinflussen sich verschiedene Eigenschaften eines Ökosystems? Welche Auswirkungen hat dies auf die im Boden gespeicherte Kohlenstoffmenge? Schwarze Pfeile stehen für einen positiven Einfluss, der rote für einen negativen. Je näher der Betrag der Zahl auf einem Pfeil an 1 liegt, desto größer der Einfluss; und je mehr Sterne eine Zahl trägt, desto aussagekräftiger ist sie. Eine hohe Zahl von Pflanzenarten steigert also die mikrobielle Aktivität im Boden und gleichzeitig die Kohlenstoffspeicherung. Daher vermuten die Forscher, dass Mikroorganismen im Boden die Kohlenstoffspeicherung bewirken.

vielen kleinen Molekülsorten. „Das ist quasi der Fingerabdruck des Ökosystems“, sagt Gleixner. Pflanzen, Mikroorganismen, Würmer und was sonst im Boden krecht, hat lebend und posthum Spuren darin hinterlassen, und Gleixners Team versucht diese zu lesen.

Geräte für die verschiedenen Arten der Chromatografie, Massenspektrometer und andere Hightech-Apparate füllen eine ganze Institutshalle. Hier werden die Molekülcocktails immer feiner aufgetrennt und analysiert. Langkettige Kohlenwasserstoffe etwa stammen meist aus Blattwachsen, kurzkettige von Mikroorganismen. „Wir kennen längst nicht jedes Signal. Aber wir nehmen alle Informationen zusammen, vergleichen Ökosysteme und schauen, ob wir in gleichen Systemen auch dieselben Marker wiederfinden“, erklärt Gleixner.

Zwecks Vergleichs von Ökosystemen reisen seine Mitarbeiter schon mal bis nach Sibirien, Tibet oder Patagonien.

### BEI HOHER VIelfALT WIRD MEHR KOHLENSTOFF GESPEICHERT

Seit Längerem wissen die Forscher, dass mit steigender Diversität der Pflanzen auch die Biomasse auf einem Fleckchen Erde zunimmt – und das ganz ohne Dünger! Diese künstliche Nahrungsergänzung wird offenbar überschätzt. „Das meiste wird in der Landwirtschaft im Frühjahr ausgebracht, vom Regen ausgewaschen und kommt den kleinen Pflänzchen gar nicht zuge“, sagt Gleixner.

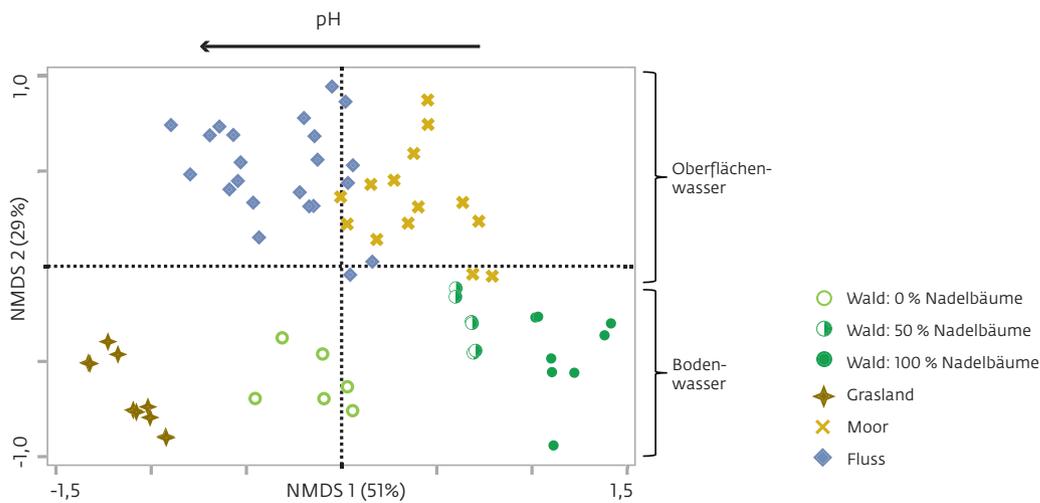
Viel erstaunlicher ist jedoch, dass der Boden bei höherer Vielfalt auch vermehrt Kohlenstoff und Stickstoff

speichert. Gleixner fragt sich: Wo kommt das alles her? Welche Rolle spielen die Mikroorganismen dabei, und welche sind da überhaupt am Werk? Sind es einzelne Gruppen, oder gibt es einen Community-Effekt? Dazu analysiert er neben der chemischen Struktur des Bodens auch die DNA und RNA ihrer winzigen Bewohner. Demnach liefern artenreiche Wiesen den Bodenorganismen mehr Nährstoffe und steigern so Produktivität und genetische Vielfalt der mikrobiellen Gemeinschaft. „Bodenorganismen sind uneigennützig Kommunisten. Sie teilen einfach alles – vom Futter bis zum eigenen Erbgut. Die Population ist dadurch ständig im Wandel und baut jeglichen Kohlenstoff im Boden ab, meist zu Kohlendioxid und, wo wenig Sauerstoff ist, zu Methan.“ >

Gerd Gleixner (links) und seine Kollegen untersuchen unter anderem die Menge des im Boden gespeicherten Kohlenstoffs. Dazu nehmen sie Boden- und Pflanzenproben, um zu sehen, wo genau und wie viel markiertes CO<sub>2</sub> die Pflanzen verarbeitet haben. Auf dem Metallrahmen (Mitte) saß zuvor eine Plexiglasglocke, über die das markierte Kohlendioxid auf die Pflänzchen einströmte.

Grafik: NATURE COMMUNICATIONS; Fotos: Anna Schroll (unten links und rechts), Catarina Pietschmann (unten Mitte)





Oben: Die molekularen Fingerabdrücke verschiedener Ökosysteme im Wasser: In einem weltweiten Projekt wurden Tausende organische Substanzen im Oberflächen- oder Bodenwasser mit ultrahochoflösender Massenspektrometrie untersucht. So ergeben sich NMDS-Werte (nicht-metrische multidimensionale Skalierung), die als Fingerabdrücke von Ökosystemen dienen. Die horizontale Achse (NMDS 1) erklärt dabei 51 Prozent und die vertikale Achse (NMDS 2) 29 Prozent der Unterschiede im Datensatz. Die Substanzen aus Wasser von Nadel-, Laub- und Mischwäldern sowie von Grasland, Mooren und Flüssen lassen sich so unterscheiden. Wichtiger Faktor ist dabei der pH-Wert des Bodens.

Unten: Mit einem  $^{14}\text{C}$ -Beschleuniger-Massenspektrometer analysiert Martin Göbel den Gehalt des radioaktiven Kohlenstoffisotops  $^{14}\text{C}$  in Bodenproben. Da dessen Konzentration mit steigendem Alter des Materials sinkt, geben die Untersuchungen Aufschluss über Umsatz und Herkunft des Kohlenstoffs im Boden.

Selbst Schadstoffe werden von den Mikroben auf diese Weise geknackt und unschädlich gemacht. Das ist essenziell für sauberes Trinkwasser. Aber auch ein Teil der Wiesengemeinschaft profitiert davon, wie die  $^{13}\text{C}$ -Analysen des Grünschnitts ergaben. „Bodennahe Pflanzen wie Wegeriche, deren breite, fleischige Blätter fast auf der Erde liegen, verarbeiten vorrangig das  $\text{CO}_2$ , das aus dem Boden diffundiert, und binden es wieder.“ In ihnen fanden die Forscher deshalb nur sehr wenig des schweren Kohlenstoffs  $^{13}\text{C}$ . „Obergräser dagegen atmen fast ausschließlich ein, was in der Luft ist.“

Gingen die Forscher anfangs davon aus, dass die Stoffflüsse einer Wiese ideal sind, wenn einzelne Vertreter der

vier großen Pflanzengruppen darauf vereint sind, sehen sie heute: Es kommt viel mehr darauf an, dass in einem Ökosystem Pflanzen mit verschiedenen Eigenschaften vertreten sind – die Wahrscheinlichkeit für eine gedeihliche Mischung steigt dabei mit der Zahl der Arten. Der Zusammenhang wird in sogenannten Trait-Based-Experimenten untersucht, für das Pflanzen nach zwei primären Eigenschaften gezielt gemixt wurden.

Zum einen nach dem zeitlichen Verlauf ihres Wachstums, zum anderen nach der Form ihrer Wurzelbildung. „Gräser wachsen im Frühjahr am schnellsten, während Leguminosen auch im Herbst noch krautig wachsen“, erklärt Gleixner. Eine gute Mischung früher und später Arten ergibt, über das Jahr gesehen, den besten Ertrag. Multi-spektralkameras, die einzelne Versuchsfelder täglich bei unterschiedlichen Wellenlängen aufnehmen, dokumentieren das Wachstum von Einzelpflanzen sowie ihren Gehalt an Chlorophyll und anderen Farbstoffen. Und was die Wurzelbildung angeht: Sind Flach- und Tiefwurzler gut gemischt, können sie die Nährstoffe im Boden optimal ausnutzen. Was auf die Wurzeln zutrifft, gilt ebenso für Blatt und Blüte: Hoch und niedrig, breit und schmal – je vielfältiger der Mix, desto besser werden die Ressourcen genutzt, sprich: Sonne, Nahrung und Feuchtigkeit.

Und Multikulti macht das Ökosystem stark! „Mit steigender Vielfalt erhöht sich die Widerstandskraft der Wiese gegen äußere Störungen wie etwa





Spurensuche im Boden: Um den Gehalt der Bodenproben an anorganischem Kohlenstoff und Stickstoff zu messen, werden die Proben in Keramiktöpfchen (links oben) eingewogen und verbrannt, sodass nur anorganische Substanzen zurückbleiben. Um die Stoffwechselwege und -geschwindigkeit von Kohlenstoff und Stickstoff in Pflanzen nachzuvollziehen, stellen die Jenaer Forscher Versuche mit schweren Kohlenstoff- und Stickstoffisotopen an. Franziska Günther analysiert das Isotopenmuster von Biomarkern mit einer Kombination aus Gaschromatografie und Massenspektrometrie (rechts). Für andere Analysen der Isotopenverhältnisse wiegen die Forscher Proben zunächst in Zinnkapseln ein (links unten) und verbrennen sie anschließend.

Trockenheit, Schädlingsbefall oder Mäuseplagen“, sagt Ernst-Detlef Schulze, Initiator des Experiments und bis heute der gute Geist der Wiese. „Am empfindlichsten reagierten unsere Monokulturen. Die meisten sind an Schädlingen eingegangen.“ Selbst das sonst unverwüsthliche Gänseblümchen. Ohne Abstandhalter, die eine direkte Infektion von Pflanze zu Pflanze verhindern, bekommt es einen Pilz und stirbt. „Das Grippe-im-Kindergarten-Phänomen“, sagt Schulze lächelnd.

Pflanzliche Vielfalt wirkt sich auch positiv aus auf die Diversität der übrigen Organismen – der Tiere. Das stellte ein Zoologenkonsortium fest, das Blattläuse, Heuschrecken, Bodenpilze, Würmer und Pflanzenpathogene im Blick hat. Das war neu für den Naturschutz, der sich bislang die Frage stellt: Müssen die Schmetterlinge geschützt werden oder die Pflanzenvielfalt? „Ganz klar Letzteres, denn so schütze ich die Schmetterlinge gleich mit“, sagt Schulze. Insekten riechen Blütendüfte kilometerweit und folgen der Duftspur wie einem roten Fa-

den. Pathogene siedeln sich ebenfalls leicht an, da ihre Sporen über weite Entfernungen vom Wind herangetragen werden. Am langsamsten sind die Bodenorganismen. Manche haben es bis heute nicht in die Mitte der Versuchswiese geschafft.

### „JEDE ART HAT IHRE BERECHTIGUNG“

Je länger das Experiment läuft, desto interessanter wird es, sagt Schulze. Vor allem dort, wo die Flächen nicht gepflegt wurden, denn eine Kleinwiese jeder Diversitätsstufe wurde seit 2003 nicht gejätet. „Wir wollten wissen, wie viele Arten sich dort einigen würden.“ Es sind ziemlich genau 30. Bei dieser Zahl pendeln sich mit der Zeit nicht nur die Ökosysteme ein, die mit weniger Arten begonnen haben, sondern auch jene, die mit deutlich mehr Arten gestartet sind. „Dort, wo wir einst 64 ausgesät haben, verlieren wir permanent Arten“, sagt Schulze. „Mal angenommen, 30 ist die magische Zahl für Auenwiesen. Daraus

könnte sich rechnerisch ergeben, wie viele Heuschrecken, Schmetterlinge, Libellen, Pflanzensauger und Mäuse dort zusammenkommen.“

Und was ist für Gerd Gleixner die wichtigste Erkenntnis des Experiments? „Im Grunde, dass jede Art ihre Berechtigung hat. Ein großer Artenpool sichert das Überleben der Pflanzengemeinschaft. Und damit auch das unsere.“ Gleixner denkt in sehr großen Zeiträumen, denn sein zweiter Schwerpunkt ist die Rekonstruktion des Paläoklimas. „Sieht man sich die Eiszeiten an und wie sich Pflanzengemeinschaften über große, langfristige Klimaentwicklungen veränderten, können Arten, die jetzt vielleicht ganz unbedeutend sind, auf einmal wichtig werden.“ Schon deshalb ist keine einzige verzichtbar.

Aber im Grunde müssten wir uns keine Gedanken machen, fügt Gleixner schmunzelnd an. „Wir wissen: Drei Millionen Jahre nach einem Super-GAU sind die Pflanzen zurück. Ob es die Menschheit dann noch gibt, ist eine ganz andere Frage.“ >



Im Biotree-Experiment wollen Ernst-Detlef Schulze (rechts) und seine Mitarbeiter herausfinden, wie sich die Artenvielfalt in verschiedenen Wäldern entwickelt. Bei der Auswertung berücksichtigen die Forscher auch Klimadaten, die unter anderem mit einer Wetterstation (links) im thüringischen Kaltenborn bei Bad Salzungen aufgezeichnet werden.

Doch zurück in die Gegenwart. Für Ernst-Detlef Schulze ging mit dem Jena-Experiment ein Forschertraum in Erfüllung: auf dem fruchtbaren Lehmboden der Saaleaue jenen Langzeitversuch zu wiederholen, der in den 1990er-Jahren auf karstigen, sandigen Böden des Cedar Creek in Minnesota erste Erkenntnisse zur Biodiversität gebracht hat. Und weil die Situation um die Jahrtausendwende günstig war – ehemalige Militär- und Grenzflächen der vergangenen DDR harrten der Wiederaufforstung, und es gab dafür sensationelle Zuschüsse –, setzte Schulze mit Biotree noch eins drauf. Für den heute 74-Jährigen, der noch eine Emeritusgruppe am Jenaer Max-Planck-Institut leitet, war es eine Notwendigkeit: „Kräuter und Gräser wachsen schnell und leicht, doch unsere Landschaft besteht zu einem Drittel aus Wald. Die Frage, ob die gleichen Diversitätsgesetze, die wir auf den Wiesen sehen, auch im Forst gelten, war noch völlig offen.“

Gesagt, getan. Gemeinsam mit der Thüringer Landesforstverwaltung wandelten die Forscher 2004 einen Truppenübungsplatz bei Bad Salzungen mit einem Boden aus Sand und Sandstein, ein Panzerübungsgelände im Thüringer Becken mit kalkigem, trockenem Boden

sowie ein Niedermoor mit Schwarzerde auf Kalk in Versuchsflächen um. Kaum waren die Sprengstoffräumkommandos abgezogen, pflanzten die Forscher mit ihren Helfern auf den insgesamt 90 Hektar 5000 Bäume. Die Flächen, auf denen heute Monokulturen, zwei, vier oder acht Baumarten in Schachbrettmustern stehen, umfassen jeweils einen Hektar und sind zusätzlich gedrittelt. „Ein Teil wurde sich selbst überlassen, der zweite regulär durchforstet und der dritte mit seltenen Baumarten angereichert“, sagt Schulze. Zum Beispiel mit vereinzelt Kirschen in einer Fichten-Buchen-Mischung.

### DIE GRÖSSTE VIELFALT IM BEWIRTSCHAFTETEN FORST

Die zweijährigen Baumschulzöglinge hatten es anfangs nicht leicht. „Sie hatten echte Schwierigkeiten, sich gegenüber dem Gras zu behaupten, mussten häufig freigeschnitten und teils sogar nachgepflanzt werden“, erzählt Schulze. Aber zum Lohn der Mühe erlebten die Forscher auf jeder Fläche Überraschungen. Es gewann stets eine Baumart, auf die niemand gesetzt hätte. Im Thüringer Becken etwa, auf extrem trockenen, flachgründigen Gesteinsböden, domi-

nierten die Lärchen – Buchen gingen kläglich unter. „Wer Laubwald aufforsten wollte, musste bisher immer ein Drittel Buche anpflanzen, sonst gab es keine Fördermittel. Völlig falsch also“, sagt Schulze. Dank Biotree wurden die Richtlinien inzwischen geändert, und thüringische Forstreferendare werden heute auf dem Gelände ausgebildet.

Biotree stieß in Europa auf große Resonanz und ging in ein EU-Projekt über, für das in Belgien, Italien, Finnland, Schweden und Tschechien vergleichbare Versuchsflächen angelegt wurden. Inzwischen ist das Experiment auch Part des weltweiten TreeDivNet, was 18 ähnliche Projekte mit insgesamt knapp einer Million Bäumen umfasst – von Australien über China bis nach Mittelamerika und Kanada.

Und welche Erkenntnisse brachte dass auf 100 Jahre angelegte Biotree bisher? Die größte Diversität herrscht im bewirtschafteten Forst – und nicht auf geschützten Flächen. „Die artenreichste Konstellation ist der Altersklassenwald im Laubwald“, sagt Schulze. Im Altersklassenwald werden alle Bäume im gleichen Jahr angepflanzt. Dass die Bäume hier alle etwa im selben Jahrzehnt gepflanzt wurden, hat auf die Artenvielfalt keinen Einfluss, sehr wohl

aber, dass solche Wälder gepflegt werden. Daher gibt es in ihnen mehr Kräuter, mehr Lichtzeiger – das sind Arten, die kein geschlossenes Kronendach vertragen –, mehr Totholz, Flechten, Moose, Pilze und Bodenbakterien als in jedem Naturschutzgebiet.

„So absurd es klingt: Die Biodiversität lässt sich deutlich verringern, indem man einen Nationalpark einrichtet“, sagt Schulze schmunzelnd. „Stellt man Wald unter Naturschutz, wie etwa den Hainich im Thüringer Becken, gehen massiv Arten verloren, vor allem durch Wildverbiss.“ Im Wirtschaftswald dagegen ist seit Beginn der Aufzeichnungen vor 250 Jahren keine einzige Art mehr ausgestorben. Nachhaltige Forstwirtschaft ist also der beste Artenschutz.

Zum Thema Naturschutz hat Ernst-Detlef Schulze klare Ansichten, die er wissenschaftlich belegen kann. „560 Pflanzenarten gelten in Deutschland als gefährdet, und 42 starben bislang aus. Aber 960 sind neu entstanden!“ Es sind sogenannte Apomikten, die sich nicht durch Bestäubung, also sexuell fortpflanzen. In ihnen übernehmen vielmehr diploide Zellen – Zellen also, die zwei Chromosomensätze besitzen – die Funktion der befruchteten Eizelle; sie vermehren sich also ungeschlechtlich. Von der Roten Liste werden sie schlicht ignoriert. „Wir müssen endlich anerkennen, dass auf unseren Agrarwüsten, ob man sie mag oder nicht, eine gewaltige Evolution stattfindet!“ Beinahe ein Drittel aller neuen Arten hierzulande entstand durch Störungen. „Und das nicht trotz, sondern wegen der Bewirtschaftung.“ So bildeten sich mehr als 250 Löwenzahnarten vegetativ.

In Deutschland stehe der Naturschutz auf drei Beinen, die in verschiedene Richtungen spazierten, so Schulze. Er legt ein Mengendiagramm auf den Tisch: Auf der Roten Liste für Deutschland befinden sich 825 seltene und potenziell gefährdete Arten. Unter Naturschutz stehen 370. Sie dürfen nicht ausgegraben und nicht gehandelt werden. Und dann sind da noch die Verantwortungsarten, 303 an der Zahl,

die nur oder fast ausschließlich in Deutschland vorkommen. „Aber nur 55 Arten finden sich in der Schnittmenge von allen dreien.“ Das macht es für Wald- und Wiesenbesitzer praktisch unmöglich zu erkennen, welche Pflänzchen sie besonders hegen müssen. „Denn es gibt gefährdete Arten, die nicht geschützt sind – und geschützte, die nicht gefährdet sind! Da läuft gewaltig was schief!“

### STUDIEN ZU DEN BESTEN UMZÄUNUNGEN GEGEN WILD

Bei diesem Thema kommt Schulze mächtig in Fahrt. Gut, dass es im Wald so friedlich ist. Seit einiger Zeit bewirtschaftet er selbst einen Laub- und Nadelwald in Thüringen und ein Stückchen „Fast-Urwald“ in Rumänien. Im eigenen Laubwald, einem Diversitäts-Sahnestückchen, wie er sagt, stehen 18 Baumarten, darunter seltene alte Wildbirnen und -äpfel. „Ziemlich sauer und ungenießbar“, sagt er.

In gesunden Ökosystemen bilden Flora und Fauna eine Einheit. Auf Wiesen und ebenso im Wald, den blatthungriges Wild durchstreift. Im eigenen Forst treibt Schulze Studien zum Wildverbiss und den besten Umzäunungen gegen Wild. „In Rumänien habe ich Bär, Wolf und Luchs, hier in Thüringen Reh, Hirsch und Muffel. Und ich muss den Bestand regulieren!“, fügt er an. Natürlich nur so viel, wie die Abschussquote erlaubt. Auch so ein kontroverses Thema. Doch Jagd und Forstwirtschaft haben die gemeinsame Aufgabe, das biologische Gleichgewicht und die Artenvielfalt im Wald zu erhalten. Klar hat Schulze einen Jagdschein, und wie die meisten Jäger baut er seine Hochsitze selbst. Deshalb auch die Kunststoffschiene am Beim. Kürzlich stürzte er dabei ab und riss sich die Achillessehne. Autsch! Ernst-Detlef Schulze winkt ab. „Ach was! Halb so wild.“ Artenvielfalt und der Artenschutz beschäftigen ihn ganz offenkundig mehr. ◀

### AUF DEN PUNKT GEBRACHT

- Im Jena-Experiment untersuchen Wissenschaftler auf 480 Wiesenparzellen mit einer jeweils unterschiedlichen Artenvielfalt, wie sich die auf die Funktionen des Ökosystems Auenwiese auswirkt.
- Versuchsfelder mit hoher Artenvielfalt sind robuster gegen Störungen, und ihr Boden speichert mehr Kohlenstoff.
- In sich selbst überlassenen Auenwiesen pendelt sich die Zahl der Arten bei etwa 30 ein.
- Der Feldversuch Biotree mit verschiedenen Wald-Ökosystemen hat ergeben, dass die Artenvielfalt in bewirtschafteten Wäldern am größten ist.
- Für den Artenschutz ist ein Konzept nötig, das die verschiedenen derzeitigen Ansätze zusammenführt und auch die unterschiedlichen Standorte von Ökosystemen berücksichtigt.

### GLOSSAR

**<sup>13</sup>C-Markierung:** Sie dient unter anderem dazu, den Weg des Kohlenstoffs im Stoffwechsel oder in einer chemischen Reaktion zu verfolgen. Zu diesem Zweck wird in eine Ausgangsverbindung wie etwa CO<sub>2</sub> das schwere Kohlenstoffisotop <sup>13</sup>C statt des gewöhnlichen Kohlenstoffs <sup>12</sup>C eingebaut. In verschiedenen Phasen und nach der Umsetzung wird es in deren Produkten wie etwa aufgebauter Biomasse nachgewiesen.

**Diploide Zellen:** Sie besitzen einen doppelten Chromosomensatz, haploide Zellen dagegen nur einen einfachen. Pflanzlich ein Lebewesen geschlechtlich fort, sind seine Keimzellen – also Eizellen, Spermien oder Pollen – haploid.