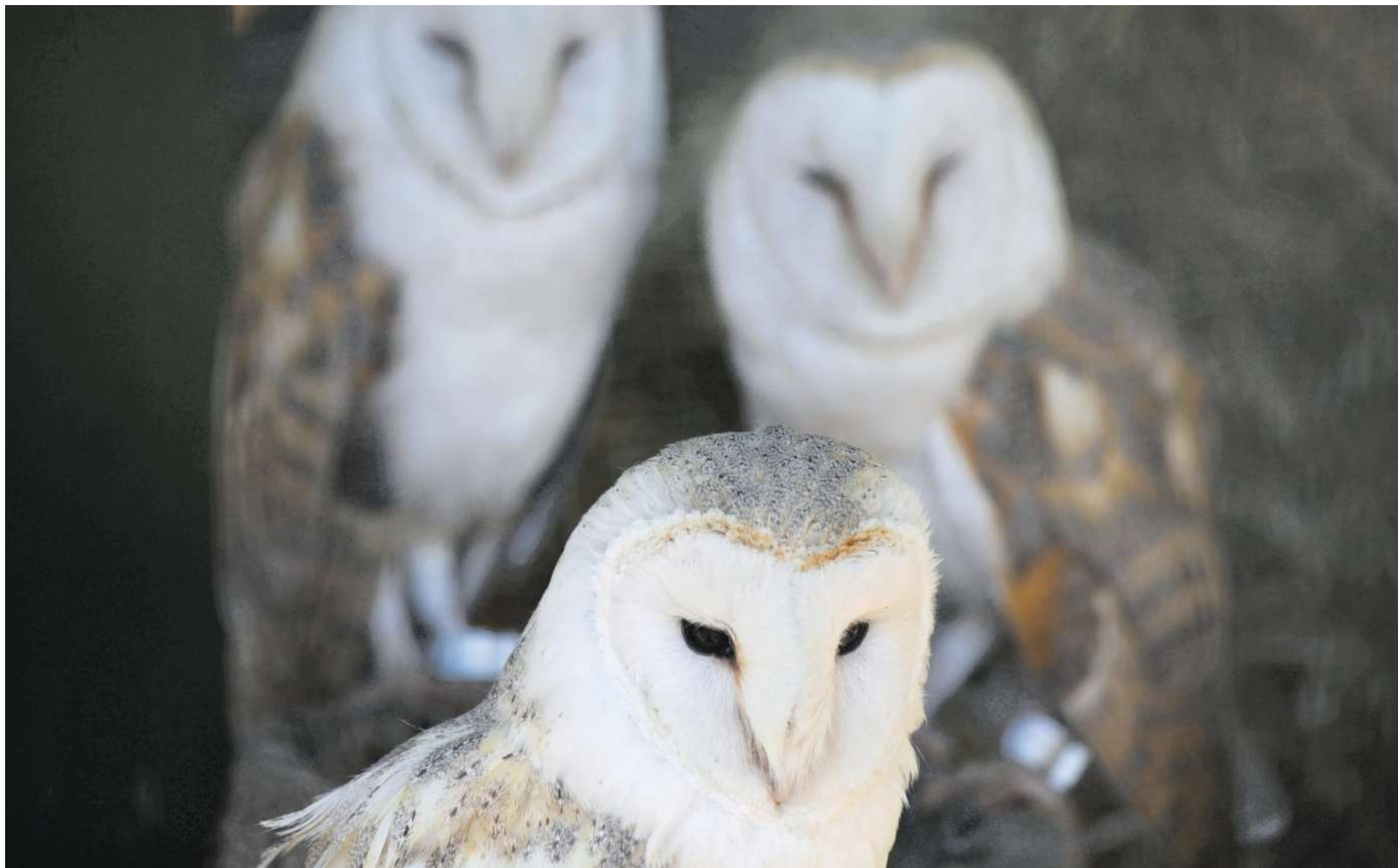




Schleiereulen sind sich ihres Aussehens bewusst: Tragen sie ein weisses Gefieder, nutzen sie dessen Leuchteffekt in der Nacht für eine spezielle Jagdtechnik. Bräunlich gefärbte Eulen tun das nicht.

JORGE SANZ / LIGHTROCKET / GETTY

Wundersame Wesen von nebenan

Das Leben der Schleiereule spielt sich im Dunkeln ab. Durch moderne Technik gelangen Schweizer Forscher nun zu der erstaunlichen Erkenntnis: Die Vögel haben diplomatische Fähigkeiten. VON KURT DE SWAAF

Es ist eine dieser Begegnungen, die man sein Leben lang nicht vergisst. Die flauschig weisse, erwachsene Schleiereule liegt völlig ruhig in den Händen, fast regungslos. Die tiefdunklen Augen öffnen sich ein wenig. Von Angst keine Spur. «Doch, sie ist gestresst», sagt der Eulenforscher Alexandre Roulin. «Sie zeigt es nur nicht.»

Der Einsatz, der zu diesem Fang führte, ist für die Biologen um Roulin Routine – jeder weiss genau, was zu tun ist. Das Team trägt die Ausrüstung in die Scheune und stellt eine Leiter auf. Währenddessen schleicht einer von ihnen zur Rückseite des Gebäudes, um den Ausgang des Nistkastens mit einem Fangnetz am Stiel zu blockieren – für den Fall, dass ein Vogel zu fliehen versucht. Aber das passiert gar nicht. Morgane Calvani klettert hoch, öffnet die Holzkiste und greift hinein. Ja, es ist auch ein Elternteil da. Die Biologin packt den Altvogel in eine Stofftüte, dann folgt der Nachwuchs.

Unten angekommen nimmt Calvani die drei Schleiereulenküken aus dem Beutel und legt sie vorsichtig auf den Boden. Die Kleinen wirken verschlafen. Ihre Krallen sind schon erstaunlich gross; ein starker Kontrast zum zerzausten weissen Daunengefieder der Jungen. Sie seien ungefähr 25 Tage alt, meint Roulin.

Fast überall auf dem Globus

Morgane Calvani nimmt Blutproben von der Eulenmutter und ihren Jungen, ein Kollege versenkt die Röhrchen sofort in einem Tank mit flüssigem Stickstoff. Schockfrost, sozusagen. Die Vögel werden anschliessend genau gemessen und gewogen. Im Hintergrund schnaubt eines der Hofpferde. Schleiereulen nisten gerne in Bauernhöfen, wie Roulin erklärt. Die Ferme de Bassenges liegt allerdings nicht irgendwo auf dem Land, sondern in der Agglomeration.

Der Campus der Universität Lausanne (Unil) ist nur einen Kilometer entfernt. Roulin und sein Team haben es nicht weit. Für ihn sind die Vögel ideale Studienobjekte. Seit über dreissig Jahren schon untersucht der Unil-Forscher ihre Lebensweise – bis in die kleinsten Details. Ob Genetik oder Verhaltensbiologie: Die Schleiereule ist ein erstklassiger Modellorganismus. Als Kulturfollower ziehen sie in Europa häufig in mensch-

liche Nähe, was Biologen den Zugang zu diesen wildlebenden Tieren erleichtert.

Die auf den zoologischen Namen *Tyto alba* getaufte Spezies und ihre Unterarten kommen fast rund um den Globus vor. Man findet sie über indischen Reisfeldern ebenso wie in afrikanischen Savannen und auf Pazifikinseln. Nur Wüstengebiete und Kälteregeonen meiden die Schleiereulen, und sie fehlen erstaunlicherweise auch im grössten Teil Ostasiens. Warum, weiss niemand.

Dafür gibt es andere erstaunliche neue Erkenntnisse. Roulin und seine Truppe stattet Schleiereulen mit modernster Technik aus, um zum Beispiel deren Jagdverhalten nachzuvollziehen. 2016 bekamen die ersten von ihnen GPS-Datenlogger umgeschnallt. Anfangs erfassten diese Geräte nur alle zehn Sekunden die geografischen Positionen der Vögel, wie Roulins Assistent Kim Schalcher erklärt. Heute geschehe das jede Sekunde.

«Wir haben jetzt auch Beschleunigungssensoren und Luftdruckmesser.» So wissen die Forscher genau, wo die Eulen gewesen sind und wie sie sich dort bewegt haben. «Diese GPS-Studien sind eine Revolution», schwärmt Roulin. Man könne den Tieren fast über die Schulter schauen. «Eine neue Welt tut sich auf.»

Die Auswertungen der Daten zeigen, dass die *Tyto alba* beim Beutefang verschiedene Taktiken anwendet. Zum einen praktizieren die Eulen die klassische Ansitzjagd. Sie kauern dabei auf einem Ast oder einer ähnlichen Warte und lauschen geduldig, bis eine Maus herbeiwuselt. Die wird dann im kurzen Sturzflug gegriffen. Natürlich spart diese Art zu jagen Energie, doch sie kostet Zeit. Und die hat der Vogel nicht immer.

Wenn im Nest hungriger Nachwuchs wartet, muss möglichst schnell möglichst viel Futter herbeigeschafft werden. Das gelingt eher über den Pirschflug. Die Eule streift tief fliegend durch die Landschaft und kann so grössere Areale absuchen, was ihren Jagderfolg in der Regel erhöht. Manchmal wenden Schleiereulen auch den typischen Rüttelflug an, den man bei Turmfalken häufig beobachtet. Dieses Inder-Luft-Verharren wie ein Helikopter hilft der Jägerin, sich über einem georteten Beutetier besser in Position zu bringen. Kräftezehrend, aber mit hoher Trefferquote. Das kann sich lohnen.

Schleiereulen passen ihr Vorgehen klug an die Bedingungen an. Während der Pandemie jagten sie plötzlich näher an Hauptstrassen.

Die Küken scheinen auszuhandeln, wer die nächste Maus erhält. Die «Auserwählte» wartet oft am Eingang auf die Eltern.

weissen Artgenossinnen dagegen nützen einen ganz anderen Kniff. Sie verbuchen den grössten Jagderfolg in Vollmondnächten. «Ihr Weiss reflektiert das Mondlicht, und das erschreckt die Mäuse», sagt Alexandre Roulin.

Was kontraproduktiv klingen mag, bewirkt genau das Gegenteil. Das plötzliche Aufleuchten der angreifenden Eule löst bei den Nagern einen Schockreflex aus. Die Vierbeiner erstarren kurz, wodurch die Vögel mehr Zeit für den Zugriff bekommen. Letztere wiederum drehen sich beim Anflug direkt zum Mond, so dass sie frontal von ihm angestrahlt werden. Das verstärkt den Blitzeffekt.

Die taktische Finesse ist mehr als eine verhaltensbiologische Facette, denn sie lässt einen weitreichenden Schluss zu: Die Eulen könnten sich ihres Aussehens und damit ihrer selbst irgendwie bewusst sein. Für ihre Partner hat die Gefiederfärbung sogar physiologische Konsequenzen. Die Weibchen legen ihre Eier nämlich nicht auf einen Schlag, sondern über mehrere Tage oder gar zwei Wochen hinweg verteilt. Entsprechend schlüpfen auch die Jungen.

Ist nun eine Eulendame mit einem weissen Männchen verpaart, richtet sie ihre Eiablage nach der Mondphase. Die Brutzeit beträgt vier Wochen, und der Nachwuchs kommt um den nächsten Vollmond herum zur Welt – just dann, wenn der Papa am meisten Beute macht. Perfektes Timing.

Ein grosses Palaver

Die grösste Überraschung aber betrifft das Familienleben. Vor vielen Jahren sass Alexandre Roulin einmal nachts versteckt hinter einem Nistkasten, um den Eulenvater für Messungen einzufangen. Während des Wartens fiel dem Biologen das ständige Fiepen der Jungtiere auf. Was taten die da? Keiner der Altvögel war in der Nähe; die Kleinen hatten also keinen Anlass zum Betteln.

Die Sache beschäftigte ihn weiter. Roulin begann, das Verhalten systematisch zu untersuchen, unter anderem mithilfe von Playback-Apparatur. Die Analyse Hunderter Tonaufnahmen lieferte eine mögliche Erklärung. Die Eulenküken scheinen miteinander zu diskutieren, stellten Roulin und sein Team verblüfft fest. Die Geschwister verhandeln, wer die nächste Maus bekommt. Die Erwachsenen sind da nicht im Spiel. Kommt einer der Eltern mit Futter zum Nest, wartet die «Auserwählte» oft schon am Eingang. So läuft alles, zumindest meistens, ohne Gerangel ab.

Gemäss früheren Annahmen dürfte es eine solche Daunen-Diplomatie gar nicht geben. Das evolutionsbiologische Prinzip des «Survival of the Fittest» müsse zwangsläufig zu Streit führen, glaubten Fachleute in den Siebzigern. Konkurrenz und Konflikte zwischen Geschwistern seien unvermeidlich. Die Eltern stünden vor dem Dilemma: Wen füttern? Denjenigen, der am lautesten schreit oder sich vordrängt – oder besser fair verteilen? An die Möglichkeit von einvernehmlichen Konfliktlösungen hätten Biologen einfach nicht gedacht, sagt Alexandre Roulin.

Rufhäufigkeit und -dauer bilden die Basis der familieninternen Kommunikation. «Lautstärke ist nicht wichtig», betont Roulin. Da die Jungen fast immer im Dunkeln sässen, müssten sie einander akustisch erkennen. Jedes habe eine eigene Stimme. Den individuellen Klang könne er heraushören. Die Küken verständigten sich wohl darüber, wie hungrig sie gerade seien.

Dasjenige mit dem am stärksten knurrenden Magen erhalte den Vortritt, sagt Roulin. Die Gespräche könnten allerdings ziemlich lange dauern. «Sie fangen schon zwei, drei Stunden vor Sonnenuntergang an.» Das Palaver zahle sich aus. Dank den Verhandlungen wird die Nahrung quasi optimal verteilt, und die Kleinen sparen Energie. Wenn die Geschwister profitierten, kämen aufgrund der Blutsverwandtschaft indirekt auch die eigenen Gene zum Zuge. «So gewinnst du auf beiden Seiten.»

Der Forscher vermutet, dass seine Entdeckungen lediglich die Spitzen eines Eisbergs sind. Ähnliche Kommunikationssysteme könnte es bei Reihern und Störchen geben, meint er. Und die Zukunft dürfte noch weitere Überraschungen bereithalten. *Tyto alba* ist nur eine Spezies unter Millionen. Die Wunder werden nicht aufhören.

Regenwürmer sind gut für den Boden – und fürs Klima

Trockene Sommer bedrohen ihre Existenz. Und dann ist da auch noch ein neuer Fressfeind: ein Plattwurm aus Südamerika

ANDREAS FREY

Im Herbst kam er aus seinen Löchern gekrochen. Hungrig, nackt, unscheinbar. Und tatsächlich ist die nasse Jahreszeit ein Fest für den heimischen Regenwurm, lateinisch *Lumbricus terrestris*. Die feuchte Erde lässt ihn nach dem langen Sommer wieder aktiv werden. «Reger Wurm» wurde er deshalb früher genannt, daher wohl sein Name.

Der bis zu dreissig Zentimeter lange Gemeine Regenwurm aus der Ordnung der Wenigborster bohrt und gräbt sich dann unermüdlich durch den Boden, manche Vertreter dringen sogar bis in drei Meter Tiefe vor. Dabei legt er vertikale Röhren an, in die er nachts Laub und andere Pflanzenreste von der Oberfläche zieht. Die Röhren verklebt er mit Schleim, um das Pflanzenmaterial erst später zu vertilgen. Sein Graben und Kriechen macht ihn zum besten Freund des Gärtners: Er lockert, düngt und belüftet den Boden.

Sommerlicher Dürreschlaf

Der Sommer allerdings ist eine Tortur für die lichtscheuen Bodenbewohner. Sonne und Hitze dörren die Krume aus, Regenwasser sickert kaum in den Untergrund. Daher ziehen sich die Regenwürmer in tiefere Bodenhorizonte zurück und fallen irgendwann in einen Dürreschlaf. Damit endet ihr wertvoller Dienst am Lebensraum Boden vorübergehend. Doch der Klimawandel bedroht ihre Existenz, immer häufiger fällt schon das Frühjahr viel zu trocken aus.

Die Folgen dieser Entwicklung beobachtet Frank Hagedorn seit einigen Jahren. Der Biogeochemiker von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) forscht im Walliser Pfynwald. Dort läuft seit fast zwanzig Jahren ein weltweit einzigartiges Experiment. Ein Waldstück haben die Forscher in zwei gleich grosse Flächen geteilt: Die eine wird bewässert, die andere nicht. So wollen sie ermitteln, was der Klimawandel mit dem Wald und dessen Bewohnern macht.



Der Regenwurm zieht Pflanzenteile in den Boden und zersetzt sie.

IMAGO

Hagedorn untersucht seit 2003 das unsichtbare Leben im Pfynwald, einen Anschub für seine Arbeit gab die grosse Dürre 2018, als von April bis Oktober in weiten Teilen Europas kaum Regen vom Himmel fiel. Mehr Forschung ist bitter nötig, denn über die Vorgänge im Untergrund und insbesondere über die Biologie des Bodens wissen wir erstaunlich wenig. Mehr als 90 Prozent seiner Mikroorganismen sind noch unbekannt.

Über den Gemeinen Regenwurm weiss die Wissenschaft zwar deutlich mehr. 46 Arten sind in Mitteleuropa heimisch, rund 700 sind weltweit bekannt. Der bekannteste unter ihnen, *Lumbricus terrestris*, gehört zur Gruppe der sogenannten anözischen Würmer: Im Gegensatz zu ihren Verwandten leben sie hauptsächlich im Erdreich und graben sich vertikal durch den Boden. Sie sind rötlich-braun gefärbt und werden nach hinten blasser.

Zwei Arten finden sich im Pfynwald, das Hauptinteresse von Frank Hagedorn gilt *Lumbricus terrestris*. In regelmässigen Abständen misst der Forscher die Regenwurmpopulation: Dazu steckt er eine fünfzig mal fünfzig Zentimeter grosse Fläche ab und lässt eine Senflösung in den Boden sickern. Diese reizt die Tiere so, dass sie an die Oberfläche flüchten. So kann Hagedorn die Regenwürmer zählen und wiegen.

Das Ergebnis: Auf den bewässerten Waldflächen lebten im Sommer fünf- bis zehnmal mehr Exemplare im Boden als auf den nicht bewässerten. Zudem wimmelte es im beregneten Waldstück von anderen Bodenbewohnern wie Springschwänzen und Asseln. Und: Im nicht bewässerten Wald sind die Regenwürmer deutlich kleiner und weniger aktiv.

Die Auswirkung sah der Wissenschaftler rasch, wenn er im Sommer mit einem Spaten in den Boden stach. Im bewässerten Wald kam ein humusreicher, schwarzer Oberboden zum Vorschein, im dürrageplagten Wald hingegen war der Oberboden deutlich heller. Im bewässerten Waldabschnitt wurde also mehr organisches Material abgebaut, der Boden konnte mehr Kohlenstoff

speichern. Verantwortlich dafür war eindeutig der Fleiss der Regenwürmer und anderer Bodenbewohner, wie Hagedorn mithilfe eines speziellen Versuchsaufbaus herausfand. Die Würmer hatten mehr Laubstreu abgebaut und in wertvollen, stabilen Humus verwandelt.

Der Regenwurm ist damit ein Segen nicht nur für den Boden, sondern auch für das Klima. Er verfrachtet Pflanzenteile metertief unter die Erde und bindet so das in ihnen gespeicherte CO₂. Ausserdem produziert er einen speziellen Humus über seinen Darm, die sogenannte Losung. Dieser Regenwurmkot ist besonders wertvoll, weil er nährstoffreicher, feuchter und weniger sauer ist als normaler Waldboden. Denn wenn der Regenwurm organisches Material zersetzt, nimmt er grosse Mengen Bodenmineralien, aber auch Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze auf. Aus seinem Darm entweichen deshalb Ton-Humus-Komplexe, die Erdbröckchen bilden. Der Regenwurm aktiviert also das Bodenleben und fördert die Bodenfruchtbarkeit. Kommt hinzu, dass humusreiche Böden weniger anfällig für Dürren sind, weil sie mehr Wasser halten können.

Waldboden speichert viel CO₂

Wie schnell sich dieser Prozess im Boden bemerkbar macht, hat Frank Hagedorn überrascht. Humus bilde sich normalerweise über Jahrhunderte. Er habe nicht damit gerechnet, schon nach wenigen Jahren bei seinem Projekt bedeutende Unterschiede zu sehen. Doch schon nach zehn Jahren konnte er nachweisen, dass der bewässerte Wald mehr Kohlenstoff speicherte als der nicht bewässerte. Hagedorns Forschung zeigt, dass die Bedeutung der Waldböden für den Klimaschutz bis anhin wohl unterschätzt wird. Die Böden speicherten sogar mehr Kohlenstoff als alle Kräuter, Sträucher und Bäume im Wald zusammen.

Die zunehmende Trockenheit wird also für die Wälder auch dort zum Problem, wo keiner hinschaut: im Untergrund. Einen Dürresommer könnten die Regenwürmer überbrücken, aber mehrere in Folge überlebten viele nicht. Insofern rechnet Hagedorn mit einer Abnahme der Population mit fortschreitendem Klimawandel, zumindest im Pfynwald. Und mit einer weiteren Abnahme des Kohlenstoffspeichers in den unberegneten Waldböden.

Lässt sich dieser Trend umkehren? Beim Klima nicht. Höhere Temperaturen erhöhen die Verdunstung im Sommerhalbjahr – die Bodenfeuchte sinkt, der Regenwurm leidet. Doch das muss nicht überall sein Ende bedeuten. In gesunden Laubwäldern tummeln sich mehr Regenwürmer als in Nadelwäldern, bis zu zwanzig Mal mehr Exemplare wurden dort schon gezählt. Analog dazu gibt es auch grosse Unterschiede auf landwirtschaftlichen Flächen. In intensiv bewirtschafteten Äckern finden sich so gut wie keine Regenwürmer, auf ökologisch betriebenen Flächen dafür umso mehr.

Ungemach droht dem Regenwurm aber von noch ganz anderer Stelle. Seit drei Jahren tritt hierzulande eine fleischfressende invasive Art auf, der Plattwurm *Obama nungara* aus Südamerika. Er ist nur vier bis sieben Zentimeter lang, doch er frisst die heimischen Regenwürmer, Schnecken und anderes Getier und verflüssigt seine Beute mit einem Enzymbrei.

Der Plattwurm hat in Zentraleuropa keine natürlichen Feinde. Er beeinträchtigt Ökosystemleistungen wie Bodenqualität und wird von den Behörden deshalb als problematisch eingestuft. Er breitet sich über Topf- und Gartenpflanzen in der Schweiz aus. Noch halten sich die Meldungen in Grenzen, eine gute Nachricht für den Regenwurm. Ein schleimiger Eindringling, der ihn zu Brei verflüssigt, ist wirklich das Letzte, was er gebrauchen kann.