



forschungsfelder

Magazin für Ernährung und Landwirtschaft

1/24
September

Alles dreht sich um ihn

Der Wald im Fokus der Forschung



Liebe Leserinnen und Leser,

so vielschichtig wie die Baumscheibe auf dem Cover, so vielfältig sind die Bedürfnisse unserer Wälder und Bäume. Etwa ein Drittel der Fläche Deutschlands – rund 11,4 Millionen Hektar – ist mit Wald bedeckt. Doch der Klimawandel setzt den Wäldern zu: Die langandauernde Trockenheit und

die hohen Temperaturen der vergangenen Jahre haben Schäden hinterlassen. Laut der Waldzustandserhebung 2023 ist nur noch jeder fünfte Baum vollständig gesund.

Doch wir brauchen die Wälder. Sie sind unsere Verbündeten gegen den Klimawandel, denn Bäume entziehen der Luft Kohlendioxid, das über Jahrzehnte und Jahrhunderte im Holz und in unterirdischer Biomasse gespeichert wird. Außerdem ist der Wald ein Hort der Artenvielfalt und sorgt für saubere Luft. Er liefert Holz als nachhaltigen und vielseitigen Rohstoff zum Bauen, bietet Arbeitsplätze und ist Erholungsraum.

Wir müssen diesem wertvollen Ökosystem deshalb eine Langzeitkur verschreiben. Dazu gehört, dass wir die Wälder in den kommenden Jahrzehnten umbauen müssen. Ziel ist ein naturnaher, widerstandsfähiger Mischwald mit überwiegend heimischen Baumarten. Allein in diesem Jahr sind im Bundeshaushalt 250 Millionen Euro eingeplant, davon rund die Hälfte für Waldumbau und Wiederbewaldung im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK). Die andere Hälfte fließt in das Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“, mit dem Waldbesitzer – vom Kleinstwald bis hin zum Großprivat- und Kommunalwald – gefördert werden, die ihre Wälder nach bestimmten Kriterien für mehr Klima- und Biodiversitätsschutz bewirtschaften.

Ziel ist es dabei immer, die Wälder für Klimaveränderungen zu wappnen, damit ihre vielfältigen Funktionen auch den nachfolgenden Generationen erhalten bleiben. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler leisten dazu mit ihrer Forschung einen großen Beitrag. In diesem Heft stellen wir einige dieser Projekte vor: Sie untersuchen beispielsweise, wie das richtige Saatgut für einen starken Wald sorgt, welche Bäume besonders gut für das Grundwasser sind und welches Potenzial Agroforst – also die Verbindung von Gehölzen und Landwirtschaft – bietet.

Viel Freude beim Lesen!

Ihr

Cem Özdemir, MdB
Bundesminister für Ernährung und Landwirtschaft

INHALT

- 4 Wissen in Häppchen**
Vom Klang der Artenvielfalt und der Bedeutung des Waldbodens
- 6 Das besondere Foto**
- 8 Einsteigen, bitte!**
Einblicke in das Ökosystem Wald
- 10 Eng verbunden**
Wie Bäume und Wasser zusammenhängen
- 16 „Die Potenziale von Agroforst sollten wir nutzen“**
Dr. Lukas Beule über die Kombination von Gehölzen und Ackerbau
- 18 Die Wege des Holzes**
Der Kreislauf der Holznutzung
- 20 Auf Laubholz gebaut**
Innovative Konstruktion und Dämmung mit Holz
- 26 Forschungslandschaft**
- 28 Landkarte**
- 30 Saatgut für den Wald von morgen**
Grundlage für robuste Nadelwälder
- 34 Forschungsfrage**
Wie kann ein digitaler Zwilling den Wald schützen?
- 35 Impressum**



Lyssa Kayra heißt die Künstlerin der Baumscheibe, die auf dem Cover zu sehen ist. Hier malt sie in ihrem Atelier in Vancouver, Kanada. Mit feinen Pinselstrichen ahmt Kayra den Prozess des Wachsens und Alterns eines Baumes nach, der normalerweise Jahrzehnte dauert. Sie möchte damit an die Schönheit der Wälder und den Einfluss des Menschen auf das Ökosystem Wald erinnern. Denn eine Baumscheibe zu betrachten, ist, wie in einem Buch zu lesen. Wir erfahren damit nicht nur das Alter eines Baumes, sondern auch, wie es ihm in jedem Lebensjahr ging.

Foto: Sherry Nelsen/Fresh Air Photography; Illustration rechts: Sarah Heiß



Ihre Meinung ist gefragt!

Liebe Leserinnen und Leser, was gefällt Ihnen an den **forschungsfeldern**? Was könnte verbessert werden? Wir sind gespannt auf Ihre Meinung und freuen uns, wenn Sie ein paar Fragen beantworten. Sie gelangen über den QR-Code oder www.forschungsfelder-umfrage.de zu der kurzen Befragung. Vielen Dank!
Ihr forschungsfelder-Redaktionsteam

Termine

13. – 15.9.2024

Deutsche Waldtage – bundesweit

Von Exkursion bis Waldkonzert – lokale Veranstaltungen zu „Wald und Wissen“

28.9.2024

NewFoodSystems Day – Nürnberg

Veranstaltung im Deutschen Museum über aktuelle Forschung zur Zukunft der Ernährung

2. – 4.10.2024

Tag der Deutschen Einheit – Schwerin

Bürgerfest in Mecklenburg-Vorpommerns Landeshauptstadt

**KNAPP 64.100
BAUMARTEN**

sind weltweit bekannt. Das hat ein Forschungsteam von der Purdue University (USA) herausgefunden. In der Studie kombinieren die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Daten aus unterschiedlichen Ländern zu einem Datensatz. Darin sind Informationen zu Bäumen und ihren Merkmalen gesammelt. Die größte Anzahl an Baumarten gibt es demnach in tropischen und subtropischen Feuchtwäldern. Die Analyse hat auch gezeigt: Der Artenreichtum ist etwa 14 Prozent höher als bislang vermutet, etwa 9.000 Baumarten sind noch nicht entdeckt. Diese Schätzung wurde über sogenannte Arten-Akkumulationskurven ermittelt. Diese geben an, wie viele Baumarten pro Region mit einem bestimmten Zeitaufwand gefunden wurden. Nach einer gewissen Zeit flachen die Kurven ab. Die Forschenden gehen davon aus, dass etwa 40 Prozent der unentdeckten Arten in Südamerika wachsen.

Moore unter der Haube

Weil sie in ihren Böden Kohlenstoff speichern, sind Moore wichtige Klimaschützer. Dort werden abgestorbene Pflanzen nicht vollständig zersetzt und lagern sich als Torf ab. Die Pflanzen haben vorher durch Fotosynthese Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufgenommen. Werden die Moore trockengelegt, setzen sie diesen Kohlenstoff in Form des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) wieder frei. Wie sich diese Emissionen entwickeln, wenn trockengelegte Waldmoore wiedervernässt werden, untersucht eine Langzeitstudie des Thünen-Instituts für Waldökosysteme und des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF). Dafür hat das Team ein Haubensystem entwickelt und in zwei Mooregebieten installiert. Die Hauben fangen die freigesetzten Gase auf und analysieren deren Zusammensetzung. Unter anderem sollen die Messungen Erkenntnisse darüber liefern, wie schnell aus einer CO₂-Quelle – also dem trockengelegten Moor – wieder eine CO₂-Senke werden kann, die die Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre reduziert. Auch die Wechselwirkungen zwischen Baumbestand und Wiedervernässung werden betrachtet. Dazu erfassen die Forschenden weitere Parameter wie Bodenfeuchte und -temperatur. 2025 sollen die Ergebnisse vorliegen.



Foto: Cornelius Oetzel/Thünen-Institut

Konzert der Arten: KI misst Rückkehr der Biodiversität

Ein Zwitschern hier, ein Zirpen dort, zwischendrin Gurren und Pfeifen – jeder Wald hat einen ganz eigenen Klang. Je nachdem, welche Vögel, Insekten, Amphibien und Säugetiere dort leben. Wie sich die Artenvielfalt auf wiederbewaldeten Regenwaldflächen entwickelt, hat ein internationales Forschungsteam unter Leitung von Prof. Jörg Müller von der Universität Würzburg mit Tonaufnahmen und künstlicher Intelligenz (KI) untersucht. Das Ergebnis zeigt: Mit den Bäumen kehrt auch die Biodiversität zurück. Auf ehemaligen Weideflächen und Kakaoplantagen im Norden Ecuadors lauschten die Forschenden mit Aufnahmegeräten dem Klang der Tiere. Mithilfe einer KI verglichen sie die Daten anschließend mit einem Set von 70 Vogelmodellen. Das ermöglichte ihnen, Schlussfolgerungen über die Artengemeinschaften zu ziehen: Diese sind im Wald anders zusammengesetzt als auf Agrarflächen. Das Team arbeitet aktuell daran, die KI-Modelle zu erweitern. Ziel der Forschung ist es, in Zukunft mehr Arten in weiteren Gebieten zu erfassen, um dort die Artenvielfalt ermitteln zu können – auch in Deutschland.



So klingt die
Artenvielfalt –
jetzt anhören

Foto: Shutterstock/Teo Tarras

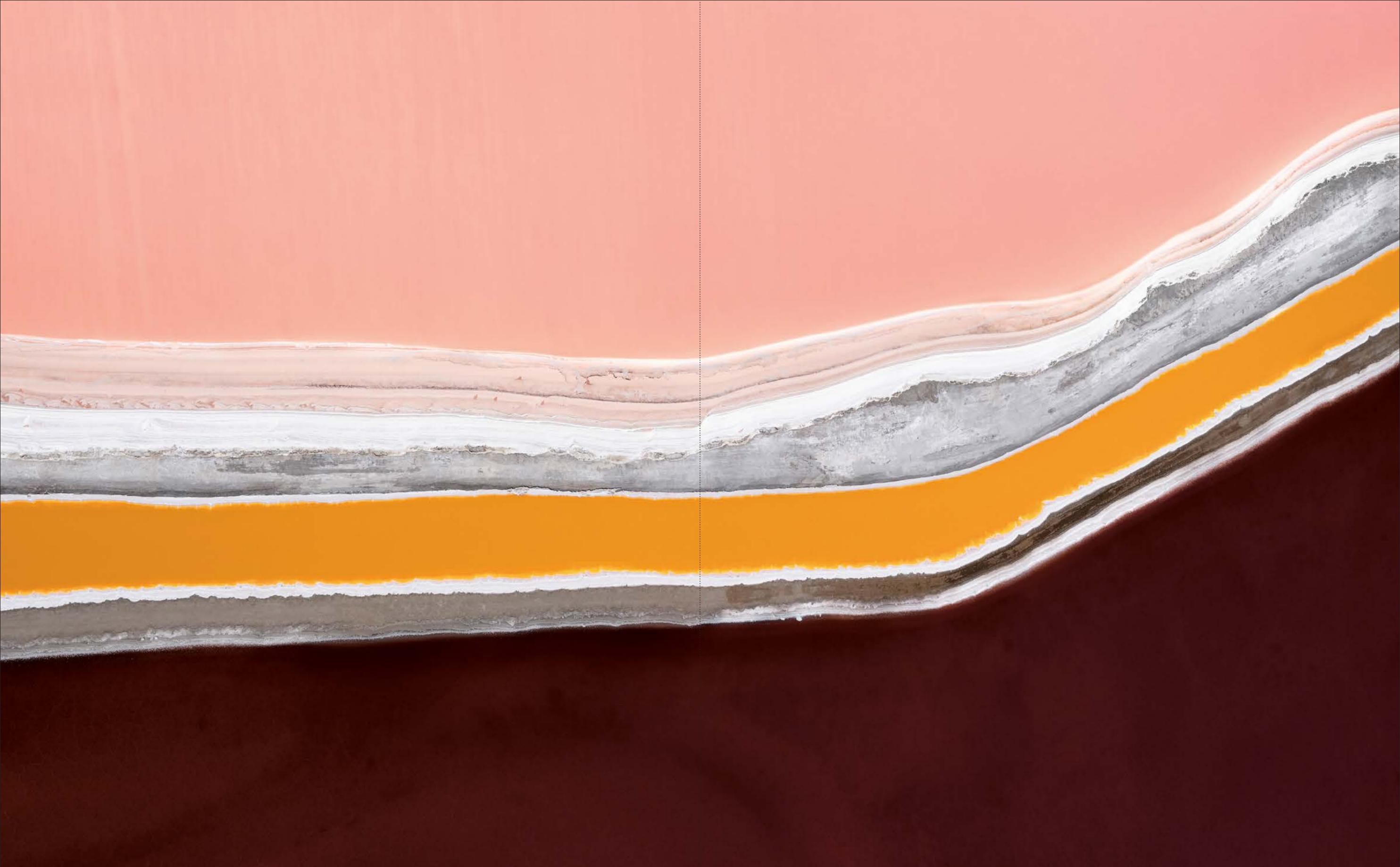
STICHWORT

WALDÖKOSYSTEME

Ökosysteme sind Lebensräume, in denen Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen in einem Kreislauf zusammenleben. Der Wald ist eines davon. Sein Klima ist geprägt durch das Kronendach der Bäume und zeichnet sich durch gleichmäßige Temperaturen, eine höhere Luftfeuchtigkeit sowie geringere Lichtintensität, Windgeschwindigkeiten und Niederschläge im Vergleich zum Freiland aus. Waldökosysteme zählen zu den produktivsten an Land. Sie speichern große Mengen an Kohlenstoff, fördern die Biodiversität und regulieren das Klima. Sie sind außerdem Sauerstofflieferanten und Wasserspeicher.

Waldboden ist Boden des Jahres 2024

Jeder Wald ist anders – und damit auch jeder Waldboden. Baumarten, Feuchtigkeit, Temperaturen: Das alles beeinflusst seine Zusammensetzung. Der Waldboden versorgt Pflanzen mit Nährstoffen, bietet Lebensraum für viele Mikroorganismen sowie Kleintiere, speichert Kohlenstoff und ist der größte Süßwasserspeicher Deutschlands. Und das schon seit vielen Tausend Jahren: Schicht um Schicht konnte der Waldboden wachsen, denn anders als Acker- oder andere Nutzflächen wird er nur sehr selten bearbeitet. Aber Faktoren wie Trockenstress, zu viel Stickstoff im Regen und mehr Treibhausgase in der Atmosphäre belasten ihn. Um für die Bedeutung und den Schutz des Waldbodens zu sensibilisieren, hat ihn die Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft zum Boden des Jahres 2024 gewählt.



Wie gemalt

Foto: Tom Hegen/Bransch Europe

Was aussieht wie ein abstraktes Gemälde, zeigt künstlich angelegte Salzteiche in der San Francisco Bay. Die Färbungen des Wassers entstehen durch die Mikroalge *Dunaliella salina*. Diese Alge speichert große Mengen Beta-Carotin. Dadurch entsteht die orangefarbene bis dunkelrote Färbung. Je nachdem, wie hoch der Algengehalt in den Salzteichen ist, variieren Farbtöne und -intensität. Sonne und Wind lassen den größten Teil des Meerwassers verdunsten, weshalb die Salzgewinnung auf diese Art besonders wenig Energie verbraucht. Die Salzkruste kann anschließend vom Boden geerntet werden.

Einsteigen, bitte!

Im Wald ist viel los: Er ist Lebensraum für etwa 10.000 Tier- und Pflanzenarten. Nadel- und Laubbäume, Sträucher, Moose und Flechten sind dort zu finden. Käfer, Bienen, Schmetterlinge, aber auch Vögel, Rehe und Wildschweine leben im Wald. Grund genug, genau hinzuschauen. Der finnische Künstler Antti Laitinen hat dafür einfach ein Guckloch ins Dickicht geschnitten. Den Blick auf Themen rund um den Wald, mit denen sich die Forschung beschäftigt, richtet diese Ausgabe der **forschungsfelder**.

Wie kann mit künftigen Herausforderungen umgegangen werden, damit einer der artenreichsten terrestrischen Lebensräume erhalten bleibt? Dafür befassen sich Forscherinnen und Forscher beispielsweise mit der Gewinnung von Saatgut für besonders resiliente Bäume oder untersuchen seit fünf Jahrzehnten den Beitrag von Bäumen und Wäldern zur Entstehung von Grundwasser. Wie die Wald- und Forstwirtschaft künftig unter anderem auf klimatische Veränderungen reagieren kann und welche Maßnahmen wie wirken könnten, lässt sich bald auch im Computer simulieren: Ein sogenannter digitaler Zwilling – also das digitale Abbild einer Waldfläche – könnte schon in wenigen Jahren in Echtzeit Auskunft geben. Und vor allem lässt sich damit viel Fläche auf einmal betrach-

ten. Denn hierzulande sind elf Millionen Hektar, das ist etwa ein Drittel der Landesfläche, mit Wald bedeckt. Damit zählt Deutschland zu den sechs walddreichsten Ländern Europas.

Nicht zuletzt sind Wald und Forst ein bedeutender Wirtschaftssektor. Er bietet Arbeitsplätze für mehr als eine Million Menschen in Deutschland und verzeichnet einen jährlichen Umsatz von rund 180 Milliarden Euro. Im Jahr 2023 wurden circa 70,6 Millionen Kubikmeter Holz gefällt. Der Großteil davon entfiel auf Nadelholz wie Fichte, Kiefer, Lärche und Douglasie. Diese Hölzer sind als Baumaterial besonders beliebt. Holz kann außerdem andere, in der Herstellung energieintensive Produkte wie Stahl oder Beton ersetzen. Dabei hat Holz eine Besonderheit: Durch Wiederverwenden und Recyceln von Holz lassen sich zum einen Ressourcen sparen, zum anderen schützt dieser Kreislauf auch das Klima: Bäume nehmen Kohlendioxid aus der Luft auf, geben Sauerstoff ab und speichern Kohlenstoff in ihrem Holz. Und je länger Holz verwendet wird, desto klimaschonender ist es.



Eng verbunden

Bäume und Wasser sind ein untrennbares Duo. Forschende des Thünen-Instituts untersuchen in zwei Langzeitprojekten, wie verschiedene Baumarten den Wasserhaushalt des Waldes beeinflussen und warum sie unterschiedlich auf Umweltveränderungen reagieren.

Seit 50 Jahren untersuchen Forschende auf einer Versuchsfläche im brandenburgischen Britz das Wechselspiel zwischen Wasser und Bäumen.

Vor ein paar Tagen hat Ökologin Tanja Sanders wieder Studierende über ihre Versuchsfläche im brandenburgischen Britz geführt. Hier erforscht sie mit ihrem Team den Wasserhaushalt des Waldes. Sanders hat ihnen die blauen Kunststoffkanister am Fuße der Bäume gezeigt, die das Wasser sammeln, das nach Niederschlägen die Stämme hinunterfließt. Und auch die 100 Quadratmeter großen Lysimeter, in den Boden eingelassene Kästen, in denen unterschiedliche Baumgruppen wachsen. Damit prüft das Forschungsteam die Feuchtigkeit in der Tiefe des Waldbodens. „Wir wollen herausfinden: Wie viel Grundwasser bildet sich unter welcher Baumart? Und mit wie wenig Wasser kommen verschiedene Baumarten aus?“, sagt Sanders. Zwei Fragen, die in Zukunft immer relevanter werden. Dr. Tanja Sanders leitet den Arbeitsbereich Ökologie und Walddynamik am Thünen-Institut für Waldökosysteme in Eberswalde, einer Forschungseinrichtung des Bundes-

Diese Trichter fangen Blätter, Nadeln, kleine Äste und Samen auf. Den sogenannten Streufall vermessen die Wissenschaftler. So können sie Veränderungen, zum Beispiel bei Trockenheit, erkennen.



ministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Seit 50 Jahren wird hier auf der forstökologischen Versuchsfläche Britz das komplizierte Wechselspiel von Wasser und Wald erforscht: Wie viel Wasser speichern Wälder, wie viel Grundwasser bilden sie? Und was muss heute geschehen, damit sie sich an die Bedingungen des Klimawandels anpassen können? Eingebettet sind die Forschungen heute in das intensive forstliche Umweltmonitoring, das an 68 Standorten in Deutschland seit 30 Jahren läuft. Es erhebt in langen Messreihen umfangreiche Daten – von Schadstoffbelastung über Wachstum bis zur Nährstoffversorgung von Wäldern. „Auf der Suche nach zukunftsfähigen Beständen müssen wir immer das Zusammenspiel des gesamten Ökosystems berücksichtigen“, sagt Sanders. „Vom Wasserhaushalt über die Biodiversität bis zu Holzqualität und -wachstum.“ Denn Extremereignisse und Trockenheit machen vielen Bäumen zu schaffen, der Wasserhaushalt gerät ins Wanken, in manchen Regionen sinken bereits die Grundwasserspiegel. Aktuell sind durch Trockenheit und Schädlingsbefall etwa 500.000 Hektar Wald geschädigt. „Gerade Fichten, die nach dem Zweiten Weltkrieg in großem Stil angebaut wurden, um schnell Bauholz und Brennmaterial zu gewinnen, kommen mit Trockenheit schlecht zurecht“, so Sanders. Ähnlich sieht es bei der Kiefer aus. Sie toleriert zwar Trockenheit gut, aber ihr machen Schädlinge zu schaffen und sie ist sehr anfällig für Waldbrände. „Gleichzeitig tragen beide Baumarten wenig zur Grundwasserbildung bei.“

Bäume spielen wichtige Rolle im Wasserkreislauf des Waldes

Der Wald ist ein gewaltiger Umschlagplatz für den Wasserhaushalt einer Region. Zum einen brauchen Bäume selbst Wasser, um zu leben und zu wachsen. Das meiste ziehen sie mit

ihrem Feinwurzelgeflecht aus dem Boden, ans Grundwasser reichen sie selten. Das Wasser wird durch den Stamm bis zu den Blättern

„Gerade Fichten, die nach dem Zweiten Weltkrieg in großem Stil angebaut wurden, um schnell Bauholz und Brennmaterial zu gewinnen, kommen mit Trockenheit schlecht zurecht.“

Dr. Tanja Sanders

der Krone transportiert, verdunstet und regnet wieder ab, ein steter Kreislauf. Wird Wasser knapp, schalten Bäume jedoch auf Spar-

modus. Sie schließen ihre Spaltöffnungen in den Blättern, fahren die Fotosynthese herunter und verhindern so, dass Luft in ihre Leitbahnen gelangt. „Denn wenn durch eine Leitbahn kein Wasser mehr strömen kann, kann sie durch eine Luftblase verstopft werden, es gibt eine Art Embolie“, erklärt Sanders. „Mithilfe chemischer Prozesse kann der Baum einzelne Embolien zwar auflösen, werden es aber zu viele, kollabiert das System. Der Baum stirbt ab.“ Zum anderen sind Wälder selbst Wasserspeicher. Pflanzen und Boden halten das Wasser, Bäume sorgen für Schatten und senken so die Temperatur. Das Wasser hat ausreichend Zeit, um tief hinabzusickern und, gefiltert durch die Boden- und Gesteinsschichten unter dem Wald, zu sauberem Grundwasser zu werden. Bei Starkregen verhindern Bäume mit Kronendach, Bodenbewuchs und Wurzelwerk eine Erosion und den schnellen Abfluss – und kurbeln die Versickerung an. „Wir wollen ge-

nauer wissen: Welche Baumarten fördern diese Prozesse am besten?“, so Sanders.

Groß-Lysimeter: Messstationen tief im Boden

Nebeneinandergestanzt wie die Stücke einer Schokoladentafel liegen die neun Groß-Lysimeter auf der Versuchsfläche Britz. Zehn mal zehn Meter misst jeder dieser „überdimensionalen Blumenkästen für Bäume“, wie Sanders sie nennt. Die Basis bildet eine Betonplatte mit einer Drainage, die Seiten begrenzt eine Gummi-Abschottung. Die Kästen werden bepflanzt: vor allem mit Buche, Kiefer, Douglasie, Lärche, manche Karrees auch mit einer Mischung.

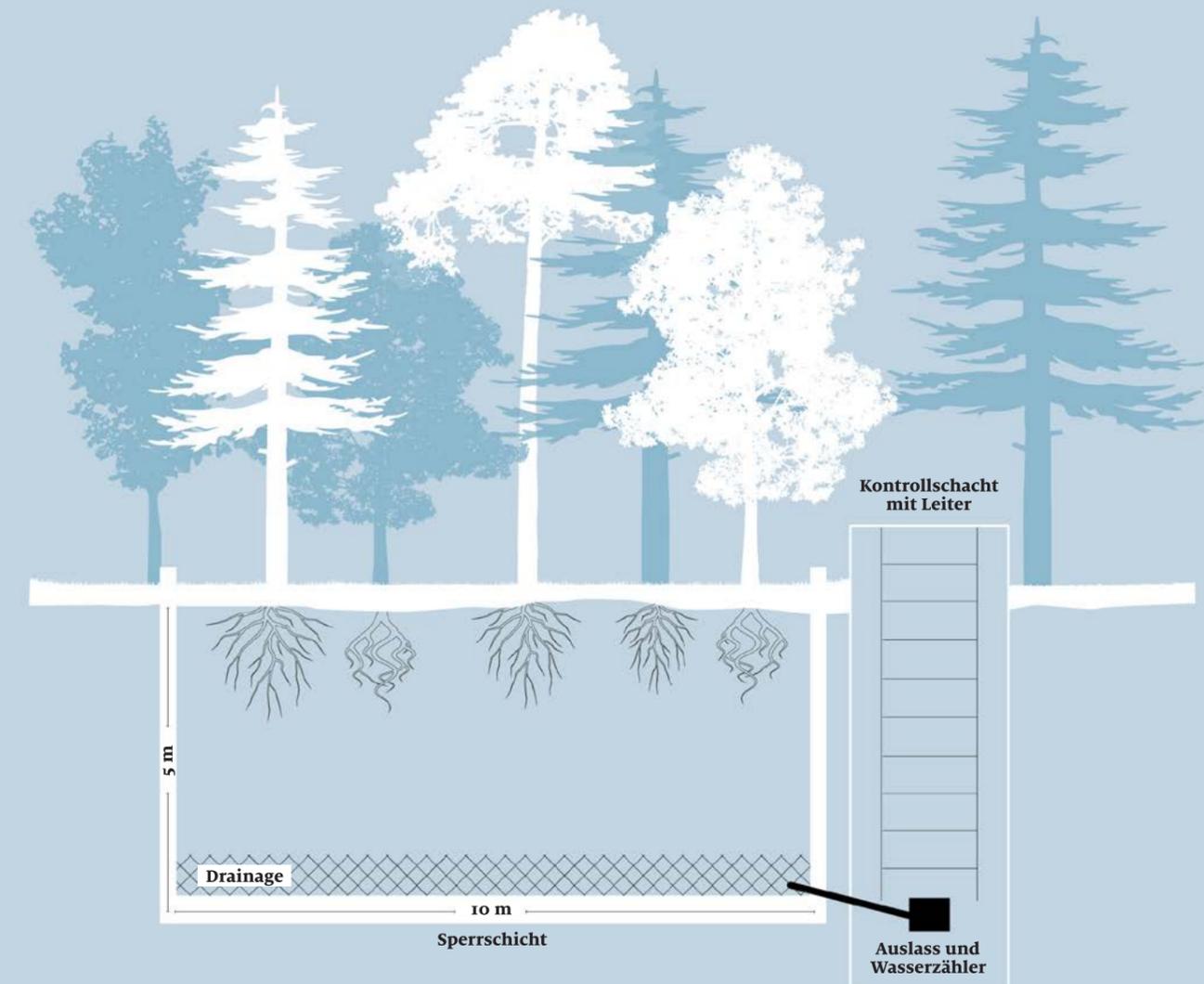
Diese Baumarten kommen in der Region häufig vor. Lange Jahre dominierten auf der Versuchsfläche Reinwälder, weil die Forschenden die Widerstandsfähigkeit einzelner Arten über einen langen Zeitraum untersuchen wollten. Inzwischen beschäftigt sie stärker die Frage, ob Mischwälder besonders anpassungsfähig sind. In fünf Metern Tiefe misst ein Kippschalter, wie viel Wasser aus der Drainage sickert. Denn so tief sollte das Wasser rinnen, damit der Wasserhaushalt gesichert ist. Gleichzeitig werden auf der Fläche Niederschlag, Stammwachstum, Wasserverbrauch und Transportgeschwindigkeit des Wassers in Bäumen und Boden erfasst. Sanders: „Nur so erhalten wir ein aussagekräftiges Gesamtbild – vom Was-

serhaushalt bis zum Wachstum einzelner Baumarten oder Baumgruppen.“

Buchen sind Wasserwerke des Waldes

Viele Ergebnisse haben die Forschenden im Laufe der Jahre zusammengetragen, zum Beispiel: Die winterkahle Buche ist die Königin der Grundwasserbildung, das „Wasserwerk des Waldes“, wie es Sanders nennt. Jahrelange Messungen in Britz haben gezeigt: Unter Buchen gelangen neun Prozent des Regens in die Tiefenversickerung. Im Winter lassen ihre kahlen Zweige viel Wasser durch, die glatte Rinde fördert den Stammabfluss, sodass sich satte Wasserpfüten an ihren Füßen sam-

Für ein Groß-Lysimeter wird eine Betonplatte mit Drainage tief in die Erde eingelassen und mit Gummiwänden vom umgebenden Erdreich abgegrenzt. In die Erde des abgetrennten Bereichs pflanzen die Forschenden jene Baumarten, die sie untersuchen möchten. Zusätzlich installieren sie einen Kontrollschacht mit Leiter. An dessen Boden befindet sich ein Wasserzähler, der die versickerte Wassermenge misst.



meln. „Damit kann sie sich selbst versorgen und es versickert noch genug bis zum Grundwasser“, sagt Sanders. Die dauergrüne Kiefer hingegen hält so viel Wasser in der Krone zurück, dass dort fast alles verdunstet. In den Boden gelangt so gut wie nichts. Erstaunlich sind die neuesten Langzeitmessungen: Der Anstieg von Extremereignissen durch den Klimawandel machte den Winter 2023/24 zum nassesten der vergangenen 30 Jahre. 311 Millimeter Niederschlag pro Quadratmeter fielen auf die Versuchsfläche, ein Drittel mehr als im Winter des Vorjahres (198 Millimeter). Durch den Klimawandel verschieben sich jedoch die Niederschlagsmuster und sorgen tendenziell für höhere Niederschlagsmengen in den Wintermonaten. In diesem Jahr war der feuchte Boden nicht nur eine gute Ausgangsbasis für den Austrieb der Pflanzen im Frühjahr. Er sorgte auch dafür, dass nach dem Ende der Wachstumszeit der Bäume ausreichend Wasser bis in die Grundwasserschichten versickern konnte. „Bemerkenswert: Es gab sogar eine Tiefenversickerung unter Kiefern“, sagt Sanders.

Zukunftsfähige Bäume auswählen

Allerdings ist die Grundwasserbildung nur ein Aspekt, um die richtige Kombination von Bäumen für den Wald zu finden. So ist die deutsche Buche zwar Wasserwerk des Waldes, doch Trockenheit macht ihr zu schaffen. Vor allem, vermuten die Forschenden, weil ihre Blätter direkte Sonne schlecht vertragen, das belegen viele Untersuchungen. Die Strahlen schädigen die Blattstruktur. Besser kommt die polnische Buche nach den Messungen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit Trockenstress zurecht – aber dafür wiederum schlechter mit extremer Feuchtigkeit. Was für einen Baum braucht es also? Sanders: „Im Klimawandel nehmen die Extreme zu. Zukunftsfähige Bäume müssen mit beidem leben können.“ Selbst dann gibt es ein weiteres Problem: Artenschutz. Buchenkronen etwa sind so dicht, dass kaum Licht für Bewuchs darunter bleibt, so die Erkenntnis aus anderen Forschungen. Die Biodiversität ist daher gering. „Den optimalen Baum gibt es also nicht“, resümiert Sanders. Aktuell experimentieren die Forscherinnen und Forscher daher mit weiteren Laubbäumen: Ahorn und Linde. Denn nach Beobach-

tungen der Forstwirtschaft wachsen Jungbäume dieser Sorten in den Wäldern Brandenburgs trotz Trockenheit gerade erstaunlich gut nach. „Die Linde ist gleichzeitig gut für die Artenvielfalt. Als Spätblüherin liefert sie Bienen auch dann noch Futter, wenn alle anderen Bäume keine Blüten mehr tragen“, so Sanders. Das haben andere Forschungen gezeigt. „Wir können auf unserer Versuchsfläche wie auf einer Spielwiese experimentieren, das ist eine wichtige Funktion der Langzeitforschung.“

Drylab: wie Setzlinge auf Trockenheit reagieren

Am liebsten fangen die Forschenden damit schon bei den Setzlingen an. Denn wenn der empfindliche Nachwuchs mit seinem flachen Wurzelsystem mit Umweltbedingungen zurechtkommt, gilt das für die erwachsenen Bäume erst recht. „Drylab“, also Trockenlabor, nennt sich das entsprechende Testfeld in Eberswalde, das es seit 2009 gibt. Es ist in etwa so groß wie ein Kleingarten, doch hier wachsen weder Kartoffeln noch Radieschen, sondern Baumsetzlinge unter freiem Himmel. Wie reagieren junge Bäume auf Trockenheit? Wann stirbt ein Baum? Gepflanzt werden sie in acht Bodenhülsen aus Metall, um den Einfluss weiterer Faktoren auszuschließen. Genau dosiert tröpfelt Wasser auf die Kreise. Bei Regen gleitet eine fahrbare Dachhaube über die Fläche, damit die Setzlinge keinen Niederschlag abbekommen. In der Erde erfassen Sensoren die Bodenfeuchtigkeit, registrieren Blattwachstum, Zweig- und Knospenbildung.



Bei Regen gleitet eine fahrbare Dachhaube über die Setzlinge, damit sie keinem Niederschlag ausgesetzt sind. Wasser erhalten sie genau dosiert über eine Tropfanlage.



Mit Wasser haushalten

Welche Bäume gedeihen unter zukünftigen klimatischen Bedingungen? Das untersucht ein Forschungsteam im „Drylab“ in Eberswalde. In einem Testfeld erfahren die Baumsetzlinge kontrollierten Trockenstress. Die Forschenden beobachten, wie dieser ihr Wachstum beeinflusst.

In Glasröhrchen im Boden fahren kleine Kameras auf und ab und fotografieren das Feinwurzelsystem. Bilden die Bäumchen unter Trockenstress mehr oder andere Feinstrukturen aus? Einmal die Woche wird geprüft: Wie viel Pflanzenwasser steckt im Setzling? Betreibt er noch Fotosynthese? Stellt er sie ein, gilt er als tot.

Eine gute Mischung ist die beste Strategie

Gerade liegen neue Ergebnisse auf dem Tisch. Das Team vom Thünen-Institut hat Buchen unterschiedlicher Herkünfte unter gleichen Bedingungen wachsen lassen und es stellte sich heraus: Buchen aus Regionen mit historisch intensiven und langen Dürrephasen

sind trockenresistenter als Buchen aus Deutschland. Nicht weil sie andere Feinwurzeln ausbilden. Aber sie produzieren weniger Blätter. „Weil die Feinwurzeln daher weniger Blattmasse mit Wasser versorgen müssen und weniger Wasser über Blätter verdunstet, können sie Trockenheit besser aushalten“, bilanziert Sanders. „Dass diese Anpassung hilfreich ist, geben sie mit chemischen Informationen in den Samen von Generation zu Generation weiter.“

Sicher ist: Einfache Lösungen für den perfekten Wald der Zukunft gibt es nicht. Aber die Forschungen in Britz geben hilfreiche Hinweise. „Unsere Schlussfolgerung für die Forstwirtschaft heißt generell: Wir brauchen laubwald-dominierte Mischwälder mit unterschiedlichen Baumarten unterschiedlichen Alters, deren

Eigenschaften sich gegenseitig ausgleichen“, sagt Sanders. Mischwälder würden zum Beispiel nicht so schnell brennen, weil der Sortenmix mehr Wasser im System halten könne; sie seien besser mit Nährstoffen versorgt, von Phosphor bis Stickstoff, weil Laubbäume durch den Blattabwurf diese Nährstoffe besser verteilen; sie seien gut gewappnet gegen Schädlinge, weil sie ihnen kein „All you can eat“-Buffet böten, erklärt Sanders. Schädlinge, die sich auf Kiefern spezialisiert hätten, könnten Linden und Buchen etwa nichts anhaben. „So ein Mix ist daher eine ebenso gute Strategie für Grundwassererhalt und Wasserversorgung im Wald wie für mehr Artenvielfalt und zur Schädlingsbekämpfung.“

Von Anja Dilk



„DIE POTENZIALE VON AGROFORST SOLLTEN WIR NUTZEN“

Auf dem Weizenfeld stehen Bäume und auf Streuobstwiesen grasen Rinder. Was ungewohnt klingt, hat eine lange Tradition. Agroforst heißt die Kombination aus Gehölzen und landwirtschaftlicher Nutzfläche. Dr. Lukas Beule vom Julius Kühn-Institut erforscht, welche Potenziale Agroforstsysteme für die moderne Landwirtschaft bieten.

Agroforst gibt es ja schon länger. Warum rückt die Methode jetzt verstärkt wieder in den Blick?

Vor dem Hintergrund des Klimawandels müssen wir unsere landwirtschaftlichen Produktionssysteme möglichst schnell und nachhaltig umbauen, damit sie widerstandsfähiger werden. Ein vielversprechender Ansatz kann Agroforst sein. Großes Potenzial sehe ich insbesondere bei den silvoarablen Agroforstsystemen, also der Kombination von Gehölzen mit Ackerbau. Wir haben in Deutschland große landwirtschaftliche Flächen zur Verfügung, auf denen sich diese Form des Agroforsts umsetzen ließe. Das ist auch Schwerpunkt unserer Forschung.

Welche Vorteile hat es, Ackerbau und Gehölze zu kombinieren?

Unsere Forschungsergebnisse zeigen: Diese Kombination erfüllt unglaublich viele Funktionen. Die Bäume verringern zum Beispiel die Windgeschwindigkeiten auf dem Feld. Das ist ein ganz wichtiger Punkt. Winderosion, also der Verlust von Boden durch Verwehung, ist in einigen Regionen Deutschlands ein echtes Problem. Agroforstsysteme können hier einen effektiven Beitrag zum Bodenschutz leisten. Und sie tragen zu einer besseren Bodengesundheit bei: Durch die Bäume gibt es mehr Mikroorganismen und deutlich mehr Regenwürmer, das konnten wir in verschiedenen Untersuchungen feststellen. Auch die Artenvielfalt nimmt zu. Wir dürfen nicht vergessen: Boden ist unsere Lebensgrundlage. Wenn wir seine Funktion und Gesundheit langfristig erhalten und verbessern wollen, steht uns mit Agroforstsystemen ein ausgesprochen wertvolles multifunktionelles Werkzeug zur Verfügung, das wir nutzen sollten.

Zusätzlich kommen durch die Gehölze mehr Insekten- und Spinnenarten vor, die zum Beispiel Schädlinge in Schach halten können. Zudem wird durch den Baumbestand mehr Kohlenstoff gespeichert – im Ackerboden und durch die Biomasseproduktion der Bäume natürlich auch insgesamt. Agroforstsysteme können also auch zum Klimaschutz beitragen.

Wie sieht ein silvoarables Agroforstsystem in der modernen Landwirtschaft aus?

Gestreift! Das bedeutet: Über die Länge eines Feldes wechseln sich etwa zehn Meter breite Baumstreifen mit Ackerreihen ab, die dann beispielsweise 24, 36 oder 48 Meter breit sind, je nachdem, welche übliche Bearbeitungsbreite der landwirtschaftliche Betrieb mit seinen Maschinen hat. Wichtig ist, dass die Landwirtinnen und Landwirte das Feld weiterhin effizient nutzen können. Das Agroforstsystem muss zu ihrem Betrieb passen. Bei der Planung müssen zum Beispiel auch Standortbedingungen und Bodenbeschaffenheit berücksichtigt werden und die Frage, wie hoch der Aufwand für die Pflege der Gehölze sein darf. Auch die Kosten für spezielle Erntesysteme, zum Beispiel für die Gehölzpflege oder -ernte, spielen bei der Wahl der Gehölze eine Rolle.

Welche Gehölze eignen sich besonders gut für Agroforst?

Was die Baumarten und ihre Nutzung angeht, ist vieles möglich: Es können schnell wachsende Bäume wie Weiden oder Pappeln gepflanzt werden. Nach fünf bis sieben Jahren werden sie meistens zur Energiegewinnung genutzt, zum Beispiel als Hackenschnitzel zum Heizen. Auch die Verarbeitung als Tierstreu ist möglich. Etwas mehr Aufwand und Pflege erfordern Obstbäume, aber dafür bringt das Obst jedes Jahr zusätzlichen Ertrag. Bäume, die in der Holzindustrie Verwendung finden, beispielsweise Wildkirsche, Nussbaum oder Ahorn, sind ebenfalls möglich. Da diese relativ langsam

wachsen, verlagern sich die Erträge weiter in die Zukunft. Dann sind sie aber vergleichsweise hoch.

Lohnt es sich für landwirtschaftliche Betriebe, auf silvoarable Agroforstsysteme umzustellen?

Ein klares Ja! Mit den Baumstreifen geht zwar Ackerfläche verloren, doch die Vorteile, die Agroforstsysteme für die Betriebe mit sich bringen, überwiegen – vor allem langfristig. Denn mit ihren boden- und klimaschützenden Effekten fördern sie die Widerstandskraft landwirtschaftlicher Produktionssysteme nachhaltig.

Welche Themen stehen jetzt bei der Forschung im Mittelpunkt?

Wir wollen noch mehr über die Bodengesundheit der Agroforstflächen herausfinden und schauen uns vor allem die biologischen Eigenschaften des Bodens an: Welche Organismen dort leben, welche Rolle sie für den Lebensraum Boden spielen und ob sie Auswirkungen auf die Gesundheit von Kulturpflanzen und Gehölzen haben. Es gibt erste Hinweise, dass Bäume auf dem Feld das Auftreten von Pflanzenkrankheiten verringern, da mit ihnen – im Vergleich zum offenen Acker ohne Bäume – viel mehr Diversität einkehrt. Und wir wollen auch erfahren, welche Kulturpflanzen sich besonders für Agroforst eignen und mit welchen Gehölzen sie kombiniert werden können.

Das Gespräch führte Nicole Silbermann.

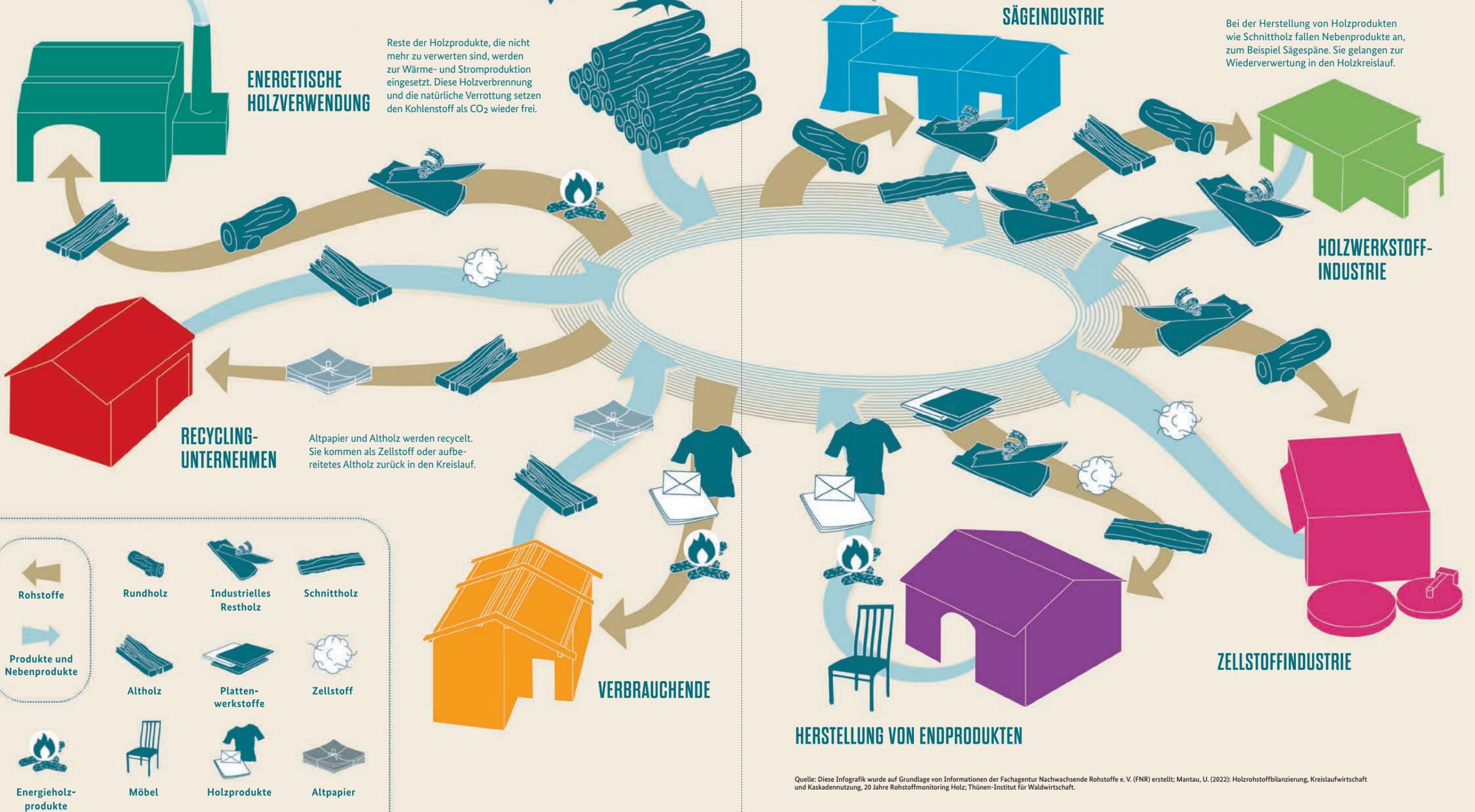
WELCHE ARTEN VON AGROFORST GIBT ES?

Es gibt drei Formen: Die silvoarablen Systeme kombinieren Gehölze mit Ackerbau, die silvopastoralen Systeme Gehölze mit landwirtschaftlicher Tierhaltung. Die dritte Form vereint alle vorher genannten und wird agrosilvopastoral genannt. Am weitesten verbreitet sind in Deutschland die silvopastoralen Agroforstsysteme, zum Beispiel Rinderhaltung auf Streuobstwiesen oder Schweinehaltung im Wald.

Fotosynthese bedeutet, dass Pflanzen Licht, Wasser und Kohlendioxid (CO₂) in Glukose und Sauerstoff (O₂) verwandeln. Der Kohlenstoff (C) bleibt im Holz der Bäume gebunden.

DIE WEGE DES HOLZES

Holz steckt in vielen Produkten: Mal ist das direkt ersichtlich, wie in Möbeln. Mal ist es Bestandteil von Material wie Zellstoff und Papier. Das Besondere: Holz kann recycelt und mehrfach verwendet werden – oft mit wenig oder keinem Materialverlust. So entsteht eine Art Kreislauf; das spart Ressourcen und trägt zum Klima- und Umweltschutz bei. Erst wenn das Holz nicht mehr zu verwerten ist, wird es verbrannt. Bis dahin bleibt der in Bäumen gespeicherte Kohlenstoff auch im Holz gebunden. Durch Recycling und Nutzung von Restmaterialien können daher aus 67 Millionen Kubikmetern gerätnetem Holz fast doppelt so viele werden.



Quelle: Diese Infografik wurde auf Grundlage von Informationen der Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e. V. (FNR) erstellt; Mantau, U. (2022): Holzrohstoffbilanzierung, Kreislaufwirtschaft und Kaskadennutzung, 20 Jahre Rohstoffmonitoring Holz; Thünen-Institut für Waldwirtschaft.

Auf Laubholz gebaut

Zwei Forschungsprojekte untersuchen, wie bisher kaum für den Bau genutztes Holz von Laubbäumen als Träger- und Dämmmaterial zum Einsatz kommen kann.



Das Forschungsteam passte die Konstruktion der Lagerhalle – anders als sonst üblich – der Holzbeschaffenheit an. Um eine maximale Tragfähigkeit zu ermöglichen, steht das Hallendach auf nicht angesägten Eichenstämmen. Sie besitzen eine höhere Festigkeit als bearbeitetes Holz.

Auf den ersten Blick ist die Lagerhalle auf dem Antonihof bei Kaiserslautern unscheinbar: Das rote Blechdach steht auf einer Holzkonstruktion. Im Inneren der offenen Halle parken Fahrzeuge, auch Saatgut lagert hier. Auf den zweiten Blick werden aber ein paar Besonderheiten sichtbar: Die Pfosten, Balken und Streben bestehen zum Teil aus noch fast runden Eichenstämmen statt aus glatt zugeschnittenem Holz. Das Gebäude mitten im Wald gehört zu einem Forschungszentrum der Landesforsten Rheinland-Pfalz – und ist selbst Ergebnis eines Forschungsprojekts. Prof. Dr. Wieland Becker, bis Oktober 2023 Leiter des Holzkompetenzentrums an der Hochschule Trier, hat das Projekt koordiniert, an dem auch die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg und die Hochschule Mainz mitgewirkt haben. Zwischen 2019 und 2023 ging das Forschungsteam der Frage nach, wie sich das Holz von Eichen mit geringem Durchmesser auch im Holzbau einsetzen lässt. Dieses sogenannte Laubschwachholz wird bislang lediglich als Brennholz genutzt. Aufgrund seines geringen Stammdurchmessers von nur 20 bis 30 Zentimetern und der schlechten Sägefähig-

keit galt Eichenschwachholz für den Bau bislang eher als ungeeignet – vor allem für das Trägersystem eines Gebäudes. Diese Konstruktionen werden momentan bevorzugt mit Leimbändern realisiert – Balken, die aus mehreren verleimten Brettern bestehen – oder Brettsperrholz, das ebenfalls energieaufwendig produziert werden muss.

Vom Brennholz zur Tragkonstruktion

Hinzu kommt: Die meisten Leimbänder bestehen aus Nadelholz, das vor allem Fichten liefern. Doch deren Bestand wird in den nächsten Jahren zurückgehen. Denn als Flachwurzler leidet die Fichte stark, wenn es zu trocken ist. Laubbäume werden im Wald auch immer wichtiger. Im Vergleich zu reinen Nadelwäldern sind Laub- und Mischwälder robuster gegenüber Extremwetterereignissen und Schädlingen. Daher entscheiden sich Försterinnen und Förster zunehmend für Laubbaumarten, die besser mit Trockenheit und Hitze zurechtkommen, zum Beispiel Eichenarten wie die Trauben- oder Stieleiche. Das bedeutet auch: Künftig wird mehr Laubholz verfügbar sein. Bislang bestehen jedoch



Eine alte Zimmermannstechnik aus England, das sogenannte Green Oak Building, ermöglicht eine stabile Konstruktion. Dabei wird unbehandeltes Holz mit Keilen fixiert und anschließend festgeschraubt.



Keile halten die Konstruktion zusammen – das Eichenholz bleibt unbearbeitet.



Die Stämme wurden vorab gescannt und ihre Festigkeit auch mechanisch geprüft. Bei der hier gezeigten Vormontage setzte das Team vor Ort jeden Stamm an die passende Stelle der Konstruktion.

82 Prozent des in Deutschland produzierten Bauholzes aus Kiefer, Lärche, Douglasie und allen voran Fichte. Die langen Fasern der Nadelhölzer liefern Festigkeit, der gerade Wuchs der Bäume und die gleichmäßige Tragfähigkeit machen es zu einem guten Konstruktionsholz. Wie sich auch Laubholz dafür nutzen lässt, hat Wieland Becker mit seinem Forschungsteam an Eichen untersucht. Das Team wählte für seine Untersuchungen die in Deutschland heimische und trockenheitsverträgliche Traubeneiche. Die dünnen Stämme des Schwachholzes seien aus den umliegenden Wäldern der Landesforsten Rheinland-Pfalz gekommen, berichtet Wieland Becker. Sie stammten von Bäumen, die gefällt werden mussten, um den benachbarten genügend Raum zum Wachsen zu geben.

Die Planung orientiert sich am Holz

Zunächst mussten die Forschenden herausfinden, welche Lasten die einzelnen Eichenstämmen tragen können. Ein Röntgenscanner lieferte ein Bild über die Beschaffenheit des Holzes und informierte über Äste, Risse und Faulstellen. In Mainz fand zusätzlich eine mechanische Untersuchung statt: Die Stämme wurden mit einer hydraulischen Presse gebogen, um ihre Stabilität zu testen. Mit dem so gewonnenen Wissen über ihre jeweilige Beschaffenheit und Festigkeit konnten die Forschenden die als Prototyp

errichtete Halle planen und jeden Stamm passgenau einsetzen. Die Konstruktion wurde also der Beschaffenheit des Holzes angepasst. „Das ist eine Neuerung in einem Bereich, in dem Planerinnen und Planer bisher Konstruktionen erstellen und anschließend das dafür passende Holz bestellen“, so Becker. Zudem stellten die Forschenden fest, dass ganze, nicht angesägte Eichenstämmen lediglich einen im Holzbau gewöhnlichen Kappschnitt. Das bedeutet, sie werden in vertikaler Richtung gekürzt und bleiben ansonsten unbehandelt.

An der Luft trocknen lassen

Neben der Materialbeschaffenheit setzte das Forschungsteam auch bei der Trocknung an. Ziel war es, den Energieaufwand zu senken: Anstatt die Eichenstämmen in großen Hallen maschinell zu trocknen, wie in der Industrie üblich, blieb das Holz für die Lagerhalle zwei

Jahre lang aufgeschichtet im Wald liegen. Es wurde als sogenannter Kreuzpolter gestapelt: Jede Lage Hölzer wird im 90-Grad-Winkel versetzt übereinandergelegt. Das garantiert eine gute Lüftung und spart im Vergleich zu maschinell getrocknetem Holz 75 Prozent Energie, so Becker. Durch dieses Vorgehen verfügte das Holz beim Bauen der Lagerhalle allerdings noch über eine Feuchte von 20 bis 30 Prozent. Im Vergleich: Herkömmlich getrocknetes Bauholz enthält 12 bis 20 Prozent Restfeuchte. „Unser Holz trocknet im Gebäude nach. Deswegen muss von allen Seiten Luft an das Holz kommen“, erläutert Becker. Das Verfahren eignet sich also nur für offene oder gut durchlüftete Gebäude. Weil das Holz beim Trocknen schwindet und sich dabei bewegen kann, griff das Forschungsteam auf eine alte Zimmermannstechnik zurück, die in England überdauert hat: das sogenannte Green Oak Building. Die Eichenstämmen werden zunächst mit Keilen fixiert. Am First, an den Rahmenecken und am Fundament der Halle halten diese Keile die Pfosten, Balken und Streben zusammen. Durch Verschrau-

bungen verhindern sie, dass sich das Gebäude verzieht. Ungefähr ein Jahr werden die Keile alle drei Monate mit einem Schraubenschlüssel nachgespannt. So lange trocknet das Holz nach. Die Erkenntnisse, die Becker und sein Team beim Bau der Halle gewonnen haben, konnten sie auch in weiteren Projekten einsetzen – zum Beispiel beim Bau einer Carport-Anlage aus Eichenschwachholz für die Stadtwerke Trier.

Natürliche Dämmung aus Laubholz

Nicht nur für die Konstruktion von Gebäuden, sondern auch als Dämmmaterial werden die Möglichkeiten zur Nutzung von Laubholz erforscht. Dieses wird bisher bei der industriellen Herstellung von Holzfaserdämmstoffen nicht verwendet. Das könnte sich bald ändern, so Dr. Nina Ritter, Forscherin am Fraunhofer-Institut für Holzforschung. Sie hat sich auf Dämmstoffe aus Buchenholz spezialisiert. Im Rahmen eines Forschungsprojekts entwickelt sie mit ihrem Team Dämmplatten für Hohlziegel. Das Ziel ist es, eine Pilotanlage für die Produktion aufzubauen. Aktuell befindet sich das Projekt in der Planungsphase.

Ritter geht davon aus, dass die Buche weiterhin fester Bestandteil in den heimischen Wäldern sein wird. Auch als Dämmmaterial eignet sie sich gut: „Buchenfasern weisen eine Wärmeleitfähigkeit auf, die zum Beispiel mit Fichten vergleichbar ist“, sagt Ritter.

Doch anders als Nadelholz verfügen Buchenstämmen – wie alle Laubbäume – über kurze Fasern. Benötigt für die Dämmung werden jedoch lange, grobe Fasern. „Nur mit ihnen lässt sich möglichst leichtes Material herstellen“, so die Forscherin. Um das Buchenholz nutzen zu können, muss es zunächst maschinell bearbeitet werden – genau das ist ein Bestandteil des Forschungsprojekts. Vereinfacht lässt sich der Produktionsprozess so erklären: „Wir zerkleinern die Buchenstämmen zunächst zu Hackschnitzeln. Von der Größe und Struktur her ähneln sie sehr grobem Rindenmulch“, erzählt Ritter.

Heißer Wasserdampf weicht das Holz auf. Danach fasert eine Maschine, der sogenannte Refiner, die kleinen Holzstückchen auf, bevor diese mit Druck durch zwei Mahlscheiben laufen. So können die Forschenden die Struktur der Fasern beeinflussen – und es entstehen lange, grobe Fasern. Diese werden dann getrocknet, anschließend kommt eine Klebefaser dazu. Das Gemisch wird zu einem Vlies ausgelegt und nochmals getrocknet. Da-

mit ist die Buchendämmung fertig, um in Hohlziegel gepresst zu werden. Das sei praktisch, da Dämmung und Ziegel in einem Produkt zur Verfügung stünden. Noch nicht zufrieden ist das Forschungsteam mit der Klebefaser – aktuell besteht sie aus zwei synthetisch hergestellten Polymeren. Bis zum Ende des Forschungsprojekts soll eine biobasierte und damit umweltfreundliche Alternative gefunden sein. Auch der Brandschutz sei ein wichtiger Aspekt, den das Team derzeit untersucht, so Ritter.

Um die Forschung in die Praxis zu übertragen, sind mehrere Unternehmen am Projekt beteiligt. Aktuell planen die Forschenden gemeinsam mit den Unternehmen eine Pilotanlage. Für die Wahl des Standorts ist ausschlaggebend, ob die Wälder in der Umgebung genügend Buchenholz hergeben und wo die Ziegelhersteller sitzen. Denn im Sinne der Nachhaltigkeit soll die Dämmung möglichst kurze Transportwege haben.

Von Jannik Jürgens



Die Buchendämmung – unten im Bild sowie hervorstehend im Ziegel zu sehen – soll künftig als nachhaltige Alternative zum Einsatz kommen.

Dafür wird sie mit einer weißen Klebefaser kombiniert. Bisher werden als Dämmstoffe in Ziegeln vor allem Glas-, Nadelholz- oder Mineralfasern verwendet (von unten nach oben).

Einmal quer durch den Wald

Vom Boden über die Kraut- und Strauchschicht bis zu den Baumkronen: Wälder bieten auf mehreren Etagen einzigartige Lebensräume für zahlreiche Tiere und Pflanzen. Was den Wald von anderen Grünflächen wie Parkanlagen oder Baumalleen unterscheidet, ist sein Klima: Das schützende Blätterdach sorgt für gleichmäßigere Temperaturen, die Luftfeuchtigkeit ist höher, der Einfall des Lichts wird gemildert. Perfekte Bedingungen nicht nur für die Artenvielfalt, sondern auch für einen Waldspaziergang. Entdecken Sie auf unserem Waldlehrpfad die 39 bekanntesten Waldgebiete Deutschlands und noch mehr Besonderheiten rund um Bäume, Sträucher & Co.



Lebensraum für Pflanzen und Tiere

Wälder beherbergen die meisten Pflanzen- und Tierarten unter den erdgebundenen Lebensräumen. Bäume machen mit 76 verschiedenen Arten nur einen kleinen Teil aus, Flechten sind mit rund 1.000 Arten vertreten, Moose kommen auf fast 675, die krautigen Pflanzen auf 1.000 und Sträucher auf über 100 Arten. Außerdem sind Wälder ein bedeutender Lebensraum für Tiere: Allein in deutschen Buchenwäldern kommen etwa 5.800 Tierarten vor, wovon 75 Prozent Insekten sind und nur etwa 2 Prozent Wirbeltiere.



Grüne Wasserspeicher

Mit 475 Millionen Jahren zählen Moose zu den ältesten Landpflanzen der Welt. Außerdem sind sie ein wichtiger Bestandteil des Waldökosystems. Sie können das 20-Fache des eigenen Gewichts an Niederschlag speichern. Damit unterstützen sie den Wald bei der Regulation des Wasserhaushalts.

CO₂

Sauerstofflieferant und Kohlenstoffspeicher

Laubwälder produzieren pro Hektar 15 Tonnen Sauerstoff, Nadelwälder sogar 30 Tonnen. Bäume nehmen Kohlendioxid aus der Luft auf und wandeln ihn durch Photosynthese in Sauerstoff um – den sie an die Umgebung abgeben. Insgesamt speichert allein der deutsche Wald etwa 44 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr.



Arbeitgeber Wald

Der Wald ist nicht nur Erholungsort, für viele ist er auch Arbeitsplatz. Mehr als eine Million Menschen sind in Deutschland im Forstsektor und der Holz verarbeitenden Industrie beschäftigt.

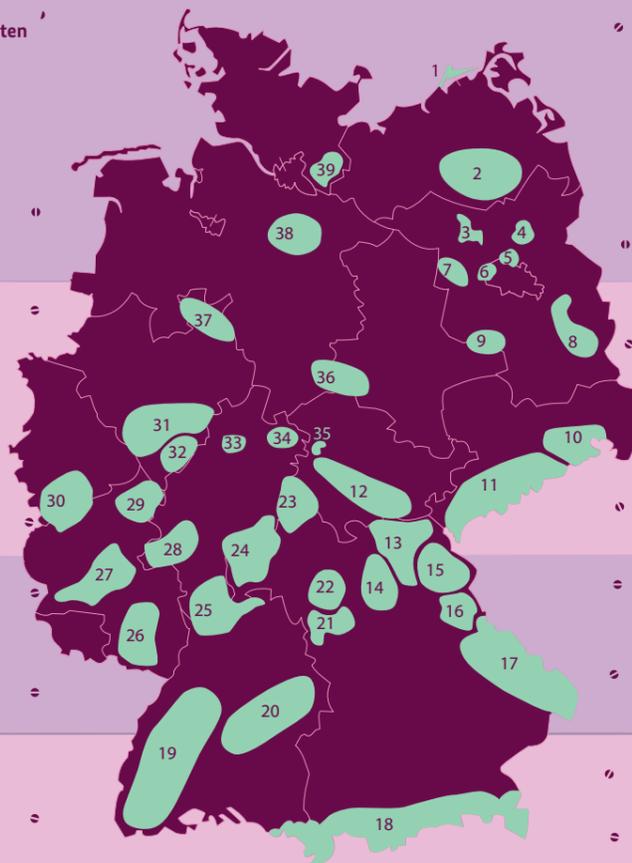


Stoff für Legenden

Viele Märchen und Mythen spielen in deutschen Wäldern. Auch der Odenwald, der übersetzt „Sagenwald“ heißt, ist Schauplatz für unzählige Geschichten. Angeblich wurde hier sogar der Drachentöter Siegfried aus dem Nibelungenlied ermordet.

Eine Auswahl an Waldgebieten

- 1 Darßwald
- 2 Müritz
- 3 Ruppiner Heide
- 4 Schorfheide-Chorin
- 5 Barnim
- 6 Grunewald
- 7 Havelland
- 8 Spreewald
- 9 Hoher Fläming
- 10 Sächsische Schweiz
- 11 Erzgebirge/Vogtland
- 12 Thüringer Wald
- 13 Frankenstein
- 14 Fränkische Schweiz
- 15 Fichtelgebirge
- 16 Oberpfälzer Wald
- 17 Bayerischer Wald
- 18 Bayerische Alpen
- 19 Schwarzwald



- 20 Schwäbische Alb
- 21 Frankenhöhe
- 22 Steigerwald
- 23 Rhön
- 24 Spessart
- 25 Odenwald
- 26 Pfälzerwald
- 27 Hunsrück
- 28 Taunus
- 29 Westerwald
- 30 Eifel-Venn
- 31 Sauerland
- 32 Rothaargebirge
- 33 Kellerwald-Edersee
- 34 Kaufunger Wald
- 35 Hainich
- 36 Harz
- 37 Teutoburger Wald
- 38 Lüneburger Heide
- 39 Sachsenwald

30 Eifel-Venn

Der Naturpark „Hohes Venn-Eifel“ steht auf dem größten Hochmoor Europas auf einer Fläche von insgesamt 5.000 Hektar. Unter anderem lebt hier das gefährdete Birkhuhn. Ein Forschungsteam versucht, den Bestand wieder zu erhöhen und hat dafür 2017 und 2018 insgesamt 28 Vögel aus Schweden umgesiedelt.

26 Pfälzerwald

Der Pfälzerwald ist mit knapp 180.000 Hektar das größte zusammenhängende Waldgebiet Deutschlands. Insgesamt sind mehr als 40 Prozent von Rheinland-Pfalz mit Wald bedeckt.

11 Naturpark Erzgebirge/Vogtland

Der Naturpark erstreckt sich über 120 Kilometer entlang des Elster- und des Erzgebirges. Mit einer Fläche von 1.495 Quadratkilometern und rund 290.000 Einwohnerinnen und Einwohnern ist er eines der am dichtesten besiedelten Gebirgsgebiete Europas, der höchste Punkt ist der Fichtelberg mit 1.215 Metern.

17 Bayerischer Wald

1970 wurde der erste deutsche Nationalpark im Bayerischen Wald gegründet. Neben Auerhuhn, Fischotter und Biber zählt der Luchs zu den Bewohnern. Nachdem die Wildkatze im 19. Jahrhundert verschwunden war, kommt sie in Ostbayern, im Pfälzerwald sowie zwischen Harz, Weser und Nordhessen wieder vor.

39 Sachsenwald

Vor Jahrtausenden erstreckte sich ein riesiger Urwald von der Ostsee bis nach Niedersachsen. Der Sachsenwald ist der letzte verbliebene Teil dieses Waldes. Unter anderem gibt es hier noch einen Eichen-Hutewald, also einen Wald, der früher als Viehweide genutzt wurde.

2 Müritz

Urwaldartige Buchenwälder, See- und Fischadler prägen das sogenannte Waldgebiet der tausend Seen in Mecklenburg-Vorpommern. Es ist UNESCO-Weltnaturerbe und liegt in einem von Deutschlands insgesamt 16 Nationalparks.

36 Harz

Neben Buchen und Fichten prägen große Felsformationen, sogenannte Blockhalden, die Landschaft des Harzes. Sie sind außerhalb der Alpen kaum in Mitteleuropa verbreitet und bieten unter anderem Lebensraum für die seltene sibirische Baldachinspinne.

10 Sächsische Schweiz

In der Sächsischen Schweiz liegt der einzige Felsenationalpark Deutschlands: Die Landschaft des Parks ist geprägt von großen Wäldern, zahlreichen Felsriffen, Wildbächen und Schluchten. Entstanden ist diese Landschaft durch die Elbe und ihre Nebenflüsse, die den Sandstein der Region langsam erodiert haben.



SAATGUT FÜR DEN WALD VON MORGEN

Im Samen eines Baumes sind all seine Eigenschaften gespeichert: Wie gut verträgt er Hitze? Wie widerstandsfähig ist er gegen Trockenheit? Am Thünen-Institut wird derzeit erforscht, wie die Samen besonders robuster Bäume dabei helfen können, den Nadelbaumbestand hierzulande langfristig zu sichern.

Aufmerksam geht Dr. Mirko Liesebach durch die Reihen junger Lärchen, den Blick auf den Boden gerichtet: Wächst das Gras länger als die Setzlinge und verschattet sie? Bauen sich Mäuse zwischen den Wurzeln Nester? Sind die Rinden der jungen Bäume unversehrt? Die eingezäunten Lärchen in der Nähe von Hamburg sind Teil des Forschungsprojekts „OptiSaat“, das Liesebach leitet. Wenn die Bäume ausgewachsen sind, sollen sie besonders hochwertiges Saatgut produzieren. Und dafür brauchen sie gute Wachstumsbedingungen.

„Wer den Wald fit für die Zukunft machen will, muss beim Saatgut beginnen“, sagt Liesebach. Der Forstwissenschaftler leitet den Arbeitsbereich Herkunfts- und Züchtungsforschung im Thünen-Institut für Forstgenetik in Großhansdorf nördlich von Hamburg. Denn in den Samen von Bäumen ist bereits angelegt, ob sie gerade wachsen, wie gut sie mit Hitze, Dürre und Schädlingen zurechtkommen. Hier entscheidet sich auch, wie widerstandsfähig, schnellwüchsig und

ergiebig der Wald der nächsten Generation sein wird. Liesebach und sein Team möchten deshalb in den Samenplantagen des Instituts Saatgut für Bäume produzieren, die robuster und anpassungsfähiger sind als der Durchschnitt ihrer Art.

Im Grunde verzüngen sich die Wälder selbst, indem die Bäume Samen produzieren und

Rund 500.000 Hektar, eine Fläche fast doppelt so groß wie das Saarland, müssen wiederaufgeforstet werden.

damit ihren eigenen Nachwuchs aussäen. Warum braucht es also diese Samenplantagen? Die Klimaänderungen haben dem Wald in den vergangenen Jahren massiv zugesetzt. Rund 500.000 Hektar, eine Fläche fast doppelt so groß wie das Saarland, müssen wiederaufgeforstet werden, so eine Schätzung des Thünen-Instituts.

Die Samenplantagen sollen zukünftig Baumschulen beliefern, die wiederum an die Forstwirtschaft liefern. Diese kann damit neue Wälder anlegen, geschädigten Wald aufforsten oder die Durchmischung mit verschiedenen Baumarten gezielt steuern. „OptiSaat“ hat 2021 begonnen und wird bis 2025 laufen. Es baut auf den Ergebnissen der beiden Vorgängerprojekte „FitForClim“ und „AdaptForClim“ auf. Zusammen gehören diese drei Projekte zu einer langfristigen Züchtungsforschung.

Geeignete Bäume auswählen

Mirko Liesebach beschäftigt sich seit mehr als drei Jahrzehnten damit, wie der Wald widerstandsfähiger und ertragreicher werden kann: Welche Baumarten eignen sich für welche Standorte? Für das Projekt „OptiSaat“ hat Liesebach sein Augenmerk auf die für die Holzindustrie wichtigen Nadelbäume gelegt: Wie können künftig stabile Mischwälder entstehen, in denen auch der Bestand der Nadelbäume gesichert ist? Wie können Nadelbäume qualitativ hochwertiges Holz liefern und noch ertragreicher für die Forstwirtschaft werden? Weil jeder Baum mal aus einem Samen entstanden ist, erforscht Liesebach genau diese Anfänge. „Bis zu 30 Prozent mehr Holz könnten Bäume aus besonders hochwertigem Saatgut liefern“, erläutert er. Gesunde Bäume sind nicht nur resistenter gegenüber widrigen Umweltbedingungen. „Je höherwertiger das

Holz, desto länger ist auch seine Lebensdauer. Holz von guter Qualität lässt sich besser verwerten und mehrfach nutzen.“

Sechs Samenplantagen gehören zu „OptiSaat“. Hier wachsen auf 2,5 Hektar Fläche circa 800 Douglasien, Wald-Kiefern und Hybridlärchen. „Die Auswahl dieser drei Baumarten ist das Ergebnis jahrzehntelanger Forschung zu den unterschiedlichen Eigenschaften verschiedener Nadelbäume und ihren Fähigkeiten, Dürre, Extremwetterereignisse und Schädlinge zu überstehen“, erklärt der Wissenschaftler.

Hinweise auf gutes Erbmateriale

Im Rahmen von „OptiSaat“ erforschen Liesebach und sein Team nun, wie hochwertiges Saatgut aus den drei Baumarten gewonnen werden kann. Im Vorgängerprojekt „FitForClim“ wurden dafür von ihnen sogenannte Plusbäume ausgewählt. Dabei richteten sich die Forschenden nach einem für jede Baumart angelegten Kriterienkatalog, der beispielsweise den Wuchs und die Widerstandskraft der Bäume berücksichtigt. Nur Exemplare mit perfekter Optik sowie gesundem und kräftigem Wuchs schafften es in die Auswahl, denn diese Faktoren seien ein Hinweis auf gutes Erbgut, sagt Liesebach.

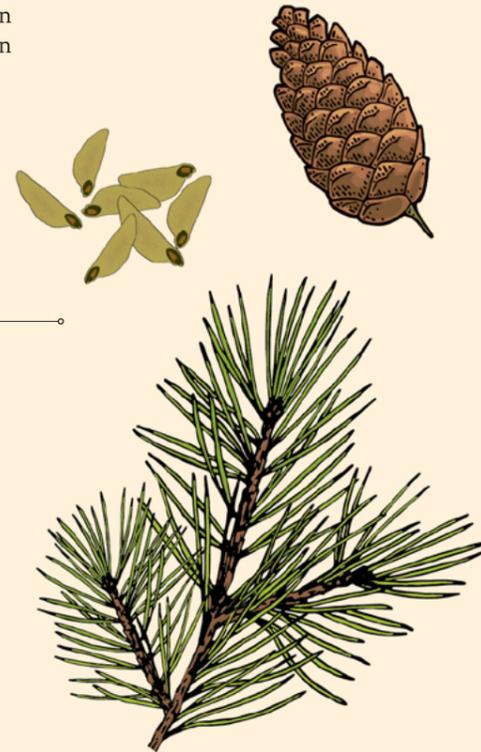
Diese Plusbäume dienten anschließend im Rahmen des Projekts „AdaptForClim“ als Grundstock für neue Pflanzen: Die Forschenden haben junge Triebe abgeschnitten und mit anderen Jungbäumen zusammengeführt. Durch dieses sogenannte Pfropfen wachsen Kopien der Plusbäume heran, deren

genetische Informationen im Trieb stecken. Der Jungbaum, auf den der Trieb aufgepfropft wurde, dient lediglich als Unterlage. Er versorgt den Baum über seine Wurzeln mit Nährstoffen.

Diese Kopien wurden in sogenannten Klonarchiven ausgepflanzt, einer Art Schatzkammer für Züchtungsforschende. „Dort haben wir auf relativ kleinem Raum das Erbgut vieler exzellenter Bäume versammelt“, so Liesebach. Das Archiv ist mit einer Datenbank hinterlegt: In dieser ist jeder Baum mit seinem genetischen Fingerabdruck und einer Identitätsnummer registriert. So kann das Forschungsteam die einzelnen Klone einem Original-Plusbaum zuordnen. Für

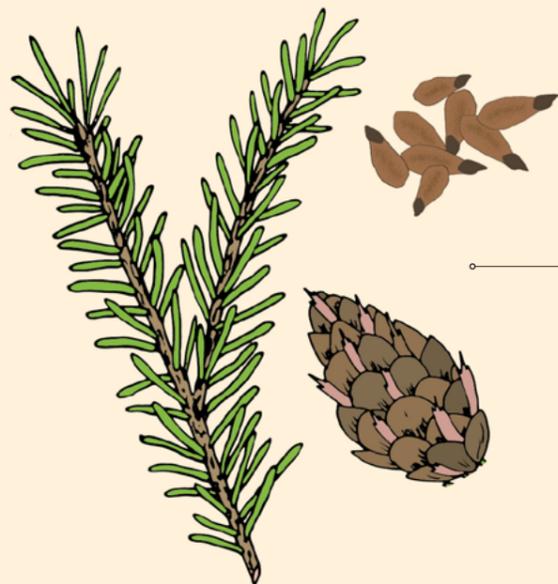
Wald-Kiefer

Die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) ist eine der wichtigsten Wirtschaftsbaumarten Europas und Asiens. Sie ist recht anspruchslos und kommt mit unterschiedlichen Klimabedingungen zurecht. Die Wald-Kiefer gedeiht sowohl auf trockenen als auch auf feuchten Böden und hat ein großes natürliches Verbreitungsgebiet. Kiefernholz ist leicht zu bearbeiten und daher gut für die Holz- und Möbelindustrie geeignet.



Douglasie

Die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) ist im pazifischen Nordwesten Amerikas heimisch und kam im 19. Jahrhundert nach Europa. Sie zählt zu den höchsten Bäumen der Welt. Wegen ihrer hohen Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit und Borkenkäfer wird sie in deutschen Wäldern immer beliebter. Sie eignet sich insbesondere als Mischbaumart in Buchen-, aber auch in Fichten- oder Kiefernbeständen. Ihr dekoratives und dauerhaftes Holz ist vielfältig verwendbar.



Die Projektphasen im Überblick



alle drei Baumarten gibt es nun ein solches Archiv mit 50 bis 500 Klone und hiervon jeweils drei Kopien.

Vom Klonarchiv zur Samenplantage

Im Rahmen des „OptiSaat“-Projekts bilden die Plusbäume und ihre Kopien nun die genetische Basis für die weitere Forschung. Für den Aufbau der Samenplantagen nutzen Mirko Liesebach und sein Team die Plusbaum-Klone, die in die Klimazone im Nordosten Deutschlands passen, wo sich auch ihr Institut befindet. Bei der Pflanzung hilft eine Software, die auf die Identitätsnummern aus den Datenbanken der Archive zugreift. Diese sind mit der genauen Herkunft und Verwandtschaft des jeweiligen Baumes verknüpft. So lässt sich die optimale Verteilung der jeweils 60 bis 80 Klone pro Samenplan-

tage berechnen und sicherstellen, dass genetisch verwandte Bäume nicht zu nah beieinanderstehen, sondern eine breite Mischung aus verschiedenen Herkunftsorten gewährleistet ist. Für die Baumarten Wald-Kiefer, Douglasie und Hybridlärche werden jeweils zwei Samenplantagen angelegt.

Die Pfropflinge der Plusbäume wurden im Frühjahr 2024 auf die künftigen Samenplantagen gepflanzt. Aufgabe der Forschenden ist es nun, für möglichst gute Wachstumsbedingungen zu sorgen: Schädlinge, zu wenig Regen oder zu viel und konkurrierende Pflanzen könnten den noch jungen Bäumen gefährlich werden.

Ansonsten ist Geduld gefragt. In etwa zehn Jahren, schätzt der Forscher, könne von den Bäumen Saatgut geerntet werden. So lange dauert es, bis sie ausreichend intensiv blühen, sich befruchten und Samen produzieren. Das Institut pflegt nun die Jungpflanzen, bis sie im blühfähigen Alter sind und ausreichend

Saatgut produzieren. Danach werden die Plantagen für die Ernte des Saatguts verpackt, um daraus neue Pflanzen heranzuziehen. Aus diesen werden in Baumschulen und Wäldern dann Bäume heranwachsen, die an die künftigen Bedingungen besser angepasst sind. Und die wiederum ihre genetischen Eigenschaften an die nächste Generation weitergeben. „Die ‚OptiSaat‘-Samenplantagen sind also nur der Anfang der Entwicklung eines widerstandsfähigeren Waldes“, fasst Liesebach zusammen.

Von Petra Krimphove

Lärche

Die Europäische Lärche (*Larix decidua*) ist eine heimische Baumart, die in Deutschland besonders im Alpenraum zu finden ist. Hybridlärchen (*Larix × eurolepis*) sind eine Kreuzung aus der feinastigen Europäischen Lärche, die besonders gut mit trockeneren Standorten zurechtkommt, und der gegen Baumkrankheiten robusten Japanischen Lärche (*Larix kaempferi*). Die Hybridlärche vereint ihre positiven Eigenschaften. Zudem wächst sie schneller. Ihr gerader Stamm und ihr festes Holz machen sie zu einem beliebten Baum der Holz verarbeitenden Industrie. Die Lärche ist der einzige heimische Nadelbaum, der im Winter seine Nadeln verliert.



DIE FORSCHUNGSFRAGE

Wie kann ein digitaler Zwilling den Wald schützen?

Mit einem digitalen Abbild des Waldes möchten Forschende künftige Szenarien simulieren und den Wald auf sie vorbereiten. Wie gelingt das?

Herr Hartmann, kann der Wald ohne menschliche Hilfe nicht mehr überleben?

Der Wald kommt ohne uns zurecht, aber er ist momentan in einer Umbruchphase. Die Bäume sind gestresst, ihnen setzen unter anderem Schädlinge und Krankheiten zu, die sich bei Trockenheit und höheren Temperaturen schneller verbreiten. Innerhalb von oft sehr kurzer Zeit sterben dann gestandene Bäume, von denen wir das nicht erwartet hätten, auf einmal ab.

Wie reagiert die Forschung darauf?

Wälder sind sehr resiliente, aber auch träge Systeme, da müssen wir in Zeitspannen von vielen Jahrzehnten oder gar Jahrhunderten denken. Wie soll unser Wald in Zukunft sein – genau diese langfristige Planung in den Griff zu kriegen, ist unsere größte Herausforderung. Das, was wir jetzt erleben und was vor uns liegt, ist komplett außerhalb der gewohnten Klimaschwankungen. Damit zerbröckelt unser bisheriges wertvolles Erfahrungswissen. Antworten auf diese Herausforderung könnte ein digitaler Zwilling des Waldes geben, der uns als Zeitmaschine in die Zukunft reisen lässt.

Das klingt nach Science Fiction.

Wird aber schon Realität. Wir haben bereits Ende des Jahres 2023 begonnen, eine Computerdarstellung von kleinen, ausgewählten Waldstücken in Braunschweig zu erstellen. Mit diesem Simulationsmodell können wir Zukunftsszenarien immer wieder neu durchspielen und Maßnahmen entsprechend optimieren. Das Besondere ist, dass wir den Wald und sein virtuelles Abbild verknüpfen, indem Daten hin- und herfließen: Das Modell erhält in Echtzeit Informationen aus dem Wald,

gleich diese mit den Parametern der Vergangenheit ab und justiert nach, auch mithilfe von künstlicher Intelligenz, die durch die Daten lernt und die Simulation optimiert. So wird das Modell immer wieder aktualisiert und bildet die Realität schneller ab, statt wie früher der Zeit hinterherzuhinken.

Bauen Sie dafür jeden Baum, jede Wurzel, jede aktuelle Schädlingspopulation nach?

Leider können wir noch nicht so genau sein. Wir betrachten die Reaktionen einzelner Bäume auf klimatische Veränderungen, aber so etwas wie ein Borkenkäfer existiert in dieser Welt noch nicht. Wir müssen also Schädlinge und Krankheiten in den Zwilling integrieren, vermutlich mit der Berechnung von Befallswahrscheinlichkeiten. Aber noch fehlen die Daten dafür und oft auch das Verständnis darüber, wie es durch Schädlingsbefall und Krankheiten zum Absterben ganzer Wälder kommt. Das sind sehr komplexe Vorgänge.

Wie finden Sie in Echtzeit heraus, wie es um die Bäume steht?

Wir verkabeln sie und messen kontinuierlich am Stamm bestimmte Funktionen, etwa Saftfluss, Dickenwachstum oder Zellatmung. Daten aus der Krone bekommen wir hauptsächlich über Drohnen. Dieser Datenstrom generiert dann im Modell ein sich ständig aktualisierendes Baumverhalten gegenüber Umwelteinflüssen. Schwierigkeiten macht uns zurzeit vor allem der unterirdische Bereich, etwa, dort die unterschiedlichen Einflussfaktoren sauber voneinander zu trennen. Wir werden in den nächsten Jahren versuchen, verschiedene Modellansätze über Böden, Wurzeln und Symbiosen zusammenzuführen, um das ganzheitlicher betrachten zu

können und die Unsicherheiten der einzelnen Prozesse einzugrenzen.

Noch lassen Sie den Zwilling lernen. Welche Aufgaben warten in Zukunft auf ihn?

Theoretisch lässt sich ganz Deutschland als Waldzwilling darstellen, das erreichen wir wahrscheinlich in fünf Jahren. Damit schaffen wir – gemeinsam mit weiteren wissenschaftlichen Institutionen – eine Grundlage zur Bewertung der Klimaresilienz von Wäldern und von Maßnahmen zur Anpassung von Wäldern an den Klimawandel. Der digitale Zwilling ist zwar leider kein Schutz gegen das, was aktuell passiert. Aber er kann uns darin unterstützen, bestmögliche Entscheidungen für die Zukunft des Waldes zu treffen.



Prof. Dr. Henrik Hartmann leitet das Ende 2022 gegründete Fachinstitut für Waldschutz am Julius Kühn-Institut (JKI) in Quedlinburg.

Das Gespräch führte Heike Dettmar.

Illustration: Sarah Heig

Foto: Raymond Forber LLC/Stocksy

Was kommt als Nächstes?

Die kommende Ausgabe der forschungsfelder hat nicht nur ein Thema, sondern viele. Und vor allem gibt es mehr zu gucken, als zu lesen. Infografiken zeigen Zahlen und Fakten rund um eine nachhaltigere und krisenfeste Ernährung und Landwirtschaft. Dabei geht es um Aspekte wie Lebensmittelverschwendung, zukunftsfeste Landwirtschaft und Tierhaltung, Biolandbau, Biodiversität und Digitalisierung. Im Fokus stehen auch künftige Herausforderungen und welche Lösungsansätze die Forschung beitragen kann.

Impressum

forschungsfelder

Das Magazin wird herausgegeben vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

Fachliche Betreuung, Steuerung:

BMEL-Referat L5 – Öffentlichkeitsarbeit
V. i. S. d. P.: Jana Galinowski, Vanessa Kryza,
Dr. Michaela Nürnberg

Konzept, Redaktion, Gestaltung:

neues handeln AG
Julie von Berg, Anne Schmidt (Ltg.),
Angela Matern (AD), Charlotte Matern,
Katharina Mattar, Julia Sprügel
Bildredaktion: Studio Stauss, Berlin

Fotos und Illustrationen, wenn nicht anders angegeben: Titel und Rücktitel: Lyssa Kayra; Seite 26/27 (Forschungslandschaft): Lemberg Vector studio, kuroksta, Doloves, MicroOne, Maxim Cherednichenko, Val_Zar/Shutterstock; **Litho:** Twentyfour Seven, Berlin

Druck: Bonifatius GmbH, Paderborn
Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Wenn Sie dieses Magazin

bestellen möchten:
Bestell-Nr.: BMEL22083
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Telefon: 030 18 272-27 21
Fax: 030 1810 272-27 21
Schriftlich: Publikationsversand der Bundesregierung,
Postfach 48 10 09, 18132 Rostock
Printed in Germany



Hier können Sie das Magazin online lesen.

Kostenfreies Abonnement
www.forschungsfelder.de



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

