

Waldenergie





TITELBILD

Vom Boden bis zum Wipfel: Der Wald steckt voller Energie für eine nachhaltige Zukunft – und für ein gesundes Leben. Wir müssen sie nur nutzen. Darum geht es in diesem Magazin.

**WINDKRAFT IM WALD.
INTERVIEW MIT
RAINER DROSTE**

Seite 14

1,5 10¹⁸ Kilowattstunden. So unglaublich viel Energie schickt die Sonne jedes Jahr auf die Erde.

Runtergebrochen sind das 1 361 Watt Leistung – pro Quadratmeter. Das ist genug, um 100 Becher Kaffee zu kochen, eine 10-Watt-LED fast 140 Stunden leuchten zu lassen oder sich gut eine Stunde zwanzig Minuten lang die Haare zu föhnen. Und diese Energie ist im Wald gespeichert. Der Trick ist die Photosynthese. Mit ihrer Hilfe und Kohlendioxid bauen Bäume pro Jahr und Hektar gut elf Kubikmeter Holz auf. Wenn wir damit heizen, ist das quasi gespeichertes Sonnenlicht. Auch die anderen Energieträger aus dem Wald gehen letztlich auf die Sonne zurück: Wind entsteht, wenn es in einer Region warm ist, weil die Sonne scheint, und in einer anderen kalt. Die Natur sucht den Ausgleich und sie schafft ihn mit dem Wind. Seine Energie müssen wir nur einfangen. Auch die Wasserkraft ist von der Sonne angetrieben. Ohne Wärme und damit ohne Verdunstung an der einen und Regen an der anderen Stelle würde Stillstand herrschen. Und die Geothermie? Die Wärme aus dem Erdinneren stammt aus dem Zerfall radioaktiver Atome. Alle Elemente sind im Inneren von Sternen entstanden. Letztlich verdanken wir alles dem ewigen Feuer der Sonne. Kein Wunder also, dass wir unsere eigene Energie auch unter Bäumen finden können, wie das Schwesterheft zeigt, wenn Sie dieses Magazin umdrehen.

HEIZEN MIT HOLZ

Seite 24



WIND OF CHANGE

Seite 18

**WALDWACHSENDE
ROHSTOFFE**

Seite 2

Waldwachsende Rohstoffe

Geeignete Flächen für die Errichtung von Windrädern wie diese finden sich nahe an der Forststraße und unterliegen keinen naturschutzfachlichen Kategorien.

TEXT
HORST HAMM

ICONS
MICHAEL PAUKNER

Holz ist seit jeher der Rohstoff Nummer Eins, der jedes Jahr ganz selbstverständlich geerntet wird. Aus den bayerischen Staatswäldern kommt aber die ganze Palette der erneuerbaren Energien – neben Biomasse auch Wasser- und Windkraft, Photovoltaik und irgendwann vielleicht auch Geothermie. Ein Überblick.



1 m³

In Bayern wächst pro Sekunde ein Kubikmeter Holz nach – macht 2,5 Kubikmeter pro Einwohner.

D

Die Steinzeitmenschen haben es uns vorgemacht. Als sie vor über 30 000 Jahren entdeckten, wie man gezielt Feuer macht, lernten sie, Holz für Lagerfeuer zu nutzen. Das brachte Licht und Wärme in dunkle Höhlen, hielt wilde Tiere fern und half, Wurzeln und Fleisch genießbar und bekömmlich zu machen. Der Wald war der erste Energielieferant des Menschen. Jahrtausende später entwickelten die Ägypter die ersten Wasserräder, die Römer brachten die Mühlentechnik nach Deutschland. Und dort, wo es zu wenig Wasser gab oder das Gefälle nicht ausreichte, wurden Windmühlen zur Alternative. Holz, Wald und Wasser prägten die wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands bis ins Industriezeitalter. Die Entdeckung der Dampfmaschine und die Industrialisierung veränderten jedoch die Welt. Holz wurde durch Kohle ersetzt, auch weil der Hunger nach Energie in allen Industrieländern rasant wuchs und Holz zu einem knappen Rohstoff geworden war. Die Kohle wurde zur wichtigsten Energiequelle.

BRENNHOLZ IST REGIONALER ROHSTOFF

Heute, rund zwei Jahrhunderte später, versuchen wir die Klimakrise zu lösen. Mit dem Pariser Klimaabkommen hat sich Deutschland 2015 gemeinsam mit allen anderen Staaten dazu verpflichtet, binnen weniger Jahre fossile Energieträger weitgehend zu ersetzen und klimaneutral zu wirtschaften. Dem Wald und der Rückbesinnung auf seine Energieleistungen kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu.



Die Bayerischen Staatsforsten können und wollen in Zukunft noch mehr dazu beitragen, die Klimaziele Deutschlands und Bayerns zu erreichen. Das beginnt schon damit, dass in Bayern pro Sekunde ein Kubikmeter Holz nachwächst. Auf einer Waldfläche von rund 2,5 Millionen Hektar kommen im Freistaat jährlich über 32 Millionen Kubikmeter Holz zusammen, die theoretisch nachhaltig geerntet und genutzt werden können. Pro Einwohner sind das rund 2,5 Kubikmeter Holz.

Was mit den knapp 5 Millionen Kubikmetern Holz geschieht, die auf den Flächen der Bayerischen Staatsforsten geerntet werden, ist ziemlich genau festgelegt: Zunächst achten alle Försterinnen und Förster darauf, dass nicht mehr Holz eingeschlagen wird, als nachwächst. Die großen Stämme nimmt größtenteils die Holzverarbeitende Industrie ab und verarbeitet sie zu Bauholz oder Möbeln. Kronen und kleinere Stämme gehen als regionaler Rohstoff in Form von Brennholz an die Kunden. Und rund zehn Prozent des Zuwachses bleiben aus Naturschutzgründen als Totholz im Wald und bieten Pilzen, Insekten und anderen Pflanzen einen Lebensraum.

Durch den enormen Anstieg der Gaspreise nach der russischen Invasion in der Ukraine ist die Nachfrage so groß wie seit Jahrzehnten nicht mehr. Grundsätzlich ist die Brennholznutzung Teil der nachhaltigen und naturnahen Bewirtschaftung des Staatswaldes und somit ein Beitrag zum Klimaschutz, denn ein Festmeter Buchenholz entspricht rund 200 Litern Heizöl. Da die Holzvorräte jedoch begrenzt sind, konnten im vergangenen Jahr nicht alle Holzwünsche erfüllt werden.



Brennholznutzung ist Teil der nachhaltigen und naturnahen Bewirtschaftung der bayerischen Staatswälder. Wie auf dem Bild links versorgen sich viele Selbstverwalter in Eigenregie.



1,3 Millionen Liter Heizöl konnten durch das Heizwerk im niederbayerischen Bodenmais 2022 eingespart werden. Verfeuert werden Hackschnitzel aus Resthölzern aus den umliegenden Wäldern.

KURZE WEGE FÜR HACKSCHNITZEL

Ein offener Kamin ist noch am ehesten mit dem Lagerfeuer der Steinzeitmenschen zu vergleichen. Weit effizienter sind Heizwerke, wie sie auch die Bayerischen Staatsforsten betreiben. Eine eigene Unternehmenseinheit, das Zentrum für Energieholz in Oberammergau, organisiert die Produktion der Hackschnitzel. Sie beliefert nicht nur unabhängige Betreiber, sondern selbstverständlich auch die eigenen Anlagen.

Im niederbayerischen Bodenmais zeigt sich anschaulich, was das bedeutet. Der heilklimatische Kurort ist umgeben von den schier endlosen Wäldern, die direkt am Ortsrand beginnen, von mächtigen Berg Rücken wie dem Großen Arber, aber auch von etlichen sanften Kuppen des Bayerischen Waldes. „Wir heizen für Sie mit Waldenergie. Nachhaltig. Regional. Klimafreundlich“, so lautet der Slogan der Waldenergie Bodenmais GmbH.

Bereits 2011 ging die Anlage in Betrieb. Inzwischen sind das Hallen- und Freibad Silberberg, mehrere Hotels, Pensionen und Gaststätten, das neue Camping-Resort, die Schule, das Rathaus, das Feuerwehrhaus und die Silberberg-Klinik angeschlossen – insgesamt rund 70 Betriebe, öffentliche Einrichtungen, Privathäuser und selbstverständlich auch der Forstbetrieb. Tendenz steigend. Im vergangenen Jahr hat das Heizwerk 24 900 Schüttraummeter Hackschnitzel verfeuert. „Das gesamte Material kam aus unserem eigenen Forstbetrieb“, sagt Geschäftsführer und Forstbetriebsleiter Jürgen Völkl. Was das heißt, zeigt der Arbeitsalltag: An der Forststraße verarbeiten die Forstleute die gefällten Bäume. Das Stammholz kommt auf eine Seite des Weges, der Rest wird mithilfe eines Hackers verarbeitet. Binnen zehn Minuten ist ein Container mit 70 bis 90 Kubikmetern Hackschnitzel gefüllt, der dann direkt zum Heizwerk gefahren, getrocknet und verfeuert werden kann. Der Transportweg beträgt je nach Einschlagsort zwischen fünf und maximal 30 Kilometer. Kürzer und damit klimafreundlicher geht es kaum. Und nicht ohne Stolz verweist der Forstbetriebsleiter darauf, dass damit allein im Jahr 2022 1,3 Millionen Liter Heizöl eingespart und 3 500 Tonnen CO₂ vermieden wurden.

Im oberpfälzischen Waldmünchen nahe der tschechischen Grenze betreiben die Staatsforsten ein Heizkraftwerk in Eigenregie, das neben Wärme auch Strom produziert. Weitere Heiz(kraft)werke in Eigenregie gibt es bislang nicht, denn in der Vergangenheit war heimisches Holz im Vergleich zu billigem Gas aus Russland „eine wirtschaftliche Herausforderung“, wie Rainer Droste, Bereichsleiter Immobilien und Weitere Geschäfte, die Problematik beschreibt. „Das kann sich jetzt aber ändern.“



24 900

2022 wurden im Heizwerk Bodenmais 24 900 Schüttraummeter Hackschnitzel verfeuert.

WASSERKRAFT FÜR SPITZENLASTEN

Dass Holz schon seit Jahrhunderten nicht die einzige Möglichkeit ist, die Energie der Wälder zu nutzen, zeigt die Marmorkegelmühle am Eingang der Almbachklamm im Berchtesgadener Land. Seit 1683 nutzen Handwerker die Wasserkraft des Almbachs, um vorgefertigte Marmorblöcke zu Kugeln zu schleifen. Früher gingen bis zu tausend Zentner pro Jahr in alle Welt, heute ist die Marmorkegelmühle zwar immer noch in Betrieb, aber nur noch als Touristenattraktion.

Mit seinen vielen Gewässern war Bayern prädestiniert für Wassermühlen. An etlichen Flussläufen reihten sich Mühlen aneinander, mit denen Pflanzenöl gepresst, Holz gesägt oder wie am Almbach Steine geschliffen wurden. Noch 1946 waren über 4 000 Getreidemühlen in Betrieb, heute sind es nur noch ein paar Dutzend, die das traditionelle Handwerk am Leben erhalten.

Wasserkraft spielt inzwischen eine wichtige Rolle bei der Stromerzeugung – auf dem Gebiet der Bayerischen Staatsforsten vor allem der Walchensee. Der See prägt die Gebirgslandschaft der bayerischen Voralpen oberhalb von Kochel, seit 1924 treibt sein Wasser die Turbinen des 200 Meter tiefer gelegenen Kraftwerks an, das bis heute das größte Speicherkraftwerk Deutschlands ist. „Das Wasser des Walchensees versorgt ein Juwel unter den Kraftwerken“, beschreibt Rainer Droste seine Bedeutung. „Denn es wird vor allem dann hochgefahren, wenn Spitzenlasten abgedeckt werden müssen – bei Bedarf innerhalb von 30 Sekunden.“ Mit einer Leistung von 124 Megawatt kann es rein rechnerisch rund 75 000 Vier-Personen-Haushalte mit Strom versorgen. So leistungsstarke Wasserkraftwerke gibt es in Bayern an den Alpenabflüssen Iller, Lech, Isar und Inn sowie an Donau und Main. Rund 95 Prozent aller 4 248 Wasserkraftwerke haben eine Leistung von weniger als einem Megawatt und das Ausbaupotenzial ist gering, wie Fach-





leute unisono bestätigen: „Bei Genehmigungsverfahren werden ökologische Belange höher gewichtet als die Energiegewinnung“, versichert auch Rainer Droste. „Es macht keinen Sinn, Bäche und Flüsse mit einem Staudamm zu stauen und dann mit hohem Aufwand eine Umgehungshilfe zu bauen, damit Fische und Kleintiere flussauf- oder abwärts wandern können.“ Vielleicht wird das eine oder andere kleine Wasserkraftwerk noch gebaut, viele sind aber nicht mehr möglich.

Ganz anders sieht das bei der Windenergie aus. Historische Windmühlen sind in Bayern zwar schon lange nicht mehr in Betrieb, dafür aber moderne Windkraftanlagen. Über 1 100 Anlagen erzeugen bereits in ganz Bayern regenerativen Strom, rund hundert davon in den bayerischen Staatswäldern. Insbesondere die sogenannte 10-H-Regel hat jedoch dazu geführt, dass seit ihrem Erlass im Jahr 2014 nur noch wenige neue Windräder im Freistaat gebaut worden sind.

NEUSTART FÜR WINDKRAFT

Um jedoch sowohl der Klima- als auch der Energiekrise nach dem Einmarsch Russlands in die Ukraine zu begegnen, hat der Gesetzgeber die rechtlichen Rahmenbedingungen stark verändert: Das Windanland-Gesetz der Bundesregierung verpflichtet alle Bundesländer, bis 2027 1,4 Prozent und bis 2032 zwei Prozent ihrer Landesfläche für Windenergie zur Verfügung zu stellen. Es ist Anfang Februar in Kraft getreten. Der Bayerische Landtag hat im vergangenen Oktober die Bauordnung angepasst und die 10-H-Regel gelockert: Nahe Gewerbegebieten, an Autobahnen, entlang der Bahntrassen und in Gebieten, die vorrangig für die Windkraftnutzung vorgesehen sind, wird der Abstand von Windrädern zur Wohnbebauung auf 1 000 Meter verringert. In Windvorranggebieten gelten seit Juni 2023 sogar nur noch 800 Meter. „Diese beiden Gesetze haben in den letzten Monaten eine enorme Dynamik im Staatswald ausgelöst“, so Droste weiter.

Die Windbranche steht in Bayern deshalb vor einem regelrechten Neustart. Wie viele neue Windräder in ihren Wäldern möglich sind, hat der Staatsbetrieb in einer Potenzialanalyse prüfen lassen. Auf 450 neue Windkraftanlagen kamen die Gutachter unter den aktuell geltenden Rahmenbedingungen – das ist fast die Hälfte der rund 1 000 Anlagen, die errichtet werden sollen.

Was das bedeutet, führen eindrucksvoll die Pläne im Bayerischen Chemiedreieck vor Augen. Dort wird im Altöttinger und Burghauser Forst der größte Waldwindpark Süddeutschlands mit 40 Windrändern entstehen. Rund ein Zehntel des enormen Strombedarfs der örtlichen Industrie wird dann mit heimischer regenerativer Energie gedeckt.

„Das sind typische Wirtschaftswälder“, erklärt Forstbetriebsleiter Heinz Utschig, der für die Wälder in der Region zuständig ist, bei einem Rundgang durch den Altöttinger Forst, „bei uns wachsen vor allem Buchen, Fichten und Kiefern.“ Einer besonderen Schutzkategorie – Vogelschutz-, FFH-Gebiet, Biosphären- oder Naturwaldreservat, die für die Windkraft grundsätzlich tabu sind – unterliegen „seine“ Wälder nicht. Und die Auenlandschaft von Salzach und Inn ist weit genug entfernt, so dass Zugvögel, die im Frühjahr und Herbst entlang der beiden Flüsse zu ihren Sommer- und Winterquartieren ziehen, die Windräder nur von der Ferne sehen. „Wir achten bei jedem einzelnen neu aufgestellten Windrad darauf, dass der Eingriff in unsere Wälder so gering wie möglich ist“, versichert Bereichsleiter Rainer Droste, „nicht nur im Chemiedreieck, sondern überall, wo wir Flächen für Windkraft zur Verfügung stellen.“ (siehe Interview, Seite 14).

Zu den konstruktiven Lösungen gehören Forstwege, die den Altöttinger und Burghauser Forst gut erschließen. „Dieses Wegenetz muss ein Projektierer für den Bau der geplanten Anlagen nutzen, wenn er den Zuschlag erhalten will“, versichert Rainer Droste und zeigt dies bei einem Waldspaziergang anschaulich: Das Nördliche Hauptgeräumt führt vom Waldrand fünf Kilometer schnurgerade durch den Altöttinger Forst. Werden die langen Rotorblätter auf diesem Weg angeliefert, muss für die Schwertransporte keine einzige Kurve verbreitert und somit kein Baum gefällt werden. „Entlang einer solchen Forststraße ist der Bau der Windräder minimalinvasiv, um einen Vergleich aus der Chirurgie zu bemühen“, so Rainer Droste.

Der Wind hat sich also buchstäblich gedreht im Land, wie die Planungen im Chemiedreieck zeigen. Die Firmen der Region begrüßen den geplanten Windpark, sieben der neun angrenzenden Gemeinden haben großes Interesse an dem Projekt und die Bürgerinnen und Bürger vor Ort wollen sich direkt oder über Genossenschaftsmodelle finanziell an dem Windpark beteiligen.

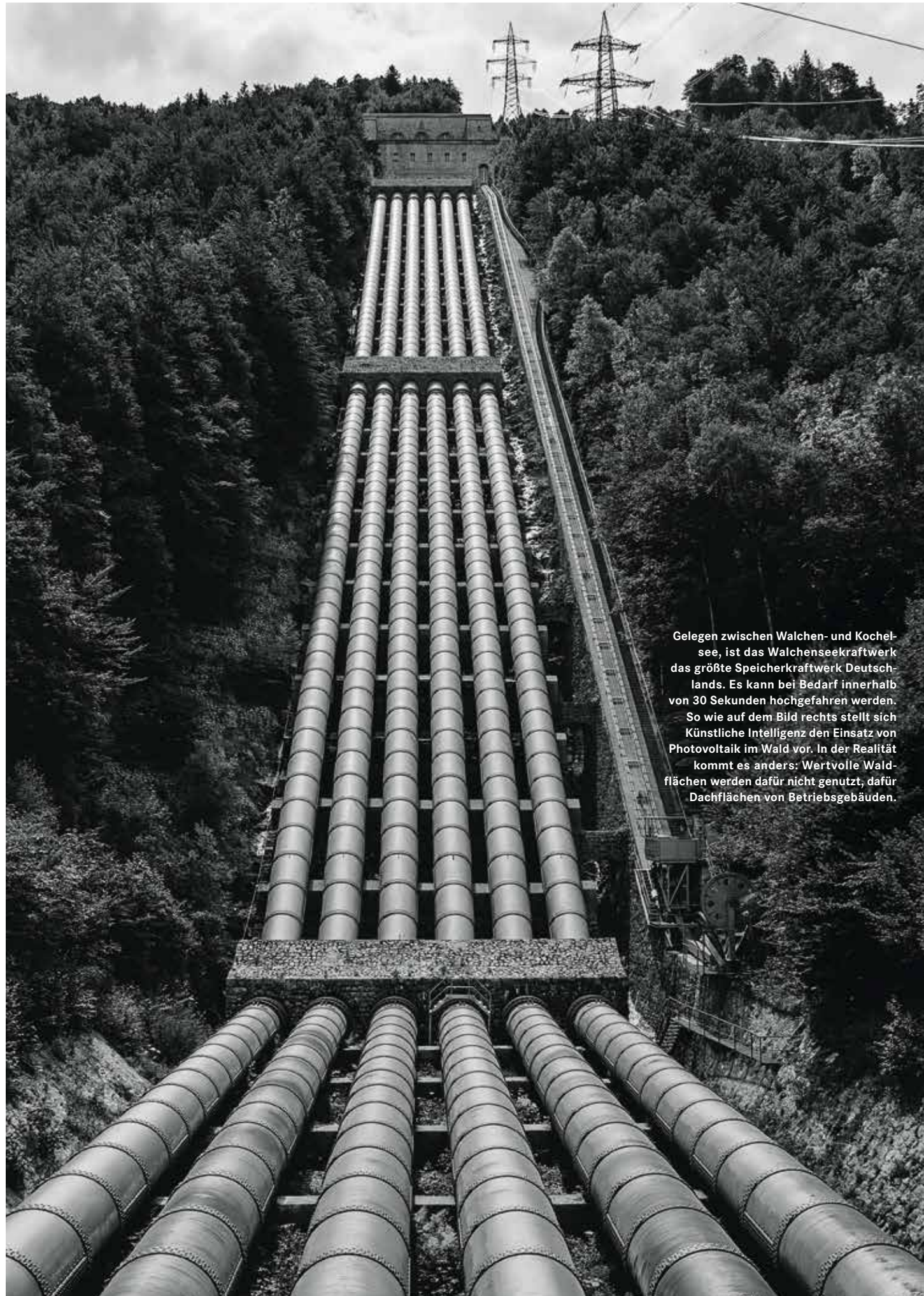
DER WALDWINDPARK IM CHEMIEDREIECK

Im Altöttinger und Burghauser Forst im Südosten Bayerns und auf dem Terrain der Bayerischen Staatsforsten sollen 40 Windräder gebaut und der bislang größte Windpark im Freistaat errichtet werden. Den Zuschlag für das Projekt hat die Qair Deutschland GmbH mit Hauptsitz in München erhalten, weil sie nach Einschätzung der Bayerischen Staatsforsten mit ihrem Konzept am besten die Wälder schont und den Bedürfnissen der anliegenden Gemeinden nachkommt. Darüber hinaus hat sich das Unternehmen dazu verpflichtet, ein Beteiligungsmodell zu entwickeln, mit dem die Menschen vor Ort vom Windstrom in ihrer Nachbarschaft profitieren können. Von dieser Zusage haben die Gemeinden ihre Zustimmung abhängig gemacht.

550 Millionen Kilowattstunden Strom soll der Windpark im Jahr liefern: hochwillkommener Ökostrom, der etwa zehn Prozent des Jahresverbrauchs der energieintensiven Betriebe im Chemiedreieck deckt.

Bei jedem neu aufgestellten Windrad wird darauf geachtet, den Eingriff in den Wald so gering wie möglich zu halten. Geothermie ist im Wald noch Zukunftsmusik. Das Bild links zeigt die Anlage „München Süd“ der Stadtwerke München.





Gelegen zwischen Walchen- und Kochelsee, ist das Walchenseekraftwerk das größte Speicherkraftwerk Deutschlands. Es kann bei Bedarf innerhalb von 30 Sekunden hochgefahren werden. So wie auf dem Bild rechts stellt sich Künstliche Intelligenz den Einsatz von Photovoltaik im Wald vor. In der Realität kommt es anders: Wertvolle Waldflächen werden dafür nicht genutzt, dafür Dachflächen von Betriebsgebäuden.

Dass der Wind in Bayern nicht ganz so kräftig weht wie in Norddeutschland, wo Windgeschwindigkeiten von durchschnittlich neun Metern pro Sekunde und mehr erreicht werden, ist nur bedingt von Nachteil. Denn auch Bayern kommt in weiten Teilen auf fünf bis sechs Meter, wie der Bayerische Windatlas zeigt. Im Spessart, in der Rhön, auf der Fränkischen Alb und im Fichtelgebirge gibt es sogar Windverhältnisse von über sechs Metern pro Sekunde. Als Faustregel für einen wirtschaftlichen Betrieb von Windkraftanlagen gibt das Bayerische Wirtschaftsministerium mindestens 4,8 Meter pro Sekunde an. Nach Schätzungen des Bundesverbands Windenergie kann bei den in Bayern üblichen Windverhältnissen mit ca. 2 000 Volllaststunden für moderne Anlagen gerechnet werden. Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher Jahresertrag von 5 000 Megawattstunden Strom. Bei einem angenommenen Durchschnittsverbrauch von je 3 200 Kilowattstunden im Jahr versorgt damit ein einziges neues Windrad rund 1 500 Haushalte mit Strom.



1 500

Ein einziges neues Windrad
in Bayern versorgt rund
1 500 Haushalte mit Strom.

SONNENENERGIE VOM DACH UND GEOTHERMIE

Selbstverständlich gehört auch die Nutzung der Sonnenenergie zum Repertoire der Bayerischen Staatsforsten. Auf den Dachflächen von Betriebsgebäuden, in Pflanzgärten oder auch auf Baggerseen werden die Möglichkeiten geprüft oder bereits umgesetzt. Im Jahr 2022 waren 20 eigene PV-Anlagen im Betrieb, hinzu kamen fünf Anlagen externer Betreiber. Ihre Gesamtleistung: 15,2 Megawatt. Das ist nicht viel, aber die Möglichkeiten, im Wald Photovoltaikanlagen aufzustellen, sind begrenzt, weil es kaum geeignete Freiflächen gibt. Zu den wenigen Flächen im Staatswald, die nicht mit Bäumen bewachsen sind, gehören intakte Moore oder Moore, die wieder vernässt werden sollen. „Das sind hochsensible Flächen, die für PV-Anlagen nicht in Frage kommen“, so Rainer Droste.

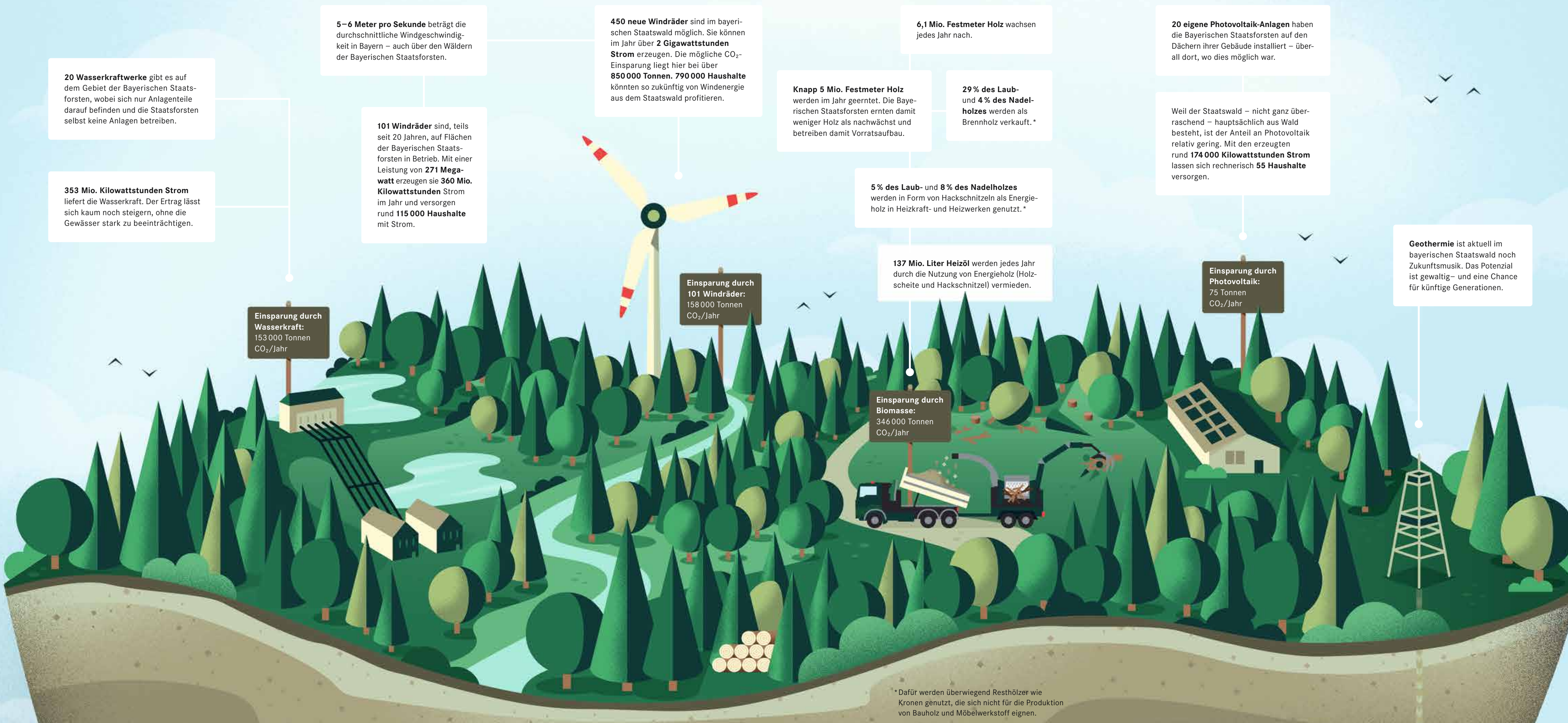
Ganz anders sieht es bei der Nutzung von Geothermie aus. Oberbayern hat einen regelrechten Schatz unter seinen Füßen, genauer gesagt eine wasserführende Schicht mit Temperaturen bis zu 150 Grad und mehr. Denn im Bayerischen Voralpenland bildete sich vor 135 Millionen Jahren eine mehrere hundert Meter dicke wasserführende Kalksteinschicht, der sogenannten Malm. Unter dem Druck der entstehenden Alpen sackte diese Schicht nach Süden ab. Auf der Höhe des Münchner Flughafens messen Geologen in 2 000 Metern Tiefe ungefähr 65 Grad warmes Wasser. Direkt unter der Münchner Innenstadt sind es 93 Grad, 30 Kilometer weiter südlich bei Holzkirchen sogar 150 Grad – in über

5 000 Metern Tiefe. Das sind ideale Bedingungen für die geothermische Nutzung.

24 Geothermieanlagen gibt es bereits in Bayern, 23 davon in Oberbayern, weitere sind in Planung. Das Prinzip ist immer gleich: Zwei Bohrungen sind notwendig, die an der Oberfläche nur wenige Meter auseinander liegen, aber jeweils schräg in den Untergrund führen. Durch die erste Bohrung wird das heiße Wasser aus drei-, vier- oder fünftausend Metern Tiefe an die Oberfläche geholt – 100 bis 150 Liter pro Sekunde. Nachdem es die Haushalte durchlaufen hat und auf rund 60 Grad abgekühlt ist, wird es über die sogenannte Injektionsbohrung wieder in die Tiefe zurückgeführt, gut zwei Kilometer von der Entnahmestelle entfernt. So bleibt das gesamte System in einem natürlichen Gleichgewicht. Abkühlen und versiegen kann der Wärmeschatz nach menschlichem Ermessen nicht, denn radioaktive Zerfallsprozesse in der etwa 40 Kilometer dicken Erdkruste versorgen die wasserführende Schicht ständig mit Wärme; und der zwischen 3 000 und 6 000 Grad heiße Erdkern erhitzt die wasserführende Schicht ständig von unten.

Die Millionenstadt München will ihr Fernwärmenetz, an das bereits 65 Prozent aller Haushalte angeschlossen sind, bis 2035 mithilfe der Geothermie komplett klimaneutral stellen. Und Forscher der TU München kamen zu dem Ergebnis, dass 40 Prozent des bayerischen Wärmebedarfs mithilfe des Wärmeschatzes unter unseren Füßen gedeckt werden könnten. Die Bayerischen Staatsforsten werden mögliche Geothermieprojekte auf ihrem Grund deshalb sehr wohlwollend prüfen. Nicht wie in der Steinzeit die Glut des Lagerfeuers, sondern die Hitze des Erdkerns soll damit für behagliche Wärme sorgen.





20 Wasserkraftwerke gibt es auf dem Gebiet der Bayerischen Staatsforsten, wobei sich nur Anlagenteile darauf befinden und die Staatsforsten selbst keine Anlagen betreiben.

353 Mio. Kilowattstunden Strom liefert die Wasserkraft. Der Ertrag lässt sich kaum noch steigern, ohne die Gewässer stark zu beeinträchtigen.

5–6 Meter pro Sekunde beträgt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Bayern – auch über den Wäldern der Bayerischen Staatsforsten.

101 Windräder sind, teils seit 20 Jahren, auf Flächen der Bayerischen Staatsforsten in Betrieb. Mit einer Leistung von **271 Megawatt** erzeugen sie **360 Mio. Kilowattstunden** Strom im Jahr und versorgen rund **115 000 Haushalte** mit Strom.

450 neue Windräder sind im bayerischen Staatswald möglich. Sie können im Jahr über **2 Gigawattstunden Strom** erzeugen. Die mögliche **CO₂-Einsparung** liegt hier bei über **850 000 Tonnen**. **790 000 Haushalte** könnten so zukünftig von Windenergie aus dem Staatswald profitieren.

6,1 Mio. Festmeter Holz wachsen jedes Jahr nach.

Knapp 5 Mio. Festmeter Holz werden im Jahr geerntet. Die Bayerischen Staatsforsten ernten damit weniger Holz als nachwächst und betreiben damit Vorratsaufbau.

29% des Laub- und 4% des Nadelholzes werden als Brennholz verkauft.*

5% des Laub- und 8% des Nadelholzes werden in Form von Hackschnitzeln als Energieholz in Heizkraft- und Heizwerken genutzt.*

20 eigene Photovoltaik-Anlagen haben die Bayerischen Staatsforsten auf den Dächern ihrer Gebäude installiert – überall dort, wo dies möglich war.

Weil der Staatswald – nicht ganz überraschend – hauptsächlich aus Wald besteht, ist der Anteil an Photovoltaik relativ gering. Mit den erzeugten rund **174 000 Kilowattstunden Strom** lassen sich rechnerisch **55 Haushalte** versorgen.

Geothermie ist aktuell im bayerischen Staatswald noch Zukunftsmusik. Das Potenzial ist gewaltig – und eine Chance für künftige Generationen.

Einsparung durch Wasserkraft:
153 000 Tonnen CO₂/Jahr

Einsparung durch 101 Windräder:
158 000 Tonnen CO₂/Jahr

Einsparung durch Biomasse:
346 000 Tonnen CO₂/Jahr

Einsparung durch Photovoltaik:
75 Tonnen CO₂/Jahr

* Dafür werden überwiegend Resthölzer wie Kronen genutzt, die sich nicht für die Produktion von Bauholz und Möbelwerkstoff eignen.

Energie aus dem Wald – Kraft unter Bäumen

Die Bayerischen Staatsforsten haben eine Fläche von 808 000 Hektar anvertraut bekommen, davon 756 000 Hektar Wald. Dass dort nicht nur Brennholz und Hack-schnitzel Heizenergie liefern, sondern die gesamte Palette der erneuerbaren Energien zur Verfügung steht, ist wenig bekannt. Die Grafik zeigt, was bereits geleistet wird und in Zukunft gemacht werden kann.

TEXT
HORST HAMM

ILLUSTRATION
MICHAEL PAUKNER



So entspannt sieht der Arbeitsalltag bei Rainer Droste, dem Bereichsleiter „Immobilien und Weitere Geschäfte“ nicht oft aus. Die Verhandlungen über neue Windkraftanlagen auf dem Gebiet der Staatsforsten laufen bei ihm über den Tisch.

„Der Eingriff durch eine Windkraftanlage im Wald ist minimal.“

WINDKRAFT I

INTERVIEW
HORST HAMM

FOTOS
MATTHIAS ZIEGLER

H

Herr Droste, fast die Hälfte der rund tausend Windräder, die in Bayern neu gebaut werden könnten, sollen in den bayerischen Staatswäldern aufgestellt werden. Wald und Windräder, passt das überhaupt zusammen?

Ja, unter bestimmten Voraussetzungen. Die Bayerischen Staatsforsten haben den Auftrag vom Eigentümer, dem Freistaat Bayern, die bayerischen Staatswaldflächen vorbildlich, nachhaltig und in besonderer Weise dem Gemeinwohl verpflichtet zu bewirtschaften. Zu diesem Bewirtschaftungsauftrag gehört auch die Nutzung regenerativer Energien. Wir sehen im Ausbau der Windenergie eine Chance, um einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der bayerischen Klimaziele zu leisten. Für uns Försterinnen und Förster ist es dabei aber immer entscheidend, dass der Ausbau im Staatswald möglichst behutsam und waldschonend stattfindet.

Wie meinen Sie das? Wie werden geeignete Standorte für Windkraftanlagen ermittelt?

Bei der Vorauswahl der möglichen Flächen für Windenergieanlagen berücksichtigen wir im Vorfeld bereits die uns bekannten naturschutz- sowie artenschutzfachlichen Themen. Die eigentliche Standortwahl folgt dann erst im öffentlich-rechtlichen Genehmigungsverfahren seitens der zuständigen Behörden. Dort werden alle naturschutz- und artenschutzrechtlichen Belange nochmals intensiv überprüft. Die Auflagen von uns und in den Genehmigungsverfahren sind extrem hoch, damit die Eingriffe in das Ökosystem so gering wie möglich ausfallen.

„Wir legen bereits im Auswahlverfahren besonderen Wert auf eine waldschonende Errichtung der Windenergieanlagen.“

RAINER DROSTE

Neue Windkraftanlagen im Staatswald sollen bei der Bewältigung der Energiekrise helfen. Dass dabei die Anforderungen des Arten- und Naturschutzes umfassend berücksichtigt werden, ist eine unbedingte Notwendigkeit. Wir fragten Rainer Droste, der bei den Staatsforsten für erneuerbare Energien zuständig ist.

Aufgrund der Gesetzesänderungen, aber möglicherweise auch durch den Krieg in der Ukraine, hat die Nachfrage nach Standorten enorm zugenommen. In der Regel kommen Kommunen auf uns zu. Auf deren Anfrage teilen wir ihnen dann mit, welche Flächen überhaupt möglich sind. Erst wenn wir von Bürgermeistern, Gemeinde- und Stadträten grünes Licht bekommen haben, werden in einem transparenten und diskriminierungsfreien Verfahren die Projektentwickler ausgewählt. Wir lassen nur diejenigen zu, die den Wünschen der jeweiligen Standortgemeinde voll entsprechen. Und wir suchen für jede Fläche den am besten geeigneten Projektentwickler, der einen Standort-sicherungsvertrag bekommt und das öffentlich-rechtliche Genehmigungsverfahren starten kann.

Wie verhält es sich mit dem Transport der Windräder durch den Wald und den Bau der Anlage? Das stelle ich mir nicht ganz einfach vor...

Wir legen bereits im Auswahlverfahren besonderen Wert auf eine waldschonende Errichtung der Windenergieanlagen. Die Frage, wie viel Fläche der Projektentwickler roden oder dauerhaft in Anspruch nehmen will, spielt deshalb in unseren Auswahlverfahren eine große Rolle. Das Ergebnis hat viel mit der Erfahrung des Projektentwicklers zu tun. Wir wissen, dass man die Anlagen so planen kann, dass für sie nicht viel Wald gerodet werden muss. Dazu müssen die Projektentwickler die vorhan-

denen Waldwege optimal nutzen und notwendige Leitungen in die Waldwege einpflügen – und nicht kreuz und quer durch den Wald. Die Anlieferung der Technik ist ebenfalls entscheidend. Wir verfügen über ein gutes Netz an Waldwegen. Dieses Wegenetz steht auch den Windprojektierern zur Verfügung und wird bei der Standortwahl bestmöglich eingebunden.

Kann man sich das so vorstellen, dass Wege, auf denen ein Harvester oder ein Forwarder fahren kann, auch für den Transport von Windrädern geeignet sind?

Das trifft es schon ziemlich gut. Man muss an manchen Stellen vielleicht einen bestehenden Weg etwas verstärken oder den Kurvenradius erweitern, vielmehr ist aber meist nicht nötig. Es gibt inzwischen ja sogar die Möglichkeit, ein Rotorblatt auf dem Transportfahrzeug aufzurichten und vertikal statt horizontal durch kritische Passagen zu befördern. Sofort hat man kleinere Kurvenradien. Für uns sind solche Themen bei der Auswahl der Projektierer sehr wichtig.

Und wie sieht es mit dem Bau der Windräder selbst aus?

Das ist stark abhängig vom Typ der Anlagen. Nach unseren Erfahrungswerten braucht man pro Windrad eine dauerhafte Rodungsfläche von durchschnittlich circa 4 000 Quadratmetern. Mast und Fundament brauchen eigentlich nur sehr wenig Fläche. Aber sowohl zum Bau als auch für Wartungs- und Reparaturarbeiten braucht es Platz für einen Kran. Dafür ist eine ebene, tragfähige und geschotterte Stellfläche notwendig, die dauerhaft freigehalten werden muss.

Welche Rolle haben die Bayerischen Staatsforsten bei der Errichtung von Windenergieanlagen?

Wir sind ein Waldunternehmen. Der Freistaat hat uns seine Staatswälder zur Bewirtschaftung zur Verfügung gestellt. Und das beinhaltet auch in einem gewissen Umfang Flächen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien für die Gesellschaft bereitzustellen, wie Strom aus Windenergie. Wir sind weder der Projektierer noch die Genehmigungsbehörde. Wir stellen die Fläche zur Verfügung und achten darauf, dass eine vorbildliche Waldwirtschaft und die Nutzung der Windkraft Hand in Hand gehen. Das ist unsere Aufgabe.

Auch wenn nur wenig Wald durch ein Windrad verloren geht: Gibt es Auflagen zur Ersatzaufforstung an anderer Stelle?

Das hängt davon ab, was die genehmigende Behörde in ihrem Bescheid vorschreibt. Hoheitlich zuständig ist dafür die Bayerische Forstverwaltung. Ob und inwiefern sie Waldersatz fordert, hängt auch vom jeweiligen Wald ab. Aber in der Regel wird eine Ersatzaufforstung verlangt.

Was sagen Sie Kritikern von Windrädern im Wald?

Natürlich gibt es Ängste und Befürchtungen. Ich stelle aber fest, dass seit einigen Monaten die Diskussionen um neue Windräder anders geführt werden. Seit uns allen bewusst geworden ist, wie abhängig wir im Bereich der fossilen Energieträger und vor allem von Gas von Russland waren, hat sich die Erkenntnis durchgesetzt,

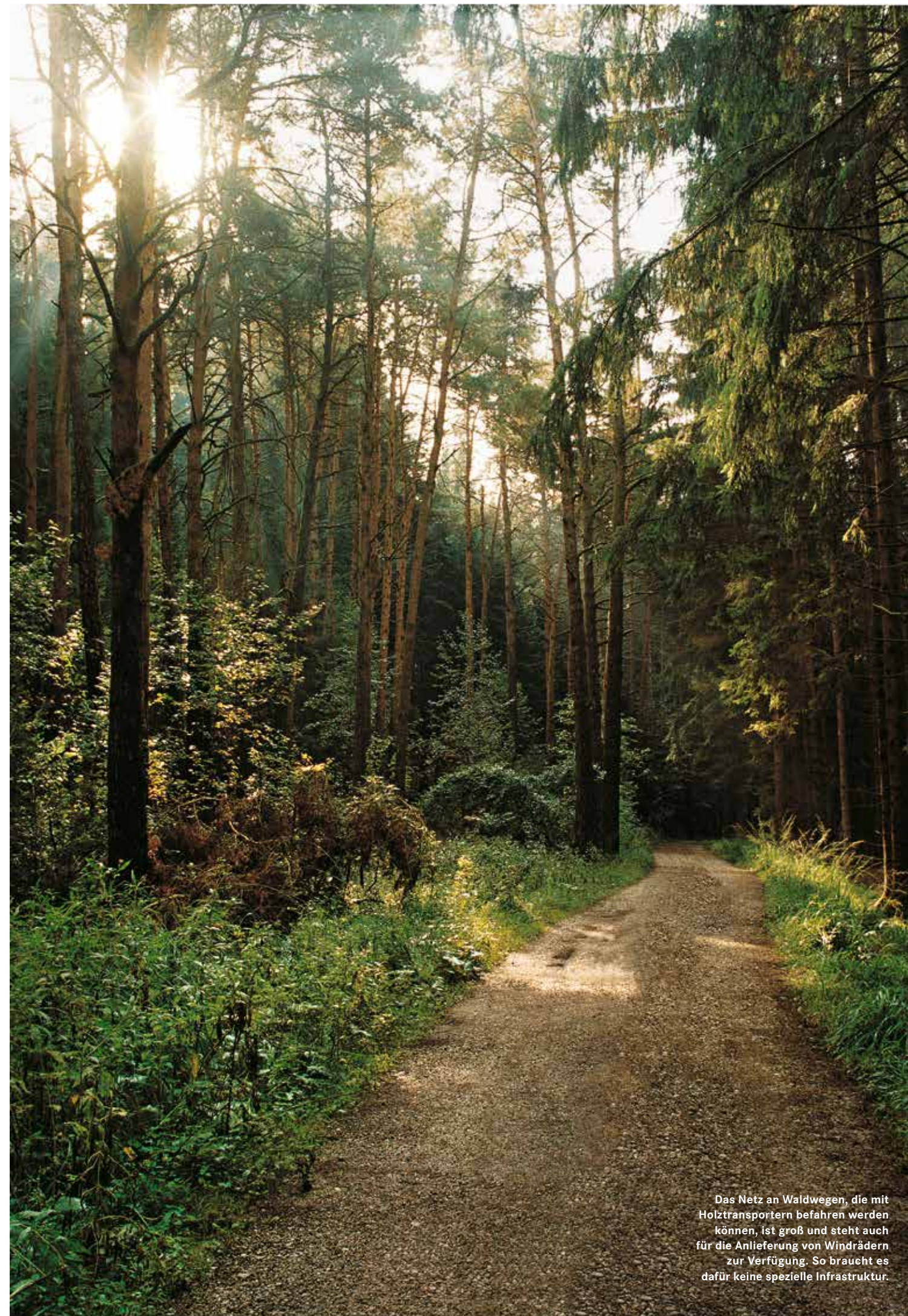
„Viele Menschen akzeptieren heute eher, dass jeder seinen Beitrag für eine möglichst autonome Energieversorgung leisten muss.“

RAINER DROSTE

dass wir eine andere Energieversorgung brauchen. Viele Menschen akzeptieren heute eher, dass jeder seinen Beitrag für eine möglichst autonome Energieversorgung leisten muss. Das fällt den Bürgerinnen und Bürgern vor Ort umso leichter, wenn sie wirtschaftlich mitgenommen werden und sie auch von den Stromerträgen profitieren können.

Es gibt also keine Kritiker mehr?

Doch. Es wird immer Menschen geben, die der Windkraft kritisch gegenüberstehen. Wir Försterinnen und Förster machen es uns auch nicht leicht bei der Auswahl der Flächen. Aber bei den großen Herausforderungen, vor denen wir alle stehen, dürfen wir uns der Windenergie keinesfalls verschließen, wenn man auf der einen Seite Energie verbraucht, auf der anderen Seite aber auf die fossilen Energieträger verzichten will. Irgendwoher muss die Energie schließlich kommen. Und im Rahmen unserer Möglichkeiten versuchen wir, für die Bewältigung der Energiekrise und zum Erreichen der Klimaziele unseren Beitrag zu leisten.



Das Netz an Waldwegen, die mit Holztransportern befahren werden können, ist groß und steht auch für die Anlieferung von Windrädern zur Verfügung. So braucht es dafür keine spezielle Infrastruktur.

Wind of Change

Moderne Windkraftanlagen bestehen aus Stahl, Beton und glasfaserverstärkten Kunststoffen. Warum eigentlich? Holz könnte in Zukunft eine Alternative sein. Vor allem im Hinblick auf das Ziel des Ganzen: den Klimaschutz.

S

Schon mal darüber nachgedacht? Die Windkraft ist ein zentraler Baustein der Energiewende. In den letzten 25 Jahren ist ihr Anteil an der Stromerzeugung in Deutschland auf über 20 Prozent gestiegen. Sie soll wesentlich dazu beitragen, unser Land bis 2045 klimaneutral zu machen. Und doch werden die Anlagen für diese erneuerbare Energie aus Materialien gebaut, die bei der Herstellung viel CO₂ freisetzen. Beton, Stahl und glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK), aus denen die meisten Windkraftanlagen bestehen, verbrauchen bei der Herstellung Unmengen an Energie und sind noch dazu schwierig zu recyceln. Dabei gibt es eine gute und umweltfreundliche Alternative: Holz.



TEXT
JAN BERNDORFF

Nun muss man dazu sagen, dass Holz als Baumaterial für hohe Türme und lange Rotoren lange Zeit kaum in Frage kam. Dafür ist es von Natur aus inhomogen: Astlöcher, unregelmäßige Fasern, Drehwuchs. Die Gefahr, dass lange Bauteile unter der Last eines Sturms nachgeben, war zu groß. Doch dieses Problem ist längst gelöst: Für sogenanntes Furnierschichtholz werden die Jahresringe des Baumes einzeln abgeschält und als Laminat Schicht für Schicht verleimt. Das Resultat hält bombenfest und trägt in alle Richtungen gleich gut, es ist absolut homogen.

Bereits vor 17 Jahren kam der deutsche Ingenieur Gregor Prass auf die Idee, eine Windkraftanlage aus Holz zu bauen. Damals noch aus Brettsperrholz, für das mehrere Massivholzbretter kreuzweise flächig aufeinander verleimt werden. Er konstruierte daraus einen 100 Meter hohen hohlen Turm mit innenliegendem Gerüst, gründete mit Gleichgesinnten die Firma TimberTower und errichtete 2012 mit Investoren und dem Windradhersteller Vensys aus rund 400 Kubikmetern Holz den ersten Holzwindkraftturm der Welt. Er steht in Hannover-Marienwerder. Das Fundament ist wie üblich aus Beton, obenauf sitzt ein 100 Tonnen schweres Maschinenhaus aus Stahl mit knapp 40 Meter langen Rotoren aus GFK. Die Anlage läuft bis heute und liefert zuverlässig 1,5 Megawatt Strom. Dennoch hat sich die Idee lange Zeit nicht durchgesetzt, die Firma TimberTower gibt es nicht mehr. „Das hatte verschiedene Gründe“, sagt Prass heute. Banken und Investoren hätten befürchtet, dass die Klebetechniken zum Verbinden der Holzsegmente nicht haltbar genug seien. Und auch die Holzbauunternehmen seien zögerlich gewesen und hätten sich an solche Großprojekte nicht so recht heran getraut.

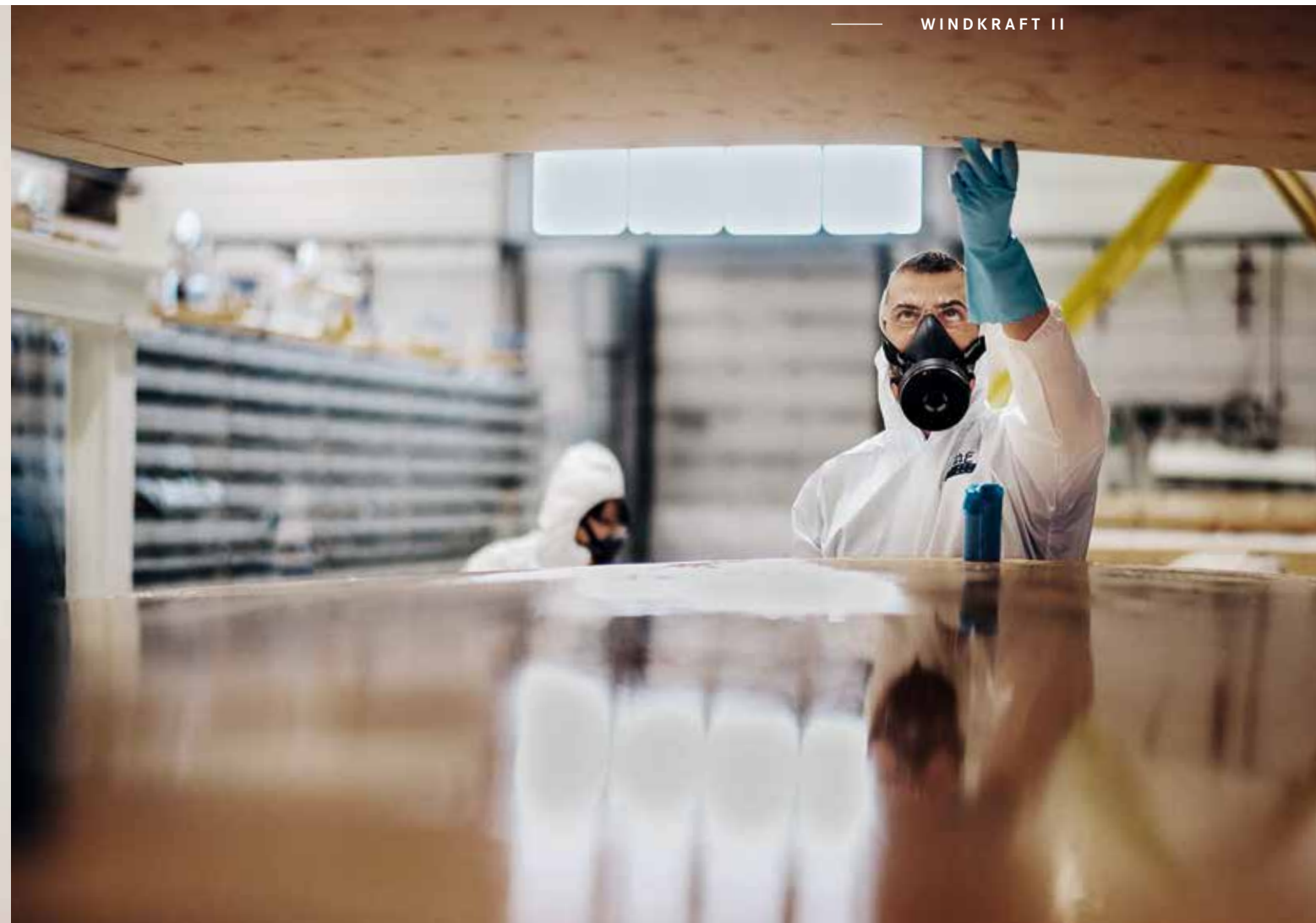
Am Baumaterial selbst liegt es jedenfalls nicht – das bestätigen auch unabhängige Experten wie Torsten Faber, Direktor des Wind Energy Technology Institute an der Hochschule Flensburg. Er erforscht seit vielen Jahren Holzbautechniken für die Windkraft. „Die Konstruktion des TimberTower war aufgrund der damals noch mangelnden Erfahrung sogar überdimensioniert, was den Einsatz von Holz und Leim angeht. Das geht noch viel effizienter.“ Faber betont, dass Holz die herkömmlichen Materialien für Windkraftanlagen – auch für Fundamente und Rotoren – nicht nur gleichwertig ersetzen kann, sondern sogar diverse Vorteile bietet. Und das nicht nur in Sachen Klimaschutz.

Der Klimavorteil liegt auf der Hand: Sowohl die Herstellung von Stahl – dem bisher üblichen Material für die Türme –, als auch von Beton für die Fundamente ist sehr

Auf der schwedischen Insel Björkö steht seit 2020 ein 30-Meter-Windrad mit Holzturm des schwedischen Start-ups Modvion. Es dient vor allem zu Forschungszwecken.



Der Prototyp auf Björkö mit seiner Holzkonstruktion im Inneren war ein Meilenstein für die Vision von Modvion. Die Herstellung aus Holz kann sowohl günstiger als auch langlebiger sein als die Herstellung eines Turms aus Stahl.



2023 hat das schwedische Start-up Modvion einen neuen Turm mit 105 Metern Höhe errichtet und damit die Bauweise perfektioniert: Einzelne Module werden vorgefertigt und vor Ort montiert. Die Bauteile aus Furnierschichtholz werden sorgfältig verleimt, damit kein Wasser eindringen kann. Das beugt der Rissbildung vor und erhält langfristig die Tragfähigkeit.



Wenn der Wind stetig an der Anlage zerrt, hält das Holz stand. Stahl ermüdet deutlich schneller.

energieaufwendig und verursacht entsprechend hohe CO₂-Emissionen. „Die Klimabilanz von GFK, das eine hohe Tragfähigkeit und Festigkeit bei geringem Gewicht bietet und deshalb für die Rotoren verwendet wird, ist sogar noch schlechter“, sagt Faber. Hinzu komme hier, dass sich ein solches Verbundmaterial sehr schlecht recyceln lässt. Allenfalls könne man es schreddern und als Dämmmaterial oder Asphaltzusatz wiederverwenden.

Holz dagegen ist biologisch, bindet CO₂ aus der Atmosphäre und dient umso mehr dem Klimaschutz, je länger es etwa in Form eines Bauwerks nicht verrottet. Und hier liegt ein weiterer Vorteil: Während Kritiker aus Unkenntnis befürchteten, hölzerne Türme könnten der Witterung ausgesetzt schnell faulen oder leicht brennen, ist das Gegenteil der Fall: „Stahltürme sind in der Regel auf 20 Jahre Lebensdauer ausgelegt und müssen aufwendig gegen Rost geschützt werden“, sagt Gregor Prass. Holz dagegen könne tausend Jahre überdauern und müsse allenfalls ab und an geölt werden.

Vor allem die sogenannte Ermüdungsfestigkeit ist bei Holz viel höher als bei Stahl: Wenn der Wind stetig an der Anlage zerrt, hält Holz stand.

Stahl ist nicht so flexibel und ermüdet deutlich schneller. Ebenso bei Feuer: „Wird Stahl zu heiß, weicht er auf und fällt schlagartig in sich zusammen. Holz bleibt länger standhaft“, sagt Prass. „Nicht zuletzt, weil sich zunächst außen eine isolierende Ascheschicht bildet, die brandhemmend wirkt und die inneren Schichten intakt lässt.“ Doch damit nicht genug. Das schwedische Start-up Modvion, das nun ebenfalls Windräder aus Holz bauen will und viele von Prass' Ideen übernommen hat, sagt, ein Holzturm sei auch deutlich günstiger in der Herstellung als einer aus Stahl. Und er ist leichter zu transportieren: Windräder werden heutzutage immer höher gebaut, weil dann die Energieausbeute höher ist. Bis vor einigen Jahren galten noch Nabenhöhen von 130 bis 140 Metern mit Rotorblättern bis zu 60 Metern Länge und Leistungen bis 6 Megawatt als das Maß der Dinge. Heute werden Anlagen mit über 200 Metern Nabenhöhe und bis zu 130 Meter langen Rotorblättern gebaut. Bis zu 18 Megawatt sollen sie leisten.

Das erfordert enorme Durchmesser am Turmfuß und der Rotorblattwurzel. Deshalb passen diese häufig nicht mehr unter den deutschen Autobahnbrücken hindurch. Immer öfter werden kostspielige Schwertransporte notwendig, um die Bauteile zum Aufstellungsort zu bringen. Fundamente und Türme aus Holz dagegen lassen sich in kleineren Bauteilen kostengünstig liefern und vor Ort zusammenbauen. Ebenso die Rotoren. „Ein Knackpunkt ist dann allerdings in der Tat das Verbindungsmittel zwischen den Holzbauteilen“, sagt Torsten Faber. Diese



Fundamente und Türme aus Holz lassen sich in kleineren Bauteilen transportieren, was die Anlieferung kostengünstig macht (oben). Die Firma TimberTower errichtete den ersten 100 Meter-Holzturm für eine 1,5 Megawatt Windkraftanlage in Hannover-Marienwerder (rechts).



müssten sehr sorgfältig verleimt werden, weil sonst der Kraftfluss gestört wird, Wasser eindringen, das Holz quillt, Spannungen entstehen und sich Risse bilden können, die die Tragfähigkeit beeinträchtigen.

Doch prinzipiell sei Holz in jedem Fall das bessere Material für Windkraftanlagen. Wobei Fichte ebenso wie Tanne, Buche oder Eiche taugte. Als Furnierschichtholz eignen sich viele Holzarten. Die Konstruktion muss auch nicht zwingend so aussehen wie von Prass entworfen und von Modvion weiterentwickelt. In Österreich baut die Green Tower Entwicklungs GmbH, ein Tochterunternehmen der Hasslacher Gruppe, einen hölzernen Windkraftturm mit Fachwerkstruktur statt achteckigem Rohrturm – also ähnlich dem Eiffelturm. Im Herbst soll er stehen. „Auch das sollte funktionieren“, urteilt Gregor Prass.

Bei den Rotoren gibt es ebenfalls unterschiedliche Ansätze. Das Institut von Torsten Faber erforscht unter anderem, wie man auch die modernen, riesigen Rotoren von über 100 Metern Länge aus Holz konstruieren kann. „Vollholz wäre dafür viel zu schwer“, sagt er. „Wir arbeiten an Hohlraumkonstruktionen, wie sie auch bei GFK üblich sind, um Gewicht zu sparen. Man kann das mit kohlefaserverstärkten Kunststoffen verstärken, muss man aber nicht.“ Das finnische Unternehmen Stora Enso hat gemeinsam mit dem deutschen Start-up Voodin Blade angekündigt, Ende dieses Jahres ebenfalls ein Windrad mit Holzrotoren fertigzustellen. Allerdings eine kleine Testversion mit Blättern von nur 20 Metern Länge.

Gregor Prass hat neben Türmen längst auch Fundamente und Rotoren aus Holz entworfen. Einstweilen konzentriert er sich jedoch auf Türme, weil die am einfachsten zu bauen sind und die Vorteile am stärksten zum Tragen kommen. Mit einer neu gegründeten Firma arbeitet er an weiteren Holztürmen – vor allem für die Windkraft, aber auch für Sendemasten im neuen 5G-Funknetz. „Mit einem Projektentwickler im Fichtelgebirge arbeite ich gerade an vier Anlagen mit 165 Metern Nabenhöhe und 6 Megawatt Leistung. Auch in Niedersachsen und in Mecklenburg-Vorpommern sind jeweils zwei Anlagen konkret

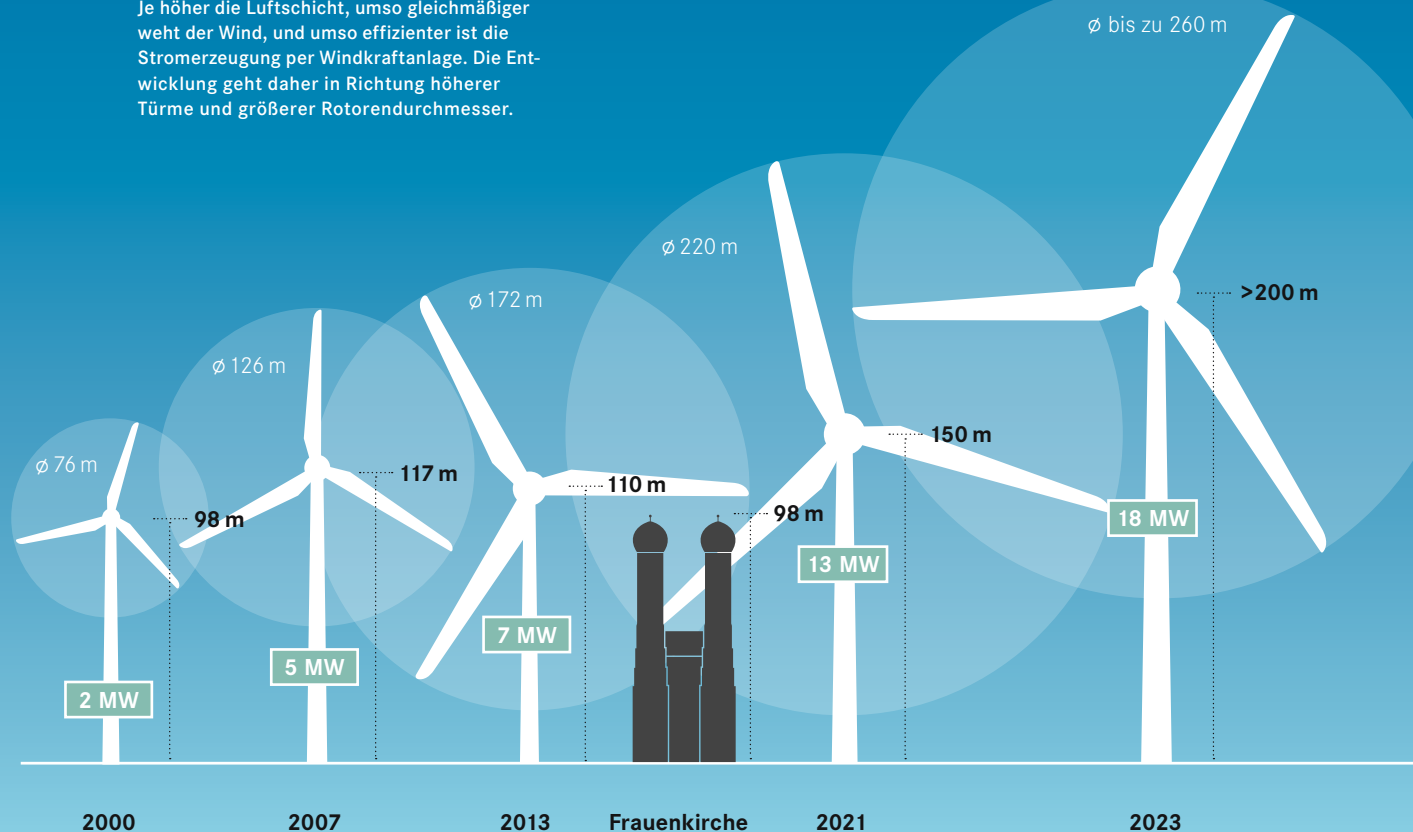
in Planung.“ Dafür hat er Aufträge von namhaften Windkraftanlagen-Herstellern. Und er ist zuversichtlich, dass diesmal der Durchbruch gelingt. „Eigentlich müsste nur mal jemand den Mut haben, gleich einen ganzen Park mit 50 oder 100 Windrädern aus Holz zu bestellen, um dem Thema Schwung zu geben“, sagt der Pionier. „Ich bin mir sicher, dass dann niemand mehr Türme aus Stahl bauen will.“

Windenergieforscher Torsten Faber pflichtet ihm bei und sieht noch einen weiteren Grund, warum die Idee an Fahrt gewinnt: „Bislang war man dazu einfach noch nicht gezwungen. Windenergieanlagen-Hersteller wie Vestas, Siemens, General Electric und die chinesischen Hersteller wollen aktuell in erster Linie die große weltweite Nachfrage bedienen. Und das ist mit den konventionellen Anlagen Herausforderung genug – da denkt man nicht so sehr über die Klimabilanz der Fertigung nach. Aber in den letzten Jahren ist der Druck enorm gestiegen, Nachhaltigkeit wird auch in der Fertigung immer wichtiger.“ Spätestens wenn demnächst CO₂-Zertifikate flächendeckend eingeführt werden, so sagt er voraus, werde sich das Holz durchsetzen, weil klimaschädliche Materialien dann zu teuer werden.

Eine andere Frage ist, ob genug Holz verfügbar sein wird, um flächendeckend Holztürme zu bauen. Und da kommen dann Akteure wie die Bayerischen Staatsforsten ins Spiel, die zudem derzeit zahlreiche Flächen für Standorte im Rahmen von wettbewerblicher Auswahlverfahren ausweisen. Wo würden Windräder aus Holz passender stehen – wenn nicht im Wald? „Wir haben sowohl das Holz als auch die Flächen und stehen der Windkraft sehr positiv gegenüber“, sagt Bernd Vetter, der das Thema Windkraft bei den Staatsforsten verantwortet. „Daher sind wir absolut offen, wenn Entwickler und Investoren an unseren Auswahlverfahren teilnehmen, um ein erstes Projekt im bayerischen Staatswald zu starten.“

Mehr Höhe bedeutet mehr Leistung

Je höher die Luftschicht, umso gleichmäßiger weht der Wind, und umso effizienter ist die Stromerzeugung per Windkraftanlage. Die Entwicklung geht daher in Richtung höherer Türme und größerer Rotorendurchmesser.



Ist Heizen mit Holz klimaschädlich?

Angesichts von rund elf Millionen Holzöfen, die es derzeit in Deutschland gibt, eine spannende Frage. Auf den ersten Blick ist die Antwort nicht eindeutig – betrachtet man die Wälder als Ganzes, erscheint die Sache dann aber doch recht klar.

TEXT
CHRISTIAN HEINRICH



B

Betrachten wir einen einzelnen Baum, zum Beispiel eine Fichte, die in einem Wald in Niederbayern steht und im Alter von 75 Jahren geerntet wird. Ein Teil des geernteten Holzes wird als Baumaterial genutzt, der übrige Teil wird energetisch verwertet. Bei der Verbrennung des Holzes zum Heizen wird Kohlenstoffdioxid (CO₂) freigesetzt: Etwas weniger als bei Kohle, aber mehr als zum Beispiel bei Erdgas. In jedem Fall gelangt CO₂ in die Atmosphäre. Würde die Fichte hingegen noch im Wald stehen, bliebe das CO₂ im Baum gebunden. Aus dieser Perspektive scheint Heizen mit Holz klimaschädlich zu sein. Betrachtet man aber nicht den einzelnen Baum, sondern die Wälder und die Bilanz ihrer Emissionen und CO-Speicherung insgesamt, sieht die Sache ganz anders aus.

„In Deutschland wird weniger Holz entnommen, als nachwächst: Die CO₂-Emissionen, die beim Verbrennen von Holz freigesetzt werden, werden durch das Nachwachsen neuer Bäume vollständig kompensiert. Damit ist es klimaneutral“, sagt der Diplom-Forstwirt Martin Bentele, Geschäftsführer beim deutschen Energieholz- und Pellet-Verband und dem Deutschen Pelletinstitut. Bentele versucht das Ökosystem Wald im Laufe der Zeit zu beurteilen: „Ein Baum wächst in 80 Jahren wieder nach – das ist tolerierbar. Bei Öl und Gas dauert das Jahrtausende – deshalb ist Holznutzung unter Klimaaspekten auf jeden Fall tolerabel“. Außerdem – und das ist ein entscheidender Punkt, wenn es um die Emissionen bei der Betrachtung eines einzelnen, geernteten Baumes geht – ist es ja normalerweise nicht so, dass ein Baum geerntet wird, damit er zur energetischen Nutzung vollständig verbrannt werden kann. Der größte Anreiz zur Holzentnahme aus den Wäldern ist die Weiterverwendung als Bauholz. Die Statistik des Thünen-Instituts für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie zeigt, dass Nadelbäume zu 80 Prozent stofflich verwertet werden und zu 20 Prozent energetisch. Und im Bauholz und auch in Möbeln bleibt das CO₂ ja gespeichert, daher gibt es hier im Grunde keine Emissionen.

Der Teil des Holzes, der energetisch verwendet wird, ist als Bauholz häufig nicht zu gebrauchen. „Die Stämme können gar nicht komplett als Sägeholz verwendet werden. Der untere Teil des Stammes ist meist dick und unförmig, auf der anderen Seite ist der Stamm bei einem ge-

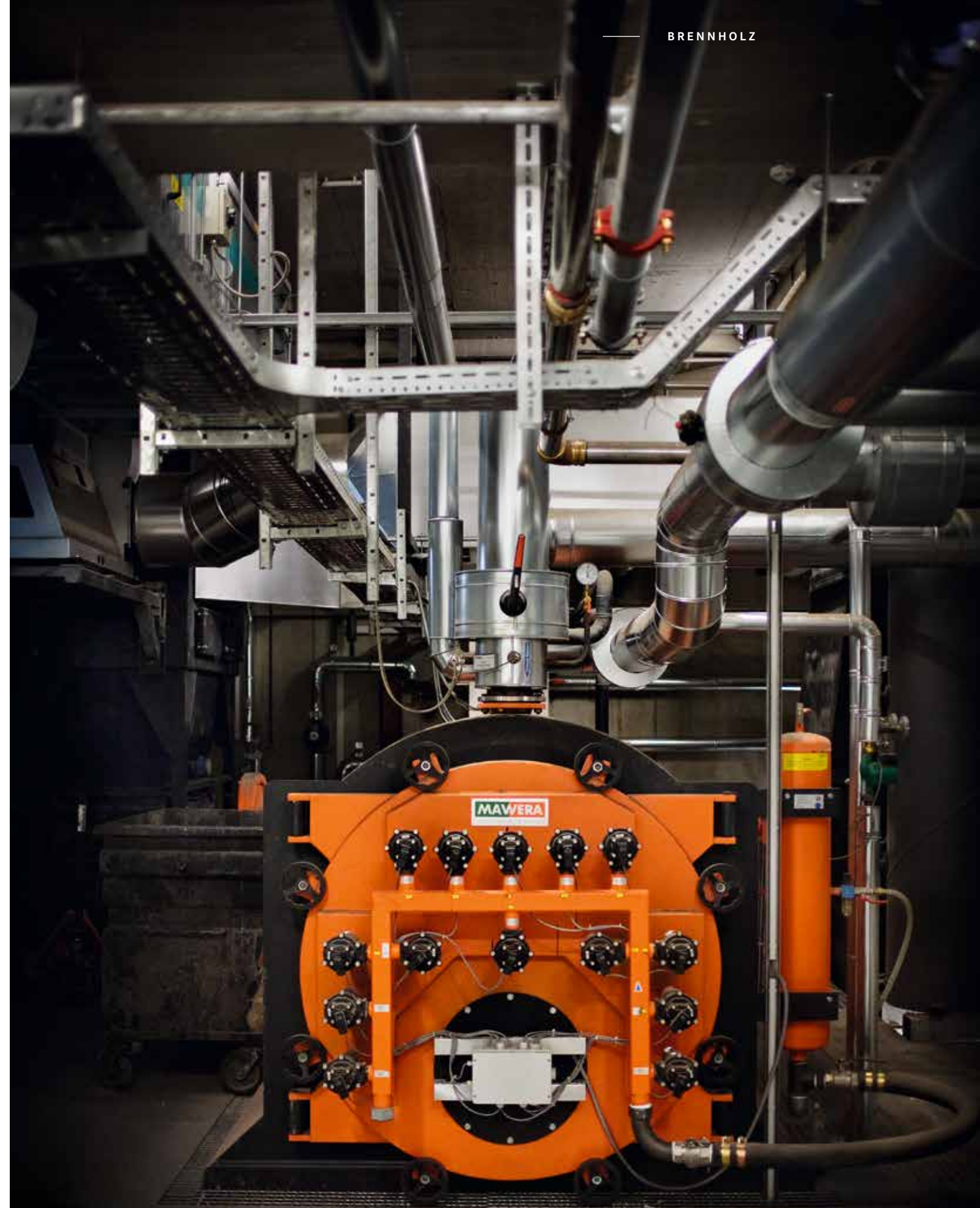
ringeren Durchmesser zu dünn, wie die Krone. Diese Teile bieten sich zur energetischen Verwertung an. Denn würde man diese Reste verrotten lassen, würden sie im Laufe der Zeit das in ihnen gespeicherte CO₂ ohnehin abgeben“, sagt Bentele. Auch bei der Weiterverarbeitung im Sägewerk fallen Späne und Hackschnitzel in großen Mengen an. Sie können zu Pellets verarbeitet werden: Bei einem üblichen Holzeinschlag fallen deutschlandweit in den Sägewerken jährlich mehr als sechs Millionen Tonnen Späne und Hackschnitzel an. Die energetische Verwertung von Holz ist also nicht der treibende Faktor für die Holzernte, sondern überwiegend eine Verwertung von Holzresten. „Es ist völlig klar, dass Holz nicht deutschlandweit der Hauptenergieträger fürs Heizen sein kann. Aber auf Basis der heute bei der Holzernte und im Sägewerk anfallenden Resthölzer kann Holzenergie zur Wärmeabgewinnung noch deutlich mehr zur Energieverwertung beitragen. Denn, und das ist entscheidend, für jedes genutzte Holz, egal ob stofflich oder energetisch verwertet, wächst hierzulande mindestens ebenso viel Holz in den Wäldern nach“, sagt Bentele.

Und dieses Nachwachsen ist nicht nur nicht klimaschädlich, es ist gewissermaßen sogar aktiv klimaschützend. Denn vor allem junge Bäume wirken gleich auf zweierlei Weise günstig auf die CO₂-Bilanz: Sie binden während der Photosynthese im Laufe des Wachstums aktiv CO₂, was sie der Luft entziehen, in der Fachsprache heißt das Senkenleistung. Mittel- und langfristig betrachtet speichern sie das CO₂, dies bezeichnet man als Speicherleistung. Während ältere Bäume bereits viel CO₂ gespeichert haben – sie weisen also eine hohe Speicherleistung auf –, binden sie wenig neues CO₂. Jüngere Bäume hingegen binden während des Wachstums aktiv CO₂, sie weisen also eine hohe Senkenleistung auf. Solange die nachwachsenden Bäume durch ihre Senkenleistung ebenso viel CO₂ binden wie durch das Verbrennen des Holzes, ist die Klimabilanz der energetischen Verwertung von Holz positiv.

Damit dies der Fall ist, sollte Holz nicht in größerem Umfang für die energetische Nutzung geerntet werden. Denn hier wird tatsächlich CO₂ in einem gewissen Maße freigesetzt. Solange diese Menge überschaubar bleibt, kann sie durch die Senkenleistung der nachwachsenden Bäume ausgeglichen werden. Unter diesen Umständen ist die Energiegewinnung mit Holz nicht klimaschädlich, im Gegenteil, sie kann in der Summe sogar zu einer CO₂-Reduktion in der Luft führen. Entsprechend sollte die Eingangsfrage eigentlich anders gestellt werden: Ist Heizen mit Holz klimafreundlich?

„Die CO₂-Emissionen, die beim Verbrennen von Holz freigesetzt werden, werden durch das Nachwachsen neuer Bäume vollständig kompensiert.“

MARTIN BENTELE, DEUTSCHER ENERGIEHOLZ- UND PELLET-VERBAND



Pelletheizungen müssen strengen Anforderungen an Effizienz und Emissionen gerecht werden. Das reduziert den Ausstoß von CO₂ und von Luftschadstoffen.

„Die Stämme können nicht komplett als Sägeholz verwendet werden. Der untere Teil und die Krone bieten sich zur energetischen Verwertung an.“

MARTIN BENTELE, DEUTSCHER ENERGIEHOLZ- UND PELLET-VERBAND

Ja, ist es, das sieht offenbar auch der Gesetzgeber so und fördert demgemäß den Einbau von Holzheizungen. Zwar wurde die Förderung im vergangenen Jahr wieder etwas eingeschränkt, unter anderem muss eine Holzheizung inzwischen mit einer Geothermie-Heizung oder einer Wärmepumpe kombiniert werden, um förderfähig zu sein. In einem etwas strengeren Rahmen werden Holzheizungen also weiter gefördert. Natürlich müssen Pelletheizungen, die gefördert werden, auch strengen Anforderungen an Effizienz und Emissionen gerecht werden. Mit letztlich positiven Folgen: Der CO₂-Ausstoß ist geringer, ebenso der Ausstoß von Luftschadstoffen (siehe rechts). Für den Nutzer ist eine Holzheizung kaum aufwendiger als eine Öl- oder Gasheizung: „Pelletheizungen arbeiten vollkommen automatisch. Man leert zwei bis dreimal im Jahr den Aschebehälter, das war's“, sagt Bentele.

Zugleich fördert die Bundesregierung in mehreren Förderprogrammen die Aufforstung von Wäldern ohne umfassende Holzernte, sie setzt dadurch Anreize, eher weniger Holz aus den deutschen Wäldern zu entnehmen. Das jüngste Programm wurde 2022 aufgelegt und enthält eine Fördersumme von 900 Millionen Euro über fünf Jahre. Waldbesitzerinnen und -besitzer erhalten im Rahmen des Programms Förderung, wenn sie beim Aufbau neuer Wälder überwiegend standortheimische Baumarten pflanzen und in großen Wäldern Raum für eine natürliche Waldentwicklung lassen. Auch das Bayerische Vertragsnaturschutzprogramm Wald fördert die Erhaltung von Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten und belohnt entsprechendes Engagement.

Diese beiden Förderungen – diejenige von Holzheizungen und diejenige zur Erhaltung des Waldes – widersprechen sich nur auf den ersten Blick. Bei näherer Betrachtung handelt es sich um eine vorausschauende Kombination mit dem Ziel, die Nutzung der Wälder nachhaltig zu gestalten und den Wäldern eine feste Position im Energiemix der Zukunft einzuräumen.

Die Regulierung dieses sensiblen Gleichgewichts übernimmt dabei ein Stück weit der Markt. Klar, wenn die Holz Nachfrage steigt, dann steigt der Druck auf die Waldressourcen – aber zugleich steigt auch der Preis. So ist der Pelletpreis pro Tonne im Jahr 2022 auf mehr als 600 Euro pro Tonne und damit innerhalb weniger Monate um 300 Prozent gestiegen. „Für diese Dynamik war das durch den Ukrainekrieg bedingte Bunkerverhalten der Kunden verantwortlich, das in dieser Weise nicht vorhersehbar war“, sagt Bentele. Doch der Preis schlug sich auch auf die Nachfrage nieder, diese sank – und im Nachgang auch der Preis. Heute liegt der Pelletpreis wieder

bei rund 400 Euro. Und die Nachfrage steigt. Musterbeispiel eines sich selbst regulierenden Marktes.

Aber was ist mit den Luftschadstoffen? Holz produziert deutlich mehr Feinstaub als etwa Öl, Kohle oder Erdgas. Pellets sind hier weniger das Problem. Insbesondere Scheitholz mit Rinde, das in privaten Kaminöfen verfeuert wird, setzt Feinstaub frei. Anders als CO₂ lässt sich Feinstaub mittlerweile recht gut einfangen. Neuere Holzheizungen haben strenge Grenzwerte zu erfüllen, die vor Ort überprüft werden. Rund elf Millionen Holzöfen gibt es derzeit in Deutschland. Die Emissionen aus Kaminöfen, Heizkaminen und Kachelöfen sind in den letzten zehn Jahren um rund ein Drittel gesunken. Die Förderung der Bundesregierung regt auch die Erneuerung der Holzheizungen an – und damit auch den Schritt hin zu einer besseren Feinstaubbilanz.

Zwar liegt die Feinstaubbilanz von Holz noch weit hinter anderen Formen der Wärmegewinnung zurück. Betrachtet man jedoch die CO₂-Bilanz im Gesamtzusammenhang, schlägt Holz die anderen Verfahren um Längen. Auch die CO₂-Bilanz der Wärmepumpe ist erst dann überzeugend, wenn sie ausschließlich mit Ökostrom betrieben wird – was vielerorts auf absehbare Zeit nicht der Fall sein wird. Der große Vorteil von Holz ist: Es wird verbraucht, es setzt CO₂ frei – wächst aber nach und bindet wieder CO₂. Und all das spielt sich im Idealfall in der Region ab: Holz wird regional geerntet, regional verwertet, die Wege bleiben kurz. Weitere Gründe, warum Holz sich anschiekt, in der Zukunft eine feste Rolle im Energiemix einzunehmen. Denn Holz ist in vielerlei Hinsicht nachhaltig. Gerade in jungen Waldbeständen ist zu beobachten, dass nach einer Holzentnahme die Wuchskraft der verbleibenden Bäume sogar zulegt. Auf mittelfristige Sicht bleibt der Rohstoff Holz also vollständig erhalten. Letztlich ist Holz eine Ressource, die genutzt werden kann, ohne dass sie verbraucht wird. Angesichts von Ressourcenknappheit ist dies ein bemerkenswerter Vorteil. Heizen mit Holz allein wird das Klima nicht retten. Aber es entwickelt sich derzeit zu einem stabilen Baustein einer nachhaltigen Energiegewinnung. Denn während in den Holzöfen von Ulm bis Passau das verbrennende Holz CO₂ freisetzt, wachsen zugleich in den Wäldern von Garmisch bis Coburg neue Bäume heran und binden CO₂ in der Luft. Alles hängt mit allem zusammen – auch und gerade über längere Zeiträume betrachtet. Das kann manchmal von Nachteil sein – aber, wie beim Heizen mit Holz, manchmal auch von Vorteil.



Scheitholz mit Rinde setzt Feinstaub frei. Allerdings haben alle neueren Holzheizungen strenge Grenzwerte zu erfüllen. Die bestehenden Holzöfen werden Stück für Stück ersetzt.

Hinweis

Inhalt und Struktur dieser Publikation sind urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung und Weitergabe, insbesondere die Verwendung von Texten, Textteilen oder Bildmaterial bedarf der vorherigen Zustimmung der Bayerischen Staatsforsten.

Dieses Magazin können Sie unter www.baysf.de/publikationen abonnieren. Dort finden Sie auch die bisher erschienenen 15 Ausgaben zum Download.

Die Bayerischen Staatsforsten sind PEFC-zertifiziert. Das vorliegende Magazin ist auf PEFC-zertifiziertem Papier gedruckt. (PEFC/04-21-030370)



Herausgeber

Bayerische Staatsforsten AöR
Tillystraße 2
D-93053 Regensburg
Tel.: +49 (0)941 69 09-0
Fax: +49 (0)941 69 09-495
info@baysf.de
www.baysf.de

Rechtsform

Anstalt des öffentlichen Rechts
(Sitz in Regensburg)
Umsatzsteuer-Identifikationsnummer:
DE 24 22 71 997

Vertretungsberechtigter

Martin Neumeyer

Verantwortlich für den redaktionellen Inhalt

Bayerische Staatsforsten AöR
Jan-Paul Schmidt
jan-paul.schmidt@baysf.de

Redaktion und Gestaltung

Anzinger und Rasp Kommunikation,
München

Bildnachweis

Teil eins

Umschlag: Michael Paukner
Umschlaginnenseite: Sigrid Reinichs
S. 2/3; 9: Sigrid Reinichs
S. 4 – 7: Matthias Ziegler
S. 18 – 21: Modvion
S. 21: Unsplash/Sander Weeteling
S. 23: Modvion, imago images/Joerg Boethling
S. 26 – 29: Bert Heinzlmeier

Teil zwei

Umschlag: Ramon Haindl
Umschlaginnenseite: Matthias Ziegler
S. 14: Taigi/Alamy Stock Photo
S. 28 – 31; 34 – 38: Matthias Ziegler
S. 32/33: Ramon Haindl

Illustrationen

Teil eins, Umschlag; S. 4, 7, 11; 12/13: Michael Paukner
Teil zwei, S. 16 – 21: Julia Schwarz

Lithografie

MXM, München

Druck

Frischmann Druck und Medien GmbH,
Amberg

DAS MAGAZIN DER
BAYERISCHEN STAATSFORSTEN
16/JULI 2023

Waldenergie



PROF. ANJA CARLSOHN
ÜBER ERNÄHRUNG



KRAFTQUELLE FÜR
SCHWERSTARBEITER

1,5 Milliarden Mal im Jahr sind die Deutschen im Wald. Sie spazieren, fahren Rad, picknicken, beobachten Vögel, sammeln Pilze, freuen sich an der Ruhe und atmen tief durch. Keine Frage: Der Wald hilft den Menschen, Energie zu tanken, ihren Akku aufzuladen. Das liegt sicher auch am Grün der Bäume. Das beruhigt nachweislich. Die gefilterte Luft und das gute Waldinnenklima haben sicher auch damit zu tun. Das fördert die Gesundheit. Nachweislich.

Vielleicht ziehen wir aber noch aus einem anderen Grund Energie, wenn wir im Wald sind. Gerade in einem technisierten und durchgetakteten Alltag haftet dem Wald etwas Unbekanntes an. Hier die Zivilisation und da der Teil der Welt, der etwas wild sein darf. Bäume sind große, geradezu stoische Geschöpfe. Es gibt Muster, Schatten, nicht alles ist auf den ersten Blick erkennbar. Und es gibt Überraschungen: eine hübsche Blume, ein bunter Schmetterling oder ein Reh, das einen beäugt. Wald bedient unsere Sehnsucht nach Ursprünglichem. Das ist natürlich trügerisch, denn unsere Wälder sind Teil der Kulturlandschaft. Wir Menschen haben sie in Jahrhunderten geformt. Und wir nutzen sie für Energie in Kilowattstunden, wie der Kontrapunkt dieses Heftes zeigt, wenn Sie es umdrehen. Dennoch findet man im Schatten der Bäume immer Ruhe, ein Stück Hoffnung und Kraft. Das macht jeden Waldbesuch zu einem Gewinn.



TITELBILD

Vom Wandern bis zum Waldbaden: Der Wald steckt voller Energie für ein gesundes Leben – und für eine nachhaltige Zukunft. Wir müssen sie nur nutzen. Darum geht es in diesem Magazin.

DIE KRAFT
DES WALDES

Die Kraft des Waldes

Ein Wald, das sind Bäume und Büsche, Rehe und Füchse, es summt, knackt und zwitschert. Ein Wald ist Ruhe, Erholung und Natur, Freiheit und Heimat. Ein Wald ist vieles und für jeden etwas anderes – über acht Menschen und ihre ganz besondere Beziehung zum Wald und wie sie aus ihm Energie ziehen.

TEXT

JAN SCHWENKENBECHER

PORTRÄTS

MATTHIAS ZIEGLER

DIE KRÄUTERHEXE

„Die Brennnesseln riechen immer so gut, so intensiv. Und wenn man sie in die richtige Richtung streichelt, um die Härchen abzubrechen, und sie dann zusammenknuddelt, dann kann man sie auch essen“, sagt Franziska Hauser. „Manchen Kindern schmeckt das richtig gut.“ Hauser ist ausgebildete Kräuterpädagogin, für die Gemeinde Reit im Winkl bietet sie Familienwanderungen an, bei denen sie Kindern und auch Eltern die Pflanzen und Bäume der Umgebung näherbringt. Bei der klassischen Route führt Hauser die Gruppe zunächst an einem Bach entlang, wo meist ein paar Frösche umherspringen und hier und da Spuren von Rot- oder Damwild im Lehm zu sehen sind. Dann geht's weiter in den Wald. Dort wächst etwa der Eisenhut – die giftigste Pflanze Europas. „Ich finde es wichtig, dass die Kinder solche Gewächse erkennen können und lernen, dass sie die auf keinen Fall berühren dürfen“, sagt Hauser, die selbst vier Kinder hat. „Giftig ist nicht gleich schlimm. Aber man muss achtsam damit umgehen.“ Gegen Ende der Führung steht noch eine kleine Bastelrunde samt schmackhafter Brotzeit an. Ein paar zuvor selbstgepflückte Schmankerl wie Wilder Thymian oder Wiesenbärenklau dürfen dabei nicht fehlen.

Franziska Hauser, 40, Kräuterpädagogin



DIE NATURVERMITTLERIN

Es gibt zwar eine Schutzhütte im Waldkindergarten, in die geht Viola Henderson aber nur selten. Statt vor der Natur zu fliehen, lehrt sie die 23 Kinder, mit ihr zu leben. Gegen Kälte hilft Bewegung. Gegen Regen hilft die richtige Kleidung. Und gegen Kreuzottern – die gibt es nämlich rund um den Kindergarten – hilft Trampeln. Henderson leitet den Kindergarten. Spielerisch entdecken die Kinder hier die Vielfalt des Lebensraums Wald. „Unser Konzept fördert die Kreativität und das soziale Miteinander“, sagt Henderson. „Wer kein Spielzeug, wohl aber Stöcke und Steine hat, wird erfinderisch. „Außerdem ist es ruhiger und ich habe das Gefühl, dass die Kinder seltener krank sind“, sagt Henderson. „Und sie lernen, dass es draußen ‚echt‘ und ‚ernst‘ ist.“ So wie mit den Kreuzottern. „Erst war uns und den Eltern etwas mulmig, aber die Kinder haben schnell gelernt, sich anzupassen“, sagt Henderson. „Sobald sie durch höheres Gras laufen, fangen sie ganz intuitiv an, laut zu trampeln.“ Der vielleicht wichtigste Punkt für Henderson ist jedoch der Beitrag für die kommenden Generationen: „Es heißt ja immer ‚was man liebt, das schützt man‘. Und ich glaube, die Kinder bei uns lieben den Wald.“

Viola Henderson, 42, Erzieherin und Naturerlebnispädagogin



DER SPURENSAMMLER

Wenn man so will, dann begann alles – die Freundschaft mit Reinhold Messner, die meterhohen Skulpturen, die Porträts – mit einem kleinen Stock, den Walter Angerer einst bei einem Waldspaziergang fand. Er hob ihn auf, besah ihn, befühlte ihn und entdeckte ein paar sonderbare Linien: die Fraßbilder eines Borkenkäfers. Wo andere nach einem interessierten Blick weiterschweiften, findet Angerer Inspiration. Er wusch den Stock, benetzte ihn mit schwarzer Farbe, legte ein Papier darüber und nahm den Druck mit einem Reiber ab. „Zeichen wie diese erzählen Geschichten“, sagt der Künstler, und diese Geschichten überliefert Angerer nun seit Jahrzehnten in seinen Werken. Das wohl bekannteste davon steht auf dem Gipfel des Rauschbergs: die Fraßskulptur „Adams Hand“, die Reinhold Messner so beeindruckte, dass die beiden ins Gespräch kamen, woraus sich eine Freundschaft entwickelte. Noch heute ist Angerer täglich im Wald, radelt oder spaziert zu einem nahegelegenen Café. Ein befreundeter Künstler habe ihn neulich gefragt, woher er seine ganzen Ideen nehme. Da hat Angerer geantwortet: „Junge, geh‘ in den Wald und schau dir die Natur an. Da bekommst du mehr Ideen, als du umsetzen kannst.“

Walter Angerer, 83, Künstler



DIE SINNESAKTIVIERERIN

Manchmal nimmt Hildegard Ringsgwandl ihre Gruppe mit zu einer alten Linde, um direkt am Stamm zu zeigen, wie mächtig sie ist. „Es braucht vier oder fünf Leute, die sich an den Händen fassen, um den Baum einmal umschließen zu können.“ Sie wuchs auf einem Bauernhof auf und zog als junge Frau in die Großstadt, um vor nun 13 Jahren wieder aufs Land und in die Natur zurückzukehren. Für sie ist das ganze Rühpoldinger Tal ein spezieller Ort, ein Kraftort. Naturheilkunde vor Ort zu praktizieren und Menschen zu solch besonderen Orten zu führen, sie wieder mit Mutter Natur in Kontakt zu bringen, war und ist ihr ein großes Anliegen: Auf Kraftortwanderungen mit kleinen Gruppen spaziert sie durch Wald und Wiesen, erklärt dies und das, macht auf besondere Steine oder Pflanzen aufmerksam, bis sie solch einen Kraftort erreichen – einen Ort, von dem eine starke, positive Kraft ausgeht, weil dort die Erde ein- und ausatmet und Ihre Energien harmonisiert. Dort lässt sie die Teilnehmer auf Sitzkissen, Wurzeln oder Steinen Platz nehmen und leitet Atemübungen an. „Wir versuchen, mit geschlossenen Augen die anderen Sinne wieder zu schärfen“, sagt die Naturheilkundlerin. Jeder fühle etwas anderes an solchen Orten, weil jeder etwas anderes „abhole“, sei es körperlich, geistig oder spirituell. „Die Menschen dürfen die Natur wieder mit allen Sinnen genießen und sich hineinentspannen.“

Hildegard Ringsgwandl, 63, Ärztin



DIE BEWEGTE

Wenn der Wald gleich hinterm eigenen Haus beginnt, wie bei Ivana Klippel, dann liegt es einfach nahe, zum Sport in die Natur zu gehen. Drei-, viermal die Woche schwingt sie sich für eine gute Stunde auf in den Wald. Der perfekte Ausflug: „Erst jogge ich, dann suche ich mir eine kleine Bank oder ein schönes Plätzchen und mache ein paar Pilatesübungen“, sagt Klippel. Das bringe Ausdauer und Kraft gleichermaßen. „Manchmal pflücke ich noch ein paar Kräuter für Öl, Pesto oder um daraus eine Heilsalbe zu machen“, sagt Klippel. Einmal habe sie sogar einen Schwarzstorch gesehen. „Das war natürlich die Krönung so einer Runde.“ Sport-sessions wie diese sind für Ivana Klippel kleine Fluchten aus dem Alltag. Zum Abschalten, Runterfahren, Erholen. „Zuhause klingelt oder piepst ständig irgendwas“, sagt Klippel, „aber draußen hat man Ruhe.“ Die Ausblicke, die Geräusche, die Gerüche, die Bewegung. „Nach so einer kleinen Pause komme ich bester Laune und energiegeladener zurück und kann wieder richtig loslegen.“

Ivana Klippel, 52, Sachbearbeiterin

DER NATURBEWAHRER

Nicht nur für Josef Loferer spielt der Wald eine ganz besondere Rolle. Er kennt die Wälder um seine Gemeinde in und auswendig, denn er ist hier groß geworden. „Schon als Junge war ich ständig in den Bergen unterwegs“, sagt er, „ich kenne da jeden Jagersteig und habe es immer sehr genossen, so alleine umherzustreifen.“ Schon damals habe er gehofft, dass das erhalten werden kann. Heute, als Bürgermeister, kann er selbst dazu beitragen. Nicht zuletzt deshalb, weil er weiß, wie wichtig der Wald ist. „Der Wald schützt uns vor Lawinen, auch vor Erdbeben durch Starkregen, außerdem sorgt er für die besonders reine Luft, die wir hier haben“, sagt Loferer. „Einheimische wie auch Touristen schätzen die Wanderwege am Waldrand, die auf verschiedene Gipfel führen, und freuen sich ganz besonders, wenn mal ein Reh vorbeispringt.“ Um das zu bewahren, pflegt er Wildschutzgebiete und schützt Freiweiden. „Wir alle leben hier mit dem Wald und im Einklang mit der Natur“, sagt Loferer. „Deswegen ist es mir wichtig, der Natur die Freiräume zu lassen, sich so zu entwickeln, wie sie das möchte.“

Josef Loferer, 59, Bürgermeister von Schleching

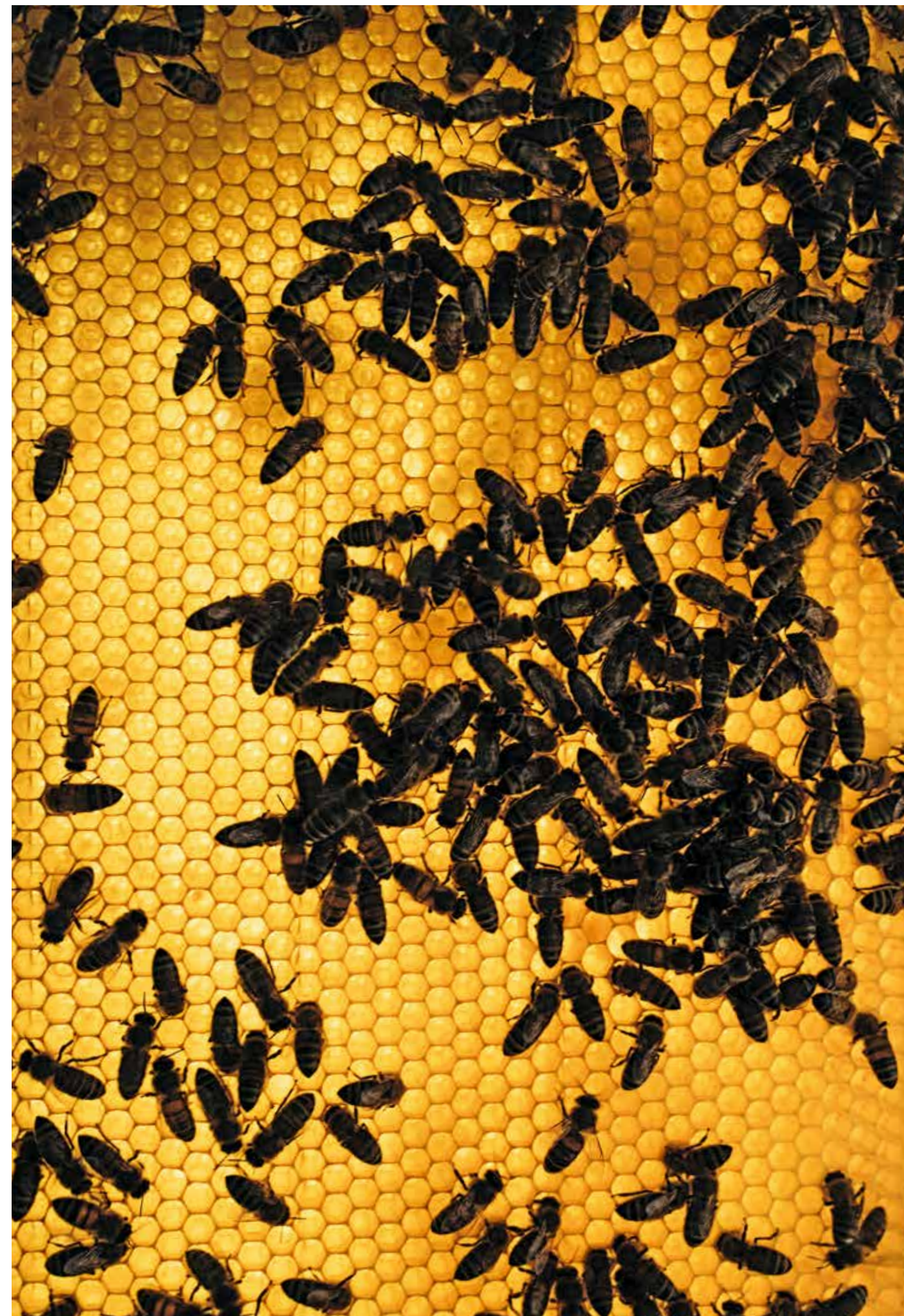




DIE WALDNUTZERIN

Den Wald kann man auf erdenklich viele Weisen nutzen: Man kann spazieren gehen, jagen, Holz gewinnen oder Tiere darin halten. Ursula Kreuz macht vieles davon. Sie besitzt fünf Hektar Wald, in dem sie spazieren geht oder Bäume fällen lässt, um Brenn- und Bauholz zu gewinnen, aus dem der heimische Schreiner zum Beispiel alle Möbel ihrer Familie baut. Und dann sind da noch die Bienen. Kreuz ist seit zwölf Jahren Imkerin, sie ist stellvertretende Vorsitzende im Bienenzuchtverein ihrer Heimat, stellt regelmäßig ein Ferienprogramm für Kinder zusammen und organisiert die Ausbildung der Jungimker. Sie selbst imkert auf traditionelle Weise mit Trogbeyuten, ihre Bienen stehen an Standorten im bayerischen Staatswald. Im Wald finden die Tiere ein reiches Nahrungsangebot: Haselnuss, Weide, Spitzahorn, Bergahorn, Weißdorn, Wildkirsche oder Tanne, um nur ein paar zu nennen. Hört eine Pflanze auf zu blühen, fängt eine andere an. Blütennektar liefert Blütenhonig und enthält viel Glukose. Waldhonig hingegen wird aus dem Honigtau der Bäume gewonnen und enthält mehr Fruktose, was ihm seine dunkle Farbe verleiht. „Der Wald bietet Erholung zu jeder Jahreszeit“, sagt Ursula Kreuz, „und im Wald zu imkern, das ist für mich dann gleich eine doppelte Freude.“

Ursula Kreuz, 55, Imkerin



DER WALDBADER

„Die meisten Menschen können es sich nicht vorstellen, bis sie selbst dabei gewesen sind“, sagt Carl Henn. „Das hat noch jeden positiv überrascht.“ Carl ist Waldbader und bietet geführte Touren an, bei denen er den Teilnehmern die Welt der Bäume und die in ihnen schlummernden Kräfte näher bringt. „Die meisten Leute halten Bäume nur für Sauerstoff- und Holzproduzenten. Aber da steckt noch so viel mehr drin“, sagt Carl. Bei seinen Führungen zeigt er verschiedene Möglichkeiten, mit den Bäumen in Kontakt zu treten. „Ich leite die Teilnehmer an, sich mit dem Baum zu verbinden, sich zu erden und selbst wie ein Baum zu verwurzeln“, erklärt er, „so bekommen die Menschen eine direkte Verbindung zur Baumenergie.“ Dies ist eine Art Meditation, ähnlich dem autogenen Training. Das Ziel ist Entspannung, Erholung und Selbstheilung. Das Waldbaden „Shinrin Yoku“ stammt aus Japan, wo es sogar von Ärzten verordnet wird. Nach drei bis vier gemeinsamen Stunden im Wald haben die Teilnehmer die Techniken so gut erlernt, dass sie sie selbst anwenden können. Denn: „Bäume gibt es ja überall“, sagt Carl, „man muss einfach schauen, welcher gut zu einem passt.“

Carl Henn, 46, Baumpfleger

Warum man den Boden nicht mit Füßen treten sollte

TEXT
PETER LAUFMANN

Auf dem Waldboden ist schon ganz schön was los. Unter der Erdoberfläche erst. Dort tummeln sich jede Menge Mikroben, Bakterien und Pilze.

Wald ist ein riesiges Kraftwerk. Gespeist von der Sonne speichern Bäume Energie in ihrem Holz. Nicht vergessen sollte man in dieser Rechnung den Boden; ohne ihn ist die pflanzliche Batterie nahezu wirkungslos. Er liefert die Rohstoffe, die Bäume für ihre Photosynthese brauchen.

F

Für die einen ist es nur Dreck. Für die anderen ist es der spannendste Teil in einem Wald. Wenn es um Biodiversität und Klimaschutz geht, sogar der wichtigste. Er ist das Fundament, auf dem der Wald und damit viele Hoffnungen ruhen. Der Boden nährt die Pflanzen und damit die Ökosysteme. Und nicht nur das: Er speichert Wasser und Kohlendioxid. Damit spielt er in allen Überlegungen und Strategien zum Erhalt des Lebenswertens eine zentrale Rolle.

Trotz seiner Bedeutung ist der Boden vielen Menschen fremd – eine dunkle Welt, in der es so ganz anders zugeht als ein paar Zentimeter darüber. Hier unten ist es kühl, ewig dunkel, feucht. Ein Gewirr aus Spalten, Gängen, Höhlen, Klüften und Ritzen. Was uns kompakt erscheint, ist im Maßstab der Lebewesen der Unterwelt ein dreidimensionales Universum mit einer riesigen Oberfläche. Könnte man die Verschachtelungen allein eines Kubikzentimeters Boden auffalten, käme man auf eine Fläche von 100 Quadratmetern. Ein gewaltiger Lebensraum.

Unter einem Quadratmeter Erdoberfläche tummeln sich über den Daumen gepeilt eine Million Fadenwürmer, 70 000 Milben, 100 Tausendfüßer, 10^{14} Bakterien und 10^{11} Pilze. Und das ist nur eine Auswahl. Sie alle wollen überleben und sind in ständigem Wettstreit miteinander. Die einen zersetzen tote Pflanzen oder Tiere, die anderen jagen und fressen sich durch Fauna und Flora. Gemeinsam ist ihnen, dass sie damit der Welt im Licht helfen. Denn all die Pilze, die Springschwänze, Regenwürmer und Mikroben halten die Nährstoffe im System, die die Pflanzen brauchen. Sie recyceln sie. Stickstoff, Kalium, Magnesium, Phosphor – ohne die Geschöpfe im Verborgenen würde den Eichen, Buchen, Fichten, in deren Schatten wir gerne spazieren, schnell die Puste ausgehen. Ohne die Lebenswelt des Bodens wäre jedes gut gemeinte Nährstoffmanagement für die Katz. Nährstoffe über den Kronenraum im Wald zu halten, ist ein wichtiger Ansatz. Aber es braucht die Zersetzer im Boden, um sie der nächsten Baumgeneration zur Verfügung zu stellen.

Besonders wichtige Versorger sind dabei die Mykorrhiza-Pilze im Boden. Ihre Urahnen haben das Leben der Pflanzen an Land überhaupt erst möglich gemacht. Und auch heute noch vertrauen neun von zehn Pflanzen diesen Helferlein. Das Geflecht dieser Pilze über- und durchzieht die Wurzeln der Bäume. Es erweitert dadurch deren Reichweite und verbessert die Versorgung des Baumes mit Wasser und Nährstoffen. Eine 1a-Dienstleistung. Kein Wunder, dass etwa in einem Buchenwald gut ein Drittel der von den Blättern oben erzeugten Kohlenhydrate als

Tribut an die Pilze gehen. Darunter sind einige alte Bekannte: Fliegenpilz, Steinpilz, Maronen-Röhrling ... Jeder Baum hat seine bevorzugten Pilzpartner.

Der größte Teil ihrer Masse befindet sich im Boden. Bis zu sechs Tonnen können es auf einem Hektar Wald sein. Und nicht nur sie machen die Masse des Lebendigen aus. Daneben gibt es eine noch weit größere Menge toter organischer Substanz in verschiedensten Stadien der Zersetzung. Humus heißt das Zauberwort. Er besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff. Genau der Kohlenstoff, der uns in Form von Kohlendioxid die Klimakrise beschert. Der Wald in seiner Gesamtheit wäre also unsere ultimative Bank, unser Verbündeter, um CO_2 wieder einzufangen. Es ist das CO_2 , das wir übrigens in die Luft pusten, weil wir die uralten Wälder des Karbons als Steinkohle verfeuern.

Die Mengen, die so ein Wald speichert, sind beeindruckend. Auf einem Hektar sind nach einer Berechnung des Thünen-Instituts 114 Tonnen Kohlenstoff oberirdisch und weitere 117 Tonnen unterirdisch gespeichert. Wer also nur die Bäume als Kohlenstoffspeicher betrachtet, übersieht den Einfluss und den Wert des Bodens. Natürlich speichern nicht alle Böden gleich viel CO_2 . Die Verhältnisse und damit die Lebenswelt unter einem Fichtenwald sind ganz anders als unter einem Buchenwald oder einem Auwald. Aber die Botschaft bleibt die Gleiche: Boden ist ein wichtiger CO_2 -Speicher.

Diese Funktion des Bodens ist jedoch nicht garantiert. Denn er ist ein fragiles System aus Luft, Wasser und festen Stoffen. Trockenheit oder der Mangel an Bäumen verschlechtert den Speicher. Wissenschaftler sehen daher mit Sorge, wie sich steigende Temperaturen und geringere Wasserverfügbarkeit heute und in Zukunft auswirken könnten. Schon die letzten Jahre litt Deutschland unter Dürre, die gerade den Waldbäumen zu schaffen machte. Nach Angaben der Bundesregierung müssen in Folge der Trockenheit 450 000 Hektar neu bewaldet werden. Allesamt Flächen, die Gefahr laufen, dass sie als Kohlenstoffschenke auf Jahre ihren Wert verlieren. Zum einen, weil junge Bäume erst langsam zu wirksamen Klimaschützern werden. Und zum anderen, weil Böden mehr organische Substanz und damit CO_2 verlieren. Im bayerischen Staatswald sieht man die Folgen der Trockenheit deutlich im Frankenwald, wo die Försterinnen und Förster intensiv den Borkenkäfer bekämpfen und gleichzeitig den Waldumbau hin zu klimatoleranten Mischwäldern vorantreiben.

Neben der Speicherung von Kohlenstoff und der Lieferung von Nährstoffen erfüllt ein Boden im Wald noch eine weitere Funktion, von der alles andere abhängt. Er ist ein Wasserreservoir. Das heißt, er fängt den Regen auf, bremst den Abfluss und hält das Wasser zurück. Dabei spielt wiederum der Humusgehalt eine Rolle, aber auch das Verhältnis von Grob- und Feinporen und auch die Bäume darüber. Im besten Fall kann ein Waldboden wie ein Schwamm wirken und – je nach Standort – zwischen 50 und 200 Liter Wasser pro Quadratmeter speichern.

Unterm Strich ist der Wald heute undenkbar ohne den Boden, seine Geschöpfe und Funktionen. Es ist falsch, das Drüber und das Drunter als zwei Welten zu sehen. Sie bedingen einander. Was oben passiert, lässt unten nicht kalt. Und umgekehrt.

BREMSE, DIE RASANTE

Aus guten Gründen bemerkt man eine Bremse erst, wenn sie zugestochen hat: Sie fliegt fast lautlos und in hohem Tempo. Bremsen gehören zu den am schnellsten fliegenden Insekten überhaupt. Übliche Spitzengeschwindigkeit: bis zu 70 Stundenkilometer. Bei einem Forschungsversuch bewiesen Exemplare der Bremsenart „Hybomitra hinei“, dass sie enorm beschleunigen können. Sie schossen mit mindestens 145 Stundenkilometern durch die Luft – und konnten eine aus einem Gewehr abgefeuerte Plastikkugel einholen.



Höher. Schneller. Weiter.

Tiere sind uns Menschen oft haushoch überlegen, ihre Sinne sind weit aus stärker ausgeprägt als unsere. Acht Beispiele, wie heimische Rekordhalter mit der ihnen gegebenen Energie haushalten.

FLEDERMAUS, DAS REAKTIONSGENIE

Die Reaktionszeit von Fledermäusen ist unvorstellbar kurz und ideal zum Beutemachen: 50 bis 100 Millisekunden. Zum Vergleich: Des Menschen Pupillenbewegung braucht etwa 200 bis 300 Millisekunden. Fledermäuse sind die einzigen Säugetiere der Welt, die fliegen können, allerdings beherrschen sie auch keinerlei andere Fortbewegungsart. Dank ihres effizienten Stoffwechsels können sie im Verhältnis zu ihrer Körpergröße enorme Strecken zurücklegen. Extrem ausgeprägt ist ihr Hörsinn, sie nehmen Töne bis zu 200 000 Hertz wahr, also zehnmal höhere Frequenzen als das menschliche Ohr.

**LUCHS, DER EFFIZIENTE**

Ob in 50 Meter Entfernung eine Maus raschelt oder 500 Meter weit weg ein Reh durch den Wald zieht – dem Eurasischen Luchs entgeht nicht das kleinste Geräusch. Sein immenses Hörvermögen in Kombination mit hochgradig lichtempfindlichen Augen (sechsmal ausgeprägter als beim Menschen) ermöglicht ihm das Jagen in der Dämmerung und Nacht. Dabei geht er äußerst effizient vor: versteckt sich im Unterholz, wartet, bis sich Beute nähert, springt sie an. Gelingt es ihm nicht gleich, sie niederzureißen, gibt er die Verfolgung meist auf. Wenn's vor lauter Hunger sein muss, kann er aber auf kurze Distanz mit bis zu 70 Stundenkilometern dem Objekt seiner Begierde hinterher sprinten.

FLOH, DER SPRUNGCHAMPION

Im Verhältnis zu seiner Körpergröße kann der Floh unglaubliche Sprünge machen: aus dem Stand bis zu 60 Zentimeter weit oder bis zu 30 Zentimeter in die Höhe (was in etwa einem Aktenordner entspricht). Übertragen auf den Menschen hieße das, dass unser Problemlos auf Wolkenkratzer hüpfen könnte. Die Energie für ihre phänomenale Sprungkraft beziehen Flöhe aus einem Eiweißmolekül, das sie in ihren Beinen speichern und für pfeilartiges Emporschnellen abrufen können. Sie haben gewissermaßen Beine mit eingebauter Sprungfeder – und das bei einer Körperlänge von nur 1,5 bis 4,5 Millimetern.

REKORDHALTER

BLINDSCHLEICHE, DIE WÄRMESPEICHERIN

Sie bewegt sich schlängelnd vorwärts und züngelt, ihre Beute verschlingt sie mangels geeigneter Zähne im Ganzen – trotzdem ist die Blindschleiche keine Schlange, sondern eine Echse. Sonnige Waldränder mit Steinstrukturen bieten ihr einen optimalen Lebensraum, denn einerseits braucht sie Sonnenbäder, um mit der gespeicherten Wärme Energie für Aktivitäten zu haben. Andererseits verbringt sie einen Großteil ihres bis zu 40 Jahre langen Lebens unterirdisch. Gute Bedingungen findet das Reptil auch in Gärten mit Komposthaufen vor: Hier kommt es außerordentlich bequem an seine Leibspeise aus Nacktschnecken und Regenwürmern.

WANDERFALKE, DER ALLERSCHNELLSTE

Schnell, schneller, Wanderfalke. Im Sturzflug rast er mit mehr als 320 Stundenkilometern auf seine Beute zu. Kein Tier der Welt könnte ihn überholen, und selbst ein Formel-1-Rennwagen mit 1000 PS käme nur auf gerader Strecke hinterher. Das normale Tempo des Wanderfalken liegt bei rund 100 Stundenkilometern. Er kann aber auch ganz anders. Als einer der wenigen Greifvögel ist er imstande, im sogenannten Rüttelflug an ein- und derselben Stelle in der Luft zu verharren.

SCHWALBENSCHWANZ, DER MÜSSIGGÄNGER

Der Schwalbenschwanz tut keinen Schlag mehr als unbedingt nötig. Er hat den langsamsten Flügelschlag aller Schmetterlinge: fünfmal pro Minute. Die Muße kann er sich erlauben, weil er exzellent segelt. Mit einer Spannweite von bis zu 80 Millimetern ist er einer der größten Schmetterlinge in Mitteleuropa, außerdem einer der schönsten Tagfalter Europas. Er zeigt seine gemusterten Flügel bevorzugt beim Flug über blütenreiche Wiesen oder beim Nektarsaugen an Kratzdistel, Rotklee oder Löwenzahn.

SIEBENSCHLÄFER, DER ENERGIESPARMEISTER

Der Siebenschläfer verweudet keine Kraft. Dank langer, gelenkiger Zehen und einer Art Klebefilm an den Sohlenballen, rutscht er beim senkrechten Klettern an Bäumen und Wänden nicht ab. Einen Schritt zweimal zu machen, kann er sich sparen. Vor dem Winter futtert sich der kleine Nager einen Fettvorrat an und schläft dann bei minimalem Energieumsatz bis zu sieben Monate durch. In dieser Zeit sinkt sein Herzschlag auf acht Schläge pro Minute, seine Körpertemperatur auf bis zu 0,7 Grad Celsius. Er wacht erst wieder bei rund 20 Grad Außentemperatur auf – die Wärme ist für ihn das Signal, dass er in der Natur wieder Nahrung findet.

GROPPE, DIE TRICKREICHE

Was macht ein Fisch, den das Schwimmen anstrengt, weil er es von Natur aus nicht gut kann? Er bewegt sich mit gespreizten Brustflossen meist nur ruckartig über den Boden. Den kräftesparenden Trick praktiziert die Groppe, auch Rotzkopf oder Mühlkoppe genannt. Wer den nachtaktiven Grundfisch in einem Waldbach oder seichten Fließgewässer mit starker Strömung entdecken will, muss genau hinsehen: Gut getarnt versteckt sich die Groppe tagsüber auf steinigem Untergrund und rührt sich nicht vom Fleck.

Vielfalt für die Höchstleistung

Waldarbeiter verrichten zum Teil schwere körperliche Arbeit. Anja Carlsohn, Professorin für Ernährungswissenschaft, verrät im Interview, worauf es beim Essen und Trinken für sie ankommt.

F

Frau Prof. Carlsohn, Waldarbeit ist Schwerstarbeit. Streckenweise ist der Energieumsatz mit dem von manchen Spitzensportlern zu vergleichen. Welche Folgen sollte das für die Ernährung haben?

Zunächst einmal gilt grundsätzlich das Prinzip: Wer mehr verbraucht, braucht auch mehr von allem! Es gibt die Empfehlung von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung, dass jemand mit geringer körperlicher Aktivität rund 2.000 Kilokalorien täglich zuführen sollte. Bei Waldarbeitern kann das auch gut einmal das Doppelte sein.

Ein Waldarbeiter müsste also im Grunde mehr essen. Das klingt einfach.

Ja, aber in der Praxis gestaltet es sich oft schwierig, wirklich mehr vom Richtigen zu essen. Denn bei großer körperlicher Anstrengung ist nicht nur der Energiebedarf höher. Auch der Bedarf an Nährstoffen kann steigen, gleichzeitig will man von ungesünderen Lebensmitteln oder Inhaltsstoffen wie zum Beispiel Zucker ja nicht mehr aufnehmen, als für uns gut wäre. Das heißt, einfach nur mehr Schokoriegel zu essen, das reicht bei harter körperlicher Arbeit, wie sie Waldarbeiter leisten, nicht aus.

Wie genau sollte dieses Mehr denn dann in der Praxis aussehen?

Grundsätzlich gilt die Empfehlung, dass 75 Prozent der Ernährung aus pflanzlichen Lebensmitteln bestehen sollten. Dazu zählen neben Obst und Gemüse auch Vollkorngetreideprodukte, also auch Pasta, Brot und Müsli. Lebensmittel, die überwiegend aus Kohlenhydraten bestehen. Kohlenhydrate werden heutzutage oft als Dickmacher verunglimpft – diese Gefahr besteht aber nur, wenn man insgesamt zu viel Energie zu sich nimmt und wenn man sich eben nicht ausreichend bewegt, was ja bei Waldarbeitern nicht zutrifft. Im Gegenteil: Mehr Kohlenhydrate liefern das notwendige Mehr an Energie und beliefern damit auch direkt die Muskulatur mit Energievorräten, die es für die harte körperliche Arbeit braucht. Daher ist es für Waldarbeiter sinnvoll, neben ausreichend Gemüse auch ausreichend Kohlenhydrate zu essen, die sich zum Beispiel in Pasta und belegten Broten finden.

Eine oder zwei Wurstsemmeln mehr sind also gut?

Nun, Wurstsemmeln gerade nicht, davon würde ich grundsätzlich abraten. Denn gerade in den letzten Jahren haben zahlreiche Studien gezeigt, dass verarbeitetes rotes Fleisch – dazu gehören Wurst, Salami, Schinken, Pastete – das Krebsrisiko erhöht. Inzwischen ist dieses Wissen sogar in die offiziellen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation und der Deutschen Gesellschaft für Ernährung eingeflossen, alle empfehlen eine deutliche Begrenzung des Wurstwarenverzehrs. Auch hier gilt natürlich: Je größer die Menge, desto höher das

TEXT

CHRISTIAN HEINRICH

PORTRÄT

CHARLOTTE SCHREIBER

FOODFOTOGRAFIE

UND REZEPTE

BARBARA BONISOLLI

Ernährungstipps für die Waldarbeit

Anja Carlsohn ist Professorin für Ernährungswissenschaft und lehrt an der renommierten HAW Hamburg. Sie berät Spitzensportler und leitet die Arbeitsgruppe Sporternährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung.



Wenn man Fleisch isst, dann maximal 300 bis 600 Gramm pro Woche – das gilt für alle, auch für Waldarbeiter.

ANJA CARLSOHN,
ERNÄHRUNGSWISSENSCHAFTLERIN

Risiko. Insgesamt geht bei der idealen Ernährung die Tendenz hin zu einer pflanzenbasierten Ernährung. Wenn man Fleisch isst, dann maximal 300 bis 600 Gramm pro Woche – das gilt für alle, auch für Waldarbeiter.

Was sollte man stattdessen essen?

Generell gilt: Abwechslung und Vielfalt in der Ernährung! Das kann zum Beispiel so aussehen: Reichlich Getreideprodukte, am besten aus Vollkorn, mindestens 400 Gramm Gemüse und Salat und 250 Gramm Obst, ergänzt durch tierische Lebensmittel wie Milchprodukte, Eier, Fisch und Fleisch oder entsprechende pflanzliche Alternativen, zum Beispiel Hülsenfrüchte. Wer schwere körperliche Arbeit verrichtet, sollte auch auf die nötige Eiweißzufuhr achten. Besonders reich an Proteinen, wie Eiweiße auch genannt werden, sind etwa Milchprodukte wie Joghurt, Milch und Eier oder Hülsenfrüchte wie Erbsen oder Bohnen. Als Pausenbrote bieten sich daher zum Beispiel an: Ein Vollkornbrot oder ein Dinkelbrötchen mit Ei oder mit einem vegetarischen Aufstrich wie zum Beispiel Hummus, oder natürlich auch Käsebrote, am besten noch mit Gemüse wie Gurken, Tomaten oder Salat als Belag. Wer mit einer Proteinquelle belegte Brote mit Gemüse oder Rohkost verzehrt, der schlägt gleich zwei Fliegen mit einer Klappe: Er nimmt die bei schwerer körperlicher Arbeit wichtigen Kohlenhydrate auf und zugleich Proteine, Ballaststoffe und Mikronährstoffe. Wenn man sich grundsätzlich an diese Linie hält, dann darf man sich bei harter Arbeit zum Beispiel auch mal eine oder zwei extra Portionen der vorhin angesprochenen Schokolade gönnen – Voraussetzung dafür ist aber eben, dass man sich insgesamt gesund und ausgewogen ernährt.

Wann sollte man die Nahrung zu sich nehmen? Dreimal am Tag? Werden auch Zwischenmahlzeiten empfohlen?

Die Hauptmahlzeiten sollten beibehalten werden, hierauf sollte auch der Hauptanteil der Nahrungsaufnahme entfallen. Zusätzlich können zwei bis vier kleine Zwischenmahlzeiten eingeschoben werden, um schnell Energie zu bekommen – hier gerne Dinge wie das belegte Vollkornbrötchen oder eine Portion Couscous oder Bulgur, etwas Obst oder Studentenfutter, für den direkten Energieschub.

Was ist mit dem Trinken?

Wer viel körperlich arbeitet, braucht auch mehr zu trinken. Dabei spielen verschiedene Faktoren eine Rolle. Wenn es draußen besonders warm ist oder wenn man eine Schutzkleidung trägt und darunter schwitzt, dann braucht man natürlich mehr Flüssigkeit.

Gibt es hier einen Orientierungswert?

Das kann ganz unterschiedlich sein. Anderthalb bis zwei Liter sind in etwa eine Richtgröße, wenn man körperlich nicht viel macht. Wenn man den ganzen Tag körperlich arbeitet, können es bei hohen Temperaturen schon mal fünf Liter sein, aber solche Mengen sind eher die Ausnahme. Man braucht die Trinkmenge nicht zu kontrollieren, denn man kann auf seinen Durst hören – er ist der beste Gradmesser dafür, wie viel Wasser man braucht. Nur im höheren Alter und bei manchen Krankheiten lässt das Durstgefühl häufiger nach, das sind aber Ausnahmen. Normalerweise gilt: Ich kann mich einfach von meinem Durst leiten lassen. Und wenn ich mal einige Stunden vergesse, genug zu trinken, dann ist das auch keine Katastrophe.

Woran erkenne ich, dass ich mich falsch ernähre?

Wenn man bei schwerer körperlicher Arbeit zu wenig Energie, Flüssigkeit, Vitamine oder Mineralstoffe zu sich nimmt, kann es zu Mangelerscheinungen wie Müdigkeit oder Kopfschmerzen kommen, das ist jedoch eher selten. Das größere Risiko besteht darin, dass man zu viel Ungesundes zu sich nimmt. Wer etwa mehrere Energy Drinks am Tag trinkt, der führt selbst bei harter körperlicher Arbeit meist viel zu viel Zucker zu. Ein entscheidendes und eindeutiges Maß dafür, ob man ausreichend oder zu viel Energie zu sich nimmt, ist das Körpergewicht: Wenn man bei regelmäßiger körperlicher Arbeit ungewollt zunimmt, isst man meist zu viel, wenn man ungewollt abnimmt, isst man meist zu wenig.

KOHLENHYDRATE: BESSER ALS IHR RUF!

Low-Carb, weniger Kohlenhydrate zu essen, gilt heute als eine der besten Diäten, um gesund abzunehmen. Und es stimmt, Kohlenhydrate bestehen doch vor allem aus Zucker-, Fruchtzucker- und Milchzuckerketten und tragen recht viel Energie in sich. Also geißeln sich viele Menschen selbst und verzichten auf Nudeln, Brot und Kartoffeln. Doch Low-Carb ist nur vorübergehend zu empfehlen, im Rahmen einer zeitlich begrenzten Diät – auf Dauer ist eine stark reduzierte Kohlenhydratzufuhr schädlich, wie manche Studien zeigen. Zudem kommen Kohlenhydrate auch häufig zusammen mit gesunden Ballaststoffen, das gilt zumindest für wenig industriell verarbeitete Lebensmittel wie Vollkornprodukte.

Dass man mit Kohlenhydraten zu viel Energie aufnimmt und das Risiko für Übergewicht und Herz-Kreislauf-Erkrankungen steigt, kommt vor allem dann vor, wenn der Energieverbrauch sehr niedrig ist, etwa bei Menschen, die einen Bürojob haben und sich auch sonst wenig bewegen. Waldarbeiter haben dieses Problem nicht. Deshalb können und sollen sie Kohlenhydrate ohne schlechtes Gewissen genießen – und sich die Nudeln am Mittag richtig schmecken lassen.

ENERGIEBÄLLCHEN MIT FEIGEN UND APRIKOSE

Zutaten für 25 Bällchen à 30 g:
200 g Mandeln, Cashewkerne,
Pistazien gemischt
50 g Haferflocken
20 Quinoa gepufft
30 g Kokosraspeln
100 g getrocknete Aprikosen
100 g getrocknete Feigen
150 g Mandelmus
2–3 EL Honig nach Geschmack
1 Prise Zimt
1 Prise Salz
Vanillepulver nach Geschmack
50 ml Wasser
30 g dunkler Kakao

ZUBEREITUNG

1. Mandeln und Kerne ohne Fett in der Pfanne rösten.
2. Alle Zutaten in den Mixer geben und so lange mixen, bis sie sich zu einer homogenen Masse verbunden haben. Ist der Teig zu trocken und krümelig, einfach ein bisschen kaltes Wasser dazugeben und mit den Händen verkneten.
3. Mit feuchten Händen kleine Bällchen formen und in Kakao wälzen.
4. Zur besseren Haltbarkeit im Kühlschrank aufbewahren.





**VOLLKORNBAGUETTE
MIT WALDPILZOMELETTE**

Zutaten für 4 Personen:
 1 Zwiebel
 1 Zehe frischer Knoblauch
 400 g Waldpilze geputzt
 ½ Bund Petersilie
 2 EL Butter
 9 Eier
 100 g Bergkäse gewürfelt
 Vollkornbaguette
 400 g Hummus
 1 große Fleischtomate
 1 Handvoll Rucola

ZUBEREITUNG

1. Zwiebel fein würfeln, Knoblauch fein hacken, Pilze in Scheiben schneiden, Petersilie hacken.
2. Butter in zwei mittelgroßen Pfannen erhitzen, Zwiebel und Knoblauch darin goldbraun anbraten, Pilze dazugeben und mit Salz und Pfeffer würzen.
3. Eier aufschlagen und auf die zwei Pfannen verteilen, Petersilie und Bergkäse dazugeben und bei mittlerer Hitze stocken lassen.
4. Baguette mit Hummus bestreichen, mit Tomate belegen, die Omeletts jeweils halbieren, zusammenklappen und auf die Baguettes verteilen.
5. Mit Salz und Pfeffer würzen, Baguettes mit Rucola belegen und zusammenklappen.

**LINSENSALAT MIT ROTE
BETE UND REHPFLANZERL**

Zutaten für 4 Personen:

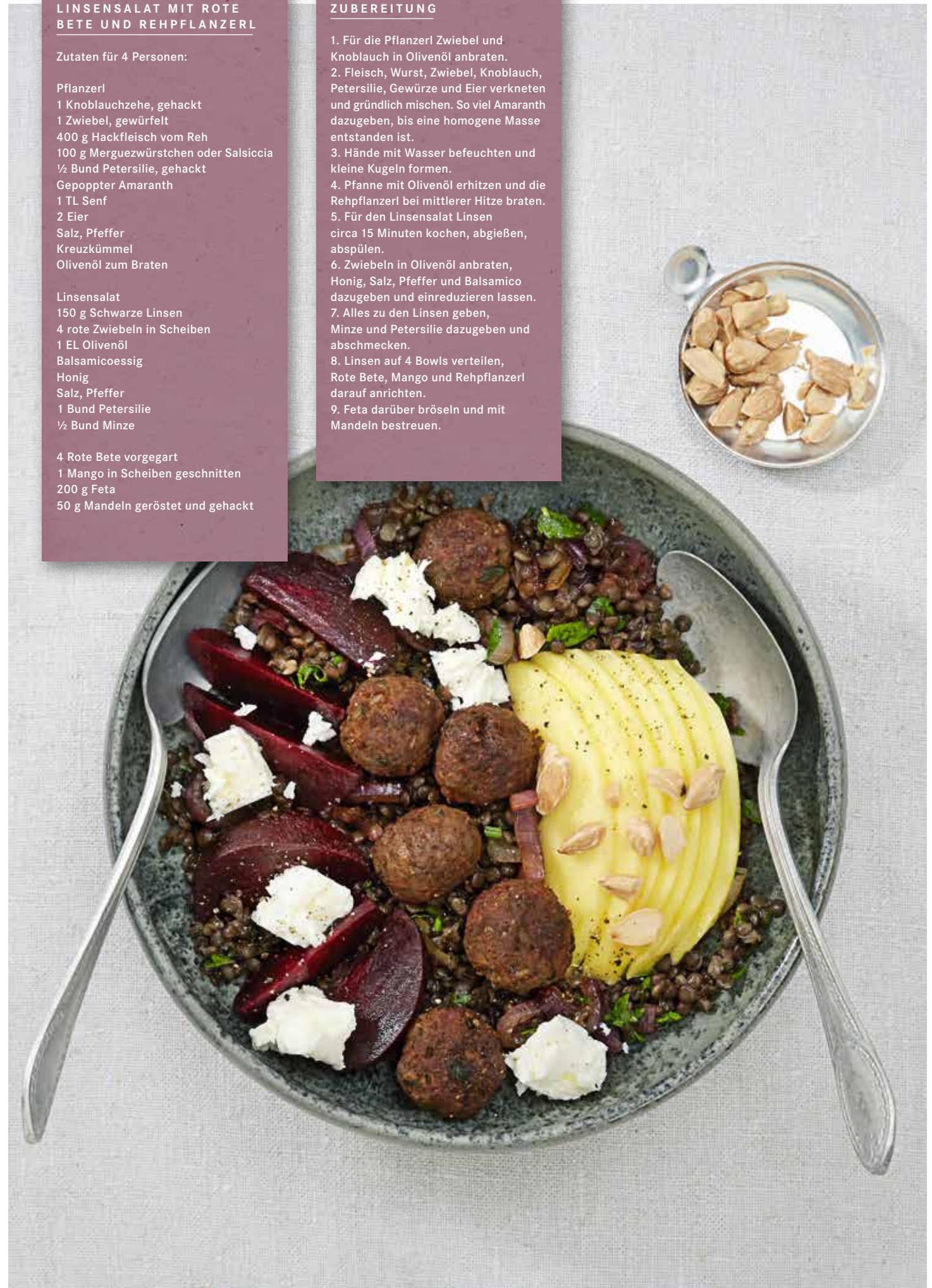
Pflanzerl
 1 Knoblauchzehe, gehackt
 1 Zwiebel, gewürfelt
 400 g Hackfleisch vom Reh
 100 g Merguezwürstchen oder Salsiccia
 ½ Bund Petersilie, gehackt
Gepoppter Amaranth
 1 TL Senf
 2 Eier
 Salz, Pfeffer
 Kreuzkümmel
 Olivenöl zum Braten

Linsensalat
 150 g Schwarze Linsen
 4 rote Zwiebeln in Scheiben
 1 EL Olivenöl
 Balsamicoessig
 Honig
 Salz, Pfeffer
 1 Bund Petersilie
 ½ Bund Minze

4 Rote Bete vorgegart
 1 Mango in Scheiben geschnitten
 200 g Feta
 50 g Mandeln geröstet und gehackt

ZUBEREITUNG

1. Für die Pflanzerl Zwiebel und Knoblauch in Olivenöl anbraten.
2. Fleisch, Wurst, Zwiebel, Knoblauch, Petersilie, Gewürze und Eier verkneten und gründlich mischen. So viel Amaranth dazugeben, bis eine homogene Masse entstanden ist.
3. Hände mit Wasser befeuchten und kleine Kugeln formen.
4. Pfanne mit Olivenöl erhitzen und die Rehpflanzerl bei mittlerer Hitze braten.
5. Für den Linsensalat Linsen circa 15 Minuten kochen, abgießen, abspülen.
6. Zwiebeln in Olivenöl anbraten, Honig, Salz, Pfeffer und Balsamico dazugeben und einreduzieren lassen.
7. Alles zu den Linsen geben, Minze und Petersilie dazugeben und abschmecken.
8. Linsen auf 4 Bowls verteilen, Rote Bete, Mango und Rehpflanzerl darauf anrichten.
9. Feta darüber bröseln und mit Mandeln bestreuen.



Kraftorte

Über Hunderttausende von Jahren haben der Mensch und seine Vorfahren im Wald gelebt. Manchmal war der Wald Bedrohung, meist aber Zufluchtsort und Zuhause. Kein Wunder, dass evolutionär bedingt bis heute jeder Aufenthalt im Wald in vielerlei Hinsicht Körper und Geist stärkt.

TEXT
CHRISTIAN HEINRICH

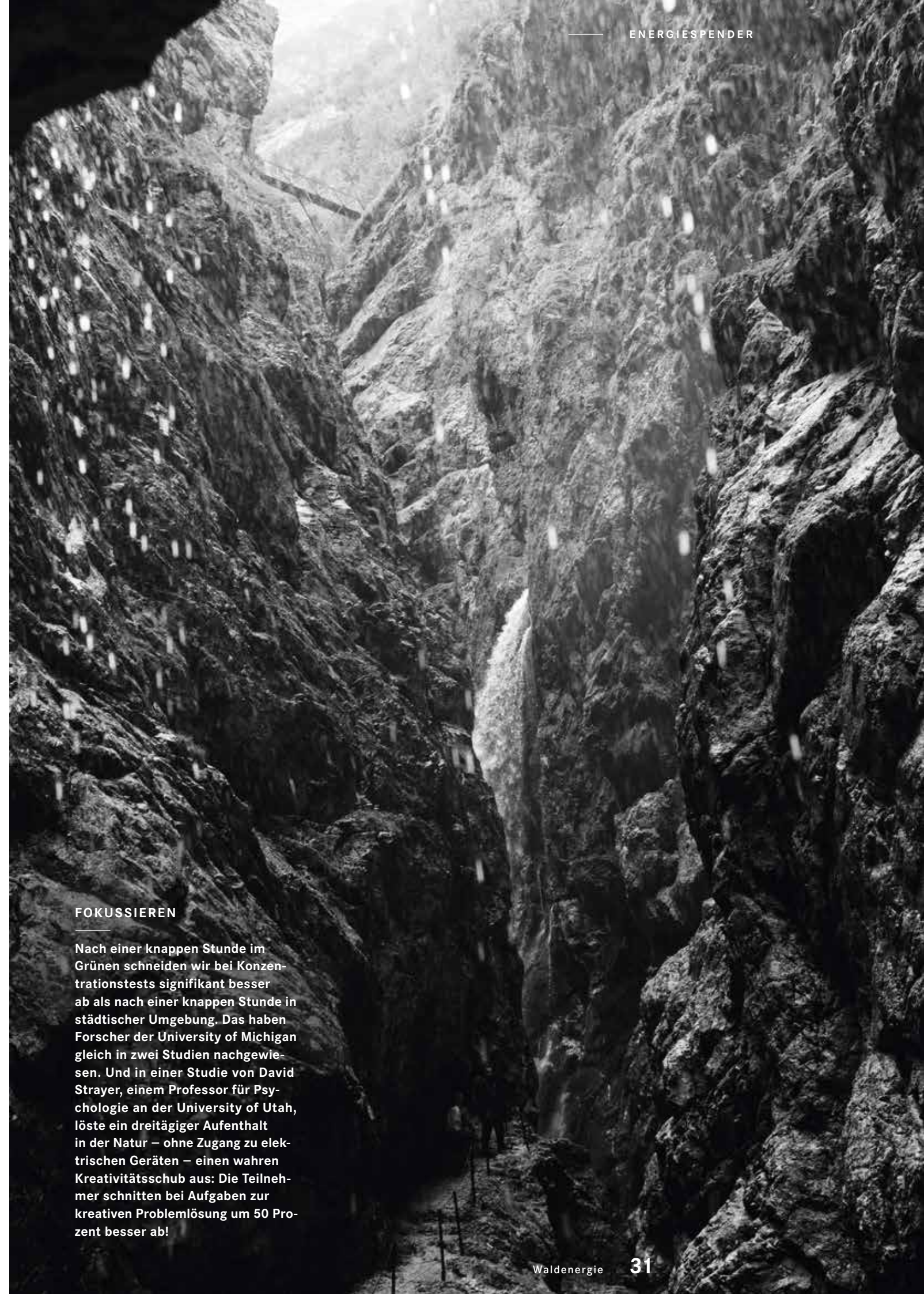
RUNTERKOMMEN

Japanische Forscher haben in 24 japanischen Wäldern herausgefunden, dass eine Waldumgebung im Vergleich zu einer städtischen Umgebung zahlreiche positive Effekte auf die Gesundheit hat. Dazu gehören ein verlangsamter Puls, ein verringerter Blutdruck, eine geringere Konzentration des Stresshormons Cortisol, und eine erhöhte Aktivität des parasympathischen Nervensystems, das für Entspannung und Beruhigung steht.



SELBSTBEWUSSTSEIN TANKEN

Der Wald vermittelt Stärke und Stabilität, was nach kurzer Zeit auch ein Stück weit auf die menschliche Psyche abfärbt. Schon nach fünf Minuten Spaziergehen im Grünen steigen das Selbstwertgefühl und auch die Stimmung deutlich an. Das konnten Forscher um die Gesundheitswissenschaftlerin Dr. Jo Barton der britischen University of Essex in einer Analyse von mehreren Studien zum Thema zeigen.



FOKUSSIERTEN

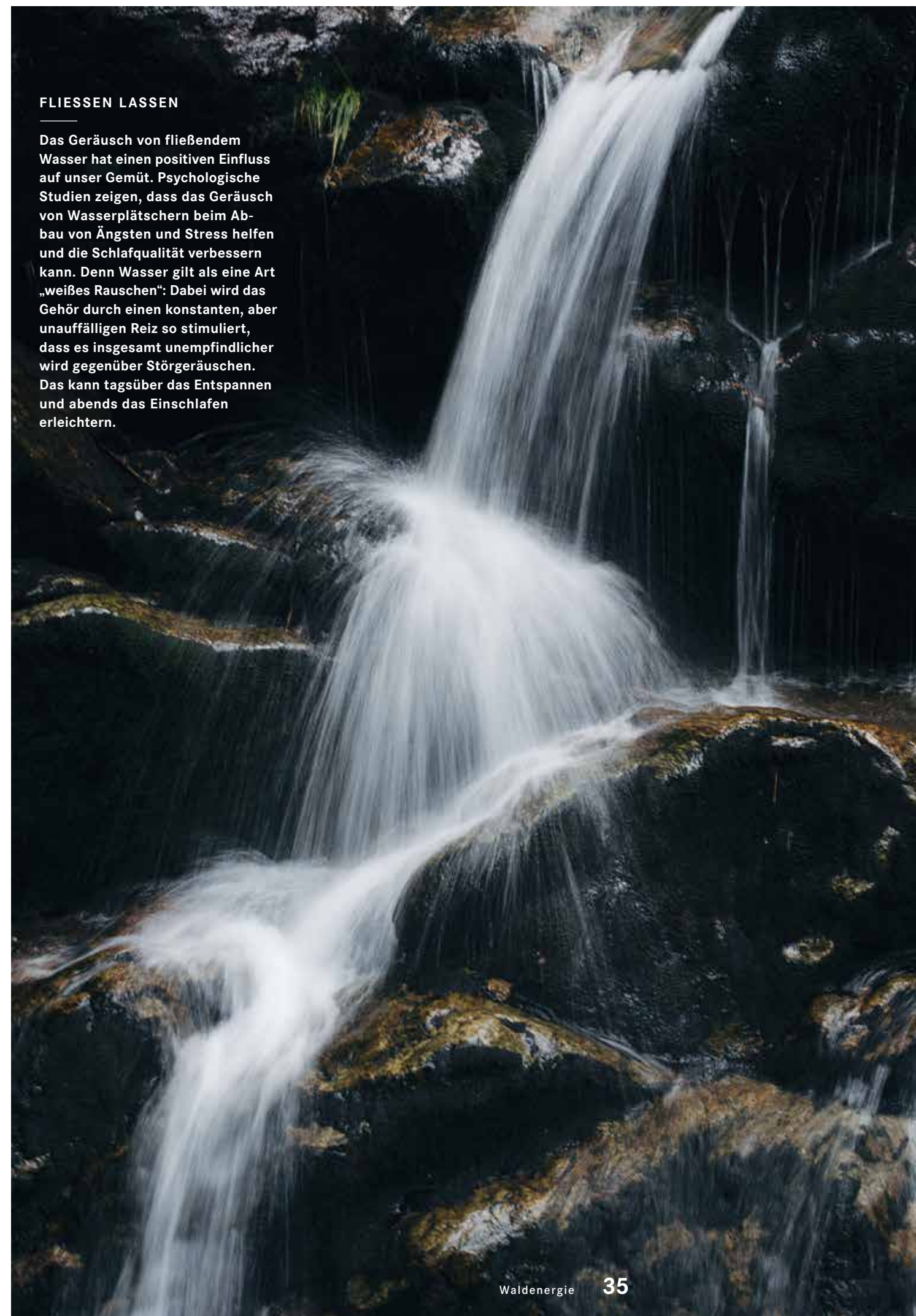
Nach einer knappen Stunde im Grünen schneiden wir bei Konzentrationstests signifikant besser ab als nach einer knappen Stunde in städtischer Umgebung. Das haben Forscher der University of Michigan gleich in zwei Studien nachgewiesen. Und in einer Studie von David Strayer, einem Professor für Psychologie an der University of Utah, löste ein dreitägiger Aufenthalt in der Natur – ohne Zugang zu elektrischen Geräten – einen wahren Kreativitätsschub aus: Die Teilnehmer schnitten bei Aufgaben zur kreativen Problemlösung um 50 Prozent besser ab!

Wenn wir in die Ferne blicken, dann ist das Urlaub auch für einen Großteil unserer Augenmuskulatur: Der sogenannte Ziliarmuskel, der beim Blick in die Nähe immer angespannt ist, kann sich entspannen. Denn in der Ferne liegt alles dicht beieinander, entsprechend braucht die Linse die Lichtstrahlen kaum umzulenken, damit alles auf den kleinen Bereich auf der dahinterliegenden Netzhaut fällt, mit dem wir scharf sehen. Die Linse kann flach bleiben, es braucht keine Muskeln, um sie zusammenzudrücken und breiter zu machen. Der wichtige Ziliarmuskel hat eine Pause und kommt zur Ruhe.



ENTSPANNUNG HÖREN

Allein die Geräusche des Waldes wirken auf den menschlichen Organismus enorm entspannend. In einer von der britischen Naturschutzorganisation National Trust in Auftrag gegebenen Studie bekamen 600 Versuchspersonen Tonaufnahmen vom Sound des Waldes zu hören, unter anderem von Vogelgezwitscher und raschelnden Blättern. Nach dem Hören der Waldgeräusche fühlten sich die Teilnehmer um 30 Prozent weniger gestresst als vor dem Experiment, und schätzten ihre Sorgen als weniger groß und belastend ein.



FLIESSEN LASSEN

Das Geräusch von fließendem Wasser hat einen positiven Einfluss auf unser Gemüt. Psychologische Studien zeigen, dass das Geräusch von Wasserplätschern beim Abbau von Ängsten und Stress helfen und die Schlafqualität verbessern kann. Denn Wasser gilt als eine Art „weißes Rauschen“: Dabei wird das Gehör durch einen konstanten, aber unauffälligen Reiz so stimuliert, dass es insgesamt unempfindlicher wird gegenüber Störgeräuschen. Das kann tagsüber das Entspannen und abends das Einschlafen erleichtern.

DAS SYSTEM KRÄFTIGEN

Gesundheitswissenschaftler der Nippon Medical School in Tokio haben herausgefunden, dass ein Tag in einem Waldgebiet die Zahl der für das menschliche Abwehrsystem enorm wichtigen Killerzellen um mehr als 40 Prozent erhöht. Wissenschaftler gehen davon aus, dass unter anderem verschiedene Duftstoffe im Wald diesen Immunboost verursachen, die sogenannten Terpenoide, die Nadelbäume wie etwa Fichten, Kiefern und Tannen verströmen. Die Terpenoide könnten auch dazu beitragen, dass Blutdruck und Puls sinken und die Muskeln sich entspannen.

HOLZ BERÜHREN

Es macht einen Unterschied, ob Sie Ihre Hand auf Metall, Marmor, Kacheln oder Holz legen: Wer 90 Sekunden lang Holz berührt, hat im Vergleich zu den anderen Materialien eine erhöhte Aktivität des stressvermeidenden Nervensystems Parasympathikus, was den Körper insgesamt entspannt und auch die sogenannte Herzratenvariabilität verbessert. Zu diesen aufsehenerregenden Ergebnissen kamen im Jahr 2017 japanische Forscher der Chiba University.