# Stolen Sechs Folgen Sechs Folgen

- 1. Wie bewegen wir uns in Zukunft?
- 2. Kann der Wald das Klima retten?
- 3. Ist die Artenvielfalt zu bewahren?
- 4. Wie ernähren wir zehn Milliarden Menschen?
  - 5. Was kommt nach Kohle, Öl und Gas?
    - 6. Was hilft gegen die Plastikflut?

Nachhaltig-Rentaltig-







# Uber

Gestalten springen von Baum zu Baum, hangeln sich an Lianen weiter. Auf ihren weißen Köpfen tragen sie braune Fellkappen: Kapuzineraffen. Einer hält inne, bricht einen Zweig ab und wirft damit nach mir. Aus seiner Sicht habe ich nichts verloren in diesem Regenwald auf einer kleinen Insel im Panamakanal.

Aber ich suche hier nach einer Antwort auf das drängendste Problem unserer Zeit: Wie können wir die Erderwärmung auf gerade noch beherrschbare 1,5 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit beschränken? Längst steht fest: Wenn unsere Klimabilanz im Jahr 2050 "neutral" sein soll, reicht es nicht, unsere Emissionen zu reduzieren. Wir müssen der Atmosphäre zugleich mehr Treibhausgas entziehen: bis zum Ende dieses Jahrhunderts 730 Milliarden Tonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), schätzt Warum uns nur der Nachwuchs der Weltklimarat. Das ist so viel, wie Großbritannien, Deutschland, die USA und China seit der Industriellen Revolution ausgestoßen haben. Wie soll das gehen?

Weltweit suchen Geo-Ingenieure nach technischen Verfahren für eine solche "Kohlendioxidentnahme" (Carbon Dioxide Removal: CDR). Eine äußerst effiziente "natürliche Klimalösung" ist dagegen sofort verfügbar: Wald.

Denn für ihn ist der Klimakiller CO<sub>2</sub> ein Lebenselixier. Er nutzt den Stoff. Und er bannt ihn. Um zu gedeihen, brauchen Pflanzen Sonnenlicht, Wasser, Nährstoffe – und CO<sub>2</sub> als Dünger. Bei der Fotosynthese entsteht daraus Traubenzucker, welcher Kohlenstoff, C, enthält. Diesen speichert ein Baum langfristig vor allem im Holz. Stirbt der Baum, zersetzen ihn Mikroben, und das einst aufgenom- In einem 50 Hektar großen Areal ist jeder Baum mene Kohlendioxid wird wieder an die Atmosphäre abgegeben. Dieses Werden und Vergehen kann sich über Jahrhunderte erstrecken. Lassen wir also mehr Wald wachsen, gewinnen wir Zeit, um ein CO<sub>2</sub>-Endlager zu finden.

stoffsenke" der Erde: Sie entziehen der Atmosphäre jährlich rund zwei Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>. sche Wald nimmt pro Jahr 62 Millionen Tonnen gibt es gerade einmal 30. Ein Armutszeugnis, den

ÜBER MIR IM BLÄTTERDACH knackt es. Schlanke CO<sub>2</sub> auf, so viel, wie die deutsche Industrie an Treibhausgas ausstößt. Eine noch effizientere CO<sub>2</sub>-Senke ist tropischer Regenwald: In Äquatornähe gedeiht Wald wesentlich üppiger, global umfasst der tropische Regenwald die mit Abstand größten Flächen.

> Würden wir die Wälder weltweit erweitern, so der Weltklimarat, ließe sich das 1,5-Grad-Ziel erreichen: Sie könnten ein Viertel der benötigten CO<sub>2</sub>-Menge aus der Atmosphäre ziehen.

> Mit Bäumen das Klima retten? Das klingt fast zu schön, um wahr zu sein. Ich möchte in Panama herausfinden, ob diese Rechnung aufgehen kann.

### I. VOLLE SPEICHER

# retten kann.

JETZT IM FEBRUAR haben manche Bäume ihr Laub abgeworfen, andere blühen rapsgelb oder rosarot. Bromelien, Farne und Orchideen wuchern auf Stämmen und Ästen. Auf einem steilen Pfad folge ich der Botanikerin Daisy Dent durch den Wald auf Barro Colorado, einer Insel, die 1914 durch die Aufstauung des Panamakanals entstanden ist. Das Smithsonian Tropical Research Institute (STRI), eine der wichtigsten Forschungseinrichtungen zur Tropenökologie weltweit, unterhält hier seit 80 Jahren eine Station.

Spuren der Wissenschaftler entdecke ich überall: Planen im Unterholz, hochsensible Geräte an Stämmen, die Wachstum oder Saftfluss messen. mit einer Metallplakette oder mit Farbspray markiert: Seit knapp 40 Jahren studieren Forscher hier die Vielfalt der tropischen Natur; auch Archäologen haben sich umgesehen und keinerlei Spuren menschlicher Besiedlung gefunden. "Das Wälder sind schon heute die größte "Kohlen- also ist echter Primärwald", sagt Daisy Dent. Unberührte Wildnis. "Urwald".

Allein in diesem Waldstück wachsen 328 Baum-Aber damit kompensieren sie nur sechs Prozent arten. In ganz Schottland, wo die Britin Dent die der globalen Kohlendioxid-Emissionen. Der deut- Hälfte des Jahres an der University of Stirling lehrt,

### **FLIEGENFALLE**

Früh morgens öffnet eine Pfeifenwinde ihre 20 Zentimeter hohen Blüten. Deren Gestank lockt Fliegen in die tiefen, verschließbaren Kelche - erst nach Stunden kommen die Bestäuber wieder frei. Die Samen des Klettergewächses verbreitet der Wind





GEO 12 2020 GEO 12 2020

### NEULAND FÜR DIE FORSCHUNG

Die britische Tropenbiologin Daisy Dent (A) zählt zu den Pionierinnen, die sekundären Regenwald erforschen. In Panama verfolgt sie seit 15 Jahren die Entwicklungsstadien von Waldflächen im Alter von 20 bis 120 Jahren

### **BODENPROBEN**

Mit einem Rohrbohrer nimmt Dent Erdproben (B). Die obersten zehn Zentimeter kommen in eine Tüte, die nächsten zehn in eine andere. Wie viele Nährstoffe stecken in den jeweiligen Erdschichten, wie viel Kohlenstoff?

### **ZENSUS**

Zehn Jahre zuvor war hier noch Weide. jetzt herrscht Wildwuchs. Forscher markieren jährlich jeden Baum, der in Brusthöhe mindestens einen Zentimeter Durchmesser hat. Neuzugänge tragen ein blaues Band (C)







Wälder Nordeuropas immer wieder ausradiert, viel Kohlenstoff kann er binden? Kann er jemals während sich in den Tropen über Jahrmillionen eine unvergleichliche Vielfalt von Pflanzen- und Tierarten entwickeln konnte.

Als CO<sub>2</sub>-Senke haben diese kostbaren Primärwälder allerdings einen Haken: "Ihre Biomasse nimmt unterm Strich nicht weiter zu", erklärt Dent. "Wachstum und Absterben der Pflanzen halten sich weitgehend die Waage". Ein Nullsummenspiel. Der Speicher ist voll.

Das heißt auch: Man sollte ihn tunlichst nicht anrühren. Denn wenn er abgeholzt oder brandgerodet wird, setzt er gebundenen Kohlenstoff wieder als CO<sub>2</sub> frei. Doch die Zerstörung tropischer Primärwälder hat in den vergangenen fünf Jahren stark zugenommen: in Afrika um fast 150 Prozent, in Asien um zwei und in Lateinamerika um rund ein Drittel. Zehn bis 15 Prozent der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen gehen allein auf zerstörten tropischen Regenwald zurück. Wäre der ein Land, stünde er an Platz drei der Klimasünder – nach China und den USA.

Kurz bevor wir die Kuppe der Insel erreichen, deutet Dent auf ein paar Steine im Unterholz: Überreste einer Farm. "Vor 100 Jahren wurden hier Ananas angebaut", weiß sie dank Karten und Luftaufnahmen aus der Zeit des Kanalbaus. Von der Plantage ist nichts mehr zu sehen: Überall wuchern Büsche, Bäume, Palmen, dazwischen haben Spinnen riesige Netzwerke aufgespannt.

Es fehlen die Urwaldriesen, ansonsten aber ist für mich dieses Waldstück von seinem unberührten Nachbarn nicht zu unterscheiden. Es heißt aber: Sekundärwald. "In welchem Alter darf er denn in die erste Liga aufsteigen?", frage ich.

antwortet Dent. In den Augen mancher Forscher sei jeder von Menschenhand gestörte Wald sekundär. Andere zögen die Linie bei einem Alter von etwa 500 Jahren: "Denn bis dahin dürften selbst die langlebigsten Baumarten einen Lebenszyklus durchlaufen haben."

däre den primären Regenwald schon abgehängt: Er macht mittlerweile rund 60 Prozent aller Regenwälder weltweit aus.

Als sich 2005 die ersten Forscher am Smithsonian-Institut in Panama dem Nachwuchs zuwandten, gab es heftige Diskussionen, erinnert sich Dent: "Kritiker fürchteten, dass die Schutzanstrengungen für den Primärwald nachlassen könnten, wenn man den Sekundärwald als eigenes wertvolles System anerkennt." Heute bezweifelt niemand mehr seine Relevanz, vor allem als

vielen Eiszeiten geschuldet: Gletscher haben die Klimaretter. Wie gut also ist der Nachwuchs? Wie zum "Original" aufschließen?

### II. DIE WALDFORMEL

### Wie viel Kohlenstoff speichert ein Baum, ein ganzer Wald?

"DA!" DAISY DENT HAT IM LAUB Plastikstäbe gefunden, sie markieren ihr Untersuchungsgebiet: 50 mal 200 Meter, unterteilt in Planquadrate von fünf mal fünf Metern. Alle Pflanzen, die auf "Brusthöhe" - 130 Zentimeter - mindestens einen Zentimeter Durchmesser haben, sind mit Bändern markiert. Alle fünf Jahre wird der Waldzensus wiederholt, für einen Hektar braucht Dents dreiköpfiges Team vier bis sechs Wochen.

Nur mit einer solchen Sisyphos-Arbeit lässt sich der Wildwuchs in Statistiken bannen - und aus seinem Werden und Vergehen der Kohlenstoffgehalt des Waldes berechnen.

Ich klopfe gegen den Stamm einer Gustavia superba: Wie viel Biomasse mag der schlanke Baum mit den langen, ledrigen Blättern wohl enthalten? "Bei 20 Zentimeter Durchmesser gut 200 Kilogramm", sagt Dent.

Wie kommt sie darauf? Dank einer komplizierten Formel, die die Holzdichte der Baumart und das Klima des Standorts mit einbezieht.

Dent kennt die Holzdichten Hunderter Arten. Manche wurden anhand von Stamm-Bohrkernen ermittelt, andere durch eine quälend aufwendige Prozedur: Man fälle einen Baum, befreie ihn von allen Blättern, zersäge Stamm und Äste in hand-"Wo genau der Übergang ist, wissen wir nicht", liche Stücke, trockne diese in einem Ofen und wiege sie. Dann hat man die Biomasse. Und die wiederum besteht zu etwa der Hälfte aus Kohlenstoff, egal, welche Baumart. 200 Kilogramm Biomasse von Gustavia superba enthalten also 100 Kilogramm Kohlenstoff, So weit, so einfach. Aber dieses Gewicht ist nicht 1:1 das des aufgenomme-In anderer Hinsicht allerdings hat der sekunnen CO<sub>2</sub>, sondern sperrige 1:3,67 (siehe Seite 75: "Wie wird Kohlendioxid zu Kohlenstoff?").

> Also hat die 20 Zentimeter dicke Gustavia superba 367 Kilogramm CO2 in ihrem Holz "versenkt". Etwa in Zwanzigstel dessen, was ein Deutscher jährlich an CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht.

Der mächtigste Baum in Dents Waldstück, eine Feige (Ficus insipida) von 150 Zentimeter Durchmesser, speichert bereits 31 Tonnen des Treibhausgases. Eine noch größere CO<sub>2</sub>-Senke aber ist ein Exemplar der Art Vatairea erythrocarpa. "Sein Holz ist dichter", erklärt Dent, "aber dafür wächst

GEO 12 2020



er auch langsamer." Ich ahne, wie kompliziert es ist, das Speicherpotenzial ganzer Wälder auch nur annähernd zu errechnen.

Für eine wegweisende Studie unter Leitung der Ökologin Robin Chazdon haben Dent und 58 weitere Forscher 2016 ihre Daten zusammengetragen: aus 1478 Parzellen in acht Ländern Lateinamerikas, alle auf einst fast komplett entwaldetem Terrain, das landwirtschaftlich genutzt worden war. In Alter, Niederschlagsmenge, Bodenqualität und Höhenlage unterschieden sie sich jedoch.

Am Ende der Gesamtrechnung stand ein erstaunliches Ergebnis: Die Hälfte der Waldstücke hatte nach spätestens 66 Jahren 90 Prozent der Biomasse eines alten Waldes erreicht.

"Meine hundert Jahre alte Parzelle hier", Dent Jahre soll es laufen. deutet um sich, "ist schon am Maximum. Jetzt ändert sich nur noch die Artenzusammensetzung."

Die Forschergruppe hat hochgerechnet: Ließe man alle Sekundärwälder Lateinamerikas, die ein bis 60 Jahre alt sind, 40 Jahre ungestört wachsen, könnten sie in dieser Zeitspanne 8,48 Gigatonnen (Milliarden Tonnen) CO2 aufnehmen. Verwandelte man zusätzlich 40 Prozent des Weidelandes im Tiefland zu Wald, kämen noch einmal zwei Gigatonnen hinzu.

dioxidausstoß der Region zu kompensieren: der liegt schon in nur einem Jahr bei etwa 1,8 Milliarden Tonnen. Aber er ließe sich massiv reduzie- Mittel ein, schmiedet neue Forschungspläne. An ren – vor allem durch einen Abholzungsstopp im Amazonasgebiet.

Eine allgemeine "Waldformel", nach der sich das Speicherpotenzial der Regenwälder weltweit genau ermitteln ließe, wird es niemals geben. Diese Rechnung hätte zu viele Unbekannte. Eine kürzlich erschienene globale Studie zeigt: Die Fähigkeit eines natürlich nachwachsenden Waldes, CO<sub>2</sub> aufzunehmen, variiert bis um das 100-Fache.

Wer die Walddynamik im Detail verstehen will, muss bei null anfangen. Auf einem Acker, einer Weide. Genau das geschieht, und zwar etwa zehn Kilometer Luftlinie von Barro Colorado Island entfernt, auf der Ostseite des Panamakanals.

### III. NEUER WALD Wo und wie können die CO<sub>2</sub>-Senken am besten gedeihen?

ÜBER EINE KURVENREICHE STRASSE steuert Jefferson Hall durch eine Hügellandschaft. Wald und Weiden wechseln sich ab, manchmal passieren wir ein kleines Dorf. Dann endet die Teerstraße, es

geht auf Schotter weiter. "Zum Projektbeginn 2008 kam man hier nur mit Pferden voran", erinnert sich Hall.

"Agua Salud", gesundes Wasser, heißt das Proiekt, das er leitet, benannt nach einem Fluss, der in den Panamakanal mündet. Im Auftrag des STRI hat er hier 650 Hektar Weideland von den ansässigen Bauern gekauft. Dank einer engen Zusammenarbeit mit dem niederländischen Ökologen Michiel van Breugel gedeihen darauf nun 108 Naturwälder, jeweils ein Zehntel Hektar groß. Außerdem Dutzende Anpflanzungen, um natürliche Regeneration und Plantagen vergleichen zu können. Es ist das wohl umfangreichste Projekt weltweit, neuen Wald zu verstehen. Mindestens 40

"Wir wollen Modelle entwickeln, mit denen wir vorhersagen können, wie viel CO2 der Wald speichern wird und welche Rolle er für Biodiversität und Wasserhaushalt spielt", erklärt Hall. Der hemdsärmelige Amerikaner spricht schnell, getrieben von Begeisterung und Dringlichkeit. "Wir haben keine Zeit für Fehler", sagt er. "Uns bleiben noch zehn Jahre. Wenn wir nichts unternehmen: Game over." Denn wenn wir es nicht schaffen, bis zum Jahr 2030 die globalen Netto-Emissionen Das ist viel, aber nicht genug, um den Kohlen- um 45 Prozent (im Vergleich zu 2010) zu reduzieren, ist das 1,5-Grad-Ziel nicht mehr zu erreichen. Hall diskutiert ständig auf Konferenzen, treibt diesem Tag freut er sich, mal wieder "im Feld" unterwegs zu sein.

> Die Bauern haben das Land bereitwillig verkauft. Ihre Kinder ziehen in die Städte, sie haben kein Interesse daran, die Höfe weiterzuführen. Für Ackerbau sind viele Hänge zu steil, die Böden geben selbst als Weideland nicht viel her. Nur hier und da steht eine magere braune Kuh auf schütterem Gras. "Ein Tier pro Hektar", sagt Hall, "nicht die beste Wertschöpfung."

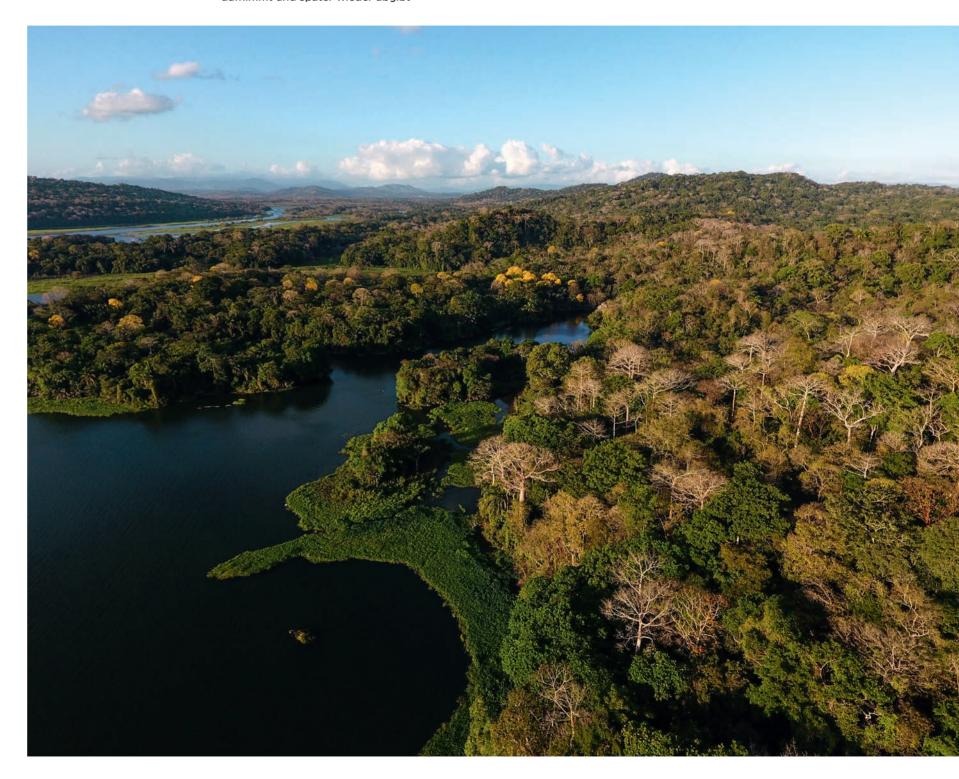
> Wirtschaftlich unattraktive Lagen lassen sich vergleichsweise leicht neuem Wald "opfern". Doch der Weltklimarat schätzt, dass wir bis zum Jahr 2050 neue Waldflächen von 950 Millionen Hektar Größe brauchen. 27-mal Deutschland

Eine Menge Holz ...

Gibt es überhaupt Platz für so viel Wald? Theoretisch ja. Schätzungen schwanken zwischen 900 Millionen und zwei Milliarden Hektar, vorausgesetzt, dass die Agrarflächen nicht weiter zunehmen. Das Problem, eine wachsende Weltbevölkerung nachhaltig zu ernähren, muss also zeitgleich gelöst werden (Teil 4 unserer Nachhaltigkeitsserie in GEO Nr. 02/2021). Auch könnte ein anderes, noch nicht marktreifes Verfahren zur

### WASSERSCHUTZ

Der Río Chagres ist ein Zufluss des Panamakanals. Ihn säumt Sekundärwald. Der schützt nicht nur vor Erosion, sondern speist auch das Grundwasser: Sein Wurzelwerk ist wie ein Schwamm, der Wasser während der Regenzeit aufnimmt und später wieder abgibt



GEO 12 2020 GEO 12 2020

### BÄRENHUNGER

Ein Coati sucht unter einer Palme nach Früchten (A). Deren orangefarbene Schalen lässt der Nasenbär liegen, die Samen trägt er im Magen und Darm bei der Nahrungssuche weiter

### VOGELFUTTER

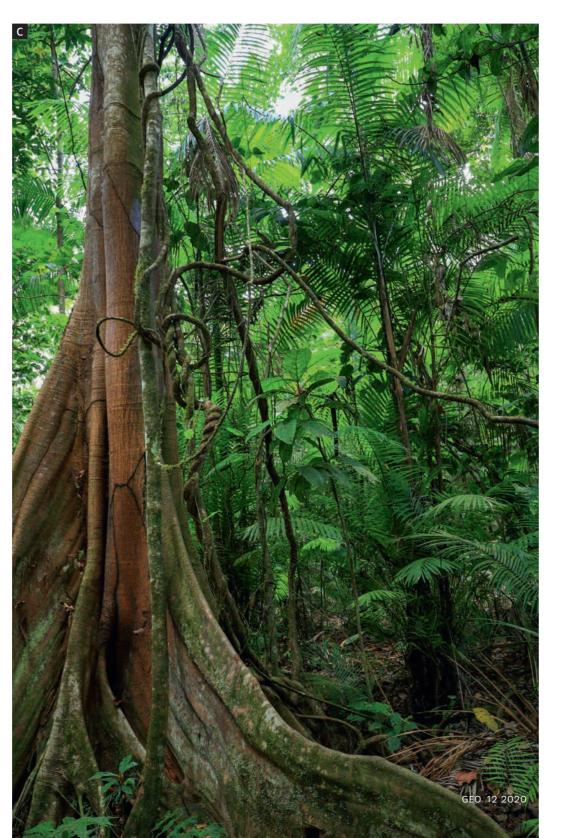
Auch die Gilbdrossel (B) frisst gern Palmenfrüchte - und trägt damit zum »Saatregen« bei: So nennt sich der Eintrag von Samen, egal ob auf dem Luft- oder auf dem Landweg

### **VORHUT DES WALDES**

Feigen zählen zu den »Pionierarten« auf freien Flächen. Dieses Exemplar mit ausladenden Brettwurzeln (C) ist jünger als 30 Jahre. Sein Holz besteht zu 50 Prozent aus Kohlenstoff







rieren: BECCS (Bioenergie mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung). Dabei sollen Gräser und schnell wachsende Bäume in Kraftwerken verbrannt, das Kohlendioxid eingefangen und unterirdisch gespeichert werden.

Unklar ist nicht zuletzt, wie sich der Klimawandel selbst auf die Waldentwicklung auswirkt: Zwar verschiebt sich durch die Erderwärmung die Baumgrenze nach Norden und in größere Höhenlagen, dadurch entstehen zusätzliche Waldflächen. In anderen Regionen aber werden die Wälder von zunehmender Trockenheit bedroht.

### IV. WEIDE ZU WILDNIS Wie sich der Wald selbst karge Flächen zurückerobert.

SELBST ALS IN AGUA SALUD noch primärer Regenwald stand, war die Humusschicht dünn: Organisches Material verrottet in den Tropen viel schneller als in gemäßigteren Breitengraden, Nährstoffe werden sofort recycelt. Nur eine dichte Wurzelmatte, die weniger in die Tiefe reicht als in die Breite, hält das Erdreich zusammen. Wird der Wald zerstört, erodiert es sofort.

"Wie sollen hier jemals wieder Bäume wachsen?", frage ich.

Triumph liegt in Halls Gesicht, als er auf ein Waldstück neben der Weide deutet, die Bäume hoch wie ein dreistöckiges Haus: "Zehn Jahre alt."

Wir parken und bahnen uns einen Weg durch die junge Wildnis, darauf bedacht, keine Sprösslinge, keine Lianen abzubrechen. Blattschneiderameisen tragen in einer endlosen Karawane grüne Schnipsel zu ihrem Bau, ein Tukan schreit.

Neben den vertrauten pinkfarbenen Markierungen entdecke ich auch blaue Bänder. Sie zeigen den Nachwuchs an, der erst beim letzten Zensus den Mindestdurchmesser von einem Zentimeter erreicht hat. "Um mit dem rasanten Wuchs Schritt zu halten, müssen wir hier jedes Jahr messen", erklärt Hall. Aktuell rund 100 000 Bäume.

Wie konnte sich die karge Weide so schnell in Dickicht verwandeln - ohne Humus, ohne Dünger? "Die Natur hilft sich selbst!", sagt Hall. Mithilfe von Leguminosen: Hülsenfrüchtlern, die ich bisher nur in der kleinen Gestalt von Erbsen, Bohnen, Klee oder Lupinen kannte. In den Tropen aber werden sie zu hohen Bäumen.

Jeff Hall scharrt unter einer Leguminose Wurzeln frei. Daran sitzen kleine Knöllchen, die speziellen Bakterien (Rhizobien) eine Heimat bieten. fast so wasserdurchlässig wie ein alter.

CO<sub>2</sub>-Speicherung mit dem Wald um Platz konkur- Diese Mikroorganismen verwandeln Stickstoff aus der Luft in eine Form, die auch für Pflanzen verwertbar ist. So versorgen sie ihren Wirt und dessen Nachbarschaft mit lebenswichtigem Dünger.

> Die Ökologin Sarah Batterman hat in Agua Salud nachgewiesen: Die tropischen Leguminosen liefern etwa die Hälfte des erforderlichen Stickstoffs, der für die Rückkehr des Waldes gebraucht wird. Diese "Stickstofffixierer" sind folglich die Kickstarter des Regenwaldes.

> Die Unterwelt des Waldes verdient auch aus anderen Gründen Beachtung: "Wurzeln gehören zur Biomasse eines Baumes", so Hall. Aber zu ihnen gibt es kaum differenzierte Daten. Als Halls Plantagenpflanzungen acht Jahre alt waren, opferte er daher 42 Bäume für den Beginn einer neuen Datensammlung: Eine 18-köpfige Mannschaft legte alle Wurzelstränge von mehr als zwei Millimeter Durchmesser frei - und brachte sie auf die Waage. Nach sechs Monaten Fleißarbeit wusste Hall: 27 Prozent der Biomasse eines Baumes liegen unter der Erde. Wie sich diese Zahl im Laufe der Zeit verändert, bleibt abzuwarten.

> Auch der Kohlenstoffgehalt des Erdreichs fließt bisher kaum in die Berechnungen von Senken mit ein. Er variiert extrem, und es dauert lange, bis sich Kohlenstoff anreichert. Durch konventionellen Ackerbau erodieren Böden derzeit mehr als 100-mal schneller, als sie sich neu bilden können - und setzen so viel Treibhausgas frei.

> "Wir sollten aber nicht nur auf das CO2 schauen", betont Hall. "Ein Wald leistet auch noch andere wichtige Dienste."

> Die Wurzelmatte und darin lebende Tiere bahnen dem Regenwasser unzählige kleine Kanäle in den Untergrund. So wird der Waldboden zum Schwamm, der selbst noch bei Trockenheit das Grundwasser aufbessert. Im Einzugsgebiet des Panamakanals sichert er in der Trockenzeit ein Fünftel des Wasserbedarfs von zwei Millionen Menschen, hat Jeff Halls Kollege Robert Stallard, genannt "SpongeBob", festgestellt.

> Nicht nur dort: Drei Viertel des Süßwassers weltweit stammen aus bewaldeten Wassereinzugsgebieten. Doch 40 Prozent der wichtigsten von ihnen haben mehr als die Hälfte ihrer Beschirmung verloren. Der Schwamm droht auszutrocknen.

> Waldnachwuchs hilft also nicht nur dem Klima, sondern stabilisiert auch Böden und nährt den Wasserhaushalt. Funktionen, die noch an Bedeutung gewinnen dürften, wenn Dürre und Starkregen weiter zunehmen. Auch hier geben die ersten Ergebnisse in Agua Salud Anlass zur Hoffnung: Nach nur zehn Jahren ist der junge Waldboden

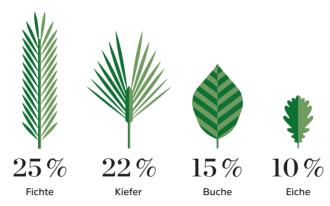
ZAHLEN & FAKTEN

# Der deutsche Wald

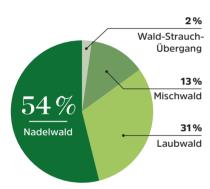
Während tropischer Regenwald schrumpft, wächst der deutsche Wald: Bäume werden älter, Flächen größer. Dadurch nimmt der Wald derzeit Jahr

### **Baumarten**

Die rund 90 Mrd. Bäume Deutschlands enthalten 3.9 Mrd. m<sup>3</sup> Holz. Die wichtigsten der 51 erfassten Arten:



### Waldzusammensetzung



47% der Wälder sind Landschaftsschutzgebiete, 5% besonders geschützte Biotope, aber nur 2,8 % Naturwälder

### »Nachhaltigkeit«

Das Wort, das heute globale Debatten prägt, stammt von einem deutschen Förster. 1713 forderte Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz in seinem Buch Sylvicultura oeconomica, den "Anbau des Holzes" fortan so planen, "dass es eine continuierliche beständige und nachhaltende Nutzung gebe"

### Waldflächen

32% Deutschlands sind bewaldet: 11,4 Mio Hektar. In den letzten zehn Jahren sind 0,4% hinzugekommen. Deutschland ist eines der waldreichsten EU-Länder



### Wie wird Kohlendioxid zu Kohlenstoff?

Bei der Fotosynthese setzen Pflanzen des Sonnenlichts zu Zucker um. eine Reaktion, bei der außerdem Sauer-272 kg Kohlenstoff (C) in Form organischer Moleküle. Die stecken in 544 kg Holz, denn Kohlenstoff macht etwa 50 % des Gewichts von Holz und Wasserstoff. Verbrennt oder verrottet ein Baum, verbindet sich der Kohlenstoff erneut mit Sauerstoff zu CO<sub>2</sub> – die vorher aufgenommene

### Kohlenstoffsenke Wald



Ein Hektar Wald speichert ober- und sehr langsam durch Mineralisierung an.

### Verlichtung

Der Kronenzustand war noch nie\* so schlecht wie heute

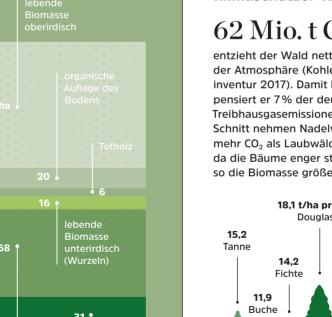


### Holzeinschlag

86,2 Mio. m<sup>3</sup>

wurden 2019 eingeschlagen. 68% davon bedingt durch Schäden

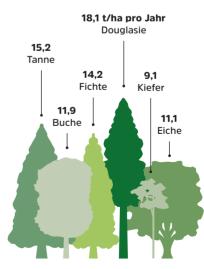




### Klimaschützer Wald

## 62 Mio. t CO<sub>2</sub>

entzieht der Wald netto jährlich der Atmosphäre (Kohlenstoffinventur 2017). Damit kompensiert er 7% der deutschen Treibhausgasemissionen. Im Schnitt nehmen Nadelwälder mehr CO2 als Laubwälder auf, da die Bäume enger stehen und so die Biomasse größer ist



### **Trends**

Trockenheit, Stürme und Schädlinge haben den Wald seit 2018 stark geschädigt. Bis 2023 stehen **800 Mio €** bereit, um 245 000 ha wieder zu bewalden. Mehr Laubund Mischwald soll deutsche Forste "klimastabiler" und ökologischer machen. Eine Entwicklung, die sich bereits länger abzeichnet (2002-2012)





**7**% mehr Laubwald

18 % mehr Totholz

### **Rund 30%**

aller Waldorganismen sind auf Alt- oder Totholz angewiesen: darunter ein Viertel aller Käferund Tausende Pilzarten

75 GEO 12 2020 GEO 12 2020 \* seit Beginn der Waldzustandserhebungen 1984

### Vom Schreiben zum Handeln

"Für eine Klimageschichte um die halbe Welt reisen – muss das sein? Mit meinem Flug nach Panama habe ich laut Ticket 1743 Kilogramm CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre gejagt: zwei Drittel meines klimaverträglichen Jahresbudgets. Die Emissionen habe ich durch ein Waldprojekt kompensiert: Irgendwo ziehen ietzt Bäume ,mein' CO<sub>2</sub> wieder aus der Atmosphäre. Mein Flug war also, wie es so schön heißt, "klimaneutral'. Aber wenn ich wirklich etwas gegen die Erderwärmung tun will, muss ich meine Emissionen deutlich senken, das hat mir diese Recherche eindringlicher denn ie vor Augen geführt. Unter anderem verzichte ich möglichst auf Fleisch. Nicht nur, weil die Viehwirtschaft Klima und Umwelt extrem belastet: Ernähren wir uns weiter wie bisher, steigt der Bedarf an Agrarland bis 2050 um 60 Prozent. Für den Klimaretter Wald bliebe dann weniger Platz.

Und noch etwas hat meine Panamareise bewirkt: Künftig möchte ich nicht mehr nur über Tropenwälder schreiben, sondern mich selbst für sie engagieren. Zum 1. Januar 2021 übernehme ich die Geschäftsführung von "GEO schützt den Regenwald" e.V." Ines Possemeyer

Und wie steht es um die Artenvielfalt? "Sie steigt vor allem mit der Zeit – und der Nähe zu altem Baumbestand", beobachtet Hall. "Oft reichen schon ein paar Bäume, die entlang von Bächen stehen geblieben sind." Von dort können sich dann Samen verbreiten.

Forscher sprechen von "natürlicher Regeneration", wenn neuer Wald ohne menschliches Zutun entsteht. Wie funktioniert das?

Überlässt man eine Brache sich selbst, wird sie zu einer Bühne, auf der verschiedene Pflanzenarten im Laufe der Zeit auf- und wieder abtreten, die sogenannte "Sukzession". Pioniere erobern das Neuland als erste, sie brauchen Platz und Licht. In ihrem Schatten müssen langsam wachsende Arten zunächst ausharren, oft über Jahrzehnte: Langzeitbeobachtungen auf Barro Colorado Island zeigen, dass Pflanzen im dunklen Untergeschoss durchschnittlich erst im Alter von 27 Jahren einen Stammdurchmesser von einem Zentimeter erreichen. Denn ohne Licht für die Fotosynthese können sie sich kaum Wachstum leisten: Schon der Verlust eines Blattes kann tödlich sein. Sobald sich aber eine Öffnung im Blätterdach auftut - dank Blitz, Sturm oder weil ein

Pionier an Altersschwäche stirbt – nutzen die Nachzügler ihre Chance.

Aber woher kommen sie? Von Daisy Dent, die Jahre in der weltgrößten Samenbank in den königlichen Kew Gardens bei London gearbeitet hat, lerne ich dafür schöne neue Worte: Saatbank, Saatregen und Saatschatten.

Samen oder auch Reste von Wurzeln schlummern, die wieder auskeimen können. Allgemein bleiben Samen nicht lange keimfähig, aber Pionierarten, zu denen auch die Leguminosen zählen, halten sich gut. Werden ihre Sämlinge allerdings immer wieder vergiftet, ausgerissen, untergepflügt, niedergebrannt oder von Weidetieren gefressen, ist die Bank irgendwann leer.

Doch viele Samen werden von außen eingetragen - durch "Saatregen": Sie reisen mit dem Wind, im Kot, Gefieder oder Fell von Tieren, oder sie werden von ihnen als Futter vergraben. Dent zeigt mir winzige Feigenkerne, die auf Blättern kleben, herabgeregnet mit dem Kot von Fledermäusen, den wichtigsten Samenverbreitern zu Beginn der Waldsukzession. Später werden andere Säugetiere und Vögel wichtiger. Dent liest braunpelzige Früchte auf, groß wie ein Wachtelei: "Papageien, Eichhörnchen und Affen lieben das grüne Fruchtfleisch und verbreiten den darin verborgenen, mandelförmigen Samen von Diptervx oleifera", einer schlanken hoch wachsenden Baumart, erklärt die Botanikerin. "Die Früchte von Hura crepitans - einer schnell wachsenden, stacheligen Baumart, explodieren dagegen in der Trockenheit – und schleudern ihre Samen bis zu 45 Meter weit." Die Distanz, über die eine Samenart fliegt oder transportiert wird, heißt "Samenschatten".

"Je länger ein Wald steht, desto größer die Chance, dass auch seltene Arten eingetragen werden", so Dent. "Vielleicht kommt irgendwann ein Tukan vorbei, der einzige Verbreiter der wilden "Muskatnüsse' eines *Virola*-Baums." Grundsätzlich gilt: Je älter ein Sekundärwald, desto vielfältiger.

Ich wundere mich, warum nirgendwo eine Art dominiert. Mein Garten in Hamburg wäre längst von den Sämlingen eines benachbarten Ahorns zugewuchert, würde ich sie nicht ständig rausrupfen. Aber in den Tropen erledigt das die Natur: Unter jeder Baumart lauern auf sie spezialisierte Parasiten und Pilze. Die fallen über jeden Nachwuchs her, bevor er Wurzeln

### VERPACKUNGSKUNST

Um sich fortzupflanzen, verfügt der Regenwald über eine breite Palette von Früchten: Einige sind »geflügelt«, flach und leicht (Mitte) – und der Wind verbreitet sie. Die meisten Arten jedoch machen sich Tiere zunutze. Vögel fliegen auf rote Früchte; Fledermäuse, Affen und Agutis folgen eher ihrer Nase. So wittern sie unter der harten Schale der etwa vier Zentimeter langen, ovalen Dipteryx-Früchte (Fünfergruppe oben) Fleisch, süß wie eine Dattel. Das rechte Exemplar ist bereits angeknabbert. Darin verborgen steckt ein großer Same



GEO 12 2020 GEO 12 2020 77

schlagen kann. Seine Überlebenschancen steigen daher mit der Distanz zum Mutterbaum - in der Fremde, wo er noch keine Feinde hat.

Deshalb ist der tropische Regenwald so bunt durchmischt - und damit zugleich viel resistenter gegen Schädlinge als die Monokulturen von Menschenhand.

"Wozu aktiv pflanzen?", fragt Daisy Dent. "Um die Klimaziele zu erreichen, sollten wir uns möglichst die Macht der natürlichen Regeneration zunutze machen. Diese Sekundärwälder sind komplexer, diverser und fast kostenlos."

Flächen, die für die Landwirtschaft unattraktiv sind, müsse man lediglich einzäunen. Wo nötig, mit Samen nachhelfen, den Nachwuchs anfangs vor allzu übermächtigen Gräsern schützen und vor allem zum Brandschutz Schneisen freihalten. Aber die Botanikerin weiß auch: Wo Eigentumsurkunden fehlen, lassen Bauern ungern Flächen verwildern, aus Sorge, diese dann zu verlieren. Und der Wildwuchs schafft kein Einkommen. In einem natürlich gewachsenen Wald könnte es sogar verboten sein, Bäume zu fällen. Auch auf Einnahmen aus dem Emissionshandel können Kleinbauern nicht zählen. Eine Zertifizierung des neuen Waldes als CO<sub>2</sub>-Senke ist viel zu kompliziert und teuer. So hat der Nachwuchs oft eine kurze Lebensdauer: im Amazonasgebiet nur fünf bis acht Jahre. Zu wenig, um zum Klimaretter aufzusteigen.

### V. WALD VON DER STANGE Der Weg zu einer »smarten« Wiederaufforstung.

TATSÄCHLICH WIRD DER MEISTE neue Wald, der zusätzliches CO<sub>2</sub> speichern soll, angepflanzt. Ich sehe ihn in Panama überall von der Straße aus: Monokulturen aus gerade gewachsenen Teakbäumen mit großen, ledrigen Blättern, darunter Gras oder Gestrüpp. In Folge des Kyoto-Protokolls von 1997 wurden Tausende Hektar mit solchen Plantagen aufgeforstet. Auch sie gelten laut Definition der FAO, der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der UN, als Wald. Wie jede Fläche ab 5000 Quadratmetern, die zu zehn Prozent von Baumkronen "bedacht" wird und deren Pflanzen mindestens fünf Meter hoch werden. Darunter fällt also schon ein spärlicher Grüngürtel in der Stadt.

Plantagen oder Forstwälder werden angelegt, um sie nach einigen Jahrzehnten wieder abzuholzen. Das klingt, als sei es rasch wieder vorbei mit dem Klimaschutz: Wald weg, CO2 wieder frei. Doch ganz so ist es nicht.

### IN REIH UND GLIED

Neuer »Wald« entsteht vielerorts auf Plantagen. Versuchsflächen in Agua Salud sollen zeigen, ob sich die weit verbreiteten Monokulturen aus asiatischem Teak aufwerten lassen, etwa durch Unterwuchs oder die Kombination mit heimischen Arten



"Es kommt darauf an, was mit dem Holz geschieht", erklärt mir STRI-Projektleiter Jefferson Hall, der unter anderem studierter Forstwirt ist. Wird es zu Baumaterial verarbeitet, zu langlebigen Möbelstücken oder auch zum Stiel einer Gartenschaufel, bleibt der Kohlenstoff weiterhin gespeichert, Zugleich lassen sich andere Materialien einsparen, beispielsweise Beton oder Kunststoff, deren Herstellung und Entsorgung das Klima stärker belasten. In solchen Fällen spricht man von einem "Substitutionseffekt".

Unter diesem Aspekt lässt sich dem Holz auch als Brennstoff etwas abgewinnen. Denn ob ich ein Stück Holz verfeuere, oder ob es im Wald vermodert: Die wieder freigesetzte Menge an CO2 ist letztlich gleich. Die EU bezeichnet Holz sogar als einen klimaneutralen Energieträger: Schließlich seien die Emissionen unterm Strich null - und der Rohstoff sei nachwachsend, also erneuerbar.

Das berücksichtigt jedoch nicht, dass sich Holz in der Natur sehr langsam zersetzt - und es Jahrzehnte dauert, bis ein neuer Baum die freigesetzte CO<sub>2</sub>-Menge wieder aufgenommen hat.

Der einzige Vorteil, den ich sehe: Ein Holzofen spart Öl oder Gas. Fossile Brennstoffe also, deren Nutzung in großen Mengen CO2 freisetzt, das der Atmosphäre bereits vor Jahrmillionen entzogen wurde. Das können heute wachsende Pflanzen unmöglich kompensieren. Daher der Anstieg des Kohlendioxidgehalts in der Atmosphäre, der zur Erderwärmung führt.

Im Idealfall kommt es zu einer "Kaskadennutzung" von Holz: Zunächst entstehen langlebige Holzprodukte, die klimaschädlichere ersetzen. Wenn sie irgendwann nicht mehr verwendet oder recycelt werden können, lassen sie sich noch zur Energiegewinnung einsetzen. In der Zwischenzeit sind auf den gerodeten Flächen längst neue Bäume herangewachsen und haben weiteres CO2 versenkt. Auf diese Weise könnten genutzte Wälder unter Umständen langfristig einen größeren Klimaeffekt haben als ungenutzte.

Die meisten Teakplantagen in Panama sehen allerdings kümmerlich aus. Das asiatische Gehölz lässt sich zwar leicht aus Samen ziehen, aber es braucht viel Wasser und Nährstoffe. Selbst gut gewachsene Bäume dürften weniger einbringen als erhofft: "Teak wurde sehr gehypt, viele Investoren hatten unrealistische Gewinnerwartungen", kommentiert Jefferson Hall. Er weiß, wie kostspielig Plantagen sind. Erst muss man Sämlinge ziehen, dann früh genug vor Anbruch der Trockenguter Stickstofffixierer. Mancherorts überragen

zeit 1100 bis 1400 Pflänzchen pro Hektar aussetzen, sie vor Feuer, konkurrierender Vegetation und Tieren schützen, in den Folgejahren ausdünnen, bis am Ende nur noch 200 bis 300 Bäume übrigbleiben, Kosten: 3000 bis 5000 Dollar pro Hektar, Dazu das Risiko von Schädlingen, Dürren, Feuer. "Viele Plantagen scheitern", so Hall. Er will in Agua Salud deshalb Plantagen entwickeln, die mit schlechten Böden klarkommen, gute Kohlenstoff- und Wasserspeicher sind und sich zugleich rechnen. Einen Namen dafür hat er schon schützen lassen: Smart Reforestation.

UF 75 HEKTAR lässt Hall verschiedenste Mini-Plantagen wachsen: Monokulturen und gemischte Anpflanzungen; Bäume in schnurgeraden Reihen oder im Sechseck mit einem Baum im Zentrum. "Wir wollen wissen, wie sich verschiedene Arten in ihrer Wuchsgeschwindigkeit und Düngerkapazität ergänzen", erklärt Hall. Um den Wert von Teakpflanzungen zu verbessern, hat er kostbare einheimische Nutzhölzer mit eingestreut: Cocobolo, etwa, Handelsname Korallen-Palisander, bringt 1000 bis 6000 Dollar pro Kubikmeter – und ist ein



# MIT PIONIERGEIST **ZU EINER BESSEREN** ÖKOBILANZ

Lebensmittelhersteller stehen beim Thema Klimaschutz vor großen Herausforderungen. Arla nimmt diese an - und arbeitet mit einem innovativen Klimacheck-Programm.

Es sind ambitionierte Ziele, die sich die Molkereigenossenschaft mit skandinavischen Wurzeln gesetzt hat:

Bis 2030 sollen die gesamten Treibhausgasemissionen um

30 % reduziert werden. 2050 will das Unternehmen die Netto-Klimaneutralität erreichen. Doch wie lassen sich CO2-Emissionen reduzieren? Hier spielen vor allem

die Höfe eine wichtige Rolle. Denn ein großer Anteil der Gesamtemissionen in der Wertschöpfungskette von Milchprodukten stammt von den Milchbetrieben. Hier gilt es, verschiedene Stellschrauben zu optimieren. Dafür hat Arla ein umfangreiches, europaweites Klimacheck-Programm entwickelt. Im Rahmen des Checks erhält jeder Landwirt seine Klimabilanz und eine ausführliche Beratung zu Verbesserungen; von der Fütterung über den Düngemitteleinsatz bis zur Verwendung erneuerbarer Energien. Ein voller Erfolg: Bereits 90 % der Arla Landwirte nehmen am Arla Klimacheck-Programm teil.

**ANZEIGE** 

Auch das Thema Tierwohl steht hierbei im Fokus. Um die Tiergesundheit regelmäßig zu erfassen, hat Arla im Rahmen seines Qualitätsprogramms Arlagarden® ein in der Branche einmaliges Konzept entwickelt: einen vierteljährlichen, umfangreichen Gesundheits- und Fitnesscheck aller Kühe samt eines Scoring- und Warnsystems, Dabei erfassen die Landwirte die Daten in einer zentralen Datenbank. So erhält die Molkereigenossenschaft einen Überblick und kann frühzeitig feststellen, ob es beim Thema Tierwohl Verbesserungsbedarf gibt. Dabei werden die Landwirte von externen Beratern unterstützt. Weiter so!

Mehr Informationen unter: geo.de/arla

GEO 12 2020

### Auch an die Menschen denken

Seit 31 Jahren realisiert der Verein "GEO schützt den Regenwald" weltweit Projekte, indem er fragt: Was brauchen die Menschen vor Ort, um den Wald als Lebensgrundlage zu erhalten? Etwa Gemeindewälder, die nicht abgeholzt werden dürfen. Oder Baumschulen, um mit einheimischen Arten aufzuforsten. Vielleicht auch Biogasanlagen oder Kochöfen, die den Holzverbrauch reduzieren. Und alternative Einkommensquellen wie Wildkaffee, der dem Wald, in dem er gedeiht, einen hohen Wert gibt. Mit solchen "integrierten" Projekten lässt sich der Raubbau tatsächlich stoppen – und zugleich das Leben der Menschen verbessern.

Der Verein freut sich über Fördermitglieder und Spenden. Alle Beiträge fließen vollständig in die Arbeit vor Ort. Infos unter www.regenwald.de Spendenkonto: Bank für Sozialwirtschaft Hannover (BIC: BFSWDE33HAN) IBAN: DE17 2512 0510 0008 4531 00



Mit Köstlichkeiten Gutes tun: Wildkaffee. Tee und Schokolade aus den Projekten sind in Bioläden und Feinkostgeschäften erhältlich

dreijährige Bäume dieser Art bereits zehnjähriges Teak. Halls Versuchsflächen zeigen: An vielen Standorten übertreffen einheimische Arten das Teak – und gemischt gedeihen Bäume besser als in Monokulturen. Als 2015/16 nur halb so viel Niederschlag fiel wie üblich, konnte die Doktorandin Katherine Sinacore außerdem nachweisen, dass Teak am schlechtesten mit der Trockenheit klarkam. "Smarte Plantagen dürften daher auch dem Klimawandel besser standhalten", so Hall.

Warum werden dann auf Plantagen weltweit nicht viel häufiger heimische Arten angepflanzt? Halls Antwort überrascht mich: "Es fehlt vielerorts das Wissen darüber, wie man die Samen zum Keimen bringt, wie man die Sämlinge zieht und die Bäume richtig stutzt."

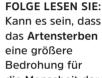
In Panama gibt es dieses Wissen dank der vielen Forscher inzwischen, zusammengefasst in zwei Handbüchern: Darin sind mehr als 120 heimische Baumarten beschrieben. Mit ihren Wachstumsbedingungen, Überlebensraten, ihrem Kohlenstoffgewicht und ihren Nutzungsmöglichkeiten.

Auf den wenigen Quadratmetern in Halls Büro, die nicht mit Regalen und Papierstapeln belegt sind, stehen die Handbücher kartonweise. Der Wissenschaftler verschenkt sie an Mitarbeiter der zuständigen Behörden. Denn Panama will eine Million Hektar Land aufforsten, als Element der "Bonn Challenge".

Die 2011 von der deutschen Bundesregierung und der Weltnaturschutzorganisation IUCN in Bonn formulierte Herausforderung lautet: 150 Millionen Hektar entwaldete und degradierte Flächen bis 2020 aufforsten, weitere 200 Millionen bis 2030. Dutzende Länder und Unternehmen erklärten ihre Teilnahme. Auf knapp der Hälfte wollten sie Monokulturen pflanzen, auf einem Fünftel Agrarwald, der Rest sollte "natürlicher Regeneration" überlassen werden. Doch bis Mitte 2019 wurden nur 18 Prozent der angekündigten Flächen aufgeforstet.

Von allen Investitionen, mit denen die Erderwärmung in Schach gehalten werden soll, fließen derzeit nur 1,5 Prozent in Waldprojekte, schätzt die Organisation der New York Declaration on Forests. Auch von dem 2014 beim UN-Klimagipfel in New York formulierten Ziel, die Abholzung der Tropenwälder bis 2020 zu halbieren und bis 2030 zu stoppen, sind wir weit entfernt.

Geht es in diesem Tempo weiter, kann die Rechnung des Klimarats nicht aufgehen. Bisher bindet neuer Wald weit weniger Kohlendioxid, als durch Zerstörung des tropischen Regenwaldes freigesetzt wird. Dabei könnte gerade dieses komplexeste Land-Ökosystem der Erde eine entscheidende Rolle bei der Milderung der negativen Folgen des Klimawandels spielen.



IN DER NÄCHSTEN

Kann es sein, dass das Artensterben die Menscheit darstellt als der Klimawandel? Der Evolutionsbiologe **Matthias Glaubrecht** behauptet genau das - und findet im Interview erschreckend überzeugende Argumente für seine These. In Teil 3 unserer Serie geht es darum, wie die Biodiversität unseres Planeten zu erhalten ist.





Autorin INES POSSEMEYER und Fotograf CHRISTIAN ZIEGLER waren erstmals vor 21 Jahren zusammen im Einsatz: beim GEO-Tag der Natur, einer Erkundung der heimischen Biodiversität.

80 GEO 12 2020