

Was der Wald erträgt

Von den Regenwäldern hängt ab, wie stark der Klimawandel ausfällt. Mit einem Großversuch im brasilianischen Amazonasgebiet wollen Forscher herausfinden, wie viel Treibhausgasanstieg die Bäume verkraften. *Von Berndt Welz*



Rote und gelbe Streifen markieren die Äste. Akribisch zählt Bianca Rius ein Blatt nach dem anderen. Der Arbeitsplatz der Ökologin befindet sich in 30 Metern Höhe auf den Treppen eines Stahlturms, der so gar nicht in die unberührte Natur mitten im Dschungel am Amazonas passt.

Zwischendurch schweift ihr Blick von hier oben über den größten Regenwald der Erde, einem scheinbar unendlich grünen Teppich aus uralten Bäumen. Vor einigen Jahren haben brasilianische Wissenschaftler den Turm errichtet. Ohne ihn müsste Rius für ihre Arbeit auf die Bäume steigen, auf denen giftige Spinnen und Schlangen leben.

Noch sind die dunklen Wolken, die einen Regenschauer ankündigen, weit weg. Bianca Rius bleibt noch etwas Zeit. Ihre Kollegin Sabrina Garcia tippt in das Laptop, was Rius ihr sagt: die Nummer des Astes, die Anzahl der Blätter. Ast für Ast klappern sie ab, um zu sehen, ob es ein neues Blatt gibt.

Blätterzählen im Regenwald, bei 30 Grad und einer Luftfeuchtigkeit von oft 90 Prozent – was wie Strafarbeit klingt, hat einen wissenschaftlichen Hintergrund: Es geht darum, eine Art Inventur zu machen, einen Überblick zu bekommen über den Ist-Zustand der Bäume. Das ist erst der Anfang. Rius und Garcia und ihre Kollegen aus aller Welt treibt eine wichtige Frage um: Kann der tropische Regenwald den Klimawandel abschwächen, weil er der Atmosphäre einen Großteil des zusätzlichen Kohlendioxids entzieht?

„Amazon-Face“ heißt das Vorhaben, das Antworten darauf liefern soll. Face steht für Free-Air CO₂ Enrichment, Kohlendioxidanreicherung unter Realbedingungen. Dafür werden Wälder künstlich mit dem Treibhausgas Kohlendioxid gedüngt. Die Face-Anlage erinnert ein bisschen an einen steinzeitlichen Kultplatz: Ein Kreis aus 16 hoch aufragenden Stahlstelen umgibt das Versuchsfeld, in dem die normale Regenwaldvegetation wächst – Paranasbäume, Orchideen oder Lianen. Ende des Jahres sollen vier dieser Plätze, jeder mit einem Durchmesser von 30 Metern, täglich je einer Tonne Kohlendioxid ausgesetzt werden.

Die Wissenschaftler wollen zehn Jahre lang das Wachstum der Bäume festhalten, daneben auch den Umfang der Stämme, die Wurzelentwicklung, die Anzahl der Blätter, die Photosyntheserate, die Kohlenstoffkonzentrationen und die Menge an organischem Material, das zu Boden fällt. Ziel der CO₂-Düngung ist es, einen weiteren Anstieg des Treibhausgases

um die Hälfte im Vergleich zum jetzigen Wert zu simulieren. Ansonsten bleiben alle Umweltbedingungen die gleichen wie in den vier ungedüngten Vergleichsplätzen: Tag und Nacht, Sonne und Wolken, Trocken- und Feuchtperioden, der Boden und seine Zusammensetzung.

Gerade noch rechtzeitig haben es die beiden Wissenschaftlerinnen ins Camp geschafft. Jetzt schüttet es ohne Unterlass. Die braune Piste, auf der alles zum Leben Notwendige aus dem 70 Kilometer entfernten Manaus – der alten Kautschuk-Stadt am Amazonas – herangeschafft wird, verwandelt sich binnen Minuten in einen reißenden Schlammbach.

Dem einstöckigen gemauerten Wohnbungalow mit seinen offenen Fenstern immerhin kann der Regen nichts anhaben. Rund 30 Forscher können hier gleichzeitig leben und arbeiten. Im Moment sind alle Betten und Hängematten belegt. Neben den brasilianischen Wissenschaftlern aus dem Amazonas-Forschungszentrum in Manaus und der Universität Campinas in São Paulo, die hier seit einem Jahr die Basisarbeit leisten, sind auch Experten aus den USA und Deutschland untergebracht, darunter Anja Rammig und ihre Kollegen von der Technischen Universität München.

Die Forscher erhoffen sich durch das Experiment präzise Datensätze, mit denen sie ihre Klima- und Vegetationsmodelle und die Vorhersagen zum Klimawandel verbessern können. „Wir wissen aus Laborversuchen, dass mehr Kohlendioxid gut ist für die Photosynthese der Pflanzen. Das könnte für das Wachstum des Regenwaldes zunächst einen positiven Effekt bedeuten“, sagt Anja Rammig.

Hier am Äquator soll sich zeigen, wie schnell der menschengemachte Klimawandel eintritt – und wie genau er sich auswirken könnte. Für das Weltklima sind die Regenwälder entscheidend, denn sie schlucken 20 bis 30 Prozent des weltweit ausgestoßenen Kohlendioxids.

In allen tropischen Regenwäldern betreibt die Natur ein riesiges Kraftwerk, das gigantische Mengen CO₂ aus der Luft aufnimmt. Der daraus gewonnene Kohlenstoff ist das Lebenselixier der Pflanzen. Die immergrünen Bäume wandeln per Photosynthese das Kohlendioxid in den für sie notwendigen Zucker um und binden so den Kohlenstoff – in Stämmen, Ästen, Blättern, Wurzeln. Gleichzeitig geben sie Sauerstoff in die Luft ab.

Dafür hat es am Äquator die besten Voraussetzungen: Es ist immer Sommer. Täglich scheint die Sonne heiß vom Himmel und in den Regenwä-

ldern ist es feucht genug, um einen eigenen Mikrozirkus aufzubauen: Wolken entstehen und regnen vor Ort wieder ab.

Die tropischen Regenwälder zählen zu den sogenannten Kohlendioxid-senken, da sie mehr Kohlenstoff binden, als sie durch das Verrotten der absterbenden Bäume freisetzen. Doch inwieweit das in der Atmosphäre durch den Menschen zusätzlich anfallende Kohlendioxid überhaupt von den Pflanzen zum Wachstum genutzt werden kann, ist unbekannt. Das soll das Face-Experiment klären.

Die Artenvielfalt des Regenwalds macht das den Wissenschaftlern nicht leicht. Auf 10 Quadratmetern kommt kaum eine Pflanzen- oder Baumart zweimal vor. Viele der Arten – Schätzungen gehen von 16.000 Baumarten aus – sind kaum erforscht, manche noch nicht einmal bekannt. Zwar gibt es Bemühungen, die tropischen Regenwälder zu vermessen, etwa das „Rainfor“-Projekt. Hier sammeln Forscher seit 18 Jahren Daten von 400 verschiedenen Punkten im brasilianischen Regenwald. Doch Rainfor bildet nur den gegenwärtigen Zustand ab. Mit Amazon-Face können die Wissenschaftler die Zukunft simulieren.

Ein Versuchsobjekt steht bereits mitten im Wald: eine drei Meter hohe gläserne Kammer, die einen Baum zu den Seiten umschließt, nach oben aber offen ist. In dieser Kammer wird im Kleinen schon einmal die Kohlendioxiddüngung erprobt. Mehrere Kubikmeter Gas strömen täglich auf den ummantelten Baum ein. Ergebnisse liegen noch nicht vor, da der Brutkasten erst seit einigen Wochen in Betrieb ist.

Vor dem Start des Face-Projekts müssen die Forscher noch einige Hürden nehmen. Der Bau der 36 Meter hohen Stelen aus Stahl ist nur eine davon. Die vielleicht größere Herausforderung ist, wie das Kohlendioxid aus dem 70 Kilometer fernen Manaus in den Urwald kommt. 4 Tonnen des Gases sollen pro Tag in die Versuchsfelder gepumpt werden. Der Transport mit Helikoptern oder der Bau einer Pipeline kommen wegen zu hoher Kosten nicht in Frage.

Projektleiter David Lapola zieht daher einen ehemaligen Raketentransporter der tschechischen Armee vor, auf dem ein Kohlenstofftank montiert werden soll. Damit die Reifen auf der Piste zum Camp nicht im Schlamm versinken, müsste die aber erst noch geteert werden. In jedem Fall wird

das Projekt teuer. Rund zehn Millionen Dollar soll es kosten, finanziert von Entwicklungsbanken, Hochschulen und Sponsoren.

Bisher kann man nur spekulieren, wie viel Kohlendioxid der Regenwald aufnehmen kann. Die Studien von Adriane Esquivel Muelbert von der Universität Leeds, die seit 30 Jahren die Flora in 106 entlegenen Parzellen im Amazonas-Regenwald untersucht, geben zwar erste Hinweise auf den Einfluss des Klimawandels. Demnach steigen die Perioden extremer Dürre und extremer Regenfälle an. Doch auch diese Methode dokumentiert nur das, was ist.

Face-Experimente gab es schon in gemäßigten Breiten, etwa den USA, Deutschland und der Schweiz. Alle haben gezeigt, dass die Wälder nicht unbegrenzt CO₂ aufnehmen können. Für die Zukunft des Regenwalds haben die Forscher des Face-Projekts verschiedene Hypothesen. Und das Szenario, das sie derzeit als wahrscheinlichstes einstufen, ist alles andere als beruhigend.

„Steigen die globalen Temperaturen weiter an, werden wohl große Teile der Regenwälder austrocknen und zu Savannen werden“, befürchtet Projektleiter Lapola. Das zusätzliche CO₂ mildert diesen Effekt zunächst zwar ab. Doch wie lange, ist unklar. Irgendwann können die Bäume kein zusätzliches Kohlendioxid mehr aufnehmen. Wie der Mensch Vitamine, Aminosäuren, Eiweiß und Fette zum Leben braucht, benötigen Pflanzen neben Zucker weitere Nährstoffe. Einer der wichtigsten ist Phosphor. Den nutzen die Pflanzen für den Aufbau von Enzymen, für das Wurzelwachstum und für ihr Immunsystem. Der Kohlenstoff kommt aus der Luft, das Phosphor aus dem Boden.

Doch der Regenwald-Boden ist extrem phosphorarm, ein Großteil der Wurzeln wächst deswegen an der Oberfläche. Die Vermutung der Forscher: Irgendwann kann der Wald wegen der Phosphorarmut keinen Kohlenstoff in seiner Biomasse, also in den Wurzeln, den Ästen und den Stämmen, mehr aufnehmen. Sterben die Wälder aufgrund des Temperaturanstiegs ab, wären die Folgen nicht nur für Tiere, Pflanzen und Mikroklimate des Regenwalds verheerend. Denn: Der Regenwald würde von einer CO₂-Senke zu einer Kohlendioxidquelle. Das könnte den Klimawandel weltweit noch beschleunigen.

Wie wahrscheinlich dieses düstere Szenario für den südamerikanischen Regenwald ist, auch das soll das Face-Experiment zeigen. Ende 2019 könnte es starten. Vorausgesetzt, die Politik funkt nicht dazwischen. Das Projekt wird federführend vom brasilianischen Wissenschaftsministerium geleitet, das dem neuen rechtsnationalen Präsidenten unterstellt ist. Jair Bolsonaro hat wenig für die Klimaforschung übrig und viel für Rinderfarmer und Sojabauern.

Die Befürchtung: Um die heimische Agrar- und Holzwirtschaft anzuschließen, wird er womöglich Schutzgebiete im Regenwald zur Abholzung freigeben. Damit würde der Klimawandel auf jeden Fall weiter angeheizt – um das herauszufinden, braucht es keine aufwendigen Experimente.

Sicher ist, dass ohne die uralten Regenwälder der Treibhauseffekt katastrophaler ausfallen würde als bisher vorhergesagt. Das Ziel des Pariser Klimaabkommens, den globalen Temperaturanstieg auf maximal 2 Grad im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu begrenzen, ist ohne den immergrünen Dschungel nicht zu schaffen.

ARBEITSPLATZ
Wie warm ist es? Wie viel Niederschlag fällt? Wie viele Blätter haben die einzelnen Bäume? Das messen Forscher von einem 30 Meter hohen Turm mitten im Dschungel Brasiliens, 70 Kilometer von der alten Kautschuk-Stadt Manaus entfernt.

FOTO: JOÃO M. ROSA/AMAZONFACE



BASISARBEIT
Forscherin Nathielly Martins misst die Pflanzenatmung der Bäume. Das grüne Netz fängt Blätter auf, um die Kohlenstoffbilanz des Waldes zu erstellen. Noch im Bau sind die vier Versuchsfelder mit 30 Metern Durchmesser: Umringt von je 16 Stahl-Stelen soll die Vegetation täglich mit CO₂ gedüngt werden, um den Anstieg des Treibhausgases in der Luft zu simulieren.

ILLU/FOTO: ROGIERO LUPO; JOÃO M. ROSA/AMAZONFACE