



NeFo-Artikel

# Biologische Vielfalt kann den Amazonasregenwald vor dem Klimakollaps retten – wenn wir sie lassen



Eine Landschaft ähnlich der brasilianischen Cerrado könnte künftig weite Teile des heutigen Amazonasregenwaldes ablösen.

Foto: S. Scheiter / Senckenberg

Von Sebastian Tilch

**Der Amazonasregenwald enthält 17 Prozent der globalen Kohlenstoffmenge an Land und ist die zentrale Wasserversorgungsstation für weite Teile des südamerikanischen Kontinents. Doch Abholzung und zunehmende Dürren haben eine verheerende Eigendynamik entwickelt. Der Wald baut sich selbst ab - und damit auch seine Leistungen für den Menschen. Es gibt jedoch ein Rettungsanker: "Wir müssen die biologische Vielfalt erhalten", sagen Wissenschaftler.**



Zwischen Sommer 2015 und 2016 ist laut dem brasilianischen Umweltforschungsinstitut INPE eine Regenwaldfläche von knapp 8 000 Quadratkilometern zerstört worden, was in etwa der Hälfte der Landesfläche Thüringens entspricht. Auch wenn die Endwaldungsrate seit dem Rekordjahr 2004 (fast 30 000 Quadratkilometer) wesentlich geringer ist, handelt es sich um den größten Waldverlust seit 2008. 130 Millionen Tonnen Kohlendioxid seien dadurch frei geworden, etwa die doppelte jährliche Emission ganz Portugals.

Der Amazonasregenwald schrumpft. Seit Mitte des letzten Jahrhunderts sind 20 Prozent der Rodung, Feuer und Klimaänderungen zum Opfer gefallen ([Fearnside et al. 2015](#)). Sollte die Menschheit so weiter machen, dürften laut Berechnungen 2050 rund 45 Prozent verschwunden sein. Damit verliert die Welt nach und nach nicht nur das Gebiet der höchsten Artenvielfalt weltweit: Eine von 10 weltweit bekannten Arten ist hier zuhause, allein an Baumarten gibt es hier 16 000 ([Fauset et al. \(2015\)](#)). In den letzten 20 Jahren sind rund ein Drittel der hochdiversen Wildnisflächen des Amazonasbeckens verloren gegangen ([Watson et al. ,2015](#)).

Der Amazonas-Regenwald ist auch eine der wichtigsten Elemente des globalen Kohlenstoffhaushalts. 17 Prozent der weltweiten an Land vorkommenden Kohlenstoffs sind in seinen Bäumen und Böden gespeichert, mehr als in jedem anderen Ökosystem. 400 bis 650 Millionen Tonnen Kohlendioxid pro Jahr speicherte er im Zeitraum von 1990 bis 2007 ([Brienen, R. J. W. et al., 2015](#)), etwa ein Zehntel der jährlichen globalen Kohlenstoffemissionen, und stellte damit bisher einen der wichtigsten Puffer gegen den menschengemachten Klimawandel dar.

Doch das hat sich inzwischen geändert. Laut wissenschaftlichen Berechnungen verliert der Amazonasregenwald netto an Biomasse - es stirbt mehr lebendes Pflanzenmaterial ab als der Wald aus Luftkohlenstoff aufbauen kann. Der Mensch hat also den Amazonasregenwald von einem „CO<sub>2</sub>-Staubsauger“ in einen CO<sub>2</sub>-Emittenten verwandelt, der jetzt zu den derzeit 9 bis 10 Gigatonnen des globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes beiträgt.

Neben dem menschlichen Raubbau treibt aber auch der Klimawandel selbst die Umwandlung des Amazonasregenwaldes in Steppenlandschaften voran. Denn mit steigenden Durchschnittstemperaturen verändert sich der gesamte Wasserhaushalt des Ökosystems und damit eines Großteils des gesamten Kontinentes. Im Süden und Osten Amazoniens sind bereits seit einigen Jahren signifikante Veränderungen zu verzeichnen. In den Regenzeiten fällt noch mehr Regen, was oft zu Überschwemmungen und Erdbeben führt, dafür sind immer mehr Trockenzeiten länger und regenärmer als bisher. Das liegt an sich verändernden Temperaturen an der Oberfläche des Ozeans, die den Feuchtetransport zwischen den Tropenregionen beeinflussen. Die ausgeprägten Trockenzeiten erhöhen auch die Anfälligkeit für Waldbrände. 2016 fielen Global Forest Watch zufolge allein im Brasilianischen Amazonasgebiet 3,7 Millionen Hektar den Flammen zum Opfer, dreimal mehr als 2015. Allein durch die Klimaerwärmung könnten laut eines [Berichtes der Weltbank](#) von 2011, bei unveränderten Emissionen, bis Ende dieses Jahrhunderts ein Drittel des Regenwaldes verschwunden sein.



Doch dieser klimabedingte Verlust verläuft nicht linear. Die abnehmende Baumbedeckung und die Zunahme an Steppen führen zu weiterer Aufheizung des lokalen Klimas und Unterbrechung des natürlichen Wasserkreislaufs. „Das Waldsterben verstärkt sich sozusagen selbst“, meint Dr. Delphine Zemp von der Universität Göttingen, die in ihrer Doktorarbeit die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt des Amazonasregenwaldes erforscht hat.



Dr. Delphine Clara Zemp

Foto: Uni Göttingen

Denn neben den Ozeanen versorgt der Wald sich auch selbst mit Wasser. „Der Amazonasregenwald ist eine riesige Wasserpumpe“, sagt Zemp. „Milliarden Pflanzen verdunsten riesige Mengen an Wasser, die als Wolken auch weit entfernte Regionen mit Regen versorgen“. Doch diese Pumpe funktioniert nur als intaktes Waldökosystem - Steppen und Weideland können so etwas nicht. Die Bäume haben bis zu 15 Meter lange Wurzeln und kommen deshalb auch an tiefe Wasservorräte heran - auch in trockeneren Zeiten. Die Zivilisation frisst sich jedoch immer stärker in die Wälder, um sie landwirtschaftlich zu nutzen, zum Großteil als Viehweide. Darüber hinaus ist Brasilien der zweitgrößte Sojaexporteur nach den USA. Wo nicht großflächig gerodet wird, stört die Entnahme von Tropenhölzern das Waldökosystem empfindlich. Man spricht hier von einem degradierten Ökosystem. Es entstehen immer mehr offene Stellen und Ränder mit einem wärmeren und trockeneren Mikroklima. Die an feuchte schattige Umgebung angepassten Urwaldbaumarten können damit nicht umgehen und sterben mittelfristig ab.

Wenn sich in der Trockenzeit die Niederschlagsmenge im Amazonasgebiet halbieren würde, könnten mindestens zehn Prozent des Waldes allein durch den Effekt der Selbstverstärkung verloren gehen, zusätzlich zu dem erheblichen direkten Waldverlust durch Trockenheit.

[Computersimulationen von Zemp und Kollegen](#) legen nahe, dass dies vor 20 000 Jahren im Amazonasregenwald schon einmal geschehen sein könnte, dies passt auch zu Belegen aus der Erdgeschichte. Wenn man die noch nicht völlig verstandenen Rückkopplungen zwischen Vegetation



und Atmosphäre mit einbezieht, könnte es sogar 38 Prozent treffen. In Verbindung mit den direkten Effekten der Dürren wäre damit letztlich der Großteil des Amazonas-Regenwaldes in Gefahr. Bis wann das geschehen soll, kann das Modell jedoch nicht vorhersagen.

Da der Wind die Wolken nach Süden transportiert, werden die größten Auswirkungen des Waldsterbens im Südwestlichen Amazonas, also vornehmlich in Peru und Bolivien zu spüren sein. Bis zu 20 Prozent weniger Regen prognostiziert Zemp in ihrem [aktuellen Paper](#) für diese Regionen. Entsprechend stufen die Forscher diesen Teil des Waldes, immerhin ein Viertel des gesamten Amazonasgebietes, auch als den Bereich mit der geringsten Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel ein. Praktisch bedeutet dies, dass die Wahrscheinlichkeit für Waldbrände weiter zunehmen und langfristig eine großräumige Umwandlung zu einer Steppenlandschaft oder einem temporären Trockenwald stattfinden wird. Mit weiteren Folgen für den Wasserhaushalt. Zemp und ihre Kollegen empfehlen daher, diese bereits heute und künftig noch stärker unter Druck stehenden Gebiete von weiterer Rodung auszunehmen.

### **Wasserversorgungsfunktion und Artenvielfalt in der Klimaschutzpolitik mitdenken**

Ein Ausfall der „Wasserpumpe Amazonas“ hätte letztendlich Auswirkungen auf große Teile der Bevölkerung Südamerikas. Das so genannte „La Plata-Becken“ südlich des Amazonas, das weite Teile Südbrasilens, Boliviens, Nordargentins, Paraguays und Uruguays umfasst, bezieht sein Regenwasser zu 25 Prozent von den Wolken, die im Amazonasbecken entstehen. Hier prognostiziert Zemp einen Rückgang der Niederschläge um zehn Prozent, was sich entsprechend negativ auf die Ernten auswirken dürfte.

Es gibt allerdings einen Helden in dieser Geschichte: die biologische Vielfalt. Denn diese puffert den Effekt des sich selbst verstärkenden Wassermangels ab. In ihrem Modell hat Delphine Zemp den 110 mal 110 Meter großen Rastern, die sie über die Satellitenbilder legte, verschiedene Schwellenwerte von Niederschlagsmengen zugewiesen, unterhalb dieser das Ökosystem in einen neuen, in diesem Fall steppenartigen, Zustand übergeht. Dieser Wert wird Kippunkt genannt. Dies unter der Annahme, dass Flächen mit höherer Artenzahl mehr Baumarten enthalten, die mit weniger Niederschlag klarkommen, die Bodenbedeckung mit ihren Kronen aufrechterhalten und damit auch das Waldklima. Auf diese Weise erhält sich auch der Verdunstungszyklus, während umgekippte Bereiche diese Funktion nicht mehr erfüllen können.

Dr. Boris Sakschewski vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung PIK kommt zu einem ähnlichen Ergebnis. In einem [dynamischen Vegetationsmodell](#) hat er mit Kollegen die Fähigkeit des Amazonasregenwaldes, Biomasse aufzubauen, also auch Kohlenstoff einzulagern, unter verschiedenen Klimaszenarien berechnet. Dabei hat er ebenfalls eine Vielfalt von Baumarten im Sinne von vielfältigen Wachstumsstrategien simuliert. „Bei bisherigen Modellen hat man die Fülle an Baumarten und damit ihrer Wachstumsstrategien und Eigenschaften, mit Temperatur- und



Wasserstress umzugehen, in eine geringe Anzahl an funktionelle Gruppen zusammengefasst, wie etwa tropische immergrüne Bäume und tropische regengrüne Bäume“, erklärt Sakschewski.



Dr. Boris Sakschewski

Foto: PIK Potsdam

Bisherige Berechnungen, wie der gesamte Wald nun auf verschiedene Temperaturanstiege reagieren könnte, waren unter anderem deshalb mit großen Unsicherheiten behaftet. Denn in der Realität sind alle der 16 000 Baumarten in ihrem Aufbau sehr verschieden und haben dadurch ganz individuelle Toleranz- und Anpassungseigenschaften an die bestehenden und sich verändernden Lebensbedingungen. Das wirkt sich entsprechend auch auf die Anpassungsfähigkeit des gesamten Ökosystems Wald aus. Um diese Realität besser abzubilden, haben Sakschewski und Kollegen wesentlich feinere Unterscheidungen für verschiedene Baumeigenschaften wie etwa Blattdicke und -dicke sowie Holzdichte einbezogen, Faktoren, die die Beständigkeit gegenüber Trockenstress stark beeinflussen können. Die Ergebnisse zeigen, dass Waldbereiche mit hoher funktioneller Vielfalt Trockenstress besser abpuffern und potenziell einst verlorene Biomasse zumindest teilweise regenerieren können, wenn auch nur sehr langsam.

Die Pufferfunktion der biologischen Vielfalt hat allerdings auch ihre Grenze. Denn, so zeigt das Modell von Sakschewski und Kollegen: Nur bei einem moderaten globalen Temperaturanstieg besitzen die tropischen Wälder noch genug Spielraum um auf die veränderten Bedingungen zu reagieren und ihre Artzusammensetzung den neuen Bedingungen entsprechend anzupassen. Bei der derzeit in Paris politisch beschlossenen Wunschobergrenze einer globalen durchschnittlichen Erwärmung von 1,5°C und Maximalobergrenze von 2°C seit 1990 sei dieser Effekt im Amazonasregenwald sehr wahrscheinlich noch vorhanden, meint Sakschewski. Bei einer wesentlich stärkeren Erhöhung verlassen wir diesen Spielraum und ein stärkerer Rückgang des Regenwalds wäre zu erwarten.



Was wiederum eine massive Erwärmung nach sich zöge. Schätzungen zufolge speichert der Amazonas rund 150-200 Gigatonnen Kohlenstoff ([Feldpausch et al., 2012](#)). Das entspricht der Menge, die die gesamte Menschheit derzeit innerhalb von 15 bis 20 Jahren ausstößt, so Sakschewski.

Wie viel davon am Ende tatsächlich in die Atmosphäre gelangte und wie viel davon im Boden verbliebe, kann zwar keiner sagen, wenn das Ökosystem jedoch erst einmal in einen anderen, hier steppenartigen Zustand gekippt ist, ist eine Wiederherstellung so gut wie unmöglich. Dies zeigt sich beispielsweise in mediterranen Europa. Spanien war bis vor dem 16. Jahrhundert zu über 90 Prozent mit Wald bedeckt. Dann kam der Schiffsbau-Boom. Heute ist das Land weitgehend trocken und waldfrei.

Die internationale Klimapolitik muss multifunktional denken, folgern sowohl Delphine Zemp als auch Boris Sakschewski aus ihren Ergebnissen. Es müssten also jene Maßnahmen priorisiert werden, die nicht nur zur Verhinderung einer weiteren Klimaerwärmung notwendig sind, sondern gleichzeitig viele weitere Dienste für den Menschen leisten. Das tun natürliche Ökosysteme wie Wälder. Sie speichern, filtern und verdunsten Wasser, sind Lebensraum für eine Fülle von Arten, von der die lokale Bevölkerung gerade in ärmeren Ländern zu einem Großteil lebt, geben ihren Regionen eine Identität und lagern auch nachweislich besser Kohlenstoff ein als Plantagen oder Weideflächen ([Houghton, R.A., Byers, B., Nassikas, A.K., 2015](#)).

Damit sie es auch noch in einer wärmeren Zukunft tun, sollten sie in ihrer natürlichen Artenvielfalt erhalten werden, da nur diese in der Lage sind, die bevorstehenden Klimaveränderungen, Feuer und menschliche Stresseinflüsse zu überstehen und zu regenerieren.

Im Grundsatz hat man das bei der Klimarahmenkonvention, die jetzt in Bonn wieder zusammen kommt, bereits verstanden. Mit REDD+ (Verringerung von Emissionen aus Entwaldung und Waldschädigung sowie die Rolle des Waldschutzes, der nachhaltigen Waldbewirtschaftung und des Ausbaus des Kohlenstoffspeichers Wald in Entwicklungsländer) hat man ein Konzept geschaffen, mit dem der Schutz von [Wäldern als Kohlenstoffspeicher](#) finanziell attraktiv gemacht werden soll. Besonders den wertvollen Tropenregionen sollen damit finanzielle Anreize gegeben werden, ihre Wälder zu erhalten nicht in Agrarflächen umzuwandeln.

Doch auch bereits umgewandelte Flächen können wieder artenreicher und damit multifunktionaler gemacht werden, selbst wenn sie weiterhin genutzt werden. Delphine Zemp forscht in ihrem aktuellen Projekt „Biodiversity enrichment experiment in oil palm plantations“ ([EFForTS-BEE](#)) auf Sumatra inzwischen an so genannten Agroforst-Systemen, die landwirtschaftliche Nutzungsformen mit natürlicher Vegetation vereinen. In Palmölmonokulturen wollen die Göttinger WissenschaftlerInnen herausfinden, ob sich die biologische Vielfalt wesentlich erhöhen lässt, wenn man heimische Baumarten dazwischen pflanzt. Und mit ihr die vielen Ökosystemleistungen, die ein vielfältiges Artennetz bieten kann: Natürliche Schädlingsbekämpfung, Bestäubung, einen Korridor



für wandernde Tierarten samt Samentransport – und eben auch eine erhöhte Kohlenstoffeinlagerung.

Brasilien hat sich in Paris vor zwei Jahren das Ziel gesetzt, seine Treibhausgasemissionen um 37 Prozent bis 2025 und um 43 Prozent bis 2030 gegenüber dem Jahr 2005 zu senken. Dieses Ziel bezieht die Land- und Waldnutzung mit ein. Außerdem soll bis 2030 die Rate der illegalen Abholzung auf null herunter gefahren werden. Derzeit steigt die jährliche Rate wieder an. Wenn sich Südamerika nicht selbst das Wasser abdrehen möchte, muss es den Regenwald konsequenter schützen. Und damit den wichtigsten Hotspot für Artenvielfalt dieser Erde.

### IMPRESSUM

Das Netzwerk-Forum zur Biodiversitätsforschung Deutschland (NeFo) ist ein Projekt gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Das Projekt wird maßgeblich durchgeführt vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ Leipzig und dem Museum für Naturkunde Berlin (MfN). Weitere Informationen und Hinweise zum NeFo-Projekt und Team unter [www.biodiversity.de](http://www.biodiversity.de).