

# Zum Reichtum amazonischer Überschwemmungswälder

Heidi Kreibich und Jürgen Kern (Potsdam-Bornim)

**D**er Genuss tropischer Früchte wie Mangos und Papayas ist für uns eine Selbstverständlichkeit und Teil unseres hohen Lebensstandards geworden. Über die Produktionsbedingungen in den Herkunftsländern, zum Beispiel den Überschwemmungsgebieten des Amazonas (Várzea), wissen wir nur sehr wenig. Obwohl fruchtbare Böden, ganzjährig hohe Temperaturen und reichliche Niederschläge traumhafte landwirtschaftliche Erträge versprechen, besteht die Gefahr der Zerstörung dieses faszinierenden Ökosystems durch Übernutzung und Raubbau an den Nährstoffreserven des Bodens. Im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts SHIFT, an dem das Institut für Agrartechnik Bornim (ATB) beteiligt ist, wird der Stickstoffhaushalt des dortigen Waldökosystems untersucht und versucht Möglichkeiten zu entwickeln, durch stickstofffixierende Leguminosen die Nährstoffsituation positiv zu beeinflussen.

## Für und Wider einer landwirtschaftlichen Nutzung

In den letzten Jahrzehnten förderte die brasilianische Regierung vor allem die landwirtschaftliche Entwicklung in der „Terra firme“, den tropischen Regenwaldgebieten Zentralamazoniens, die auch bei hohen Wasserständen nicht überschwemmt werden. Zunehmend wird aber deutlich, wie empfindlich dieses Ökosystem ist. Auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Strategien zum Schutz und zum Erhalt biotischer und abiotischer Ressourcen gewinnen in diesem Zusammenhang immer mehr an Bedeutung.

Eine Möglichkeit, den Druck auf die „Terra firme“-Wälder zu verringern, ist die gezielte Nutzung von Überschwemmungsgebieten, die sich durch ein hohes landwirtschaftliches Potenzial auszeichnen. In Zentralamazonien sind es große Flächen von etwa 300.000 km<sup>2</sup> – über 4 % des gesamten amazonischen Einzugsgebietes – die regelmäßig vom Amazonas überschwemmt werden (Abb. 1). Sie werden Várzea genannt. Ein Drittel der Fläche ist bewaldet. Mit der

Überschwemmung werden Flussschwabstoffe aus den Anden in der Várzea fein verteilt. Dieser Stoffeintrag führt zu einer Düngung, die die Várzea zu einem der pro-

duktivsten Ökosysteme der Erde macht. Obwohl schon in präkolumbianischer Zeit genutzt, werden diese großen Nährstoffvorräte für eine landwirtschaftliche Produktion erst in Ansätzen ausgeschöpft.

Aus Sicht der modernen Landwirtschaft galt die Várzea gerade wegen der regelmäßigen Überschwemmungen und aufgrund schwieriger Mechanisierbarkeit bisher als kaum entwicklungsfähig. Inzwischen wird aber auch eine nachhaltige Nutzung der hochgelegenen Überschwemmungswälder in Betracht gezogen.



## Wasser im Überfluss

Tropische Klimaverhältnisse führen in Zentralamazonien zu einem Niederschlagsaufkommen von etwa 2.000 mm pro Jahr. Obwohl über 70 % dieses Niederschlagswassers im Regenwald zirkuliert, werden noch enorme Wassermengen durch den Amazonas abgeführt. Da sich das Amazonasbecken durch geringe Erhebungen von weniger als 100 m (ü. NN) auszeichnet, kommt es nur zu einem langsamen Ablauf. In Verbindung mit saisonal und regional unterschiedlichen Niederschlagsmengen führt dies zu außerordentlich hohen periodischen Wasserstandsschwankungen. In der Umgebung von Manaus in Brasilien betragen diese Schwankungen durchschnittlich etwa 10 m mit einem Hochwasser im Juni (Abb. 2). Dadurch werden weite Gebiete entlang des Amazonas über mehrere Monate überflutet.

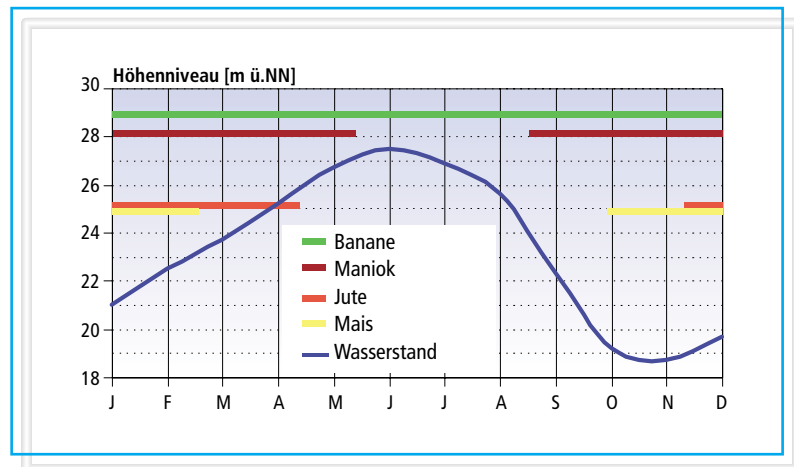


Abb.2: Langjährige Wasserstände des Amazonas und davon abhängige Anbauphasen verschiedener Kulturen in der Várzea

Die ansässige Bevölkerung hat sich auf den Flutpuls eingestellt und bewirtschaftet diese Flächen in kleinbäuerlicher Weise, solange es der Wasserstand und die Fluttoleranz der Anbaukulturen erlauben.

stand, wenn die Zufuhr von Flussschwefstoffen ausbleibt, zu Mangelsituationen kommen. Insbesondere Stickstoff kann zum wachstumsbegrenzenden Faktor werden, denn gemessen an Kalzium, Magnesium und Kalium ist er in der Várzea deutlich unterrepräsentiert. Deshalb spielen die gasförmigen Umsätze mit der Fixierung von Luftstickstoff und der Denitrifikation im Stickstoffhaushalt dieses Ökosystems eine besondere Rolle.

Durch den häufig auch kleinräumigen Wechsel zwischen aeroben und anaeroben Bereichen im Boden herrschen sehr gute Bedingungen für die Denitrifikation, die sich als Hauptaustragsweg von Stickstoff aus der Várzea darstellt. Gleichzeitig ergibt sich aber ein bedeutendes Potenzial an Stickstoff-Fixierung durch Leguminosen, die mit fast 20 % die artenreichste Gruppe der Várzea darstellt.

## Nährstoffangebot

Trotz großem Nährstoffeintrag und guter Pflanzenverfügbarkeit kann es auch in der Várzea bei sinkendem Wasser-

## Stickstoffverluste

Drastische Veränderungen, die die periodischen Überschwemmungen in der Várzea mit sich bringen, führen zu starken mikrobiologischen Umsetzungen. Die Folge ist eine ausgeprägte

Abb. 1: Várzea-Wald mit *Albizia multiflora* während der Überschwemmungsphase



Abb. 3: Nodulierte Wurzeln des Leguminosen-Baumes *Zygia inaequalis*

Saisonalität der Bodenprozesse. Besonders für Denitrifikanten (Bakterien, die den Bodenstickstoff reduzieren, der danach als Gas entweicht) herrschen ideale Bedingungen vor. Dadurch kann es zu bedenklichen Nährstoffverlusten kommen. Über 80 % der bodeninternen Denitrifikation erfolgt während der aquatischen Phase (Abb. 5). In einem Jahr werden dem Ökosystem auf diese Weise ca. 12,5 kg N pro Hektar entzogen. Damit sind die denitrifikationsbedingten Stickstoffverluste der Várzea fast genau so hoch wie auf solchen landwirtschaftlichen Nutzflächen, die stickstoffgedüngt werden. Weitere Stickstoffverluste erfolgen zum Beispiel durch Austräge bei sinkendem Wasserspiegel, wenngleich diese nicht das Ausmaß des Stickstoffverlustes durch Denitrifikation erreichen. Umso erstaunlicher ist es, dass trotz der insgesamt hohen Stickstoffverluste die Biomasseproduktion des Waldes nicht eingeschränkt zu sein scheint.

### Rhizobien-Leguminosen-Symbiose

Die Vegetation der Várzea besteht aus spezialisierten Pflanzen, die sich an stau-nasse Böden sowie an hohe Überflutungen angepasst haben. Von besonderer Bedeutung sind baumförmige Leguminosen (Hülsenfrüchte), die durch Symbiose mit Rhizobienbakterien in der Lage sind, sowohl während der terrestrischen als

auch während der aquatischen Phase Luftstickstoff zu fixieren. Für diese Leguminosen stellt der Stickstoffpool der Atmosphäre eine bedeutende Quelle dieses Nährstoffes dar. Beispielsweise bezieht der Baum *Pterocarpus amazonum* 23 % seines Stickstoffes aus der Fixierung, bei *Albizia multiflora* sind es 42 % und bei *Zygia inaequalis* sogar 55 % (Abb. 4). Sie kommen damit zwar nicht unbedingt an die klassischerweise als Stickstoff-Fixierer eingesetzten Feldfrüchte wie Soja, Erbsen oder Klee mit Fixierungsanteilen von 50 – 90 % heran, sind aber als natürliche Teile des Ökosystems optimal an die vorherrschenden Umweltbedingungen angepasst.

Die in Abbildung 4 gezeigten Ergebnisse zur Stickstoff-Fixierung der tropischen Baum-Leguminosen sind Durch-

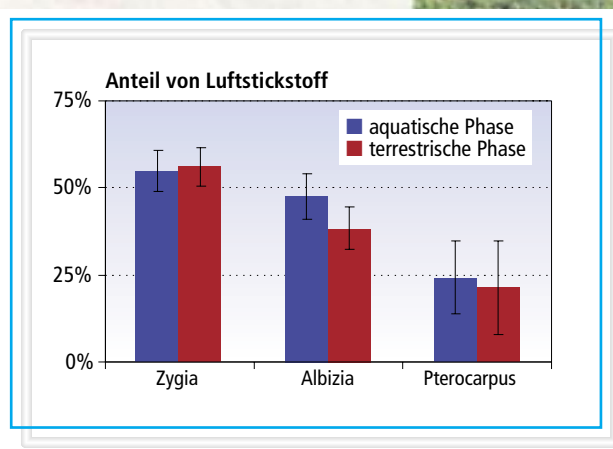


Abb. 4: Anteil von luftfixiertem Stickstoff an der Gesamtstickstoffaufnahme ausgewählter Leguminosen-Bäume

schnittswerte von monatlichen Messungen, die keinen signifikanten Unterschied zwischen aquatischer und terrestrischer Phase erkennen lassen (Abb. 4). Stickstoff wird also auch während der Überschwemmungsphase fixiert. Allerdings variiert das Fixierungspotenzial zwischen den Arten, ebenso wie zwischen einzelnen Baumindividuen einer Art recht stark. Das spiegelt auf der einen Seite verschiedene Symbionten wider, auf der anderen Seite zeigt es auch den Standorteinfluss mit seinen unterschiedlichen Bodenbedingungen. Hier eröffnet sich ein weites Feld, auf dem durch Inokkulation mit stickstofffixierenden Bakterien der Stickstoff aus der Luft noch wirkungsvoller genutzt werden kann.

## Nachhaltige Nutzung

Kleinflächige Bewirtschaftung und Wanderfeldbau stellen bereits seit Jahrhunderten die Existenzgrundlage des Menschen in der Várzea dar (Abb. 6).

Allerdings begrenzen die periodisch wiederkehrenden Überschwemmungen die Möglichkeiten einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung. Die Flutung der Böden macht diese sehr empfindlich gegenüber Bodenverdichtung und Erosion, welche durch mechanisierte Landwirtschaft, Viehzucht oder intensive Forstwirtschaft häufig verursacht werden. Weniger die Einführung von Monokulturen und Massenproduktion als vielmehr kleinräumige, gemischte Kulturen und eine



Abb. 6: Ackerbau in der Várzea auf Flächen, die zwei Monate später vom Amazonas überflutet werden

Forstwirtschaft mit schonendem agrartechnischen Einsatz dürften die Nutzungsformen sein, die den Standortbedingungen der Várzea sowie der kleinbäuerlichen Wirtschaftsstruktur der lokalen Bevölkerung am besten angepasst sind.

Mit dem Anbau stickstofffixierender Pflanzen lässt sich die Bodenfruchtbarkeit verbessern und die Erosion verringern. Natürliche Düngeeffekte kommen nicht nur den stickstofffixierenden Pflanzen, sondern auch nachfolgenden Feldfrüchten zugute. Das gilt ebenso für eine Waldbewirtschaftung, die den Anbau von Leguminosen fördert und damit neue Perspektiven für eine nachhaltige Nutzung der Várzea eröffnet.

Wie in den letzten Jahren zu beobachten, kommt es beim gegenwärtigen Bevölkerungswachstum immer wieder zu Konflikten zwischen Fischerei, Landwirtschaft und Forstwirtschaft, die nur unzureichend aufeinander abgestimmt sind. Deshalb ist es neben einer entsprechenden Gesetzgebung dringend erforderlich, die lokale Bevölkerung aktiv einzubeziehen, um Spannungsfelder frühzeitig entschärfen zu können und damit die Grundlage für eine ökologische Bewirtschaftung der Várzea zu schaffen. ■



Dipl.-Ing. Heidi Kreibich,  
Dr. Jürgen Kern, Institut  
für Agrartechnik Bornim  
e. V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam

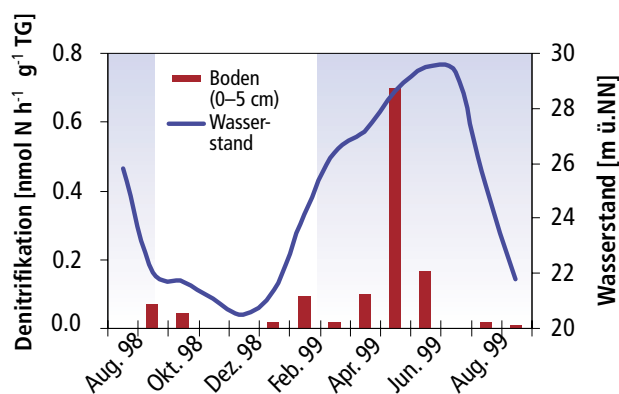


Abb. 5: Saisonale Veränderung der Denitrifikation in der obersten Bodenschicht