I – Kurzdarstellung

1. Aufgabenstellung

Aufgabe und Ziel des Teilprojekts war, die Vulnerabilität Bestandes bildender Baumarten der wichtigsten Ökosysteme des zentralen, östlichen und nordöstlichen Amazonasbeckens entlang eines klimatischen Gradienten zu untersuchen. Neben dem Untersuchungsgebiet an ATTO wurden drei Untersuchungsgebiete entlang eines longitudinalen, klimatischen Gradienten mit kontinuierlicher Zunahme der Anzahl an konsekutiven Monaten mit weniger als 100 mm Niederschlagsumme in E- und NE-Amazonien eingerichtet, an denen floristische Aufnahmen und Biomasseerhebungen in den jeweils wichtigsten Regenwald-Ökosystemen erfolgten. Die Indikatorbaumarten jedes Untersuchungsgebietes und Ökosystems wurden mittels konventioneller Methoden hinsichtlich hydraulisch-funktionaler Eigenschaften auf Blatt-, Ast/Stamm- und Holzebene untersucht. Zeitgleich erfolgte die Erstellung spektraler Bibliotheken von Geweben mittels Feldspektroskopie des nahen Infrarotbereichs (NIRS). Die spektralen Modelle von frischen und getrockneten Geweben wurden mit den konventionellen Feldaufnahmen kalibriert, um eine schnelle und innovative Methode zur Erfassung der hydraulisch-funktionalen Eigenschaften der Baumarten zu entwickeln. Mit dem inter-ökosystemaren Vergleich der Diversität an hydraulisch-funktionalen Eigenschaften entlang des klimatischen Gradienten erfolgte eine Abschätzung zur potentiellen Vulnerabilität der Baumarten auf extremer werdende, hydrologische Klimaänderungen.

2. Wissenschaftlicher Stand, an den angeknüpft wurde

Rezente Studien prognostizieren eine kontinuierliche Zunahme an negativen Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Vegetation des Amazonasbeckens, insbesondere durch Änderungen der Niederschlagsmengen und deren jahreszeitlicher Verteilung. Die Zunahme an Intensität und Frequenz von Dürreperioden, aber auch von Extremniederschlags- und Hochwasserereignissen werden dazu durch direkten menschlichen Einfluss, z.B. durch Entwaldung oder Flussverbau, verstärkt. Derartige Änderungen im Wasserkreislauf führen zu Änderungen der hydraulischen Struktur von Bäumen, insbesondere in der Funktionalität von Blättern und Leitgefäßen im Holz, aus welchen Etablierungs- und Wachstumsstörungen und letztlich Mortalität und regionale Verdrängung von nativen Arten resultieren. Ergebnisse aus der ersten Verbundprojektphase von ATTO verdeutlichen, dass Baumarten der Terra firme tieferes Bodenwasser erreichen als Bäume der Auwälder. Die Baumarten beider Ökosysteme unterscheiden sich maßgeblich in Quantität und Variabilität ihrer hydraulisch-funktionalen Eigenschaften (beispielsweise im Wurzel-, Stamm- und/oder Blattbereich), die indizieren, dass Baumarten der Terra firme generell unempfindlicher gegenüber hydrologischer Veränderungen sind als Baumarten anderer Ökosysteme. Welche funktionalen Eigenschaften hinsichtlich der zu erwartenden Klimaänderungen mit verstärkter Frequenz und Intensität von Extremereignissen dabei maßgeblich für die Überlebenskapazität von Baumarten verantwortlich sind, und inwieweit Bäume in der Lage sind, hieraus resultierende Transpirationsverluste zu verhindern, ist bislang kaum untersucht. Das Teilprojekt sollte dazu beitragen, diese Wissenslücke zu schließen.

3. Planung und Ablauf

Neben fortlaufenden Untersuchungen an ATTO (1-2 Monate < 100 mm Niederschlag) wurden drei weitere Untersuchungsräume im östlichen Amazonasbecken eingerichtet, in welchen die

Anzahl der konsekutiven Monate mit < 100 mm Niederschlag kontinuierlich zunimmt, am Rio Trombetas (3-4 Monate), Rio Tapajós (4-5 Monate), und Rio Xingu (6 Monate). In jedem dieser Räume wurden jeweils drei Waldökosysteme (Terra firme, Auenwald, Campina-Wald) mit jeweils 3 ha Untersuchungsfläche inventarisiert. Alle Bäume ≥ 10 cm Brusthöhendurchmesser (BHD) wurden in Durchmesser und Höhe vermessen und in ihrer Art bestimmt. Holzproben wurden mittels Holz-Zuwachsbohrer zur Holzdichte- Zuwachs- und Altersbestimmung gewonnen. Über allometrische Modelle und Angaben zur spezifischen Holzdichte wurden Abschätzungen der oberirdischen Holz-Biomasse sowie des Kohlenstoffgehaltes getätigt. Erfasste Umweltvariablen waren die jeweilige Überschwemmungshöhe und -Dauer, sowie die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften.
In jedem Untersuchungsraum und Ökosystem wurden wichtige hydraulisch-funktionale Eigenschaften auf Blatt-, Stamm-, und Holzebene von jeweils mindestens 5 Individuen der 10 wichtigsten Indikatorarten mittels konventionellen Methoden erfasst. Um innovative und zeitsparende Methoden zur Erfassung von funktionalen Eigenschaften zu erproben, erfolgten zeitgleich hochaufgelöste Messungen der entsprechenden Pflanzengewebe mittels Spektroskopie des nahen Infrarot-Bereichs (Near-Infrared Spectroscopy - NIRS).

4. Wichtigste Ergebnisse

Insgesamt wurden auf 31 ha Untersuchungsfläche ca. 16.000 Bäume ≥ 10 cm Brusthöhen-Durchmesser und 580 Baumarten erfasst. Mit der Auswahl der jeweils 10 abundantesten Baumarten an jedem Standort und Ökosystem erfolgte die Aufnahme von bis zu 19 hydraulisch- funktionalen Eigenschaften an insgesamt 565 Individuen und 113 Baumarten.
Bei den hydraulisch-funktionalen Eigenschaften konnte der klimatische Gradient auf Blattebene v.a. über den zunehmend negativ werdenden Turgorverlustpunkt, und auf Strukturebene in der kontinuierlichen Abnahme der oberirdischen Holzbiomasse von West nach Ost verifiziert werden. Die weiteren hydraulisch-funktionalen Eigenschaften zeigten dagegen v.a. signifikante Abhängigkeiten zu den jeweiligen Ökosystemen bzw. zu den unterschiedlichen Nährstoffverhältnissen der Standorte, die an den zentralamazonischen Standorten ATTO und Trombetas geringfügig besser sind als an den östlicher gelegenen Standorten. Die Bestände an ATTO und Trombetas charakterisieren sich eher durch die Strategie der „Ressourcenerhaltung“, die sich durch vergleichsweise hohe spezifische Holzdichten, Baumhöhen, Baumalter und oberirdische Holzbiomasse auszeichnet, die Bestände der Standorte Tapajós und Xingu durch die Strategie der „raschen Ressourcenaufnahme“, gekennzeichnet durch größere spezifische Blattflächen und höhere Wachstumsraten. Messungen des Blattwasserpotenzials während der extremen Trockenzeiten 2023 und 2024 indizieren, dass insbesondere die Auwald-Arten vulnerabel gegenüber hydrologischer Extreme sind. Diese Ergebnisse widersprechen einem durch den Klimawandel verursachten, allgemeinen „Kipp-Punkt“ für den tropischen Regenwald, vielmehr würden solche Kipp-Punkte Standort-, Ökosystem- und Artenspezifisch ausfallen.
Die hochaufgelösten, spektralen Messungen des Infrarotbereichs pflanzlicher Gewebe ermöglichen sehr gute Vorhersagen der spezifischen Blattfläche, des Blattwasserpotenzials, des Ökosystemtyps der jeweiligen Baumart, sowie zu den Emissionen von Isopren und des Gehaltes von Terpenen in Blättern. Darüber hinaus schaffen sie Möglichkeiten der zuverlässigen taxonomischen Identifizierung, sowie zur Erkennung von bislang unbeschriebenen Baumarten.