

**Zusammenfassung der Dissertation mit dem Titel ‚Primärproduktion von
Phytoplankton und Periphyton sowie Nährstofflimitation und -konkurrenz mit
aquatischen Makrophyten im Pantanal, Mato Grosso (Brasilien)‘
von Maren Adler**

Studienobjekt der Arbeit ist das Pantanal, eines der weltweit größten Überschwemmungsgebiete, dessen große Teile sich über den Nordwesten Brasiliens erstrecken. Ziel dieser Arbeit ist es festzustellen, welchen Einfluss der Flutpuls - der alljährliche Wechsel von Überflutung und Austrocknung - und die damit einhergehenden wechselnden Nährstoffbedingungen auf die Primärproduktion des Phytoplanktons und Periphytons im Pantanal haben und welche Auswirkung dieser jahreszeitlich bedingte Wechsel auf das Konkurrenzverhalten zwischen Makrophyten und Phytoplankton ausübt.

Die Studie soll mit Hilfe von Freilandstudien und Düngexperimenten zur Kenntnis der Primärproduktion des Pantanal-Ökosystems beitragen, wobei den Freilandstudien ein größeres Gewicht zukommt. Die Bestimmung der Algenbiozönosen auf Artebene bildet keinen Schwerpunkt der Arbeit, die wichtigsten Gruppen werden jedoch erfasst. Das Metaphyton wird in dieser Arbeit ebenfalls untersucht, um dessen Bedeutung für das Pantanal-Ökosystem ermitteln zu können. Zur besseren Einschätzung der Ergebnisse werden diese mit denen von Untersuchungen der zentralamazonischen Überschwemmungsflächen der nährstoffreichen Weißwasserflüsse (*várzeas*) und der nährstoffarmen Schwarzwasserflüsse (*igapos*) verglichen.

Die Graslandschaften der Trockenzeit (*seca*) fangen mit einsetzender Regenzeit an zu überfluten. Ein schneller Wechsel der physikalischen und chemischen Bedingungen ist für die auflaufende Wasserphase (*enchente*) charakteristisch. Der Detritus, der sich durch abgestorbenes Tier- und Pflanzenmaterial während der Trockenzeit angesammelt hat, wird während der *enchente* schnell abgebaut. Es kommt zur Freisetzung und Anreicherung von gelösten anorganischen Nährstoffen im Wasser, sowie zu einem Anstieg der Leitfähigkeit und Algenbiomasse. Das Wasser wird von Algen dominiert, die die Trockenzeit überlebt haben oder als Dormanzstadien überdauern konnten. Sie sind in der Lage die im Wasser verfügbaren Nährstoffe schnell zu assimilieren.

Mit steigendem Wasser sinkt der Nährstoffgehalt durch Verdünnung und Aufnahme der Nährstoffe durch Algen und Makrophyten. Die Algendichte nimmt aufgrund der Verdünnung und Ausschwemmung ebenfalls ab, während die Transparenz des Wassers und das Wachstum von emersen und submersen aquatischen Makrophyten zunimmt.

Während der Hochwasserphase (*cheia*) ist der Großteil des Pantanals überschwemmt. Das Wasser ist weitestgehend transparent und frei von Algen. Im Boden wurzelnde Makrophyten sind in der Lage, die aufgrund der Verdünnung des Wassers in geringen Konzentrationen im Wasser verfügbaren Nährstoffe zu assimilieren und festzuhalten, da sie auch auf Nährstoffe im Boden zurück greifen können. Diese Situation spiegelt auch der geringe Ionengehalt des Wassers wider. Das Fehlen von verfügbaren Phosphor- und Stickstoffverbindungen wirkt sich nachteilig auf das Algenwachstum aus. Algen der Trockenzeit wie z.B. *Microcystis flos-aquae*, *Oscillatoria limosa* und *Euglena sanguinea* verschwinden und es sind fast nur noch Desmidiaceae vorherrschend, die für ihr Vorkommen in nährstoffarmen Gewässern charakteristisch sind.

Während der ablaufenden Wasserphase (*vazante*) beginnt der Wasserspiegel wegen des nachlassenden Regens wieder zu sinken. Das Wasser ist während dieser Phase durch ansteigende Nährstoffkonzentrationen und hohe Leitfähigkeiten gekennzeichnet. Diese Situation entsteht durch das Absterben der aquatischen Flora und Fauna aufgrund der zunehmenden Austrocknung des Wasserkörpers. Große Mengen an Fischen und Invertebraten werden Beute von Wasservögeln und Reptilien, deren Exkremente das Wasser weiter mit Nährstoffen anreichern. Die Desmidiaceae sind unter den Algen weiterhin dominant, aber es treten mit zunehmendem Nährstoffangebot auch Algen aus der Trockenzeit auf, zu denen insbesondere Arten der Cyanophyta und Euglenophyta gehören.

Nach Trockenfallen während der *seca* erobern terrestrische Graslandschaften die Flächen. Sie nutzen die Nährstoffe, die bei der Zersetzung der abgestorbenen aquatischen Makrophyten frei werden. Die Desmidiaceae in den verbleibenden Gewässern verschwinden weitestgehend, während andere Grünalgen, Euglenophyceen und Blaualgen auftreten.

Der Flutpuls ermöglicht die alternierende Dominanz von Phytoplankton und aquatischen Makrophyten innerhalb eines Jahres. Düngungsexperimente zeigen, dass eine Gruppe dominant bleibt, wenn sie die Möglichkeit hatte sich etablieren zu können. Dabei konkurrieren die Makrophyten und Algen um die im Wasser verfügbaren Nährstoffe und das Licht. Eine kurzfristige Nährstoffreduktion allein reicht nicht aus, um von einem Phytoplankton dominierten Zustand in einen Makrophyten dominierten zu wechseln. Die Verdünnung des Wassers und die damit verbundene Verbesserung des Lichtklimas während der *cheia* ist für den Wechsel des Systems von einem Algen dominierten zu einem Makrophyten dominierten Zustand verantwortlich.

Die erhöhte Biomasseentwicklung und die höheren Primärproduktionsraten des Phytoplanktons sind während der Niedrigwasserphasen auf das größere Angebot der Nährstoffe zurück zu führen. Das kann anhand von Düngexperimenten bestätigt werden, in denen insbesondere nach der Düngung mit Ammonium die Algenbiomasse stark anstieg. Nährstoffdüngungen direkt in die exponierten Flaschen der Primärproduktionsmessung weisen jedoch nicht auf eine N- oder P-Limitierung der C-Aufnahmerate hin. Während der *cheia* wirken hohe Lichtintensitäten inhibierend auf die Primärproduktion des Phytoplanktons.

Das Algenwachstum scheint insbesondere in der *seca* und in der Übergangszeit zur *enchente* nicht nährstofflimitiert zu sein. Zu diesem Zeitpunkt scheint dem Licht als limitierender Faktor mehr Bedeutung zu zukommen.

Aufgrund der sehr niedrigen gelösten anorganischen Kohlenstoffkonzentration im Wasser ist eine C-Limitierung, insbesondere während der *cheia*, wahrscheinlich.

Die Bedeutung des Periphytons ist während der *cheia* gering, nimmt aber in der *vazante* zu, da die Makrophyten aufgrund von Seneszenz angreifbarer zu sein scheinen.

Das Metaphyton, das sich in Flocken aus Detritus und Pflanzenresten sammelt und kein festes Substrat benötigt, scheint dagegen während der *cheia* eine wichtigere Rolle zu spielen. Abbauprozesse, die innerhalb des Konglomerats stattfinden, schaffen günstige Bedingungen für das Metaphyton, die ihm Konkurrenzvorteile verschafft.

Die Gewässer des Pantanals sind bezüglich ihrer abiotischen Parameter (mit Ausnahme der Wasserfärbung), Nährstoffverhältnisse, Algenbiomassen und C-Aufnahmeraten des Phytoplanktons zwischen den amazonischen Schwarz- und Weißwassern einzuordnen. Die Nährstoffsituation während der Hochwasserphasen spiegelt eher die Bedingungen der Schwarzwasser wider, während die Situation in der Trockenzeit den Bedingungen in den Weißwassern näher kommt. In dem während dieser Studie untersuchten permanenten Gewässer (Baía Pival), sind die Unterschiede zwischen den Jahreszeiten geringer ausgeprägt als in dem temporären Gewässer („Tümpel“), das während der Trockenzeit ganz austrocknen kann.

Der größte Unterschied zwischen den Gewässern des Pantanals und Amazoniens liegt in der unterschiedlichen Amplitude des Flutpulses begründet. In Amazonien werden submerse Makrophyten nur selten beobachtet, da aufgrund des trüben Wassers und der hohen Flutamplitude die Lichtbedingungen für deren Wachstum stark eingeschränkt sind. Ihr periodisch häufiges und artenreiches Auftreten und ihre vielfältigen Interaktionen mit den Algen des Phytoplanktons, Periphytons und Metaphytons sind im Pantanal entscheidend für die Komplexität der Verhältnisse der verschiedenen Primärproduzenten untereinander.