

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 18, 207-218. Hannover 2006

Interaktionen zwischen Savanne und Regenwald in den nördlichen tropischen Gebieten Australiens in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft

- Sigrid Heise-Pavlov, Queensland, Australien -

Abstract

Past, present and future interactions between savanna and rainforest in northern tropical Australia: Tropical savannas, or savanna woodlands, cover about 93 million ha of the wet dry tropics of northern Australia. The climate is characterised by a long dry season from April/May to November/December and a strong wet season from December to May. Beside coastal dunes, mangroves, flood plains, well-drained subcoastal lowlands and vegetation on sandstone plateaux, numerous patches of monsoonal rainforest can be found scattered within the tropical savannas of Australia.

The existence of these patches is explained by a) the breakdown hypothesis which describes the patches as remnants of a formerly widely distributed rainforest in these areas, or b) the expansion hypothesis which describes the spread of rainforest species onto sites with improved water availability and a certain degree of protection from fire. Fossil records suggest that tropical northern Australia was dominated by a humid tropical environment supporting rainforests in the early Tertiary. The increasing aridity of the continent from mid Miocene on, the prevalence of a cool climate during the Oligocene and the glacial cycles of the Quaternary promoted the development of grasslands and the establishment of fires leading to the existence of fragmented patches of rainforests and fire-tolerant woody plants.

The existence of rainforest patches on geomorphologically young sites and on abandoned settlements as well as on long-term unburnt sites supports the expansion hypothesis.

Aborigines colonised the area at around 50,000 years ago. Their fire management protected the rainforest patches as sacred sites, food sources and camp sites.

With the development of pastoralism by European settlers some 120 years ago, controlled burning ceased leading to high intensity fires reducing the survival of rainforest patches. Introduced animals and exotic weeds changed the frequency and intensity of fires contributing to a re-distribution of grasslands and rainforests.

The current trend of global warming and elevating CO₂ levels will accelerate the observed "vegetation thickening" phenomenon in connection with changes in the distribution and abundance of C3 and C4 grasses in these areas.

1. Einleitung

Tropische Savannen, auch „savanna woodlands“ genannt, bedecken ca. 93 Millionen Hektar der feucht-trockenen Tropen des nördlichen Australiens. Innerhalb dieser Savannen befinden sich zahlreiche mehr oder weniger ausgedehnte Flächen von Regenwäldern, die als monsunale Wälder („monsoon forests“) bezeichnet werden.

Im folgenden werden die Ergebnisse von Studien zusammengefasst, welche versuchen, die Verbreitung dieser monsunalen Wälder zu erklären.

2. Die feucht-trockenen Tropen im nördlichen Australien

Die tropischen Savannen Australiens erstrecken sich von den Kimberleys in West-Australien über den nördlichen Teil der Northern Territories, das sogenannte Top End, und den Golf von Carpentaria, bis zur Halbinsel Cape York, die zu Queensland gehört (Abb. 1).

Das Gebiet ist durch ein Monsunklima mit einer langen Trockenzeit von März-April bis November-Dezember und einer Regenzeit von Dezember bis März gekennzeichnet.



Abb. 1: Der monsunalen Norden Australiens

net. Der jährliche Niederschlag liegt zwischen 1 500 mm an der Spitze der Halbinsel Cape York und 500 mm in der Nähe von Tennant Creek südlich von Darwin. Die Intensität der Regenzeit wird durch den Aufbau der Intertropischen Konvergenzzone über dem nördlichen Australien bestimmt, aber auch stark von den Phasen der El Nino Southern Oscillation beeinflusst; so kann es in einigen Jahren zu einem völligen Ausbleiben der Regenzeit kommen.

Die Temperaturen liegen im Sommer zwischen 25 °C (Minimum) und 33 °C (Maximum) und im Winter zwischen 19 °C (Minimum) und 31 °C (Maximum).

Die Region ist geologisch gesehen sehr divers und umfasst weite Küstengebiete mit Dünenfeldern aus pleistozänen Sandablagerungen, riesige Überschwemmungsgebiete auf Vertosolen und Tenosolen, gut entwässerte Tiefländer auf einer Reihe unterschiedlicher Böden sowie prätertiäre Sandsteinhochebenen mit den zugehörigen Böden. Die Sandsteinhochebenen erreichen eine durchschnittliche Höhe von 500 m NN.

2.1 Die Vegetation der feucht-trockenen Tropen im nördlichen Australien

Die diversen Habitate und Bodenverhältnisse des betrachteten Gebietes bringen eine vielfältige Vegetation hervor, die in Abb. 2 dargestellt ist.

Nach einer vereinfachten Einteilung der Vegetationsformationen durch DUNLOP & WEBB (1991) werden unterschieden:

Küstennahe Dünen, Strände und Mangroven:

Die Vegetation auf den armen Sandböden sowie in salinen Habitaten wird beherrscht von *Casuarina equisetifolia*, *Scaevola sericeae*, *Hibiscus* und *Ipomea*-Arten, daneben von Chenopodiaceen wie *Halosarcia* und von Gräsern wie *Sporobolus*, *Zygochloa* und *Spinifex*-Arten. Diese Formationen zeigen oft enge Affinitäten zu den halophytischen Formationen im Inland von Australien.

Die Mangroven dieses Gebietes sind ausgesprochen artenreich; Nord-Australien wird oft als Zentrum der Mangrovenentwicklung angesehen. Für die Mangroven im Northern Territory wurden ca. 28 Arten beschrieben, u.a. *Xylocarpus granatum*, *Rhizophora apiculata* und die Mangrovenpalme *Nypa fruticans*.

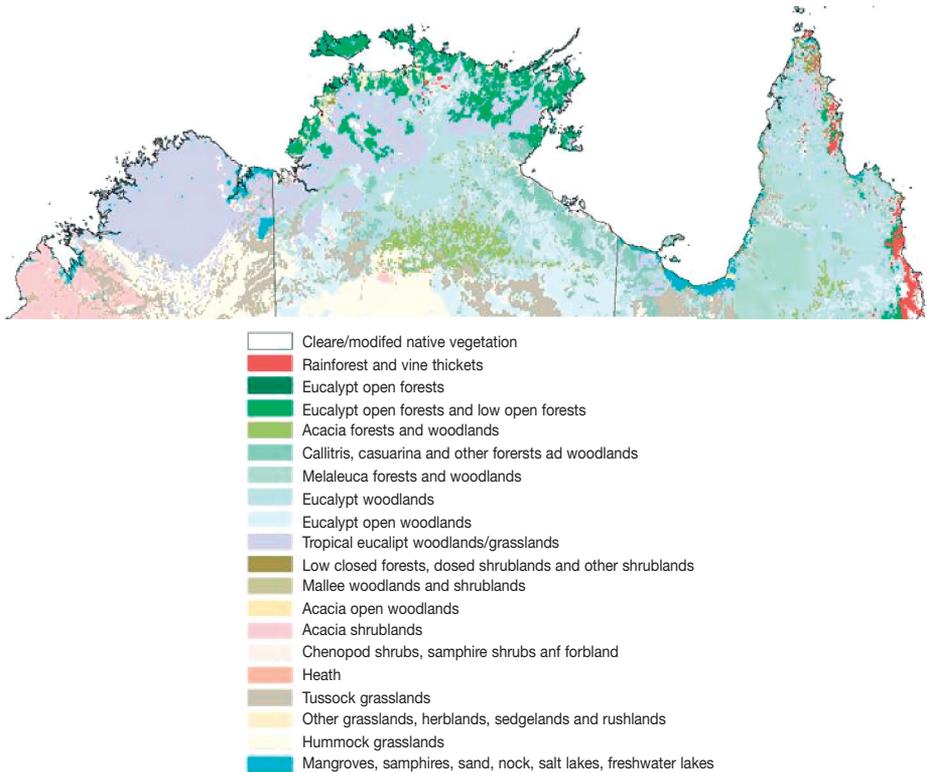


Abb. 2: Pflanzengesellschaften im monsunalen Norden Australiens

Überschwemmungsgebiete:

Diese flachen, baumlosen Gebiete werden von Flüssen durchzogen, die während der Sommerregenzeit über die Ufer treten. In dem geologisch jungen, nach dem letzten glazialen Peak semi-terrestrischen Gebiet finden sich hauptsächlich eingewanderte Arten (u.a.viele asiatische Elemente).

Die Vegetation besteht aus Cyperaceen wie *Fimbristylis*, *Cyperus* und *Eleocharis* sowie aus Poaceen wie *Oryza* und *Hymenachne*. In temporären und teilweise auch permanenten Süßwasserseen, den sogenannten Billabongs, wächst eine reiche Flora mit Nymphaceen, *Urticularia* und *Azolla*; lokal treten *Melaleuca*-Sümpfe auf. Als endemische Art tritt *Bambusa arnhemica* im Northern Territory auf.

Gut entwässerte Tiefländer:

Diese tragen Graslandschaften gemischt mit „*Eucalyptus*-Woodland“-Gesellschaften. Ca. 12 Arten von *Sorghum* wurden identifiziert. Die *Eucalyptus*-Gesellschaften werden von *E. tetradonta* und *E. miniata* dominiert. Als Unterwuchs findet man Akazien und *Terminalia grandiflora*.

Sandsteinhochebenen:

Kennzeichnend ist eine diverse Vegetation von Heidegesellschaften (mit Myrtaceen und Proteaceen) über Hummockgrasländer (mit *Triodia*-Arten und endemischen *Micrairas*-Arten) und „*Eucalyptus*-Woodland“-Gesellschaften (dominiert von *E. herbertiana*, *E. brachyandra* und *E. phoenicea*) bis hin zu Regenwäldern (monsoon forests). Diese Gesellschaften stellen typische Elemente der autochthonen Flora Australiens dar, die sich über einen langen Zeitraum an nährstoffarme Böden angepasst haben.

Feuer treten alle 1 bis 3 Jahre bei einer durchschnittlichen Brennstoffansammlung von 1 bis 9 Tonnen pro Hektar auf (DUNLOP & WEBB 1991). Dabei werden jeweils ca. 50% der Vegetation verbrannt. Zu Beginn der Trockenzeit ist die Intensität der Feuer noch gering, steigert sich dann aber enorm bis zum Ende der Trockenzeit, wenn große Mengen brennbarer Pflanzenteile vorhanden sind. Im allgemeinen dominieren Grasfeuer und Kronenfeuer treten nur selten auf. Die Pflanzen zeigen unterschiedliche Reaktionen auf das Feuer: Am Ende der Trockenzeit beenden Brände die Nachreifungs-Dormanz einiger Gräser und ermöglichen ihnen die Keimung zu Beginn der Regenzeit. *Heteropogon contortus*, *Dicanthium fecundum* und *D. sericeum* zeigen erhöhte Abundanzen nach Bränden, während die Abundanz von *Chrysopogon fallax* nach Feuer abnimmt (HOFFMANN 2003). Die Regenwaldarten können nur Feuer von geringer Intensität überleben, die in unregelmäßigen Intervallen auftreten. *Allosyncarpia ternata*, eine endemische Regenwaldart des Arnhem-Landes im Northern Territory, kann sich nach Feuer vegetativ regenerieren.

2.2 Regenwälder der tropischen Savannen im nördlichen Australien

Die Diversität australischer monsunaler Regenwälder hat zu einer eigenständigen Definition und Einteilung durch australische Wissenschaftler geführt. Nur selten entspricht diese der international üblichen Klassifizierung von Regenwäldern (ADAM 1992). In Australien werden Pflanzengesellschaften mit einem geschlossenen Kronendach als Regenwälder bezeichnet. Die Klassifizierung dieser „closed forests“ folgt heute dem System von WEBB (1978) und WEBB et al. (1984), die auf Grund der Komplexität und dem Vorherrschen bestimmter Strukturelemente 23 verschiedene Typen unterscheiden.

In den westaustralischen Kimberleys wurden ca. 1 500 Fragmente (patches) von monsunalen Regenwäldern kartiert. MCKENZIE et al. (1991) bearbeiteten 99 dieser Bestände in den Jahren 1987 bzw. 1989 und beschrieben vier verschiedene Typen: „complex mesophyll vine-forests“, „semi-evergreen mesophyll vine forests“, „deciduous vine thickets“ und „vine forests and thickets“. Die Größe dieser Regenwaldbestände variiert von einigen Bäumen bis zu einer Fläche von 150 Hektar.

Im Northern Territory sind ca. 10 000 Vorkommen von „monsoon vine thickets“ bekannt, von denen RUSSEL-SMITH (1991) 1 219 kartierte und folgende Typen unterschied: „vine-forests on sandstone“, „vine forests on rocky outcrops“, „vine forests of lower river plains“ und „coastal vine forests“. Die Bestände können mehrere Hundert Hektar groß sein, haben aber meist nur eine durchschnittlich Ausdehnung von 5 Hek-

tar. Im Northern Territory werden die meisten Regenwälder in den saisonal trockenen Habitaten auf Sandstein von der endemischen Art *Allosyncarpia ternata* (Myrtaceae) dominiert. Daneben finden sich einige endemische Palmen wie *Livistona benthamii* und *Carpentaria accuminata*.

Auf der Cape York-Halbinsel haben BELL et al. (1987) sieben Regionen mit monsunalen Regenwäldern beschrieben, die insgesamt eine Fläche von 260 000 Hektar einnehmen. Sie befinden sich hauptsächlich entlang der Ostküste, einige entlang der Westküste und einige wenige verstreut auf der Halbinsel. Sie wurden folgenden Typen zugeordnet: „semi-deciduous mesophyll vine forests“, „notophyll vine forests“, „semi-evergreen notophyll vine forests“, „vine thickets“ und „simple notophyll vine forests“.

3. Welche Faktoren bestimmen die Verteilung von Regenwäldern in tropischen monsunalen Savannen von Australien?

Niederschlagsmenge?

Monsunale Wälder wachsen in Gebieten mit weniger als 700 mm Jahresniederschlag, insbesondere im Northern Territory. Hier und in West-Australien (den Kimberleys) wurde keine Korrelation zwischen der Verteilung der jährlichen Niederschläge und der der monsunalen Wälder festgestellt. Eine Ausnahme stellt lediglich die Westküste der Cape York-Halbinsel dar, wo die Regenwald-Typen nördlich und südlich von Weipa stark von der Niederschlagsmenge bestimmt werden (ADAM 1992).

Einige Arten der monsunalen Regenwälder haben sich als trockenresistent erwiesen: So kann z.B. *Allosyncarpia ternata* in jeder Sommerregenzeit eine Vielzahl von Stämmen entwickeln, von denen die meisten jedoch während der folgenden Trockenzeit wieder absterben. Parallel dazu entwickelt diese Art aber ein umfangreiches Wurzelwerk und anschließend nur noch einen starken Stamm, der enorm wächst (FORDYCE et al. 2000).

Substrat?

Monsunale Wälder gedeihen auf sehr verschiedenen Substraten: Sie wachsen auf Sanden, granitischen Felsen, den sogen. Inselbergen, auf Sandstein und lateritischen Erden (BOWMAN 2000).

Bodeneigenschaften?

Neben dem Gehalt an Ton, Sand und Schlamm im Oberboden wurden Abflussverhältnisse, Feuchtigkeitsgehalt und Fruchtbarkeit von Böden monsunaler Wälder mit denen benachbarter offener Pflanzenformationen verglichen. Dabei konnten keine Unterschiede im Gehalt an Ton, Sand und feinen Sanden (silt) im Oberboden sowie im Feuchtigkeitsgehalt des Bodens während der Trockenzeit gefunden werden. Die monsunalen Wälder wachsen auch auf sehr nährstoffarmen Böden, die mitunter einen Phosphorgehalt von weniger als 500 ppm aufweisen (BOWMAN 2000).

Monsunale Wälder finden sich jedoch auf stark entwässerten Böden, im Randbereich von im Sommer überfluteten Seggenesellschaften, an über die Ufer getretenen Flüssen sowie in der Nähe von sogenannten „soackage pockets“, also Standorten mit Grundwasseraustritt.

Feuer?

Obleich Regenwaldarten als pyrophob gelten, können zahlreiche Arten Feuer geringer Intensität überleben, sofern diese nicht zu häufig auftreten. Sie gehören oft zu Gattungen, die mit zahlreichen feuerresistenten Arten vertreten sind.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass monsunale Wälder hauptsächlich auf Standorten wachsen, die eine Kombination von edaphischen und topografischen Faktoren bieten, welche eine bessere Wasserversorgung als die Umgebung und einen relativen Schutz vor Feuer gewährleisten. Daneben gibt es aber auch monsunale Wälder, für die keine Diskontinuität hinsichtlich abiotischer Faktoren festzustellen ist. Für deren Existenz müssen also andere Erklärungen gefunden werden.

4. Hypothesen zur Verbreitung einiger monsunaler Regenwälder

Als Deutung für die Vorkommen monsunaler Regenwälder, deren Standorte keine typischen Abweichungen hinsichtlich abiotischer Faktoren gegenüber der Umgebung zeigen, werden zwei Hypothesen herangezogen: I. die **Breakdown-Hypothese** und II. die **Expansions-Hypothese**. Für beide Hypothesen gibt es Beweise und beide sollen daher im Folgenden behandelt werden:

Die Breakdown-Hypothese

Diese Hypothese geht davon aus, dass Australien zu Beginn des Tertiärs weiträumig von einem Regenwald bedeckt war, der sich durch die zunehmende Aridität in Refugien zurückgezogen hat. Im Eozän war das Klima feucht-tropisch und erlaubte wahrscheinlich auch im Norden Australiens die Existenz von Regenwäldern. Der einzige Makrofossilienfund deutet aber darauf hin, dass damals im Nordwesten Australiens bereits ein saisonales Klima mit einer Trockenzeit herrschte. Die Abkühlung des Weltklimas im Zuge der Vereisung der Antarktis im Oligozän hatte auf Australien, bedingt durch seine Drift nach Norden, nur einen abgeschwächten Effekt. In der Mitte des Miozäns setzte dann aber eine verstärkte Aridisierung des Kontinents ein. In den letzten 15 Millionen Jahren (KEMP 1981) herrschte ein arides Klima mit natürlichen Feuern vor, was zu einer Fragmentierung bestehender Regenwaldvorkommen führte. Seit dem Pliozän nehmen Pollenfunde von Gräsern in den Pollendiagrammen zu, was auf die Etablierung von Grasländern hinweist. Im Wechsel von glazialen und interglazialen Perioden während des Quartärs erfolgte eine Ausdehnung bzw. Kontraktion der verbliebenen Regenwälder.

Als Beweis für die oben beschriebene Entwicklung wird die fragmentierte Verbreitung einiger monotypischer und endemischer Arten des tropischen monsunalen Australiens herangezogen: *Allosyncarpia ternata* ist im Arnhemland (Northern Territory) endemisch, kann sich nach Feuer in begrenztem Umfang regenerieren und besitzt kaum Verbreitungsmechanismen für seine Samen. Die Samen von *Ilex arnhemensis*, die lokal in Gebieten mit guter Wasserversorgung wächst, zeigt ebenfalls nur geringe Verbreitungsmechanismen. *Livistona inermis* wächst auf Sandstein-Inselbergen des Arnhemlandes, und zwar außer in monsunalen Wäldern auch in offenen Pflanzengemeinschaften. Nordaustralien wird als Zentrum der Diversifizierung dieser Gattung angesehen, deren Arten heute sehr lokal als Endemiten bis weit nach Zentralaustralien zu finden sind.

Ein weiterer Hinweis auf den Rückgang von Regenwäldern lässt sich aus der Verbreitung von aufgegebenen Nestern des Orange Footed Scrub Fowls (*Megapodius reinwardtii*) ableiten. Diese Großfußhühner sind obligate Regenwaldbewohner und legen ihre Eier in meterhohe Komposthaufen, die sie durch Zusammenscharren von Laub und anderen Pflanzenteilen anlegen. Das Vorkommen solcher Nester außerhalb von heutigen monsunalen Wäldern deutet darauf hin, dass an diesen Stellen früher Regenwälder existiert haben müssen (STOCKER 1971). Radiokarbondatierungen und

Bodenprofile im Bereich solche Nester auf der Insel Melville zeigten, dass sich die Bodenverhältnisse in den letzten 5000 Jahren dort nicht verändert haben.

Die Expansion-Hypothese

Nach dieser Hypothese haben sich Regenwälder auf Standorte ausgebreitet, die durch eine bessere Wasserverfügbarkeit gekennzeichnet und weitgehend vom Feuer geschützt sind.

Ihre Präsenz auf geomorphologisch jungen Standorten wie Dünenrücken, Küstensanden und Überflutungsgebieten neuer Flussläufe wird oft als Hinweis auf ihr Vordringen in neu entstandene geeignete Habitate gewertet. Ruinen alter und verlassener menschlicher Ansiedlungen befinden sich heute oftmals innerhalb monsunaler Wälder. So sind z.B. die Überreste von Port Essington, einer von Victoria ausgehenden Ansiedlung, die hier zwischen 1839 und 1849 bestand, völlig von einem „semi-deciduous vine forest“ überwachsen (BOWMAN 2000). Auch Luftaufnahmen der Halbinsel Cobourg weisen auf eine Ausbreitung der monsunalen Wälder hin (BOWMAN 2000) (siehe Abb. 3). Monsunale Wälder dringen ebenso in Gebiete vor, in denen über lange Zeit kein Feuer aufgetreten ist. Ein Beispiel dafür ist die Ansiedlung einiger Regenwaldarten in der Nähe von Solar Village, 35 km südöstlich von Darwin, wo es über 23 Jahre nachweislich nicht gebrannt hat (WOINARSKI et al. 2004).

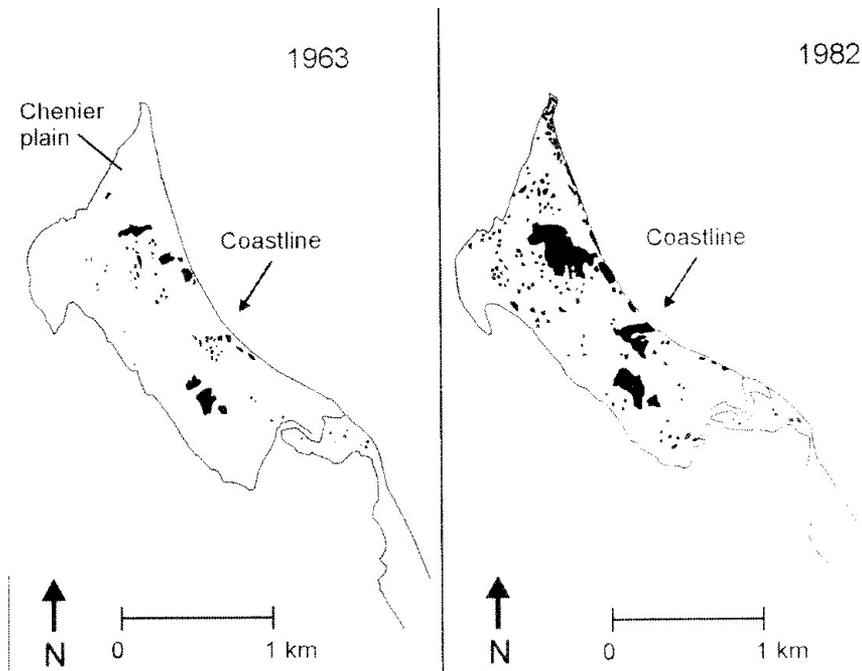


Abb. 3: Ausbreitung monsunaler Waldfragmente auf der Cobourg Halbinsel

Dem Prozess der Besiedlung offener Landschaften durch Arten des geschlossenen Waldes wurden einige Studien gewidmet: Beobachtungen zeigten, dass sich Regenwaldarten meist in der Nähe von großen Eukalyptusbäumen in den Savannen ansiedeln. Untersuchungen von FENSHAM & BUTLER (2004) zeigen, dass dies nicht auf Unterschiede in der Nährstoff- oder Wasserverfügbarkeit des Bodens unter den Euka-

lyptusbäumen zurückzuführen ist. PRICE (1998, 2004) verweist in diesem Zusammenhang auf die Rolle von Vögeln, die sich in den Eukalyptusbäumen niederlassen und mit ihrem Kot Samen von Regenwaldarten unter Eukalyptusbäumen ablegen. Für das Northern Territory wies PRICE eine erhöhte Abundanz von Vögeln zur Zeit der Fruchtentwicklung in 10 Fragmenten monsunalen Regenwälder nach. Dabei spielen Taubenarten eine besondere Rolle, da sie als Frugivore zwischen einzelnen Regenwaldfragmenten wandern.

5. Einflüsse des Menschen auf die tropischen Savannen im nördlichen Australien

Mit den Methoden der Thermolumineszenz und optischen Lumineszenz kann die Präsenz von Aborigines auf 50- bis 60 000 Jahre datiert werden.

Aborigines entfachten meist während der Trockenzeit Feuer, um die Akkumulation von trockenem Pflanzenmaterial und damit die Entwicklung heißer Feuer zu verhindern (HOFFMANN 2004). Monsunale Wälder wurden bei diesem Feuermanagement jedoch als heilige Stätten (Orte übernatürlicher Wesen), als Nahrungsquellen (kohlenhydratreiche Nahrung in Form von Yams, *Dioscorea* und *Ipomoea*-Arten; BOWMAN 2000), als Rückzugsgebiete für Tiere in den langen Trockenzeiten sowie auch als Heimstätten geschützt.

Mit Beginn der Besiedlung durch die europäischen Einwanderer wurde das Land dann vor allem als Weideland genutzt. Dabei erwies sich die Schafhaltung aber bald als unökonomisch, weil Gräser mit spitzen Einrichtungen zur Samenverbreitung (z.B. Black Spear Grass, *Heteropogon contortus*) die Qualität der Wolle minderten, die Bestände durch Dingos reduziert wurden und Schäfer in den 1870er Jahren zu den Goldfeldern abwanderten. Auch die Milchviehwirtschaft erwies sich bald als erfolglos.

Dagegen verbesserten sich die Bedingungen für die Schlachtviehwirtschaft nach Einführung von exotischen Futterpflanzen, wie z.B. *Stylosanthes humilis*, die nährstoffarme einheimische Futterpflanzen ersetzen. Die Nutzung von Rindern der Linie *Bos indicus* und die Versorgung der Tiere mit zusätzlichem Futter während der langen Trockenzeiten führte seit den 1960er Jahren zu einem erheblichen Anwachsen der Tierbestände. Dazu trugen auch Jahre mit guten Regenfällen in den 1970ern bei. Geringe Schlachtviehpreise im Jahr 1978 führten dann zu einem längeren Verbleib der Tiere auf den Weiden, was seit 1980 eine Übergrasung infolge von Überstockung auslöste. Die Tiere eliminierten jeglichen Bodenbewuchs und eine Regenerierung der Grasschicht war stellenweise nicht mehr möglich (siehe Abb. 4).

Das Feuermanagement der Aborigines endete mit der Besiedlung des Gebietes durch Europäer. Dies führte anfangs zu einer Ansammlung von trockenem Pflanzenmaterial und dem Auftreten intensiver Feuer, welche die bestehenden Regenwälder stark schädigten. Durch die steigende Anzahl von Weidetieren wurden jedoch mit der Zeit die Bedingungen für natürliche bzw. traditionelle Feuer reduziert und die Europäer gingen zu einer Brandwirtschaft über, um die Regeneration von Gräsern und damit eine Verbesserung der Weidegründe zu stimulieren. Sich ausdehnende Regenwälder wurden zu Gunsten von Weideland eliminiert.

Mit der Weidewirtschaft war die Einbürgerung von exotischen Pflanzen und Tieren verbunden. Neben *Stylosanthes humilis* wurde das sogenannte Büffelgras, *Cenchrus ciliaris*, eingeführt. Dieses Gras produziert eine hohe Biomasse, ist trockenresistent und regeneriert sich nach Regenfällen schnell; außerdem kann es auf unterschiedlich-



Abb. 4: Übergrasung durch Überstockung

sten Böden gedeihen und führt in seinem Wuchsgebiet zu einem signifikanten Artenrückgang (JACKSON 2005). Das perennierende afrikanische Gras *Pennisetum polystachion* (oft auch „Mission Grass“ genannt) produziert viermal mehr brennbare Pflanzenteile als einheimische Gräser; es behält seine aufrechte Position in trockenem Zustand bei und führt zu sehr heißen unkontrollierbaren Feuern, welche eine Vielzahl von Pflanzengesellschaften über ihr natürliches Regenerationsvermögen hinaus schädigen. In monsonalen Wäldern können diese Gräser als Feuerpfad fungieren.

Ende des 19. Jahrhunderts wurde der Wasserbüffel (*Bulbalus bulbalis*) als Lasttier sowie zur Produktion von Leder in die nördlichen Savannen des tropischen Australiens eingeführt. Bis in die 1950er Jahre gab es noch industriell betriebene Gerbereien, die dann aber auf Grund der geringen Nachfrage und der schlechten Qualität des

Leders zum Erliegen kamen. Wasserbüffel reduzieren als Herbivore die pflanzliche Biomasse und tragen somit zur Veränderung des Feuerregimes bei. Sie können aber auch den Konkurrenzdruck der Gräser auf die Savannenbäume reduzieren und durch zusätzlichen Düngeeffekt die Ansiedlung und Verbreitung von holzigen Arten fördern (WERNER 2005). Andererseits schädigen Wasserbüffel aber Bäume durch Borkenfraß und Feuchtländer durch ihre teilweise aquatische Lebensweise (Schwimmaktivitäten), die zur Entwicklung von „Kanälen“ in aquatischen Pflanzengemeinschaften führt und die Verbreitung exotischer aquatischer Arten fördert.

Auch die Agakröte (*Bufos marinus*) hielt Ende des letzten Jahrhunderts Einzug in die tropischen Savannen Australiens. Diese Kröte war um 1930 aus Südamerika zur Schädlingsbekämpfung in den Zuckerrohrplantagen von Queensland importiert worden. Der Versuch einer biologischen Schädlingsbekämpfung schlug jedoch fehl, und die giftige Kröte schädigt nun die Fauna Australiens durch das Vertilgen von einheimischen Insekten und Kleinfröschen sowie die einheimischen Predatoren durch ihre Giftwirkung.

6. Mögliche Auswirkung der globalen Erwärmung auf die Verteilung von monsunalen Wäldern im tropischen nördlichen Australien

In Australien wurde während des letzten Jahrhunderts eine Erhöhung der Durchschnittstemperatur um 0.8 °C registriert (HUGHES 2003). Die meisten Modelle zur Entwicklung des zukünftigen Klimas sagen eine weitere Temperaturerhöhung voraus, zeigen aber widersprüchliche Prognosen hinsichtlich der Entwicklung des Niederschlages. Im allgemeinen nimmt man jedoch eine Tendenz zur Erhöhung von feuchteren Phasen bis hin zu einer stärkeren Ausprägung der Regenzeit an. Damit verbunden ist eine wahrscheinliche Zunahme von intensiven Wirbelstürmen. Mit den Wirbelstürmen steigt die Menge an Laub und anderem toten Pflanzenmaterial, das durch die Wucht des Sturmes verbreitet wird und bei vorherrschendem trockenem Klima zur Entwicklung von heißen unkontrollierbaren Feuern führen kann.

Die zu erwartende weitere Temperaturerhöhung wird zu einer erhöhten Evaporation der Pflanzen und damit zu Wasserstress während längerer Trockenzeiten führen.

Der häufig genannte Fertilisierungseffekt durch eine erhöhte atmosphärische CO₂-Konzentration wird wahrscheinlich in den tropischen Savannen Australiens auf Grund ihres oft extrem nährstoffarmen Bodens nicht zum Tragen kommen. Dagegen wurde ein akzelleriertes Wachstum von Lianen bei erhöhter CO₂-Konzentration beobachtet. Lianen verwenden mehr Energie auf das Wachstum als auf ihre Stabilität. Dies könnte zu einer weiteren Verbreitung eingeführter Lianen, wie z.B. von *Latana camara* oder *Cryptostegia grandiflora* führen, die dann das Feuer in die Kronendächer von monsunalen Wäldern tragen können.

Wie eine Vielzahl von Experimenten beweist, reagieren C3- und C4-Pflanzen unterschiedlich auf eine Erhöhung der CO₂-Konzentration: C3-Pflanzen besitzen das Potential, ihre optimale Wachstumstemperatur zu erhöhen. Dies würde zu einem verstärkten Wachstum der holzigen Arten führen. Dagegen sind C4-Pflanzen an eine niedrigere CO₂-Konzentration angepasst und werden von einer Erhöhung nur geringfügig profitieren können. Dies könnte zu einer Verschiebung des Anteils von Gräsern bzw. holzigen Pflanzen in den tropischen Savannen Australiens führen, ein Phänomen, dass oft als „vegetation thickening“ beschrieben wird (BOWMAN 2000). In Abhängigkeit von der Frequenz und Intensität der Feuer, welche auf Grund des sinkenden Anteils von

Gräsern abnehmen, aber auf Grund erhöhter Temperatur und damit besserer Zündung auch zunehmen können, kann eine weitere Ausbreitung von monsunalen Wäldern angenommen werden. BOWMAN (2000) wies im Litchfield-Nationalpark eine Zunahme der bewaldeten Fläche von 5% auf 10% zwischen 1941 und 1994 nach; die von Gräsern bedeckte Fläche sank im gleichen Zeitraum von 7% auf 2.5%. Danach könnten sich in den tropischen Savannen im nördlichen Australien bewaldete Flächen in Zukunft möglicherweise vergrößern und solche mit Grasdecken verringern.

Danksagung

Dieser Beitrag wäre ohne die umfangreiche Bibliothek und Literatursammlung meines Mannes, Dr. Peter Heise-Pavlov, nicht möglich gewesen.

Zusammenfassung

Tropische Savannen, auch „savanna woddland“ genannt, bedecken ca. 93 Millionen Hektar der feucht-trockenen Tropen im nördlichen Australien. Das Klima ist hier durch eine lange Trockenzeit von April-Mai bis November-Dezember und eine Regenzeit mit ergiebigen Niederschlägen von Dezember bis Mai charakterisiert. In die tropischen Savannen sind außer küstennahen Dünen, Mangroven, Überschwemmungsgebieten und gut entwässerten Tiefebene sowie der Vegetation auf Sandsteinhochebenen auch zahlreiche Flächen mit monsunalen Regenwäldern eingestreut.

Die Existenz dieser monsunalen Regenwälder kann mit der Breakdown-Hypothese erklärt werden, welche heutige Bestände als Überreste eines früher weit verbreiteten Regenwaldes deutet. Einen anderen Ansatz bietet die Expansions-Hypothese, nach der die Ausbreitung von Regenwaldarten in Gebiete mit verbesserter Wasserverfügbarkeit und relativem Schutz vor Feuern erfolgt. Fossilien deuten darauf hin, dass im frühen Tertiär ein feucht-tropisches Klima im nördlichen Australien eine Regenwaldvegetation förderte. Die zunehmende Trockenheit des Kontinents von der Mitte des Miozäns an, das Vorherrschen eines kühlen Klimas während des Oligozäns und die glazialen Zyklen im Quartär führten zur Entwicklung von Grasländern sowie zur Etablierung von Feuerereignissen und damit zur Fragmentierung der Regenwaldbereiche.

Die Existenz von Regenwald auf geomorphologisch neuen Standorten, in verlassenen Siedlungen und auf langjährig vom Feuer verschonten Standorten unterstützt die Expansions-Hypothese.

Aborigines besiedelten das Gebiet vor ca. 50 000 Jahren. Ihr spezielles Feuermanagement schützte die Regenwälder als heilige Stätten, Nahrungsquellen und Siedlungsplätze.

Mit der Entwicklung der Weidewirtschaft durch europäische Siedler vor ca. 120 Jahren kam das nachhaltige Feuermanagement der Aborigines zum Erliegen, was zu intensiven Feuern führte, die das Überleben von Regenwaldfragmenten beeinflussten. Auch die Einführung von Nutztieren und exotischen Pflanzen wirkte sich auf die Häufigkeit und Intensität der Feuer aus und trug dadurch zur Neuverteilung von Grasland und Regenwald bei.

Der gegenwärtige Trend der globalen Erwärmung und der Erhöhung des atmosphärischen CO₂-Gehaltes wird zu einer Zunahme der beobachteten „Vegetationsverdichtung“ in Verbindung mit Veränderungen in der Verteilung und Abundanz von C3- und C4-Gräsern führen.

Literatur

- ADAM, P. (1992): Australian Rainforests. 308 S. – Clarendon Press, Oxford.
- BELL, F.C., J.W. WINTER, L.I. PAHL & R.B. ATHERTON (1987): Distribution, area and tenure of rainforest in northeastern Australia. – Proceedings of the Royal Society of Queensland **98**: 27-39.
- BOWMAN, D.M.J.S. (2000): Australian Rainforest – Islands of green in a land of fire. 361 S. – Cambridge University Press, Cambridge.
- DUNLOP, C.R. & L.J. WEBB (1991): Flora and Vegetation. – In: HAYNES, C.D., M.G. RIDPATH & M.A.J. WILLIAMS, (eds.) (1991): Monsoonal Australia – Landscape, Ecology and Man in the Northern Lowlands. 246 S. – A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- FENSHAM, R.J. & D.W. BUTLER (2004): Spatial pattern of dry rainforest colonising unburnt Eucalyptus savanna. – Austral. Ecology **29**: 121-128.
- FORDYCE I.R., D. EAMUS & G.A. DUFF (2000): Episodic seedling growth in *Allosyncarpia ternata*, a lignotuberous, monsoon rainforest tree in northern Australia. – Austral. Ecology **25**: 25-35.
- HOFFMAN, B.D. (2003): Responses of ant communities to experimental fire regimes on rangelands in the Victoria River District of the Northern Australia. – Austral. Ecology **28**: 182-195.
- HUGHES, L. (2003): Climate change and Australia: Trends, projections and impacts. – Austral. Ecology **28**: 423-443.
- JACKSON, J. (2005): Is there a relationship between herbaceous species richness and buffel grass (*Cenchrus ciliaris*)? – Austral. Ecology **30**: 505-517.
- KEMP, E.M. (1981): Pre-Quaternary fire in Australia. – In: A. M. GILL, R.H. GROVES & I.R. NOBLE (eds.), Fire and the Australian Biota. – pp. 3-21, Academy of Science, Canberra.
- MCKENZIE, N.L., L. BELBIN, G.J. KEIGHERY & K.F. KENNEALLY (1991): Kimberley rainforest communities: patterns of species composition and Holocene biogeography. pp. 423-451. – In: N.L. McKenzie, R.B. Johnston & P.G. Kendrick (eds.), Kimberley Rainforests of Australia., 578 S. – Surrey Beatty & Sons Pty. Ltd. Sydney.
- PRICE, O.F. (1998): Frugivorous bird movement and conservation of monsoon rainforests of the Northern Territory. – Australia PhD Thesis, Australian National University, Canberra, ACT Australia.
- PRICE, O.F. (2004): Indirect evidence that frugivorous birds track fluctuating food resources among rainforest patches in the Northern Territory, Australia. – Austral. Ecology **29**: 137-144.
- RUSSEL-SMITH, J. (1991): Classification, species-richness, and environmental relations of monsoon rainforest in northern Australia. – J. Veg. Sci. **2**: 259-278.
- STOCKER, G.C. (1971): The age of charcoal from old jungle fowl nests and vegetation changes on Mellville island. – Search **2**: 28-30.
- WEBB, L.J. (1978): A general classification of Australian rainforest. – Australian Plants **9**: 349-363.
- WEBB, L.J., TRACEY, J.G. & WILLIAMS, W.T. (1984): A floristic framework of Australian rainforests. – Australian Journal of Ecology **9**: 169-198.
- WERNER, P.A. (2005): Impact of feral buffalo and fire on growth and survival of mature savanna trees: an experimental field study in Kakadu National Park, northern Australia. – Austral. Ecology **30**: 525-647.
- WOINARSKI, J.C.Z., J. RISLER & L. KEAN (2004): Response of vegetation and vertebrate fauna to 23 years of fire exclusion in a tropical Eucalyptus open forest, Northern Territory, Australia. – Austral. Ecology **29**: 156-176.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Sigrid Heise-Pavlov, PavEcol, 211 Turpentine Road, Diwan, via Mossman, 4873, Queensland, Australia

ryparosa@bigpond.com

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Heise-Pavlov Sigrid

Artikel/Article: [Interaktionen zwischen Savanne und Regenwald in den nördlichen tropischen Gebieten Australiens in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft 207-218](#)