

AMAZONIANA	IV	4	367–378	Kiel, Dezember 1973
------------	----	---	---------	---------------------

Da cooperação entre Max-Planck-Institut für Limnologie, Abteilung Tropenökologie, Plön, Alemanha, e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus–Amazonas, Brasil

Aus der Zusammenarbeit zwischen Max-Planck-Institut für Limnologie, Abteilung Tropenökologie, Plön, Deutschland, und Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus–Amazonas, Brasilien

## Zur Hydrographie und Makrobenthosfauna tropischer Lagunen in den Savannen des Território de Roraima, Nordbrasilien

von

Friedrich Reiss

Max-Planck-Institut für Limnologie, Abteilung Tropenökologie, Plön, Deutschland

Die geschlossene Walddecke des immergrünen tropischen Regenwaldes des Amazonasgebiets geht nach Norden teilweise in offene Savannenlandschaften über, von denen die Llanos des Orinosystems das bekannteste Beispiel bieten. Einen ähnlichen Vegetationstyp besitzt auch der Nordostteil des Território de Roraima am oberen Rio Branco mit der an seinem Ufer gelegenen Stadt Boa Vista.

Dieses Gebiet, das sich ostwärts bis weit nach Britisch Guayana hinein erstreckt (vgl. EDEN 1970; HUECK und SEIBERT 1972), ist bisher biologisch kaum und limnologisch noch nicht untersucht worden, obwohl es eine Fülle fließender und stehender Gewässer aufzuweisen hat, unter denen insbesondere die im folgenden behandelten zahlreichen, flachen Lagunen auffallen (Abb. 1).

Die Siedlung Boa Vista (90 m ü.N.N.) liegt in einer nahezu baumlosen Grassavanne, die sich, leicht ansteigend, bis an die Ausläufer des Berglandes von Guayana erstreckt. Unterbrochen wird die Einförmigkeit der Landschaft durch Galeriewald entlang der Flüsse, die die Ebene durchziehen. An kleinen Fließgewässern und sumpfigen Stellen ist die feuchtigkeitsliebende Palme *Mauritia flexuosa* (TAKEUCHI 1960:530) bestandsbildend (Abb. 2). Hinzukommen kann eine weitere Art, *Mauritia minor* (EDEN 1970:25), die ihre Hauptverbreitung in den Llanos des Orinoco hat. Den Bergen zu wird der Baumbestand in der Savanne durch die Zunahme der immergrünen *Curatella americana* merklich dichter.

Die Diskussion über die Ursachen des Auftretens großflächiger Savanneninseln im tropischen Regenwald des Amazonasgebiets ist noch nicht abgeschlossen. Es dürfte sich vorwiegend um die kombinierte Wirkung edaphischer und klimatischer Faktoren handeln. Hinzu kommen in jüngerer Zeit die Auswirkungen der Viehzucht, die mit Überweidung sowie regelmäßigem Abbrennen der trockenen Savannengräser einhergeht. Die Brände führen zu Schädigungen der Jungpflanzen von *Curatella americana* und anderer Holzgewächse. Viehtritt mit Zerstörung der Grasnarbe kann lokal zu starker Bodenerosion führen, sodaß die

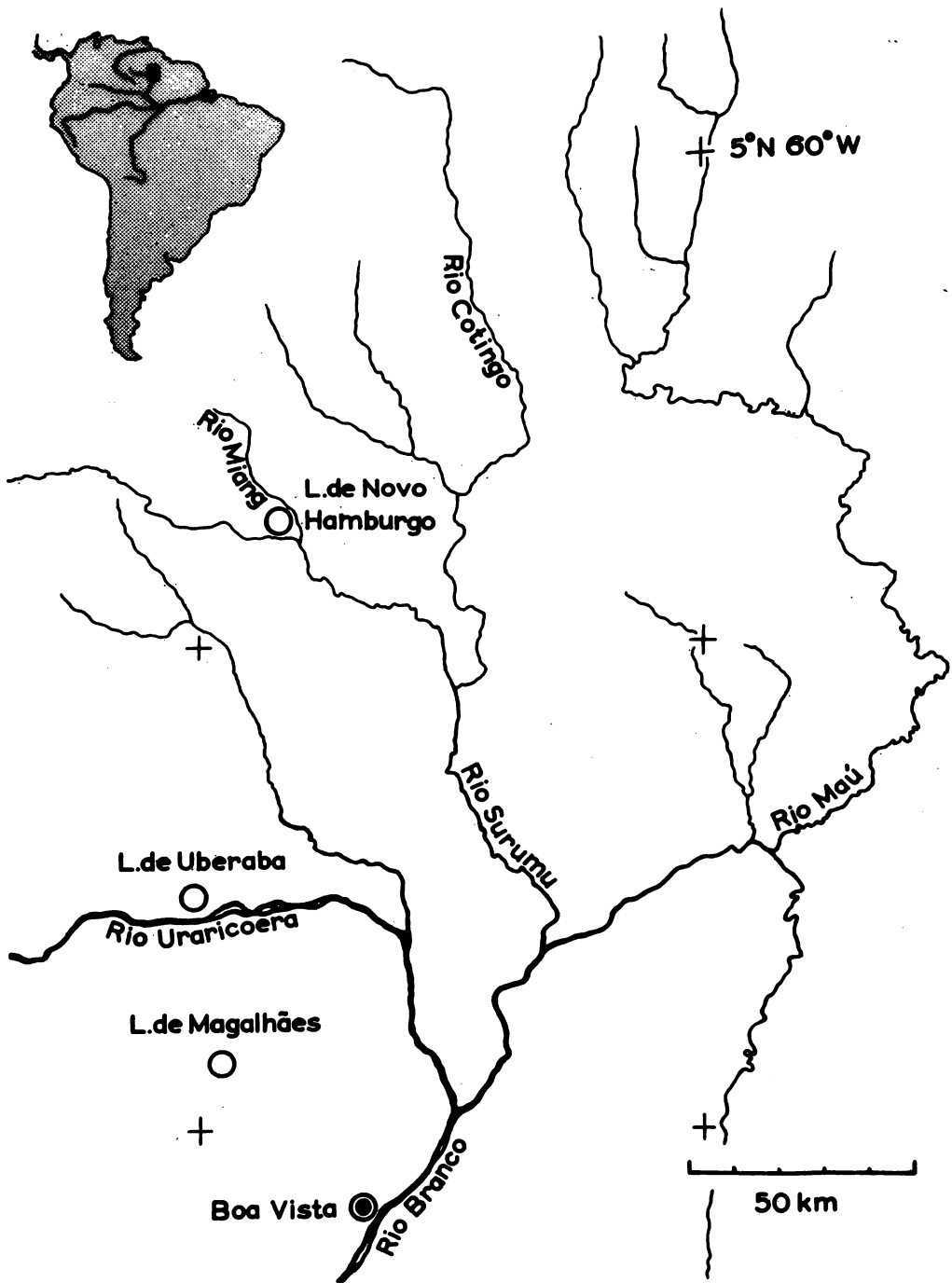


Abb. 1. Nordostteil des Território de Roraima mit den Untersuchungsstellen.



Abb. 2. Savanne an der Laguna de Magalhães mit Beständen von *Mauritia flexuosa*



Abb. 3. Astatische Lagunen bei Boa Vista zu Beginn der Trockenzeit (6.12.1971)

Savanne uns heute in einer anthropogen veränderten Form gegenübertritt.

Der durchschnittliche jährliche Niederschlag beträgt in Boa Vista im 32-jährigen Mittel 1 584 mm. Den Niederschlagsmaxima von etwa 300 mm in den Monaten Mai bis Juli steht eine ausgedehnte Trockenzeit gegenüber, die mit unter 50 mm monatlichem Niederschlag von November bis März reicht (GUERRA 1957). Zur Regenzeit werden entlang der Flüsse breite Streifen überschwemmt. Die dabei betroffenen Galeriewälder stellen einen besonderen Typ von Überschwemmungswald dar.

Jedoch auch die Savanne selbst wird zur Regenzeit stellenweise, bedingt durch die nicht genügend rasch abfließenden Niederschlagsmengen von durchschnittlich 1 m während eines Vierteljahres, überflutet. Die maximale Stauhöhe dürfte nach eigenen Beobachtungen 1 m kaum überschreiten, während in den vergleichbaren Llanos bajos des Orinoco zwei und mehr Meter erreicht werden. Mit beginnender Trockenzeit trocknen die überstauten Flächen rasch ab, und schon zu Anfang Dezember sind nur noch Restlachen von maximal 0,3 m Wassertiefe zurückgeblieben (Abb. 3). Dem Augenschein nach leiden die Savannengräser kaum unter der Überschwemmung, und die Grasnarbe wird nicht zerstört. Vegetationsfreie Bodenflächen, die direkt auf die Einwirkung der Regenzeit zurückzuführen wären, konnten nicht beobachtet werden.

Eine nennenswerte submerse Flora und Makrobenthosfauna scheinen diese astatischen Gewässer trotz ihrer großen Flächenausdehnung nicht zu besitzen. So konnten während der Untersuchungszeit, Anfang Dezember 1971, in 6 Bodengreiferproben und zahlreichen Kescherproben nur wenige kleine Chironomidenlarven nachgewiesen werden.

Außer den eben geschilderten astatischen Lagunen weist die tropische Feuchtsavanne am oberen Rio Branco noch einen zweiten häufigen Lagumentyp auf. Diese Gewässer liegen in flachen Depressionen, werden normalerweise von den Regenzeit-Überschwemmungen nicht erreicht und sind perennierend. Bei einer Maximaltiefe von etwa 4 m zu Beginn der Trockenzeit, haben sie eine Längenausdehnung von rund 100 bis 500 Metern. Welche Ausdehnung und Tiefen zur Regenzeit herrschen ist mir nicht bekannt. Ihre Form variiert von annähernd kreisrund bis länglich, jedoch treten vereinzelt auch gelappte Umrisse auf. Die submerse Makrophytenvegetation und die Benthosfauna sind gut entwickelt. Auch größere Endkonsumenten, wie etwa Krokodile, sind anzutreffen, was auf eine ebenfalls gut entwickelte Fischfauna schließen läßt.

Über die Entstehung der Depressionen ist wenig bekannt. RUELLAN (1957:123-124) führt die von ihm benannten "depressões fechadas" auf an- oder ausgewaschene Gipsablagerungen im Untergrund zurück. Seiner Deutung nach könnte es sich um Karstformen, präziser um ungewöhnlich flache Nachsackungsdolinen, handeln, bei den Lagunen um Dolinenseen. Ein Indiz für diese Vorstellung ist das konzentrierte Auftreten der Depressionen entlang von Wasserläufen (RUELLAN 1957:144), ein für Dolinen bekanntes karstmorphologisches Phänomen (MAULL 1958:307). Da bisher jedoch der Nachweis von gipsführenden Schichten im Untergrund, mangelnder Tiefenbohrungen wegen, fehlt, muß Ruellan's Vorstellung hypothetisch bleiben. Auch die wenigen vorliegenden Wasseranalysen aus den dortigen Fließgewässern erlauben keinen Schluß auf noch anstehende Gips- oder Salzvorkommen. Die niedrigen Leitfähigkeitswerte<sup>1)</sup> von 17,6 – 20,4  $\mu\text{S}_{20}$  weisen im Gegenteil auf eine ausgeprägte

<sup>1)</sup>Diese und weitere im Text erwähnten Analysen wurden von Antonio dos Santos, INPA, Manaus, durchgeführt, wofür an diese Stelle herzlich gedankt sei.

Elektrolytarmut im Einzugsgebiet hin.

In den Flußtälern selbst oder auf den sie begleitenden niedrigen Flußterassen findet man einen weiteren Typ perennierender Lagunen. Seine Entstehung läßt sich auf isolierte Altwasserarme des rezenten Drainagesystems, bei den auf Terrassen liegenden Lagunen eventuell auf Reste älterer Flußläufe zurückführen. Sie unterscheiden sich von den *Depressionslagunen* durch ihre Beckenmorphologie, indem sie meist senkrecht abbrechende Ufer haben und damit im Querschnitt eine kastenförmige statt eine flach schüssel-förmige Beckenform aufweisen. Man kann diese Gewässer als *Altwasserlagunen* bezeichnen.

Die Speisung der ganzjährig wasserführenden Lagunen hängt von ihrer Lage zu den Flüssen ab. Sind die von diesen dauernd isoliert und werden überwiegend von Regenwasser – direkt oder indirekt über Oberflächenwasser, das von der Savanne zuläuft – gespeist, so darf man einen extrem elektrolytarmen Wasserkörper erwarten. Dies ist auch tatsächlich bei den beiden untersuchten Depressionslagunen der Fall. Sowohl die Laguna de Magalhães als auch die Laguna de Uberaba (siehe unten) weisen an der Oberfläche Leitfähigkeitswerte von nur  $4,5 - 5,4 \mu S_{20}$  auf. Dies sind meines Wissens die niedrigsten, in größeren stehenden Gewässern gemessenen Werte, die etwa denen destillierten Wassers ( $\sim 2 \mu S_{20}$ ) entsprechen. Niederschlagsgewässer, die in und bei Manaus, Zentralamazonien, genommen wurden, zeigen im Vergleich einen Durchschnittswert ( $n = 57$ ) von  $6,13 \mu S_{20}$ , der sogar noch etwas höher liegt als in den Lagunenwässern (ANONYMUS 1972).

Die Frage, weshalb die zu- und abflußlosen Depressionslagunen bei der hohen Verdunstungsrate im tropischen Klima nicht die zu erwartenden Versalzungserscheinungen zeigen, kann nur hypothetisch beantwortet werden. Offenbar gewährleisten die stark lehm- und tonhaltigen Savannenböden doch eine genügend hohe Wasserdurchlässigkeit, sodaß ein Austausch zwischen dem Grundwasser und dem Wasserkörper der Lagunen stattfinden kann. Überwiegende Speisung der Lagunen aus dem Grundwasser halte ich für nicht sehr wahrscheinlich. Grundwasser, das einem Brunnen an der Laguna de Magalhães entnommen wurde, wies eine relativ hohe Leitfähigkeit von  $36,5 \mu S_{20}$  auf. Dieser Wert liegt 8-fach höher als in der Lagune selbst. Hohe Anteile eines solch elektrolytreichen Grundwassers müßten die Leitfähigkeitswerte in der Lagune ansteigen lassen.

Sind die Lagunen zeitweilig, d.h. zur Regenzeit, mit den Flüssen verbunden, wie dies bei den Altwasserlagunen der Fall ist, so bewirkt das einströmende elektrolytreichere Flußwasser eine Erhöhung der Leitfähigkeit. Dies konnte an der Laguna de Novo Hamburgo (siehe unten) nachgewiesen werden. Hier betrug die Leitfähigkeit  $7,4 \mu S_{20}$ .

Alle perennierenden Lagunen dürften nicht unerheblichen Wasserstandsschwankungen unterliegen, über deren Ausmaße und Auswirkungen auf die aquatische Flora und Fauna jedoch keine Daten vorliegen.

Die folgenden 3 Lagunen wurden während eines Aufenthaltes vom 6. – 11. Dezember 1971, d.h. zu Beginn der Trockenzeit, untersucht.

#### Laguna de Magalhães

Diese Depressionslagune liegt etwa 40 km nordwestlich von Boa Vista an der Straße BR-174, die nach Venezuela führt. Die sie umgebende offene Grassavanne trägt außer kleinen Beständen von *Mauritia flexuosa* und wenigen kleinen Exemplaren von *Curatella americana* keine Bäume. Der Umriss ist bei einem Durchmesser von  $\sim 400$  m nahezu kreisrund;

maximale Wassertiefe 3,5 m. Die sumpfigen Ufer sind von einem nahezu geschlossenen Cyperaceae-Gürtel in einer Breite von 10 – 50 m bestanden (Abb. 4). MYERS (1936: 171) gibt für solche Standorte *Eleocharis geniculata* und *Cyperus articulatus* an.



Abb. 4. Laguna de Magalhães (Depressionslagune) mit Cyperaceae-Gürtel

Wasserbeschaffenheit (Seemitte, Oberfläche):

Temperatur 28,7°C; Farbe hellgrün; Sichttiefe > 3,5 m; pH 5,6 – 5,7; Leitfähigkeit 4,5 – 5,4  $\mu\text{S}_{20}$ ; SBV < 0,05 mval/l;  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch 16,43 mg/l; Humussubstanz 0,0 mg/l;  $\text{Ca}^{++}$  0,0 mg/l;  $\text{Mg}^{++}$  0,0 mg/l;  $\text{Cl}^-$  0,9 mg/l.

Die hohe Sichttiefe erlaubt eine reiche Entwicklung submerser Makrophyten. An den Cyperaceae-Gürtel schließt sich bis in etwa 1 m Wassertiefe eine Zone von *Mayaca* sp. an, auf die bis in  $\sim 3$  m Tiefe ein *Sagittaria*-Gürtel folgt. Die *Mayaca*- und *Sagittaria*-Bestände können ineinander übergehen und sind stellenweise von *Utricularia* sp. durchsetzt. Das zentrale Lagenbecken ist vegetationsfrei. Die Sedimente bestehen aus feinem bis mittelgrobem Sand mit einer dünnen Auflage von organischem Grobdetritus. Die Detritusschicht erreicht an der Grenze der submersen Makrophyten zum vegetationslosen Seegrund eine Stärke von  $\sim 2$  cm und kann dort durch einen hohen Anteil von Feindetritus schlammigen Charakter annehmen. An diese Sedimentationszone überwiegend organischen Materials, die nur wenige Meter breit ist, schließen sich die fast reinen Sande der Tiefenzone an.

Die Makrobenthosfauna wurde entlang eines Profils aufgenommen. Benutzt wurde ein Ekman-Birge-Bodengreifer und ein Siebnetz mit der Maschenweite von 400  $\mu$ .

0,2 und 0,5 m Wassertiefe; dichter gemischter Bestand von *Mayaca* sp. und *Utricularia* sp. auf Sand

1,5 m; reiner *Sagittaria*-Bestand auf Sand

2,5 m; auslaufender *Sagittaria*-Bestand auf Sand mit dünner Detritusauflage

3,0 m; kein Makrophytenbewuchs. Sand mit geschlossener Detritusauflage

3,5 m; reiner Sandboden ohne Bewuchs

Die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Makrobenthosfauna zeigt Tabelle 1. Zum überwiegenden Teil handelt es sich um Insektenlarven, unter denen wiederum die Chironomidae mit 68,3% der durchschnittlichen Gesamtabundanz von 1 803 Ind./m<sup>2</sup> dominant sind. Subdominant treten die Oligochaeta (9%) und Hydracarina (7%) auf.

Während die Dytiscidae, Odonata, Ephemeroptera und Hirudinea offenbar ausschließlich im "Uferbereich" in geringer Abundanz vorkommen, erreichen unter den Chironomidae die Tanytarsini auf den reinen Sandböden der Tiefe die höchsten Werte absoluter und relativer Abundanz.

Eine nähere Bearbeitung der Tanytarsini-Larven und -puppen ergab, daß es sich um 2 *Tanytarsus*-Arten handelt, die in etwa gleicher Abundanz vergesellschaftet sind. Die Imago der einen Art wurde vor kurzem als *Tanytarsus ligulatus* (REISS 1972:81–82) beschrieben. Ihr bisher bekanntes Verbreitungsgebiet umfaßt Zentralamazonien und dessen nördliches Randgebiet. Überall wurde die Art in der Umgebung sehr elektrolytarmer Schwarz- und Klarwässer gefunden, die offenbar ihre spezifischen Wohngewässer darstellen.

Untersuchungen des Darminhaltes ergaben, daß die Larven von *T. ligulatus* den organischen Detritus, mit dem die Sandsedimente durchsetzt sind, d.h. Blatt- und Stengel-fragmente vorwiegend submerser Pflanzen, aufnehmen.

Die Larven der zweiten *Tanytarsus*-Art konnten bisher noch keiner *Tanytarsus*-Imago (vgl. FITTKAU und REISS 1973) zugeordnet werden, da weder Zuchten noch reife ♂ Puppen vorlagen. Die Mundwerkzeuge des Larvenkopfes, insbesondere die Mandibeln und das Labium weisen Sondermerkmale auf, die die Larve als Nahrungsspezialist ausweisen könnten. Eine Durchsicht des Darminhaltes, der dieselbe Zusammensetzung wie bei der vorigen *Tanytarsus*-Art hat, bestätigt diese Vermutung jedoch nicht.

Während die Zahl der *Tanytarsus*-Larven vom Ufer zur Tiefe hin zunimmt, weist die Vertikalverteilung der Chironomini-Larven eine gegenläufige Tendenz auf. Ihre höchsten Abundanzwerte werden in der Zone der submersen Makrophyten erreicht. Die durchschnittliche Gesamtabundanz ist nur unwesentlich niedriger als die der *Tanytarsus*-Larven.

Die Chironomi-Fauna setzt sich aus mindestens 5 Arten zusammen. Nach Imaginalfängen in der Ufervegetation und der Exuvien-Oberflächendrift kommen folgende Formen in Frage:

*Chironomus* sp. nov., *Parachironomus* sp. nov., 2 Chironomi gen. nov., cfr.

*Cryptocladopelma* sp. nov.

Der durchschnittliche Biomassenwert aus den 6 Proben ist mit 0,88g Naßgewicht/m<sup>2</sup> für dieses vom Wasserchemismus her gesehen extrem arme Gewässer unerwartet hoch. Er entspricht – mit allen Vorbehalten, die einem isolierten Wert entgegengebracht werden müssen – etwa den Biomassen, die für die Makrobenthosfauna einiger zentralamazonischer Mischwasserseen bekannt geworden sind (FITTKAU et al. 1973). Sie liegen zwischen 0,44 und 1,15 g Naßgewicht/m<sup>2</sup> durchschnittlicher jährlicher Biomasse.

Die zu fordernde hohe Sekundärproduktion läßt sich auf die ausgedehnten submersen Makrophytenbestände zurückführen, die einerseits Lebensräume schaffen, andererseits die

Tab. 1. Qualitative und quantitative Zusammensetzung der Benthosfauna in der Laguna de Magalhães.

Wassertiefe m	Absolute (Ind./m <sup>2</sup> ) und relative (%) Abundanzen														Gesamt- abundanzen Ind./m <sup>2</sup>	Gesamt- biomassen g Naßgewicht/m <sup>2</sup>
	Chironomidae			Ceratopogonidae	Chaoborinae	Dytiscidae (Imagines)	Odonata	Ephemeroptera	Trichoptera	Hydracarina	Ostracoda	<i>Leydigopsis curvirostris</i> (Cladocera)	Hirudinea	Oligochaeta		
Tanytarsini	Chironomini	Tanypodinae														
0,2	-	890	45	134	-	178	45	-	-	223	45	89	89	134	1869	1,825
%	-	47,6	2,4	7,2	-	9,5	2,4	-	-	11,9	2,4	4,8	4,8	7,2		
0,5	-	178	-	45	-	-	-	-	-	178	-	-	-	89	490	0,138
%	-	36,3	-	9,2	-	-	-	-	-	36,3	-	-	-	18,2		
1,5	490	1202	401	267	-	89	89	45	89	267	-	89	178	623	3827	2,519
%	12,8	31,4	10,5	7,0	-	2,3	2,3	1,2	2,3	7,0	-	2,3	4,6	16,3		
2,5	178	356	-	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	134	757	0,196
%	23,5	47,0	-	11,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,7		
3,0	935	45	89	-	45	-	-	-	45	45	-	-	-	-	1202	0,209
%	77,8	3,7	7,4	-	3,7	-	-	-	3,7	3,7	-	-	-	-		
3,5	2403	178	-	-	-	-	-	-	45	45	-	-	-	-	2670	0,392
%	90,0	6,7	-	-	-	-	-	-	1,7	3,7	-	-	-	-		
Mittel	668	475	89	89	8	45	22	8	30	126	8	30	45	163	1803	0,880



erforderliche Nahrungsgrundlage, wie aus dem Beispiel der *Tanytarsus*-Larven ersichtlich, liefern. Das Wachstum der Makrophyten wird wiederum, im Gegensatz zu dem ebenfalls elektrolytarmen, aber durch Humusstoffe getrübbten Schwarzwasser, stark begünstigt von der hohen Transparenz des Wasserkörpers.

### Laguna de Uberaba

Auch hier handelt es sich, wie bei der Laguna de Magalhães, um eine Depressionslagune. Sie liegt bei der Fazenda de Uberaba, etwa 4 km nordwestlich der Stelle, an der die Straße BR-174 von Boa Vista nach Venezuela den Rio Uraricoera kreuzt. Die Lagune wird von den Flußüberschwemmungen nicht erreicht. Sie ist bei gleicher Tiefe und ebenfalls etwa kreisrunder Form ( $\phi$  200 m) wesentlich kleiner als die Laguna de Magalhães. Die submersen Pflanzenbestände und Sedimente sind in der Zusammensetzung und Zonierung identisch.

Wasserbeschaffenheit (Seemitte, Oberfläche):

Temperatur 29,1°C; Farbe hellgrün; Sichttiefe > 3,5 m; pH 5,45; Leitfähigkeit 4,1  $\mu\text{S}_{20}$ . Bodengreiferproben konnten nur am Ufer genommen werden, da kein Boot zur Verfügung stand.

Die Zusammensetzung der Makrobenthosfauna (Tabelle 2) entspricht jener der Laguna de Magalhães, wenn auch die Durchschnittswerte für Abundanz und Biomasse niedriger liegen. Dominant sind auch hier mit 47% der durchschnittlichen Gesamtabundanz die Chironomidae-Larven. Subdominant (33,2%) sind die Hydracarina. Bei der Biomasse dominieren wiederum die Odonata-Larven mit 51,9% der durchschnittlichen Gesamtbiomasse; es folgen die Chironomidae-Larven mit 26,9%.

Tab. 2. Qualitative und quantitative Zusammensetzung der Makrobenthosfauna in Makrophyten-gürtel der Laguna de Ubaraba.

Wassertiefe m	Abundanzen (Ind./m <sup>2</sup> )							Gesamtabundanzen (Ind./m <sup>2</sup> )	Gesamtbiomassen g Naßgewicht/m <sup>2</sup>
	Chironomidae			Odonata	Ephemeroptera	Hydracarina	Oligochaeta		
	Tanytarsini	Chironomini	Tanyptodinae						
0,2	45	—	134	45	89	89	—	401	0,250
0,5	45	89	89	45	89	356	89	712	0,187
1,5	45	178	—	—	—	—	—	223	0,041
Mittel	45	89	74	30	30	148	30	445	0,160

Wie zu erwarten, treten im Uferbereich nur vereinzelt *Tanytarsus*-Larven auf, die, soweit man es nach den Larven beurteilen kann, denselben beiden *Tanytarsus*-Arten angehören, die auch in der Laguna de Magalhães gefunden wurden.

## Laguna de Novo Hamburgo

Diese Lagune gehört zum Typ der perennierenden Altwasserlagunen (Abb. 5). Sie liegt etwa 2 km vom Ufer des Rio Miang entfernt, kurz bevor dieser in den Rio Surmú mündet. Zu der kleinen Siedlung Barro ( $4^{\circ} 14' N$  und  $61^{\circ} 11' W$ ) sind es ungefähr 5 km, die Berge der Sierra do Merari sind ebenfalls nur wenige km entfernt. Zur Regenzeit besteht nach Auskunft der Anwohner durch Überschwemmung eine Verbindung zum Fluß. Der Wasserspiegel lag zur Untersuchungszeit einige Dezimeter unter dem Niveau des Savannenbodens. In der Nähe befinden sich weitere Lagunen desselben Typs.



Abb. 5. Laguna de Novo Hamburgo (Altwasserlagune) am Fuße der Sierra do Merari.

Die Laguna de Novo Hamburgo ist etwa 100 m breit und 200 m lang. Die durch Tauchen geschätzte Maximaltiefe beträgt 4 – 5 m, ist also merklich höher als in den untersuchten Depressionslagunen. Die Ufer fallen meist steil, oft mehrere Meter senkrecht ab. Nur an wenigen Stellen besteht eine schmale Uferbank, auf der submerse Makrophyten, insbesondere *Utricularia* sp., gedeihen. Dazwischen hängen dichte Watten fädiger Grünalgen. An emersen Makrophyten fiel ein schmaler unterbrochener Uferstreifen von *Eichhornia crassipes* auf. Schwimmpflanzen scheinen nur in Altwasserlagunen, nicht aber in Depressionslagunen zu gedeihen. Es ist möglich, daß die Pflanzen bei Hochwasser aus dem Rio Miang, wo sie ebenfalls auftreten, eingeschwemmt werden.

Wasserbeschaffenheit (Seemitte, Oberfläche):

Temperatur  $29,5^{\circ}C$ ; Wasserfarbe bräunlich-olivgrün; Sichttiefe 2,0 m; pH 6,4; Leitfähigkeit  $7,4 \mu S_{20}$ .

Leider stand auch an dieser Lagune kein Boot zur Verfügung. So konnte nur eine Probe auf der Uferbank in 0,5 m Wassertiefe genommen werden. Das Sediment bestand aus Sand mit einer mehrere Zentimeter starken Auflage von Grob- und Feindetritus und trug einen lichten *Utricularia*-Bestand.

Die Makrobenthosfauna setzt sich zusammen aus Tanypodinae-Larven (400 Ind./m<sup>2</sup>), Odonata-Larven (45 Ind./m<sup>2</sup>), Hydracarina (45 Ind./m<sup>2</sup>) und Oligochaeta (134 Ind./m<sup>2</sup>). Die Gesamtabundanz von 623 Ind./m<sup>2</sup> entspricht einer Biomasse von 0,77 g Naßgewicht/m<sup>2</sup>. Den Hauptanteil der Biomasse stellen mit 72,3% die Odonata-Larven.

Durch das Fehlen von Tiefenproben – das Sediment besteht dort aus einer dicken Schlammschicht – wird der Vergleich mit der Benthosfauna der Depressionslagunen unmöglich. Die unterschiedliche Beschaffenheit der Sedimente im Zentralteil und die andersartige Hydrographie lassen auf starke Unterschiede in der tierischen Besiedlung schließen und machen weitere Untersuchungen notwendig.

### Zusammenfassung

Die tropische Feuchtsavanne Roraima's besitzt außer den von Überschwemmungen der Regenzeit geprägten astatischen Lagunen, die keine nennenswerte aquatische Fauna und Flora aufweisen, zwei Typen charakterischer perennierender Lagunen, deren Entstehung und Hydrographie diskutiert werden.

Die flach schüsselförmigen Depressionslagunen werden überwiegend von Regenwasser gespeist. Sie gehören damit zu den elektrolytärmsten, größeren stehenden Gewässern, die man kennt. Ihre aquatische Fauna und Flora ist unerwartet gut entwickelt. Die möglichen Ursachen werden aufgezeigt. In den Makrobenthosfauna sind die Chironomidae-Larven dominant. Die vegetationsfreien Sandflächen im Zentrum der Lagunen werden ausschließlich von Larven zweier *Tanytarsus*-Arten in einer Abundanz von 2 400 Ind./m<sup>2</sup> besiedelt.

Die Altwasserlagunen haben ein kastenförmiges Becken mit steil abfallenden Ufern. Sie stehen zur Regenzeit mit den Flüssen in Verbindung. Ihr Wasser ist etwas elektrolytreicher. Neben submerser kommt auch schwimmende Vegetation vor. Die Benthosfauna der Uferregion gleicht der in den Depressionslagunen. Eine Untersuchung der Fauna in den schlammigen Tiefensedimenten steht noch aus.

### Summary

The tropical wet savanna of Roraima possesses both seasonally flooded and permanently flooded, or perennial, lagoons. The seasonally flooded lagoons show no noteworthy aquatic flora and fauna. Two types of perennial lagoons can be distinguished, depression lagoons and ox-bow lakes. The origin and hydrography of these are discussed.

The very shallow, basin-shaped depression lagoons are chiefly fed by rainwater. Their waters have almost the lowest electrolyte concentration known. Their aquatic fauna and flora, however, are surprisingly well-developed, and the possible causes for this are shown. Chironomid larvae are dominant in the macrobenthos. The vegetation-free sand flats in the centre of these lagoons are exclusively colonised by larvae of two *Tanytarsus* species with a density of 2 400 individuals/m<sup>2</sup>.

The ox-bow lakes have a box-shaped cross-section with steep sloping banks. These lakes are connected with the rivers in the rainy season. Their water is slightly richer in electrolytes. There is free-floating as well as submerged vegetation here. The benthic fauna of the shore regions is similar to that in the depression lagoons. An investigation of the fauna in the muddy deep sediments has however still to be done.

## Resumo

A savana tropical úmida de Roraima possui, além das lagunas astáticas determinadas pelo período chuvoso e que não apresentam fauna e flora consideráveis, dois tipos de lagunas perenes características, cuja origem e hidrografia são discutidas.

As lagunas rasas em depressões com formato de tigela são alimentadas preponderantemente com água pluvial. Assim pertencem aos maiores corpos d'água parada pobres em eletrólitos que se conhecem. As suas fauna e flora são inesperadamente bem desenvolvidas. As possíveis causas são mostradas. Na fauna macrobentônica dominam as larvas de Chironomidae. As áreas arenosas sem vegetação no centro das lagunas são povoadas exclusivamente por larvas de duas espécies de *Tanytarsus* com uma abundância de 2 400 ind./m<sup>2</sup>.

As lagunas originadas de braços de rio cortados têm uma bacia com formato de caixa, com margens abruptas. Na época chuvosa encontram-se em conexão com os rios. A sua água é um pouco mais rica em eletrólitos. Além de vegetação submersa ocorre também vegetação flutuante. A fauna bentônica da região marginal assemelha-se à das lagunas em depressões. Uma análise de fauna nos sedimentos lodosos profundos ainda está para ser feita.

## Literatur

- ANONYMUS (1972): Regenwasseranalysen aus Zentralamazonien, ausgeführt in Manaus, Amazonas, Brasilien, von Dr. Harald Ungemach.— Amazoniana 3:186–198
- EDEN, M.J. (1970): Savanna vegetation in the Northern Rupununi, Guyana.— J. Trop. Geogr. 30:17–28
- FITTKAU, E.J. und F. REISS (1973): Amazonische Tanytarsini (Chironomidae, Diptera). I. Die riopreto-Gruppe der Gattung *Tanytarsus*.— Stud. on the Neotrop. Fauna 8:1–16
- FITTKAU, E.J., U. IRMLER, W.J. JUNK, F. REISS und G.W. SCHMIDT (1973): Produktivität, Biomasse und Populationsdynamik in amazonischen Gewässern.— Biographica (im Druck)
- GUERRA, A.T. (1957): Estudo geográfico do Território do Rio Branco.— Biblioteca Geográfica Brasileira 13 (Série A), I.B.G.E. Rio de Janeiro, 252 p.
- HUECK, K. und P. SEIBERT (1972): Vegetationskarte von Südamerika. Mit Erläuterungen.— Aus: Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume Bd. IIa (Ed. H. WALTER), Verlag G. Fischer, Stuttgart, 69 p.
- MAULL, O. (1958): Handbuch der Geomorphologie.— 2. Aufl., Verlag F. Deuticke, Wien, 600 p.
- MYERS, J.G. (1936): Savannah and forest vegetation of the Interior Guiana Plateau.— J. Ecol. 24:162–184
- REISS, F. (1972): Die Tanytarsini (Chironomidae, Diptera) Südchiles und Westpatagoniens. Mit Hinweisen auf die Tanytarsini-Fauna der Neotropis.— Stud. on the Neotrop. Fauna 7:49–94
- RUELLAN, F. (1957): Expedições geomorfológicas no Território do Rio Branco.— Conselho Nacional de Pesquisas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Rio de Janeiro, 170 p.
- TAKEUCHI, M. (1960): The structure of the Amazonian vegetation I. Savanna in Northern Amazon.— Journ. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. III, 7 (12):523–533

Anschrift des Autors:

Dr. F. Reiss  
Max-Planck-Institut für Limnologie  
Abteilung Tropenökologie  
D-2320 Plön (Holstein)  
BR Deutschland