

AMAZONIANA	VI	1	123 – 134	Kiel, Sept. 1976
------------	----	---	-----------	------------------

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

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

## Charakterisierung zentralamazonischer Seen aufgrund ihrer Makrobenthosfauna

von

Friedrich Reiss

Sowohl in der Várzea, dem Schwemmland der Weißwasserströme Zentralamazoniens, als auch in den ufernahen Bereichen der Schwarzwasserströme finden sich zahlreiche Seen, die seit einigen Jahren zu Objekten eingehender Studien geworden sind. SCHMIDT (1973 a, b) bearbeitete am Beispiel des Lago do Castanho am unteren Rio Solimões die limnologisch-limnochemischen Verhältnisse sowie die Phytoplanktonprimärproduktion eines Várzeasees. Die Primärproduktion schwimmender Wiesen sowie die Abundanz- und Biomassenverteilung ihrer tierischen Besiedlung wurden von JUNK (1970, 1973) vergleichend bei verschiedenen lakustrischen und potamalen Standorten ebenfalls am unteren Rio Solimões untersucht.

Über die Makrobenthosfauna zentralamazonischer Seen ist bisher wenig bekannt geworden. Die einzigen verfügbaren Daten publizierte MARLIER (1965, 1967) aus dem Várzeese Redondo nahe Manaus und zwei sehr stark schwarzwasserbeeinflussten Mischwasserseen, dem Lago Rio Preto da Eva und dem Lago Jarí. Weitere, mit Vorbehalt vergleichbare Daten liegen aus Seen in der Umgebung von Santarém vor (BRAUN 1952), einem Gebiet, das seiner hydrologischen und limnochemischen Gegebenheiten wegen zu Unteramazonien zu rechnen ist.

Abgesehen von regional-limnochemischen und, wie es sich gezeigt hat, auch regional-faunistischen Unterschieden, weisen die Daten der angeführten Lokalitäten doch eine Gemeinsamkeit auf: relativ große Gruppen- und Individuenarmut, die meist mit niedrigen Biomassenwerten korreliert ist.

Um diese allgemeine Vorstellung zu präzisieren und gegebenenfalls zu korrigieren, wurden in den Jahren 1971 und 1972 sieben zentralamazonische Seen während eines Jahreszyklus und mit einem Probennahmeabstand von 3 Wochen auf die qualitative und quantitative Struktur ihrer Makrobenthosfauna hin untersucht. Die ausgewählten Seen repräsentieren (Abb. 1) ein Spektrum der Wasserqualitäten vom reinen Schwarzwasser, dem Lago Tupé am unteren Rio Negro, über Mischwasserseen in der Várzea des Rio Solimões, Lago

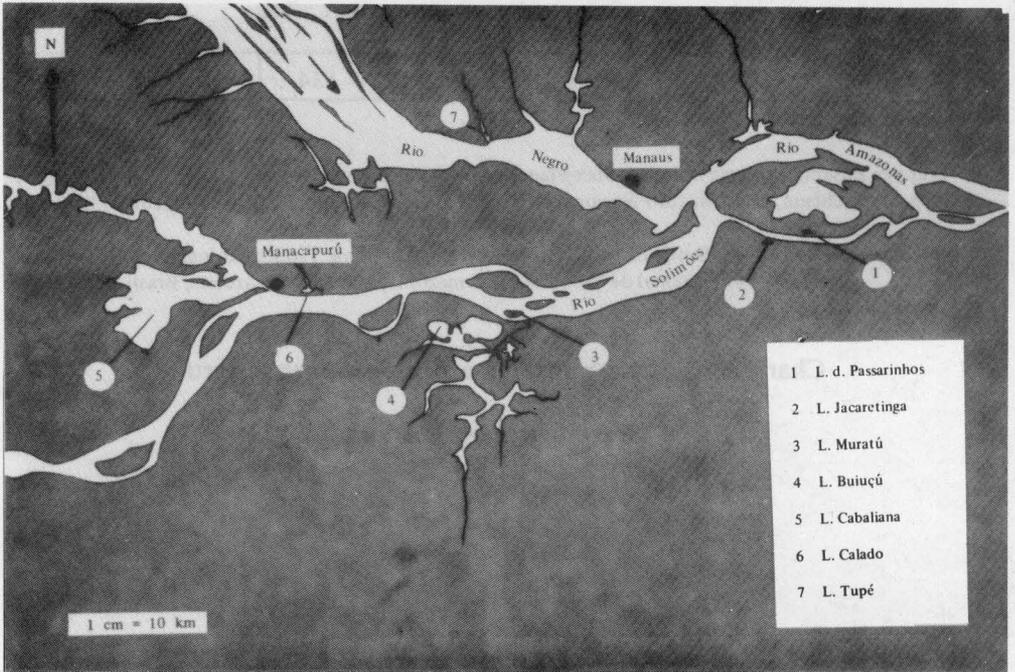


Abb. 1: Topographische Lage der sieben untersuchten zentralamazonischen Seen.

Calado, Lago Cabaliana, Lago Buiuçú, Lago Jacaretinga, bis hin zu reinen Weißwasserseen, wie den Lago Muratú und Lago dos Passarinhos, die auf kleinen Strominseln gelegen sind. Dieses Programm der vergleichenden Untersuchung von mehreren, limnologisch differnten Seen wurde gewählt, um die Ergebnisse repräsentativer für die bodenfaunistischen Gegebenheiten des zentralamazonischen Sees als solchem zu gestalten.

Zentralamazonische Seen sind relativ flache Gewässer, die im Falle der untersuchten Seen bei Höchstwasser im Juni zwischen 7,5 und 15 m tief sind (Abb. 2). Bei Niedrigstwasser, d.h. zu Ende der Trockenzeit von Oktober bis Dezember, kann die Wassertiefe unter 1 m absinken. In extrem trockenen Jahren fallen einige Seen völlig trocken. Die Seefläche variiert beträchtlich. Kleinen, nur wenigen ha großen Seen stehen solche mit über 100 km<sup>2</sup> Fläche gegenüber (Tabelle 1).

Tab.1: Maximale Längen, Breiten und Flächen der 7 untersuchten Seen bei etwa mittlerem Hochwasser.

	Länge in km	Breite in km	Fläche in km <sup>2</sup>
L. Cabaliana	21	10	103
L. Buiuçú	3	1,5	3,5
L. Calado	5	0,25	1,5
L. Tupé	3	0,15	0,68
L. dos Passarinhos	1,3	0,5	0,51
L. Jacaretinga	0,75	0,3	0,14
L. Muratú	0,7	0,07	0,06

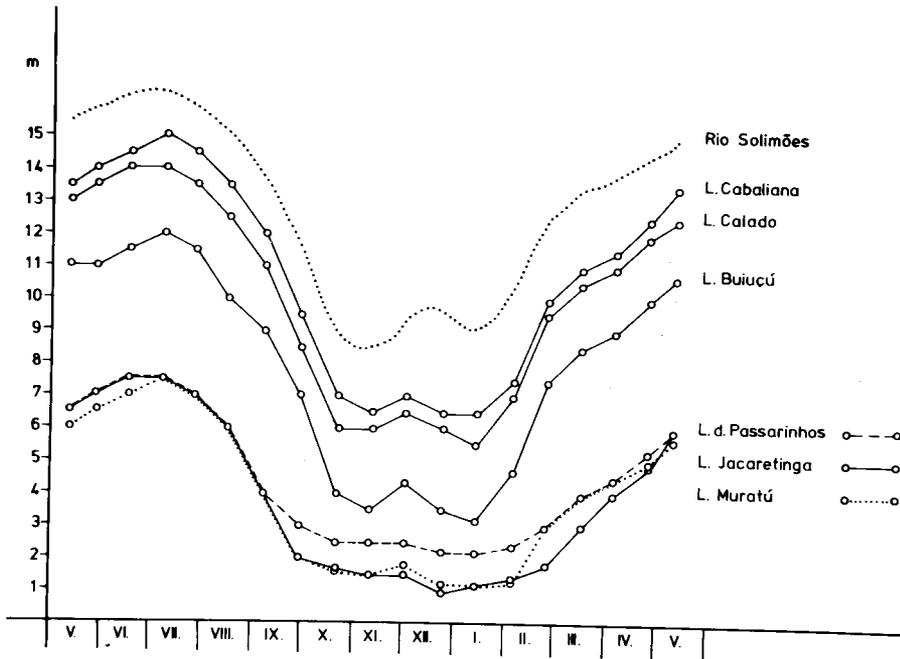


Abb. 2: Wasserstandsschwankungen der Seen in den Jahren 1971/1972 in Metern über Grund. Die Pegelkurve des Rio Solimões (Tageswerte eines Pegels in der Höhe des Lago Calado) bezieht sich auf relative Wasserstände.

Im Falle der Várzeeseen dringt über Kanäle oder durch Überflutung der Uferdämme Weißwasser in die Seen ein. Einen zusätzlichen permanenten Zufluß garantiert das Drainagesystem der Terra firme in Form von Schwarz- und Klarwasserflüssen und -bächen. Dasselbe gilt für Schwarzwasserseen, nur daß diese vom Hauptstrom Schwarzwasser, anstelle von Weißwasser, erhalten.

Ein dritter, auf die Wasserführung aller Seen gleichermaßen wirkender Faktor ist der Niederschlag. Er beträgt bei Manaus im Mittel etwa 2000 mm pro Jahr.

Im Falle der in der Várzea gelegenen Mischwasserseen ist der Einfluß von Schwarz- und Klarwasser desto höher, je näher der entsprechende See an der Terra firme liegt. Mit steigender Entfernung von der Terra firme nimmt der Weißwassereinfluß zu. Er wird - abgesehen von dem direkt auf die Seefläche fallenden Niederschlagswasser - alleinbestimmend für die Wasserqualität der auf Strominseln gelegenen Weißwasserseen.

Ein guter Indikator für den wechselnden Einfluß von Schwarz-, bzw. Klar-, Weiß- und Regenwasser auf den Wasserkörper der Seen sind neben der Sichttiefe die Leitfähigkeitswerte im Jahresverlauf. In Abb. 3 sind Oberflächen- und Tiefenwerte (0,5 m über Grund) der Leitfähigkeit aus dem Schwarzwassersee Tupé, dem Mischwassersee Calado und dem Weißwassersee Passarinhos dargestellt. Im reinen Schwarzwasser liegen die Werte gleichmäßig das ganze Jahr über beim Niveau des unteren Rio Negro, d.h. bei etwa  $7-10 \mu S_{20}$ .

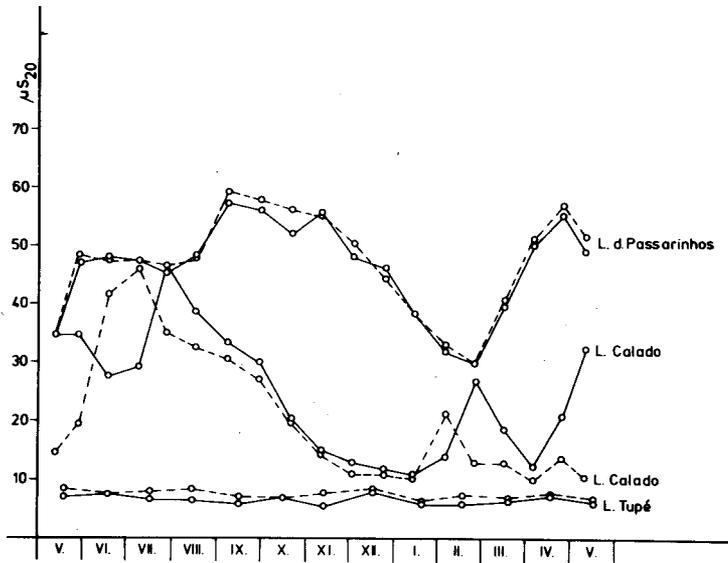


Abb. 3: Jahresgang der Leitfähigkeit in drei zentralamazonischen Seen unterschiedlicher Wasserqualität: Lago Tupé (Schwarzwasser), Lago Calado (Mischwasser), Lago dos Passarinhos (Weißwasser). Durchgezogene Linie: Seeoberfläche; gestrichelte Linie: 0,5 m über Grund.

Im nur leicht weißwasserbeeinflussten Lago Calado wird bei Höchstwasser ein Leitfähigkeitsmaximum von etwa  $50 \mu\text{S}_{20}$ , entsprechend der Leitfähigkeit des dann einströmenden Rio Solimões-Wassers, erreicht. Bei fallendem Wasser sinken die Werte kontinuierlich bis auf  $10 \mu\text{S}_{20}$  ab. Der See enthält dann nur noch Terra firme-Wasser. Bei steigendem Wasser werden durch Auslaugung des überschwemmten Landes, bzw. dessen nun submerser und absterbender Vegetation, kurzfristig höhere Werte erreicht, die dann durch Verdünnung des Wasserkörpers mit Regenwasser wieder fallen, um erst bei erneutem Höchstwasser wieder auf das Niveau des Rio Solimões anzusteigen. Im Weißwasser des Lago dos Passarinhos ist bei Höchstwasser ebenfalls nur Amazonaswasser mit einer Leitfähigkeit von  $50 \mu\text{S}_{20}$  vorhanden. Nach einem leichten Anstieg bei fallendem Wasser, der noch nicht befriedigend erklärt werden kann, fallen die Werte durch Sedimentation der anorganischen Suspenseide und wohl auch Zehrung der Salze durch erhöhte Phytoplanktonproduktion auf ein Minimum. Erst das steigende Wasser bringt durch Auslaugung des Untergrundes wieder höhere Leitfähigkeitswerte, die etwas über das Konzentrationsniveau des Weißwasserstromes steigen, um bei erneutem Zufluß von Rio Solimões-Wasser bei Hochwasser wieder auf das Niveau von etwa  $50 \mu\text{S}_{20}$  zu fallen.

Im Folgenden wird zu zeigen sein, wie sich die unterschiedlichen Wasserqualitäten auf die Makrobenthosfauna auswirken.

Der dem gesamten biotischen und abiotischen Geschehen in zentralamazonischen Seen übergeordnete Faktor sind die hohen jahreszyklischen Wasserstandsschwankungen, die im über 70-jährigen Mittel 10,12 m betragen. Sie wirken sich über die geschilderten unterschiedlichen Wasserqualitäten, die Schichtungsverhältnisse und Sauerstoffkonzen-

trationen der bodennahen Wasserschichten auch auf die Makrobenthosfauna aus. Am Beispiel des Lago Jacaretinga (Abb. 4) und Lago Calado (Abb.5) sei dies erläutert.

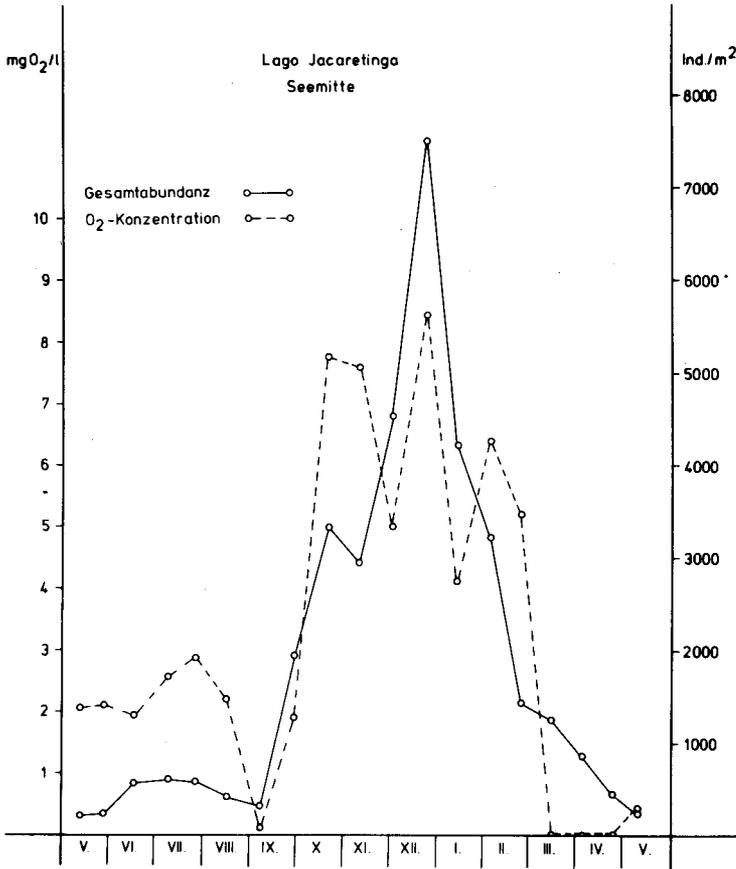


Abb. 4: Jahresgang der Gesamtabundanz der Makrobenthosfauna und der Sauerstoffkonzentration bodennaher Wasserschichten im Lago Jacaretinga.

In beiden, generell in allen untersuchten Seen, ist die Sauerstoffversorgung der bodennahen Wasserschichten während der Niedrigwasserphase gut. Die Seen bilden zu dieser Zeit keine länger anhaltende thermische Schichtung aus, die einen Transport sauerstoffreichen Wassers in die Tiefe verhindern würde. Erst bei stark steigendem Wasser wird eine kritische Wasserstandshöhe von etwa 5 m überschritten, und es können sich länger anhaltende thermische Schichtungen ausbilden, die zu einem rapiden Abfall der Sauerstoffkonzentration des Tiefenwassers und zur H<sub>2</sub>S-Bildung führen. Die thermische Schichtung bleibt solange bestehen, bis das Wasser des steigenden Flusses den See erreicht und ihn, wenn auch langsam, durchströmt, sofern dessen Beckenmorphologie dem nicht entgegensteht. Dadurch gelangt wiederum Sauerstoff ins Tiefenwasser, sodaß bei höchstem Wasserstand Werte von

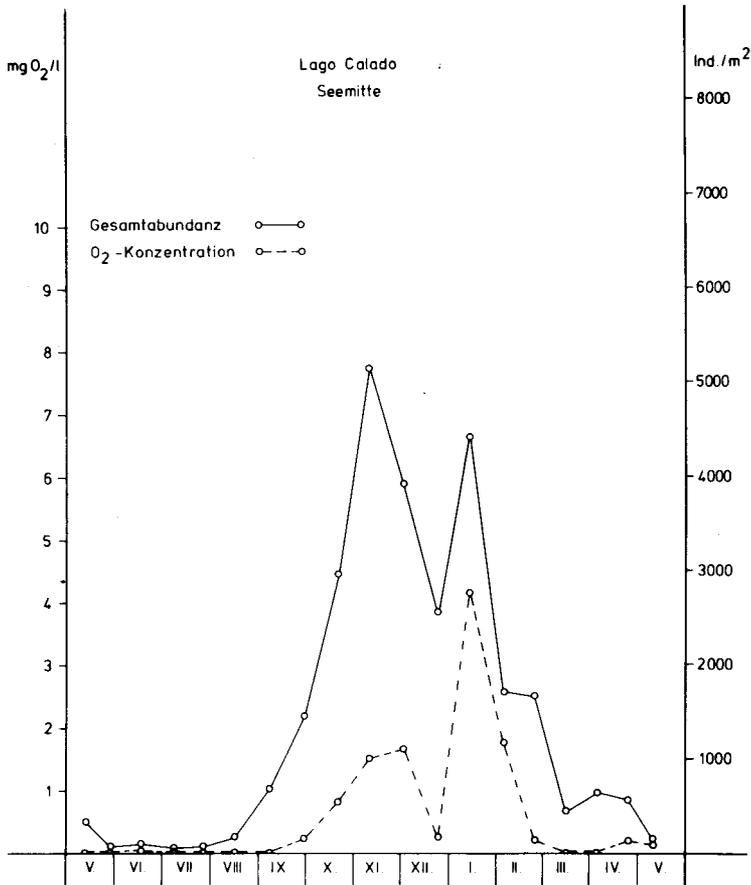


Abb. 5: Jahresgang der Gesamtabundanz der Makrobenthosfauna und der Sauerstoffkonzentration bodennaher Wasserschichten im Lago Calado.

2-3 mg O<sub>2</sub>/l erreicht werden können. Bei fallendem Wasser und Isolation des Sees vom Strom baut sich erneut eine thermische Schichtung auf. Die Sauerstoffkonzentration des Tiefenwassers geht gegen 0 und steigt erst wieder an, wenn die Wasserstandshöhe unter etwa 5 m gefallen ist und eine erneute Zirkulation einsetzt.

Eine Ausnahme bilden die am Rande der Terra firme gelegenen Riaseen, wie etwa der Lago Calado, und die meisten Schwarzwasserseen, z.B. der Lago Tupé. Je tiefer diese ehemaligen und jetzt mit Seen erfüllten Flußtäler in die Terra firme hineinreichen und je schmaler sie sind, desto schwerer kann das einströmende Flußwasser die in der Hochwasserphase bestehende Schichtung auflösen und desto geringer ist der Sauerstoffeintrag in das Tiefenwasser. So bleibt etwa am Lago Calado das Tiefenwasser die ganze Hochwasserzeit über nahezu sauerstofffrei. Am Lago Tupé wird selbst bei niedrigstem Wasserstand ein maximaler Sauerstoffgehalt von nur 0,6 mg/l erreicht.

Außerdem sind Riaseen häufig quer zu den vorherrschenden Ostwinden orientiert,

durch die relativ steilen Ufer windgeschützt und damit auch bei Wassertiefen unter 5 m stabiler geschichtet als die übrigen Seen.

Am Beispiel des Lago Jacaretinga (Abb. 4) und des Lago Calado (Abb. 5) läßt sich in anschaulicher Weise die Beziehung zwischen den Gesamtabundancen der Makrobenthosfauna und den Sauerstoffkonzentrationen der bodennahen Wasserschichten aufzeigen. Sauerstoffmangel zur Hochwasserphase geht einher mit sehr niedrigen Abundanzwerten, während deren Maxima in der Niedrigwasserphase bei hohen Sauerstoffkonzentrationen erreicht werden.

Während der Höchstwasserstände ist in den meisten Várzeeseen ein leichter Anstieg der Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser zu verzeichnen, der mit einem ebenfalls schwachen Anstieg der Gesamtabundanzwerte verbunden ist (Abb. 4). Dies ist darauf zurückzuführen, daß zu dieser Zeit die Várzeeseen stärker vom Flußwasser durchströmt werden, als zu den Phasen des fallenden oder steigenden Wassers, die die eigentlichen Stagnationsphasen darstellen, in denen die Sauerstoffkonzentrationen ihr absolutes Minimum erreichen.

Die Gesamtbiomassenwerte zeigen die gleiche Abhängigkeit von den Sauerstoffkonzentrationen wie die Werte der Gesamtabundancen. Auch sie folgen in ihrem jahreszeitlichen Verlauf den Minima und Maxima der O<sub>2</sub>-Konzentration der bodennahen Wasserschichten.

Die Konsequenz aus den obigen Ausführungen ist die Notwendigkeit, sowohl Abundanz als auch Biomasseverteilung der Makrobenthosfauna in einem zentralamazonischen See über einen abgeschlossenen Jahreszyklus hinweg zu verfolgen. Einzelproben erlauben nur sehr bedingt gültige Aussagen über Qualität und Quantität der Makrobenthosfauna.

Gesamtabundancen und Gesamtbiomassen liefern nur ein grobes Raster der Benthoszoozöosen. Es ist daher notwendig, weitestgehend in Organismengruppen, möglichst bis ins Artniveau, zu differenzieren. Dies ist bei dem derzeitigen ungenügenden taxonomischen Wissensstand in neotropischen Evertebratengruppen nicht einfach und zeitraubend. Als Beispiel sei erwähnt, daß von den in allen untersuchten Seen vorkommenden Dipterenfamilien der Chironomidae und Chaoboridae keine der über 50 gefundenen Arten zu Beginn der Feldarbeiten beschrieben war. Beide Familien stellen zusammen 53,4 % der durchschnittlichen jährlichen Gesamtabundanz aller sieben Seen dar (Chironomidae 25,1 %, Chaoboridae 28,3 %).

Es stellt sich nun die schon eingangs angeschnittene Frage, ob die Verteilung der benthischen Tiergruppen auf die einzelnen Seen eine Abhängigkeit von deren unterschiedlicher Wasserbeschaffenheit, bzw. der davon bestimmten Sedimentbeschaffenheit aufzuweisen hat. Hierzu wurde in Abb. 6 eine Auswahl von Taxa zusammengestellt, die eine unterschiedliche Verteilung auf die Seen haben. Die Liste läßt sich bei fortschreitender taxonomischer Bearbeitung des Materials erweitern.

Den Tiefenzoozöosen aller Seen gemeinsam sind 4 Taxa, die Ostracoda, Chaoboridae, Acari und Nematoda. Geht man von den prozentualen Anteilen dieser Taxa an den durchschnittlichen jährlichen Gesamtabundancen aus (Abb. 6), so zeigen die Ostracoda eine deutliche Dominanz in Schwarzwasserseen und stark schwarzwasserbeeinflußten Mischwasserseen. Auch die Acari sind in der Makrobenthosfauna solcher Gewässer prozentual stärker vertreten als in den übrigen Várzeeseen. Die Nematoda wiederum bevorzugen Mischwasserseen mit ausgeglichenem Weiß-Schwarzwasserverhältnis. Keine Korrelation zur Wasserqualität des Wohngewässers scheinen die Chaoboridae zu haben. Da diese Familie jedoch mit

Taxa	Seen							Mitte (M), Ufer (U)
	Schwarzwasser				Weißwasser			
	L. Tupé	L. Calado	L. Cabalana	L. Bonuçú	L. Jacaretinga	L. Muratu	L. d. Passarinhas	
Ostracoda	63	48	11	22	2	0,3	3	M
Chaoboridae	27	50	9	35	43	31	3	M
Acari	10	2	1	1	1	0,1	11	M
Nematoda	0,3	0,3	0,5	16	0,1	0,3	0,4	M
Oligochaeta		0,4	28	10	36	9	29	M
Chironomus parvipes	1,9	< 0,1						U
Chironomini gen. A 13 sp. A 4								U
Tanytarsus sp. A 10								U
Tanytarsus sp. A 46	5,9	2,1	0,1					U
Trichoptera	1	1	0,1	0,4				U
Brasiliacaenis irmleri	2	1	0,2	1,0			0,4	U
Polypedilum sp. AR 1								U
Ablabesmyia sp. AR2								U
Aroaopygus allewi		12						U
Procladius sp. AR2								M
Psidium sterkianum			1	1	0,2			M
Hydrophiliidae			1	2	0,2			U
Chironomus gigas					14	36	4	M
Ablabesmyia sp. AR1								M
Campoplex notatus					0,2	12	9	M
Ceratopogonidae					0,1	1	0,1	M
Hirudinea gen. sp.								M

Abb. 6: Verbreitung einiger Taxa der Makrobenthosfauna in zentralamazonischen Seen unterschiedlicher Wasserqualität. Die Werte beziehen sich jeweils auf die prozentualen Anteile an der durchschnittlichen jährlichen Gesamtabundanz.

mindestens 4 Arten in den untersuchten Seen vertreten ist, können die Einzelarten eingeschränktere ökologische Valenzen aufweisen.

Die Oligochaeta sind die erste Gruppe, die nicht in der Tiefenzone aller Seen auftritt. Sie fehlt im Schwarzwassersee Tupé, erscheint in sehr geringer relativer Abundanz in stark schwarzwasserbeeinflussten Mischwasserseen, jedoch in meist hohen relativen Abundanzen in den übrigen Várzeeseen.

Ein noch begrenzteres ökologisches Spektrum haben die Trichoptera. Sie meiden die

Weißwasserseen und sind nur in Schwarzwasserseen, bzw. stark davon beeinflussten Seen, anzutreffen. Die Hydrophilidae meiden sowohl Schwarz- als auch Weißwasserseen, während die Ceratopogonidae nur im Weißwasser und wenig schwarzwasserbeeinflusstem Mischwasser gefunden werden.

Noch deutlicher wird das Bild der ökologischen Präferenzen bei der Betrachtung der einzelnen Arten.

*Chironomus paragigas* ist in seinem Vorkommen begrenzt auf Schwarzwasser und hier wiederum auf die Litoralzone der Seen und den angrenzenden Igapó (REISS 1974). Nur in Einzelexemplaren greift diese Art auch auf das Litoral stark schwarzwassergeprägter Mischwasserseen über. Drei weitere Chironomidenarten, *Chironomini* gen. A13 sp.A4, *Tanytarsus* sp. A10 und sp. A46, haben ähnliche ökologische Präferenzen. Auch sie meiden Seen, in denen der Weißwassereinfluß überwiegt.

Eine weitere Gruppe von Arten, die beiden Chironomiden *Polypedilum* sp. AR1 und *Ablabesmyia* sp. AR2 sowie die Hydrobiide *Aroapyrgus alleei*, treten nur im Litoral stark schwarzwassergeprägter Mischwasserseen auf. Sowohl aus Schwarz- als auch aus Weißwasserseen sind bisher keine Funde bekannt geworden.

Die Tiefenzone von Mischwasserseen aller Kategorien dürften von der Chironomidenart *Procladius* sp. AR 2 und der Muschel *Pisidium sterkianum* besiedelt werden. Die Hydrophilidae zeigen ein vergleichbares Verbreitungsmuster.

Ausschließlich in Weißwasserseen und stark weißwasserführenden Mischwasserseen findet man 4 Arten, *Chironomus gigas* und *Ablabesmyia* sp. AR1 (Chironomidae) sowie die Ephemeroptere *Campsurus notatus* und eine noch unbestimmte große Egelart.

Die ökologischen Faktoren, die die Beschränkung der genannten Arten auf die unterschiedlichen Várzeaseetypen bedingen, konnten bisher nur in einigen Fällen erkannt oder wahrscheinlich gemacht werden.

Im Falle der Ephemeroptere *Brasilocaenis irmleri* wirkt die Substratbeschaffenheit limitierend. Die Larven dieser Art weiden im Litoral den Bewuchs abgestorbener und aus dem Sediment ragender Vegetationsteile, wie etwa von Blättern, Ästen, Zweigen und Gramineentrieben aus schwimmenden Wiesen, ab. Ein solches Substrat ist überall dort gut ausgebildet, wo die Fracht anorganischer Suspensioide im Wasserkörper und die dadurch bedingte Sedimentationsrate gering ist, d.h. im Schwarzwasser und stark schwarzwasserhaltigem Mischwasser. In Weißwasserseen tritt die Art nur kurzfristig und lokal eng begrenzt auf, da dort die abgestorbenen Vegetationsteile meist durch die rasche Sedimentation verschüttet werden. Dies macht auch verständlich, warum *Brasilocaenis irmleri* nie in den zentralen Seeteilen gefunden wurde. Dort fehlen dem Sediment grobe Pflanzenreste, die im Seenlitoral durch die dort vorhandene Vegetation zumindest solange verfügbar bleiben, bis sie zuseimentiert sind. Wie Aufzuchtversuche zeigten, liegt *Brasilocaenis irmleri* im Litoral von Weißwasserseen (Lago Muratú) im Eistadium vor. Sobald die Sedimentation anorganischer Suspensioide, z.B. im Aufzuchtgefäß, beendet ist und sich auf den aus dem Sediment ragenden Pflanzenteilen eine Aufwuchsflora gebildet hat, beginnt die Larvalentwicklung der Art. Diese Verhältnisse sind auf das Freiland übertragbar.

In anderen Fällen ist das Auftreten von Arten an das begrenzte Vorkommen ihrer Beutetiere gebunden. Dies trifft für die genannte Egelart zu, die sich ausschließlich von Hämolympe der *Chironomus gigas*-Larven zu ernähren scheint. Ähnliches gilt für die karnivoren Larven der Chironomidenart *Ablabesmyia* sp. AR1, deren Nahrung überwiegend aus Chironomidenlarven, respektive jüngeren Larven von *Chironomus gigas* besteht. Auf eine

Räuber-Beute-Beziehung dürfte auch das in der Tiefenzone aller Seen gemeinsame Vorkommen von Ostracoda und Acari zurückzuführen sein. Die im Lago Tupé (REISS 1976) auftretenden Acari, die größtenteils der Art *Krendowskia* sp. angehören, ernähren sich mit grosser Wahrscheinlichkeit ausschließlich von Ostracoda.

Die weichen Sedimente der zentralen Seeteile werden von mehreren Arten bewohnt, deren detritophage Larven Wohnröhren im Sediment anlegen. Zu erwähnen sind hier besonders die großen und damit biomassebestimmenden Larven der Ephemeroptere *Campsurus notatus* und der Chironomide *Chironomus gigas*, die, wie schon erwähnt, nur in Weißwasser- und stark weißwasserbeeinflussten Mischwasserseen auftreten. Korngrößenanalysen der entsprechenden Seesedimente weisen darauf hin, daß in solchen Várzeeseen eine Beziehung zwischen Wasserqualität, Sedimentbeschaffenheit und dem Auftreten solcher röhrenbauenden Makrobenthosarten besteht. Die Tiefensedimente dieser Várzeeseen haben die höchsten Siltgehalte, durchschnittlich 72 %-89 %, während die Ton- und Sandgehalte stark zurücktreten (Abb. 7). Seesedimente mit höheren Ton- oder auch Sandfraktionen werden von den

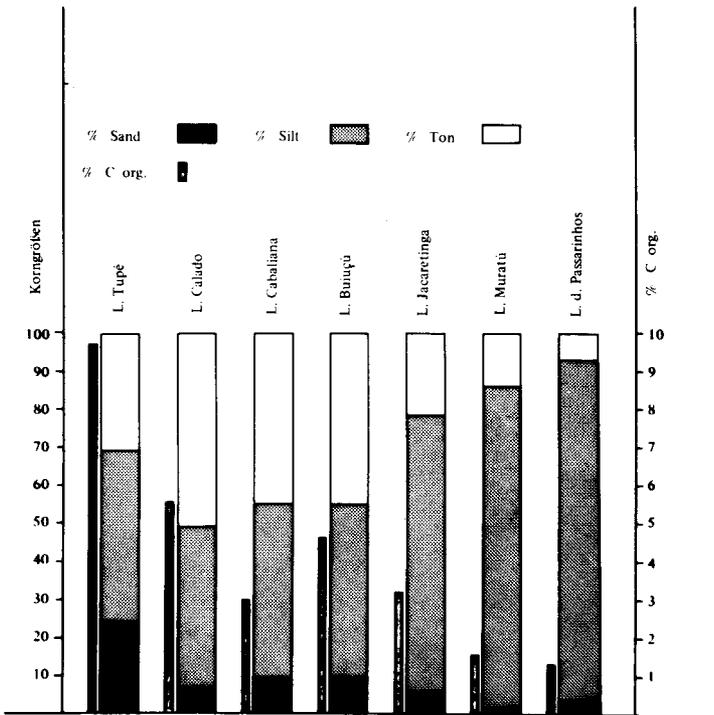


Abb. 7: Korngrößenverteilung und prozentualer Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff in den Tiefensedimenten zentralamazonischer Seen.

genannten beiden Arten gemieden. Die Ursache dieses Verhaltens ist eventuell darin zu suchen, daß Seesedimente mit hohen Siltgehalten diesen Arten optimale Voraussetzungen zum Röhrenbau bieten. Außerdem ist es möglich, daß sich bei *Campsurus notatus*, einer sich

filtrierend ernährenden Art, ein höherer Tongehalt sich negativ auf die Leistungen des Filterapparates auswirkt.

Der prozentuale Gehalt der Sedimente an organisch gebundenem Kohlenstoff (Abb. 7), der bisweilen als Maß der für die Benthosfauna verfügbaren und verwertbaren Nahrungstoffe angesehen wird, zeigt keine klare Relation zur Qualität und Quantität der Makrobenthosfauna. So ist etwa der höchste Wert von 9,7 % organisch gebundenem Kohlenstoff im Lago Tupé mit geringster durchschnittlicher jährlicher Biomasse von 0,14 g/m<sup>2</sup> Naßgewicht korreliert, während der Lago Jacaretinga mit 6,2 g/m<sup>2</sup> durchschnittlicher jährlicher Biomasse, dem höchsten Wert in allen untersuchten Seen, nur 3,2 % organisch gebundenen Kohlenstoff aufweist. Auch unter der Annahme, daß in Schwarzwasserseen der organisch gebundene Kohlenstoff größtenteils auf Humussubstanzen entfällt, die von detritophagen Bodentieren nicht verwertet werden können, ist der prozentuale Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff im Sediment zentralamazonischer Seen ein ungenügendes Maß für den Gehalt an verwertbarer organischer Substanz, solange dieser Parameter nicht weiter aufgeschlüsselt werden kann.

Die bisherigen Untersuchungen zeigen die Möglichkeit auf, den Komplex der zentralamazonischen Seen, insbesondere jedoch den der Várzeeseen, auch nach der Struktur ihres Makrozoobenthos in Unterkomplexe zu gliedern. Einzelne Arten oder Taxa höherer Ordnung können als Indikatoren für Wasser- und Sedimentqualitäten benutzt werden.

#### Literatur

- BRAUN, R. (1952): Limnologische Untersuchungen an einigen Seen im Amazonasgebiet. - Schweiz. Z. Hydrol. 14: 1-228.
- JUNK, W. (1970): Investigations on the ecology and production-biology of the "floating meadows" (Paspalo-Echinochloetum) on the Middle Amazon. Part I. The floating vegetation and its ecology. - Amazoniana 2: 449-495.
- JUNK, W. (1973): Investigations on the ecology and production-biology of the "floating meadows" (Paspalo-Echinochloetum) on the Middle Amazon. Part II. The aquatic fauna in the root zone of floating vegetation. - Amazoniana: 4: 9-102.
- MARLIER, G. (1965): Étude sur les lacs de l'Amazonie Centrale. - Cadernos da Amazônia 5: 1-51.
- MARLIER, G. (1967): Ecological studies in some lakes of the Amazon valley. - Amazoniana 1: 91-116.
- REISS, F. (1974): Vier neue Chironomus-Arten (Chironomidae, Diptera) und ihre ökologische Bedeutung für die Benthosfauna zentralamazonischer Seen und Überschwemmungswälder. - Amazoniana 5: 3-23.
- REISS, F. (1976): Qualitative und quantitative Untersuchungen zur Makrobenthosfauna zentralamazonischer Seen. I. Der Lago Tupé, ein Schwarzwassersee am unteren Rio Negro. - Amazoniana, (im Druck).
- SCHMIDT, G.W. (1973a): Primary production of phytoplankton in the three types of Amazonian waters. II. The Limnology of a tropical flood-plain lake in central Amazonia (Lago do Castanho). - Amazoniana 4: 139-203.
- SCHMIDT, G.W. (1973b): Primary production of phytoplankton in the three types of Amazonian waters. III. Primary productivity of phytoplankton in a tropical flood-plain lake of Central Amazonia, Lago do Castanho, Amazonas, Brazil. - Amazoniana 4: 379-404.

**Anschrift des Autors:**

**Zum Druck angenommen im Juli 1975**

**Dr. Friedrich Reiss  
Zoologische Sammlung des  
Bayerischen Staates  
Maria-Ward-Straße 1b  
D - 8000 München  
BR Deutschland**