

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz Halle,
Biologische Station Serrahn

ARNO WATERSTRAAT

Zur Verbreitung und Ökologie der Reliktkrebse *Mysis relicta* (LOVEN), *Pallasea quadrispinosa* (SARS) und *Pontoporeia affinis* (LINDSTROM)

1. Einleitung

In einigen zumeist tiefen mitteleuropäischen Seen haben sich Faunenelemente erhalten, die gegenwärtig nicht mehr typisch für diese Region sind. Das betrifft auch einige mecklenburgische Seen eiszeitlichen Ursprungs. Diese Faunenelemente werden glazial-marine Relikte genannt (EKMANN 1915). Zu dieser Gruppe rechnet man die Crustaceae *Mysis relicta*, *Pontoporeia affinis*, *Gammaracanthus lacustris*, *Saduria entomon*, *Limnocalanus macrurus* und *Pallasea quadrispinosa*.

Auf dem Territorium der DDR waren vor ca. 60 Jahren drei der genannten Arten heimisch: *Mysis relicta*, *Pontoporeia affinis* und *Pallasea quadrispinosa* (THIENEMANN 1928). Unzweifelhaft stellen alle von ihnen noch vorhandenen Populationen in wenigen mecklenburgischen Seen wertvolle Vertreter unserer Fauna dar, die es unbedingt zu schützen gilt. Der aktuelle Schutzwert ergibt sich aus den Besonderheiten der Ausbreitung dieser Krebsarten, die eng verknüpft sind mit den geologischen und hydrologischen Vorgängen des späten Weichselglazials. Zudem können mit ihnen wichtige biogeographische Erkenntnisse erzielt werden, unter anderem auch im Vergleich zur Ausbreitung von Fischarten wie *Coregonus albula*, *Coregonus lavaretus* und *Cottus poecilopus* (SWÄRDSON 1979). Auch ihre produktionsbiologische Rolle als wichtige Beuteorganismen für verschiedene Fischarten ist nicht zu unterschätzen (JANSSEN u. BRANDT 1980).

Da sie schon in den zwanziger Jahren insgesamt nur in 8 Seen unseres Gebietes vorkamen, bestand seitdem latent die Gefahr des Aussterbens. Insbesondere durch die anthropogen verursachte Eutrophierung ist die biologische Alterung dieser Seen rasant beschleunigt worden, so daß sich die Umweltbedingungen für die Arten gegenwärtig stark verändert haben.

Die Vorkommen existieren in den jeweiligen Seen seit ca. 12000 Jahren isoliert von den sonstigen Verbreitungsgebieten. Über die Besonderheiten dieser Entwicklungen gab es bisher kaum Erkenntnisse.

Ziel der Untersuchungen ist, einen Überblick über die gegenwärtige Verbreitung dieser Arten zu geben, die Kenntnisse über ihre Lebensweise, insbesondere von *Mysis relicta*, zu erweitern und auf der Basis von Literaturdaten (u. a. OHLE 1934, KOSCHEL et al. 1985 und RICHTER 1982) die veränderten Lebensbedingungen darzustellen.

2. Angaben zur Biologie der Arten

Mysis relicta (Abb. 1)

Zur Biologie von *Mysis* liegt ein umfangreiches, zum Teil widersprüchliches Schrifttum vor. Die Art ist circumpolar verbreitet und bewohnt insbesondere tiefe Seen in Nordamerika (BEETON 1960), Skandinavien und Großbritannien (HOLMQUIST 1959, FÜRST 1981). Daneben kommt sie auch in stark ausgesüßten Meeresgebieten vor, z. B. in der östlichen Ostsee. Im Zuge der Eiszeit erfolgte die Ausbreitung auf ihr jetziges Territorium (SEGERSTRALE 1962), wobei für die südbaltischen Seen eine Aufschleusung mittels Eisstauseen am Ende des Pommerschen Stadiums der Weichseleiszeit stattfand (MÜLLER 1964). Dabei kann davon ausgegangen werden, daß die europäischen Populationen alle aus aufgestauten Eisseen im Nordosten Europas stammen. Am Tage lebt *Mysis* auf dem Sediment und wandert nachts zur Nahrungsaufnahme ins Plankton, wobei bei hellen Mondnächten diese Wanderung ausbleibt (JANSSEN u. BRANDT 1980). *Mysis* ernährt sich vorwiegend durch Zooplankton (COOPER u. GOLDMANN, 1982, Langeland 1981). Zumeist findet ein Reproduktionszyklus im Jahr statt mit Vermehrung im Winterhalbjahr. Ausnahmsweise können in wenigen Gewässern auch 2 Reproduktionen im Jahr vorkommen (HOLMQUIST 1959). Die Entwicklungszeit im Marsupium beträgt 2—3 Monate. Nach dem Verlassen des Marsupiums finden mehrere Häutungen statt, ehe die Adulten geschlechtsreif sind. Pelagische Fischschwärme folgen häufig den Wanderungen von *Mysis* zwischen Pelagial und Benthos. Für ihre Existenz in unseren Gewässern sind folgende Bedingungen anscheinend ausschlaggebend:

- Obwohl im Experiment erwiesen wurde, daß auch 18 °C ertragen werden (HOLMQUIST 1959), kann diese kälteliebende Art (Laichen nur bei tiefen Temperaturen) größere Temperaturgradienten, wie sie die Sprungschicht ausbildet, nicht überwinden.
- *Mysis* ist ausgesprochen lichtempfindlich und ist daher auf das Leben in tiefen Seen angewiesen.
- Die Art hat vermutlich einen Mindestsauerstoffbedarf von 3—4 mg O₂/l und meidet Profundalschichten mit geringerem O₂-Gehalt.
- Sowohl im Plankton als auch im Benthos ist die Art einem erheblichen Prädationsdruck durch Fische ausgesetzt.

Pontoporeia affinis (Abb. 1)

Dieser Amphipode gehört zur Familie der *Haustoriidae*. *Pontoporeia* ist ebenfalls circumpolar verbreitet und hat die gleiche Ausbreitungsgeschichte in Europa wie *Mysis*.

Im wesentlichen hält sich *Pontoporeia* aber im und auf dem Sediment auf und führt zumeist nachts kurzzeitige Wanderungen in den Wasserkörper durch (JANSSEN u. BRANDT 1980). An diese Lebensweise im Sediment ist der Amphipode durch die Verbreiterung der Grundglieder der letzten 3 Thorakopoden hervorragend angepaßt. Zur Ernährung wird vorwiegend organisches Material mit den Mundwerkzeugen von Sandkörnern abgeschabt. In Nordamerika spielt *Pontoporeia* eine wichtige Rolle für die Ernährung verschiedener Groppen (KRAFT 1977) und des amerikanischen Stints, *Osmerus mordax* (FOLTZ u. NORDEN 1977). Nach THIENEMANN (1950) scheint *Pontoporeia* etwas sauerstoffbedürftiger als *Mysis* zu sein ($\geq 4,5$ mg/L). Die Entwicklungszeit dieser kälteliebenden Art beträgt 4—5 Monate bis zum Verlassen der adulten Weibchen.

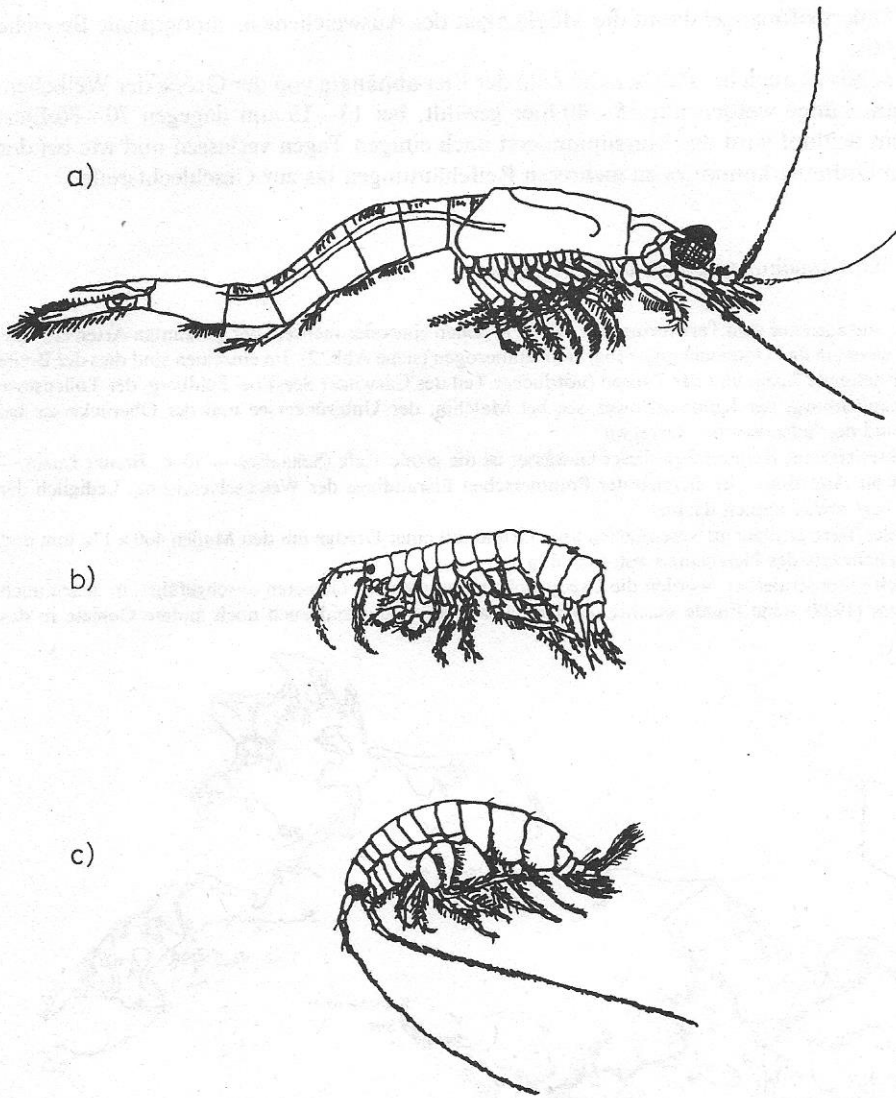


Abb. 1: a: *Mysis relicta* (LOVEN); b: *Pallasea quadrispinosa* (SARS); c: *Pontoporeia affinis* LINDSTROM)

Pallasea quadrispinosa (Abb. 1)

Bei *Pallasea*, einem Vertreter der *Gammaridae*, handelt es sich nicht um einen ehemals marinen Vertreter, sondern seine Ausbreitung begann wahrscheinlich aus dem Gebiet des Baikalsees (SEGERSTRALE, 1962; MÜLLER 1964). Dabei wurde aber die Verfrachtung in die mecklenburgischen Gewässer zusammen mit den anderen Arten vollzogen.

Pallasea bewohnt vorzugsweise das Sublitoral, kommt aber vereinzelt auch im Profundal und im Litoral vor (THIENEMANN 1950). Im Gegensatz zu den anderen Arten besteht bei

akutem Sauerstoffmangel damit die Möglichkeit des Ausweichens in suboptimale Bereiche des Litorals.

Wie bei *Mysis* ist auch bei *Pallasea* die Zahl der Eier abhängig von der Größe der Weibchen. Bei 11 mm Länge werden nur 15–40 Eier gezählt, bei 13–15 mm dagegen 70–80 Eier. Nach dem Schlupf wird das Marsupium erst nach einigen Tagen verlassen und wie bei der gesamten Ordnung kommt es zu mehreren Reifehäutungen bis zur Geschlechtsreife.

3. Untersuchungsgebiete und Methoden

Es wurden alle Seen auf dem Territorium der DDR, in denen eine oder mehrere der genannten Arten ehemals verbreitet waren in das Untersuchungsprogramm einbezogen (siehe Abb. 2). Im einzelnen sind dies der Breite Luzin, der Schmale Luzin und der Zansen (nördlicher Teil des Carwitzer Sees) bei Feldberg, der Tollensesee bei Neubrandenburg, der Kummerwower See bei Malchin, der Unteruckersee und der Oberuckersee bei Prenzlau und der Schaalsee bei Zarrentin.

Ein charakteristisches Kennzeichen dieser Gewässer ist die große Tiefe (Schaalsee — 70 m, Breiter Luzin — 59 m) und die Anordnung im Bereich der Pommerschen Eisrandlage der Weichselvereisung. Lediglich der Schaalsee liegt etwas südlich davon.

Der Fang der Tiere erfolgte im wesentlichen über Grund mit einer Dredge mit den Maßen 400×170 mm und einer Maschenweite des Netzbeutels von 0,75 mm.

Soweit noch rekonstruierbar, wurden die Dredgeholts in den gleichen Gebieten durchgeführt, in denen auch THIENEMANN (1928) seine Funde machte. Außerdem wurden ergänzend auch noch andere Gebiete in das

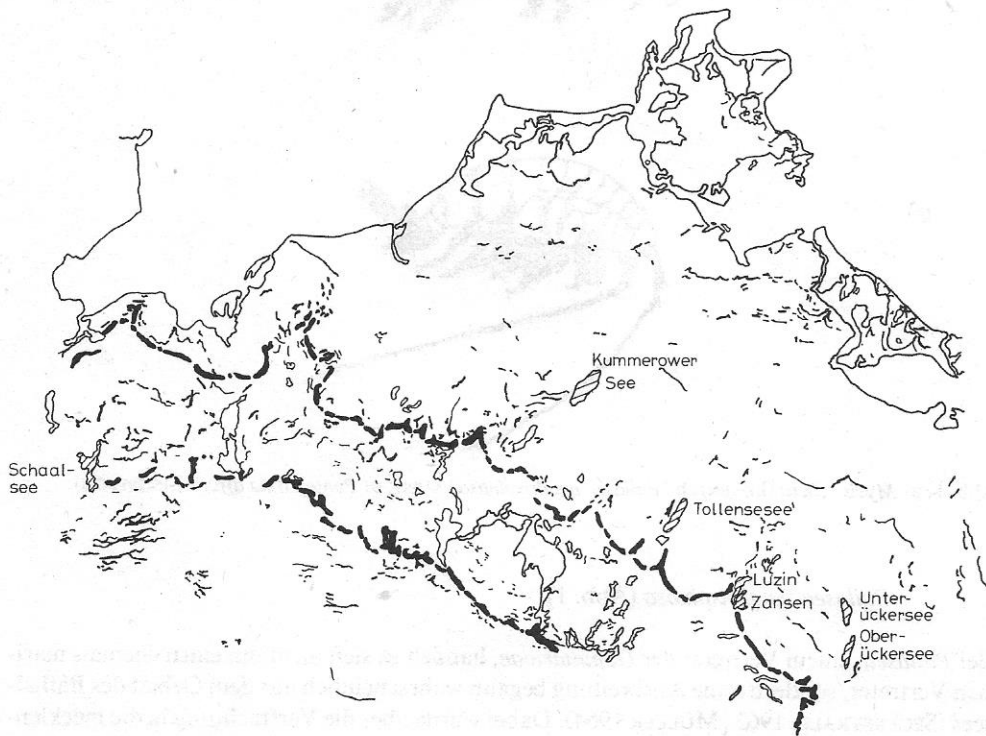


Abb. 2: Die Lage der Untersuchungsgewässer in Beziehung zu den Eisrandlagen des Weichselglazials nach SCHULZ (1967) vereinfacht

1 — Pommersches Stadium

Programm einbezogen. In den einzelnen Untersuchungsabschnitten wurden jeweils mehrere Hols, auch in unterschiedlicher Tiefe, absolviert, um einen repräsentativen Querschnitt der Gebiete zu bekommen. Anschließend erfolgte eine genaue Tiefenlotung.

Die zu den Magenuntersuchungen verwendeten Maränen stammen aus Schwebnetzfangen, die über Grund gestellt wurden. Es wurde jeweils der Füllungsgrad und Anteil bzw. Individuenzahl der einzelnen Nahrungsorganismen bestimmt.

Das Bestimmen der Geschlechter von *Mysis* erfolgte an Hand der abdominalen Pleopoden, die Längenbestimmung zwischen Beginn der Augen und Ende des Telsons.

4. Ergebnisse

4.1. Breiter Luzin (siehe Abb. 3)

Im Breiten Luzin konnte das Vorkommen von *Mysis relicta* bestätigt werden.

Die räumliche Verteilung hat gegenüber THIENEMANN (1925) Einschränkungen erfahren. In der Hausseebucht konnte *Mysis* nicht nachgewiesen werden. In der sich anschließenden

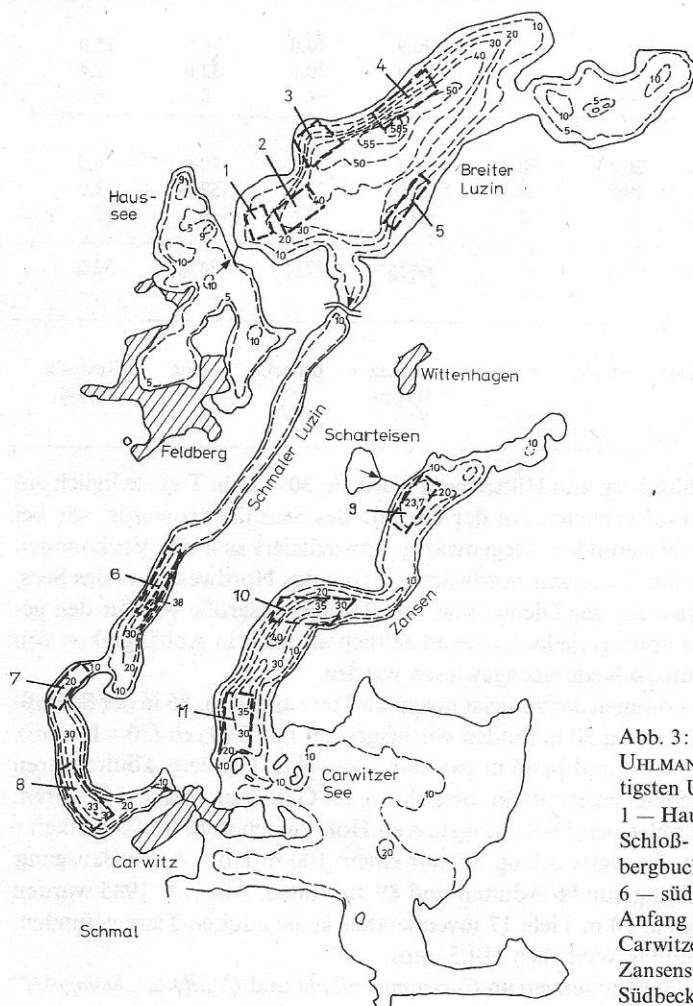


Abb. 3: Das Feldberger Seengebiet (aus UHLMANN, 1971) und die Lage der wichtigsten Untersuchungsgebiete

1 — Hausseebucht; 2 — Becken zwischen Schloß- und Hüttenberg; 3 — Schloßbergbucht; 4 — Nordseite; 5 — Ostseite; 6 — südlich Hullerbusch; 7 — nördlicher Anfang des Carwitzer Beckens; 8 — Carwitzer Becken; 9 — Nordbecken des Zansens; 10 — am Boekwerder; 11 — Südbecken nördlich der Forellenanlage

Tabelle 1

Anteil von *Mysis relicta* an der Nahrung von *C. albula* im Breiten Luzin

		26. 4. 85	19. 6. 86	25. 7. 86	13. 8. 86	25. 9. 86	4. 12. 85
% Anteil Fische mit <i>Mysis</i> als Hauptnahrung		41,4	—	36,8	52,3	50,0	21,4
% Anteil Fische mit anderer Nahrung		44,8	33	52,6	33,3	18,8	46,4
% Anteil Fische ohne Nahrung		13,8	66	10,5	14,3	31,2	32,1
% Magenfüllung	Gesamtzahl d. Fische						
	$\bar{x}$	30,5	10,0	23,5	47,4	51,3	6,2
	s	29,7	20,0	27,1	38,7	46,0	8,1
	n	29	6	19	21	16	28
	Fische mit <i>Mysis</i>						
	$\bar{x}$	45,0	—	40,9	70,0	76,3	15,0
	s	26,4	—	25,4	30,3	32,0	2,4
	n	12	—	7	11	8	6
	Fische mit anderer Nahrung						
	$\bar{x}$	26,5	30,0	16,1	32,1	70,0	6,5
	s	29,7	28,3	25,0	33,5	52,0	7,2
	n	13	2	10	7	3	13
Dominanz von <i>Mysis</i> in Nahrung		61%	—	64%	77%	74%	52%
Witterung							
Nächtl. Bewölkung 01.00		bedeckt	keine	wolkig Regen	bedeckt	keine	bedeckt
Mond			75%	75%	25%	25%	Nebel

zentralen Bucht zwischen Schloßberg und Hüttenberg wurde in 30—35 m Tiefe lediglich ein juveniles Exemplar im Juni 1985 erbeutet. An der Ostseite des Sees (20 m) wurde, wie bei THIENEMANN auch, *Mysis* nicht gefunden. Gegenwärtig konzentriert sich das Vorkommen von *Mysis relicta* von der Schloßbergbucht nordwärts entlang des Nordwestufers des Sees. Eine direkte quantitative Erfassung der Dichte bzw. der Populationsgröße war für den gesamten See nicht möglich. Es konnten jedoch sowohl zeitlich als auch in Abhängigkeit von der Tiefe erhebliche Dichteunterschiede nachgewiesen werden.

So konzentrierte sich das Vorkommen der zumeist juvenilen Tiere am 10. 6. 85 in der Schloßbergbucht zwischen 15 und 25 m. In 30 m fanden wir insgesamt nur 6 *Mysis* (10—14 mm), in 49 m 2 *Mysis* (12 und 14,5 mm) und in 45 m gar kein Exemplar. Größere Adulte waren überhaupt nicht in diesem Bereich zu ermitteln, obwohl sie im Gewässer vorhanden waren. Am 2. 5. 1986 konnten an der gleichen Stelle in mehreren Hols zwischen 10 und 30 m keine *Mysidaceae* gefangen werden. Dagegen gelang bei nur einem 100 m-Hol am Nordausgang der Bucht in 20 m Tiefe der Fang von 96 Adulten und 89 Juvenilen. Am 1. 8. 1985 wurden an der Nordwestseite des Sees in 20 m Tiefe 17 juvenile aber keine adulten Tiere gefunden, in 40 m Tiefe lediglich ein adultes Weibchen (19,5 mm).

Auf der Basis von Nahrungsuntersuchungen an *Coregonus albula* und *C. albula* „lucinensis“

Tabelle 2

Fischereiliche Fänge der Kleinen Maräne 1986 im Breiten Luzin (nach FRANKIF (in Litt.))

Monate	Grundschwebnetz	Zugnetz
Mai—Juni	ca. 100 kg	3700 kg*)
Juli	569 kg	150 kg
August	654 kg	—
September—November	ca. 700 kg	20 kg

*) Lütter See

konnte indirekt auf die Größenordnung der Biomasse der Population geschlossen werden. In diesem Rahmen werden nur die für *Mysis relicta* interessierenden Daten dargestellt, da über die Maränen des Breiten Luzin eine separate Publikation erscheinen wird. In Tabelle 1 wurden die Analysen von 119 Mägen aufgenommen. Zu allen Jahreszeiten stellte *Mysis* einen beträchtlichen Anteil der Maränennahrung dar. Lediglich das Ergebnis vom 19. 6. 85 fällt dabei heraus. Allerdings handelt es sich hierbei nicht um eine ausreichend große Stichprobe. Dennoch ist der hohe Anteil leerer Mägen und das völlige Fehlen von *Mysis* bemerkenswert. Zu diesem Zeitpunkt herrschte allerdings eine ausgesprochene Hochdruckwetterlage (15.—18. 6.) mit Temperaturen über 30 °C. Außerdem war die Nacht vom 18.—19. 6. kaum bewölkt (Wert von Neubrandenburg), und es war kurz vor Vollmond. Die damit ausbleibende Vertikalwanderung sowie eventuell durch die Wetterlage veränderte Lebensweise von *C. albula* dürften die Ursache dieser Erscheinung sein.

In den Monaten August und September hatten mindestens 50% aller gefangenen Fische *Mysis* als dominierende Nahrung aufgenommen. Auch der Füllungsgrad dieser Mägen mit mehr als 70% war größer als zu anderen Zeiten. Im Frühjahr und Frühsommer lag der Anteil der Mägen in denen vorwiegend *Mysis* gefunden wurde bei ca. 40%, und auch die Magenfüllung war deutlich geringer (40,9—45%). Ursache hierfür dürfte die Zunahme der Biomasse und Länge der juvenilen Teilpopulation im Sommer sein, die damit für *Coregonus* auch größere Bedeutung erhält. Allerdings zeigte eine Auswertung der Nahrungsaufnahme im Tagesgang für den 2. 5. 86, daß zumindest nachts *Mysis* auch im Frühjahr mit über 70% den dominierenden Anteil der Nahrung darstellt (ARNDT und WATERSTRAAT in litt.) Auch im Dezember stellt *Mysis* noch einen wichtigen Teil der Nahrung dar, wenn auch gegenüber den anderen Proben wesentlich geringere Anteile vorhanden sind. Darüber hinaus fällt auf, daß die Fische mit *Mysis* als Hauptnahrung eine erheblich höhere Magenfüllung als Fische mit überwiegend anderer Nahrungszusammensetzung hatten. Bei Ausklammerung der Ergebnisse vom 19. 6. 86 liegt der Anteil immer zwischen 52 und 77%, den *Mysis* an der Gesamtnahrung hat, im Durchschnitt bei über 60%. Jedoch ist eine Hochrechnung auf den Gesamtmaränenbestand des Sees kompliziert, da dieser sowohl aus einem autochthonen Bestand einschließlich der Tiefenform (*C. A. lucinensis*) und Besatz aus anderen Gewässern (Tollensesee) besteht und die mögliche unterschiedliche Ernährung nicht untersucht werden konnte. Die von uns untersuchten Fische stammen ausnahmslos aus dem Hauptteil des Sees (Schloßbergbucht, Ostteil des Sees und Hausseebucht) aus Grundschwebnetzen, ein Großteil des Fanges wird aber auch durch Zugnetzfischerei im Frühjahr auf dem nördlichen „Lütten See“ gefangen, wo *Mysis* nicht heimisch ist. In Tabelle 2 sind die Fangmengen des Jahres 1986 aufgeschlüsselt.

Würde man auf der Basis des jährlichen durchschnittlichen Maränenfanges von 5000 kg im Breiten Luzin die alleine von diesen Fischen gefressene Biomasse (FM) von *Mysis* ab-

schätzen (60% der Nahrung; $FQ = 2,0$; Vernachlässigung des höheren Wassergehaltes von *Mysis* sowie der Nahrungsspezifität der Altersklassen von *C. albula*), käme man auf ca. 6000 kg. Auch bei Ausschluß der Fische, die im Lütten See gefangen wurden und sich nur zeitweise im Hauptteil des Sees aufhalten, beträgt der Prädationsdruck der gefangenen Maränen weit über 1000 kg. Da einerseits weitere Prädatoren (einschließlich nicht gefangener Maränen) *Mysis relicta* fressen und andererseits juvenile Maränen (O^+) nur geringe Mengen *Mysis* aufnehmen, dürfte die jährlich abgeschöpfte Biomasse von *Mysis* zwischen beiden angegebenen Werten liegen. Damit spielt *Mysis* eine wichtige Rolle im produktionsbiologischen Kreislauf des Sees.

Die Altersstruktur konnte an Hand der Dredgeproben (siehe Abb. 4) und der Magenproben von *C. albula* im Laufe der Saison ermittelt werden. Das Schlüpfen der Juvenilen aus den Marsupien der Weibchen erfolgt im wesentlichen in den Monaten April und Mai, also über einen längeren Zeitraum. Von den 57 gefangenen geschlechtsreifen *Mysis* (≥ 14 mm) wurden 15 Weibchen mit gefüllten Marsupien identifiziert. Das entspricht einem Anteil von 38% der geschlechtsreifen Weibchen der Probe. Da 9 der Weibchen noch relativ undifferenzierte Larven aufwiesen, dürfte sich bei diesen Tieren der Schlupf noch über die nächsten Wochen hinziehen.

Abb. 4 zeigt deutlich das Auftreten der beiden Jahrgänge in der Probe vom 2. 5. 86. Am 10. 6. 85 wurden vermutlich mit Ausnahme der Längenklassen 13–15 nur Exemplare des neuen Jahrganges gefangen. Dabei sind natürlich mögliche Unterschiede zwischen 1985 und 1986 zu berücksichtigen. Das Verlassen der Marsupien war zu diesem Zeitpunkt schon abgeschlossen, da keine Mysidaceen der Längengruppe 4–4,9 mm auftraten. Das Vorhandensein von Adulten wird an der Probe vom 1. 8. 85 deutlich, allerdings hier in größerer Tiefe. Dies zeigt, daß auch am 10. 6. 85 vermutlich eine räumliche Trennung beider Altersgruppen auftrat. Im August haben die juvenilen Krebse eine Länge zwischen 9 und 14 mm.

Durch die Magenuntersuchungen an *C. albula* werden diese Ergebnisse im wesentlichen bestätigt. Weibchen mit gefüllten Marsupien werden nur im April und Mai gefunden. Von Juli bis Dezember ist ein stetiges Anwachsen der jungen Generation festzustellen. Im Dezember wird dann eine Größe von ca. 15 mm erreicht. Dagegen kommt es zu einem stetigen Abnehmen des Anteils der vorjährigen Population in der Nahrung. Beträgt ihr Anteil im Juli noch ca. 50%, verringert er sich im August auf nur ein Drittel. Ende September konnten nur noch 2 Exemplare der vorjährigen Generation gefunden werden, und im Dezember war die vorjährige Generation ganz aus den Magenproben verschwunden. Ob ein Teil dieser Generation im nächsten Jahr an der Fortpflanzung teilnimmt, konnte nicht mit Bestimmtheit geklärt werden. Die Ergebnisse aus dem Sommer zeigen allerdings, daß zu diesem Zeitpunkt der adulte Jahrgang in den Dredgeproben unterrepräsentiert und durch vermutlich selektiven Fraß in den Magenproben überrepräsentiert ist.

Stichprobenartig wurde auch die Fruchtbarkeit an Hand der Proben vom 2. 5. 86 ermittelt. Dabei wurden durchschnittlich 13,4 Larven pro Weibchen ($n = 7$) gefunden. Weibchen mit einer Länge ≥ 17 mm hatten eine erheblich höhere Larvenzahl (16,5) als Weibchen zwischen 15 und 16,9 mm (9,3). Zudem ist, wie in Abb. 4 ersichtlich, der Reifegrad der Larven in großen Weibchen höher als in kleinen Weibchen, zum großen Teil hatten sie bereits abgeleicht. Dies führt zu dem großen Zeitraum der Abgabe der Larven im Frühjahr.

Aus der Abbildung geht ebenfalls hervor, daß die Männchen signifikant kleiner als die Weibchen im Frühjahr sind ($\bar{x} = 17,4$, $s = 1,2$ bei $n = 43$; $\bar{x} = 14,6$, $s = 0,5$ bei $n = 14$). Der Anteil der Männchen in der Probe vom 2. 5. 86 lag unter 25% an der Gesamtmenge des Fanges der Adulten im Frühjahr.

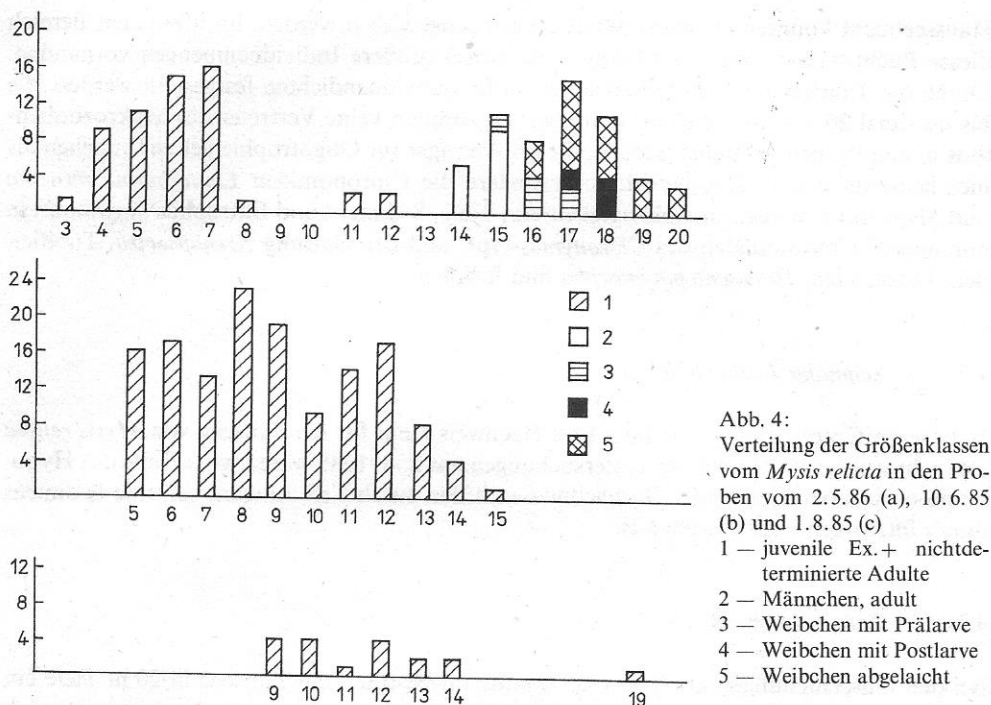


Abb. 4:
Verteilung der Größenklassen
vom *Mysis relicta* in den Proben
vom 2.5.86 (a), 10.6.85
(b) und 1.8.85 (c)
1 — juvenile Ex. + nichtde-
terminierte Adulte
2 — Männchen, adult
3 — Weibchen mit Prälarve
4 — Weibchen mit Postlarve
5 — Weibchen abgelaicht

Bei einem Weibchen aus dem Unterückersee aus dem Jahre 1981 konnten sogar 54 Larven im Marsupium gefunden werden.

Durch die Untersuchung der Nahrungszusammensetzung von *Mysis* sollte auf die Lebensweise geschlossen werden. Dazu wurden von 20 adulten Exemplaren aus der Probe vom 2. 5. 86 Magenuntersuchungen vorgenommen. In Tabelle 3 sind diese Ergebnisse dargestellt. Zooplankton stellt zumindest zu diesem Zeitpunkt die Hauptnahrung von *Mysis* dar. Demgegenüber spielen Algen und Detritus eine untergeordnete Rolle. Wichtige Plankter für *Mysis* sind *Keratella quadrata*, *Brachionus* sp., *Bosmina coregoni* und Copepoden (im wesentlichen calanide Cop.). Damit kann indirekt der Beweis erbracht werden, daß *Mysis* wie in Gewässern Skandinaviens und Amerikas nachts zur Nahrungsaufnahme ins Plankton aufsteigt.

Die Fundorte von *Mysis* im Gebiet der Schloßbergbucht und an der Nordwestseite sind am besten dem Hartboden zuzuordnen. Es dominiert kiesiges Substrat mit geringem Sand- und Schluffanteil, teilweise ist jedoch ausgesprochen grobes Geröll vorhanden. Allerdings ist das Benthon durch eine eutrophierungsbedingte Detritusaufgabe gekennzeichnet. Außerdem wurde ein Exemplar im Zentralbecken auf Gytja-Sediment nachgewiesen. Inwieweit der Weichboden regelmäßig besiedelt oder nur während horizontaler Wanderungen aufgesucht wird, konnte nicht nachgewiesen werden. Die Dichte ist jedenfalls deutlich geringer. Sapropel tritt im Breiten Luzin noch nicht flächig auf, die aber schon stark eutrophierte Hausseebucht mit schlammigem Untergrund enthält keine *Mysis*. Durch Unterwasser-sichtbeobachtungen (9. 5. 87) konnten diese Ergebnisse im wesentlichen bestätigt werden. Während am Tage erst unterhalb 9–10 m Wassertiefe die ersten Individuen beobachtet wurden, wanderten nachts (23 Uhr) die Tiere bis in 4 m Tiefe nach oben. Im Becken der

Hausseebucht konnten ebenfalls *Mysis* nicht nachgewiesen werden, im ufernahen Bereich dieser Bucht waren zwischen 12 und 14 m jedoch größere Individuenmengen vorhanden. Durch die Taucher konnten teilweise sehr hohe Individuendichten festgestellt werden, die bis maximal 20–30 Ind./0,04 m² betrug. Es konnten keine Vertreter des Makrozoobenthos in den Proben gefunden werden, die als Anzeiger für Oligotrophie gelten und ehemals hier heimisch waren. Das betrifft insbesondere die Chironomiden *Lauterbornia caracina* und *Sergentia profunda*. In Abhängigkeit von Tiefe, Sediment und Eutrophierungssituation dominieren Chironomiden des *Chironymus*-typs, und der Gattung *Krenopsectra*, Tubificiden, Ostracoden, *Dreissena polymorpha* und Pisidien.

4.2. Schmalzer Luzin (Abb. 2)

In unseren Untersuchungen konnte kein Nachweis mehr für die Existenz von *Mysis relicta* erbracht werden. Während der Untersuchungen am 2. 8. 1985 waren weite Teile des Hypolimnions sauerstofffrei und z. T. zeichnete sich das durch FeS schwarz gefärbte Sediment durch intensiven H₂S-Geruch aus.

4.3. Zansen (Abb. 2)

Bei den Untersuchungen am 2. 8. 1985 konnte im Nordteil des Zansens in 20 m Tiefe ein juveniles Exemplar mit einer Länge von 10,5 mm gedregged werden. In diesem Bereich herrschte Sandboden vor mit vielen Chironomiden. In 15 m Tiefe war *Mysis* nicht vertreten. Auch weiter südlich am Boekwerder gelang der Fang von 2 juvenilen Exemplaren von 12 bzw. 13 mm in 25 m auf Hartboden. In dem Bereich, wo *Mysis* lebte, waren noch ca. 5 mg O₂/l festzustellen. Im Südteil des Zansens, wo früher ebenfalls *Mysis* vorkam, ist der Gewässergrund heute durch den Einfluß der Forellenanlage geprägt (Pelletreste, Forellenkot und Bakterienkonglomerate reichen mehrere hundert Meter in den See). Dadurch herrscht am Grund in 20–30 m Tiefe akuter O₂-Mangel und *Mysis* kann nicht existieren.

4.4. Tollensesee

Von ehemals 3 vorhandenen Krebsen *Mysis relicta*, *Pontoporeia affinis* und *Pallasea quadrispinosa* konnten bei den Untersuchungen am 26. 7. und 14. 10. 1985 nur noch *Pallasea* festgestellt werden. Auch in Magenproben von *C. albula* gelang kein weiterer Nachweis.

Die Untersuchungen erstreckten sich vorzugsweise auf den Mittelteil des Sees, da sowohl Nord- als auch Südbereich stärker eutrophiert sind. Außerdem mußten die Dredgeholts im wesentlichen auf den Bereich oberhalb 25 m beschränkt bleiben, da das Sediment in größerer Tiefe zumeist sauerstofffrei ist.

Am Westufer des Sees zwischen Wittenbrink und Fischerkrog konzentrierte sich das Vorkommen von *Pallasea* in 12–15 m Tiefe. Sowohl im flacheren Wasser als auch in 20 m konnte der Gammaride nicht gefunden werden. Im Südteil kam *Pallasea* nicht vor. Dagegen konnte der Krebs vor Maiershof an der Ostseite auf kiesigem Sediment sowohl in 15 m als auch in 18–20 m Tiefe in größerer Menge gesammelt werden. Darunter befanden sich sowohl adulte als auch juvenile Tiere. Auch vor dem Gatscheck konnte auf Hartboden zwischen 15

und 25 m *Pallasea* nachgewiesen werden. Weiter nördlich am Nordwestufer konnte auf Weichboden in 15 m ebenfalls *Pallasea* ermittelt werden.

4.5. Kummerower See

Von den ehemals im Kummerower See nachgewiesenen Amphipoden *Pallasea* und *Pontoporeia* konnte 1985 nur noch *Pallasea* gefunden werden.

An der tiefsten Stelle (24 m) zwischen Neukalen und Sommersdorf in der Seemitte konnten auf Gytja-Sediment in mehreren Hols 6 juvenile *Pallasea* gesammelt werden. An der Ostseite des Sees bei Sommersdorf wurden in 7–8 m Tiefe 19 juvenile Exemplare erbeutet. In der Nähe der Einmündung der Neukalener Peene wurden in 7 m an der Schaarkante neben 200 *Echinogammarus ischnus* 6 *Pallasea quadrispinosa* in einem Hol gefunden. In 3–4 m Tiefe konnten große Mengen von *Echinogammarus*, aber nur insgesamt 4 *Pallasea*, darunter ein adultes Exemplar ermittelt werden. Im flachen Wasser war *Pallasea* nicht mehr zu finden. Im Gebiet nördlich von Salem war auf dem Weichboden *Pallasea* nicht vorhanden. Im Flachwasser gab es dagegen überall *Echinogammarus ischnus* (1).

4.6. Unterückersee

Sowohl am 18. 9. 1985 als auch am 9. 5. 1986 konnte von den ehemals verbreiteten³ Arten nur *Pallasea quadrispinosa* nachgewiesen werden. Allerdings erhielten wir von Herrn Schweinberger, Fischgesundheitsdienst Prenzlau, im Frühjahr 1986 eine konservierte Probe mit über 40 laichreifen Weibchen von *Mysis relicta*, die er Ende April/Anfang Mai 1981 im flachen Wasser des Nordwestbereiches des Unterückersees gefangen hatte, ohne aber die Art zu bestimmen.

Im Bereich nördlich von Röpersdorf konnten keine Amphipoden zwischen 4 und 17 m nachgewiesen werden. Das Sediment war in diesem Bereich stark durch die Forellenkäfige beeinflusst (Faulschlamm in der Tiefe). Im Gebiet am Haken vor Zöllchow war *Pallasea* im flachen Wasser nicht vorhanden, jedoch im tieferen Wasser von 11 m wurden bei 2 Hols 11 juvenile Individuen nachgewiesen. In 16–17 m fehlte *Pallasea* wieder. An der Ostseite trat *Pallasea* regelmäßig in 8 m Tiefe auf Hartboden auf, fehlte jedoch in 15 m auf Sapropel und in 6 m in Characaenbeständen (im Gegensatz zu *Asselus aquatilis*). Nach Aussagen des Fischers kamen im Sommer Gammariden aber regelmäßig im „Kraut“ vor.

4.7. Oberückersee

Bei der Untersuchung des Oberückersees am 18. 9. 85 konnte das ehemals gemeldete Vorkommen von *Pallasea* bestätigt werden. Das Vorkommen konzentriert sich oberhalb der 10 m Linie, da in tieferen Bereichen das Benthos sauerstofffrei war und nach H_2S roch.

Wir konnten *Pallasea* lediglich im Süd- und Ostteil des Hauptbeckens finden. Außergewöhnlich war der Fund von mehreren Exemplaren in 2 m Tiefe zwischen Characeen im Südostteil. Dort wurde auch noch in 6 m auf Hartboden *Pallasea* ermittelt. Im Südwestteil dagegen konnten wir den Krebs nur im Bereich zwischen 6 und 8 m nachweisen. Weder an der Scharkante um die zentrale Insel im See noch auf dem Weichboden des südlichen Appendix (<5 m Tiefe) fanden wir *Pallasea*.

¹⁾ Über den Erstnachweis dieser Art in der DDR erscheint eine gesonderte Publikation (KÖHN und WATERSTRAAT im Druck).

4.8. Schaalsee

Auch der Schaalsee beherbergt von den 3 Arten nur *Pallasea quadrispinosa*. Dieses Vorkommen konnte bei einer Ermittlung im April 1986 bestätigt werden.

In die Untersuchungen konnte lediglich das südliche Zarrentiner Becken einbezogen werden. Dabei wurden in 10 m Tiefe bei mehreren Hols insgesamt 8 juvenile *Pallasea* gefangen, in 20 m Tiefe wurde auf Hartboden ein adultes Exemplar nachgewiesen. Makrozoobenthovertreter, die Anzeiger für Nährstoffarmut sind, konnten nicht gefunden werden.

5. Diskussion

Mit *Mysis relicta*, *Pontoporeia affinis* und *Pallasea quadrispinosa* lebten in unseren rezenten limnischen Ökosystemen noch 3 Vertreter der Gewässerfauna einer vor über 10000 Jahren die norddeutsche Landschaft prägenden Epoche, der Eiszeit.

Dabei lassen sich die jetzt isolierten Vorkommen gut mit späten Eisrandlagen des Pommerischen Stadiums des Weichselglazials in Verbindung bringen. Schon THIENEMANN (1950) stellte die weitgehende Übereinstimmung dieser Vorkommen mit denen der Fische *Osmerus eperlanus*, *Coregonus albula* und *Coregonus lavaretus* dar. NYBELIN (1969) zeigte die ähnliche Ausbreitung für *Cottus poecilopus* in Skandinavien. So ist es auch nicht verwunderlich, daß sich auffällige Parallelen im Vorkommen dieser Fischarten mit den Krebsarten in Mecklenburg ergeben. Bis in die zwanziger Jahre gelang in 8 mecklenburgischen Seen der Nachweis von Reliktkrebsen (SAMTER, 1905; THIENEMANN, 1928). Tabelle 4 gibt hierüber Auskunft, wobei ergänzend auch die Vorkommen an den 4 genannten Fischarten (ohne rezente Verluste) angeführt sind. Die Angaben von SIEMSEN (1794) über das Vorkommen von *Coregonus lavaretus* in den Feldberger Seen und im Tollensesee in der Vergangenheit sind als unsicher einzuschätzen. Inzwischen ist die Ostgroppe aus dem Schmalen Luzin und dem Zansen verschwunden, ein Beleg über die Existenz der letzten Population (!) dieser geschützten Art auf dem Territorium der DDR im Breiten Luzin liegt seit 1978 nicht mehr vor. Im Oberückersee erlosch das Vorkommen der Stints *Osmerus eperlanus* und die Fischerei auf die Kleine Maräne hat in einigen Seen ihre Bedeutung verloren.

Unsere Untersuchungen zeigten, daß *Pallasea quadrispinosa* noch in allen ehemals besiedelten Seen vorkommt. Im Oberückersee und im Kummerower See wurden jedoch nur verhältnismäßig wenig Individuen gefunden. In den anderen Seen scheinen die Populationen nicht gefährdet zu sein. Wir können bestätigen, daß sich die Art vorzugsweise im Sublitoral und oberen Profundal (THIENEMANN 1950) aufhält. Auffällig ist aber, daß im Oberückersee mit seiner extremen Sauerstoffzehrung sogar das Litoral besiedelt wird und im Kummerower See eine räumliche Trennung zwischen *Pallasea* und *Echinogammarus* auftrat. Bereits oberhalb 7 m war *Pallasea* kaum nachzuweisen.

Über den Rückgang von *Pontoporeia affinis* und *Mysis relicta* als Folge der anthropogen gesteigerten Eutrophierung in verschiedenen Seen Michigans berichten GANNON et al. (1978). Unsere Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß *Pontoporeia affinis* auf dem Territorium der DDR verschollen ist. Die letzten Nachweise stammen aus dem Jahre 1926 (THIENEMANN, 1928) für Kummerower See und Unterückersee, während im Tollensesee zu diesem Zeitpunkt die Population wahrscheinlich bereits erloschen war. *Mysis relicta* kommt in größerer Abundanz nur noch im Breiten Luzin vor. Eine Sicherung der Restpopulationen im Zansen und im Unterückersee (?) scheint nur bei schnellstmöglicher limnologischer Sanierung

Tabelle 3
Nahrungszusammensetzung in Mägen von *Mysis* ($n = 20$; 2. 5. 86, adulte Generation)

	Vol. %	systematische Zusammensetzung
Zooplankton	80	14 Copepoden (vorwiegend <i>Calanoidea</i> , auch Cyclopiden) 8 <i>Bosmina</i> sp. 32 <i>Keratella quadrata</i> 1 <i>Keratella cochlearis</i> 39 <i>Brachionus</i> sp. 1 beschalter Ciliat
Algen		
— in 3 Mägen 50%	10	centrische Diatomeen (<i>Cyclotella</i> , <i>Stephanodiscus</i>)
— sonst unbedeut.		<i>Fragillaria</i> sp. <i>Cyanophyceae</i> (1 $\times$ <i>Ocellularia</i> sp., <i>Gomphosphaeria</i> (?), <i>Aphanothece</i> (?))
Detritus	10	
— 1 Ex. 50%		

Tabelle 4
Ehemaliges Vorkommen der Reliktkrebse in den Mecklenburgischen Gewässern

	Breiter Luzin	Schmaler Luzin	Zanssen	Tollensesee	Unteruckersee	Oberuckersee	Kummerower See	Schaalsee
<i>Mysis relicta</i>	+	+	+	+	+	—	—	—
<i>Pontoporeia affinis</i>	—	—	—	+	+	—	+	—
<i>Pallasea quadrispinosa</i>	—	—	—	+	+	+	+	+
<i>Osmerus eperlanus</i>	—	—	—	+	+	+	+	—
<i>Coregonus albula</i>	+	+	+	+	(+)	(+)	(+)	+
<i>Coregonus lavaretus</i>	?	?	?	?	—	—	(+)	+
<i>Cottus poecilopus</i>	+	+	+	—	—	—	—	—

(+) nicht bekannt, ob Bestand autochthon

möglich zu sein. Unsere Ergebnisse über *Mysis* im Breiten Luzin lassen auf eine bisher nicht vermutete Populationsgröße schließen. Damit trägt *Mysis* auch entscheidend zur Erhaltung der in der DDR einmaligen Population der Tiefenmaräne *C. albula lucinensis* bei. Die Vermehrung im Winter (HOLMQUIST, 1959) wurde von uns bestätigt. Dabei findet eine Abgabe der juvenilen Mysidaceae in den Monaten April und Mai über einen längeren Zeitraum statt. Größere Weibchen haben nach unseren Ergebnissen sowohl mehr Larven als auch einen früheren Zeitpunkt der Abgabe aus dem Marsupium als kleinere Weibchen. Die durchschnittliche Länge der adulten Weibchen ist im Frühjahr größer als die der Männchen. Während MORGAN und BEETON (1978) ein Wachstum von ca. 1 mm/Monat für den Michigansee ermittelten, betrug das Längenwachstum des juvenilen *Mysis* im Breiten Luzin 1,5–2 mm pro Monat.

Zooplankton spielte in unseren Proben vom 2. 5. 1986 die dominierende Rolle in der Nahrung von *Mysis*. Das sehen wir als Bestätigung ihrer vertikalen Nachtwanderung ins Pelagial zur Nahrungsaufnahme (JANSSEN und BRANDT, 1980) auch im Breiten Luzin an. Das Fehlen von *Mysis* in den Maränenmägen vom 19. 6. 1986 (der einzigen Nacht der Untersuchungen mit Vollmond ohne Bewölkung) werten wir als Indiz des Ausbleibens der Wanderung unter diesen Bedingungen. Im Gegensatz zu HOLMQUIST (1959), die eine bevorzugte Lebensweise auf Gytja (Weichboden) annahm, lebt *Mysis relicta* im Breiten Luzin sowohl auf Hart- als auch auf Weichboden.

Die Maränen (autochthon und allochthon) üben einen erheblichen Prädationsdruck auf die *Mysis*-Population aus (vgl. PÄSLER und RICHTER, 1975). Ob das unter den sich veränderten Umweltbedingungen zur Reduzierung der Population beiträgt, kann nicht ausgeschlossen werden. Außerdem nahm in den letzten Jahren im See der Bestand eines anderen potentiellen *Mysis*-Prädators, des Kaulbarsch *Acerina cernua*, enorm zu, während *Cottus poecilopus* wohl keine Rolle mehr spielt.

Die eigentliche Ursache der Gefährdung der 3 Arten liegt jedoch in der Eutrophierung ihrer Wohngewässer. Deshalb wird im Anschluß ein Überblick über diese Prozesse in den einzelnen Seen gegeben. Ein langfristiger Schutz ist nur im Zuge einer Sanierung, die zumindest zum Teil die ursprünglichen Bedingungen wiederherstellt, möglich.

Kurzer Abriß der Eutrophierung der einzelnen Seen:

Die Seen um Feldberg, Breiter und Schmalen Luzin, Zansen, gehören zu den am besten untersuchten Gewässern Mecklenburgs. Auf Grund ihres ehemals oligotrophen Charakters und der einmaligen Limnofauna (*Cottus poecilopus*, *Coregonus albula lucinensis* und *Mysis relicta*) bezogen auf den südlichen Ostseeraum, wurde schon seit dem Beginn dieses Jahrhunderts die Limnologie dieses Seengebietes beobachtet. KOSCHEL et al. (1985) geben einen umfangreichen Überblick über die Geschichte und den aktuellen Stand der Eutrophierungsprozesse in diesen Gewässern. Insbesondere seit 1960 kommt es durch eine stetige Nährstofffracht zu einer rasanten Eutrophierung. So betrug schließlich zu Beginn der 80er Jahre die jährliche Flächenbelastung 0,3–0,4 g Phosphor/m². Für den Breiten Luzin bedeuten das jedes Jahr mehr als 1000 kg P-Belastung. Die ursprüngliche Belastung dürfte dagegen nicht mehr als 0,06 g/m² betragen haben. Ausdruck dessen sind auch die wesentlich geringeren Nährstoffkonzentrationen im Hypolimnion während der Sommerstagnation 1932 (OHLE, 1934) gegenüber 1982 (KOSCHEL et al., 1985) insbesondere im Schmalen Luzin und im Zansen. Die zum Teil dramatischen Veränderungen werden besonders in der Entwicklung des O₂-Verhaltens deutlich (RICHTER 1981 und KOSCHEL et al. 1985). Insbesondere der Schmale Luzin und der Zansen zeichnen sich in der Gegenwart im Spätsommer durch ein vollkommen anaerobes Hypolimnion aus, im Breiten Luzin findet man im Spätsommer in 40 m Tiefe nur noch geringfügig O₂. Das sauerstofffreie Hypolimnion des Schmalen Luzin enthält Schwefelwasserstoff (RICHTER, 1982).

Auffällige Veränderungen sind auch in der Plankton-Produktion (siehe KOSCHEL et al., 1985), dem Zoobenthos und der Fischartengemeinschaft festzustellen. So sind die Vertreter der Thienemannschen Tanytarsus-Gemeinschaft sowie *Cottus poecilopus* und *Coregonus albula* aus dem Zansen und dem Schmalen Luzin verschwunden und durch euriöke Arten wie *Acerina cernua* und verschiedene Cypriniden ersetzt. Auf Grund seiner ungewöhnlich hohen Kalkfällung mit den positiven Konsequenzen für den Nährstoffhaushalt ist die Situation für den Breiten Luzin zur Zeit noch nicht so dramatisch.

In allen 3 Gewässern kam es zu einer erheblichen Verringerung der Sichttiefen, die in der Regel nur 2–3 m betragen (außer Klarwasserstadien und Kalkfällung), was unter anderem zu einer rapiden Abnahme von submersen Makrophyten führte.

Neuerdings wurden im Landschaftsplan Feldberg die notwendigen Schritte zur Rückführung der Seen in einen oligo-mesotrophen Zustand festgelegt. Es bleibt zu hoffen, daß die mit der Abwasserringleitung für Feldberg begonnenen Maßnahmen zügig fortgesetzt werden können und so vielleicht eine baldige Sanierung möglich wird.

- Mit einer Flächenbelastung von 0,51 g P-PO₄ m⁻² (KOSCHEL in lit.) gehört der Tollensesee zu den eutrophen Seen. Das drückt sich auch in den Sauerstoffverhältnissen im Hypolimnion (25. 9. 85: 20 m =

2,25 mg/l; 21 m = 0,77 mg/l), den Nährstoffverhältnissen zur Vollzirkulation (Nitrat: 0,5 mg N/l; Orthophosphat: 0,4 g/l; Ammonium: ca. 0,1 mg/l am 9. 4. 85) und den stark schwankenden Sichttiefen aus (KOSCHEL in lit.). Ein Großteil dieser Belastung wird durch Oberflächenzuflüsse wie Nonnenbach und Linde zugeführt. Doch bereits OHLE (1934) und THIENEMANN (1925) zeigten, daß schon damals der Tollensesee erheblich belastet war. 1925 schrieb THIENEMANN, daß sich zur Zeit bei *Pontoporeia affinis* im See der Aussterbeprozess abzeichne. Im Jahre 1926 fand er *Pontoporeia* nicht mehr im See, jedoch Mysis zwischen 15 und 25 m Tiefe (THIENEMANN, 1928). Inzwischen ist offensichtlich auch diese Art verschwunden, da zeitweise das gesamte Hypolimnion im Sommer extremen Sauerstoffschwund aufweist.

- Vergleichbare Daten über die limnologische Entwicklung der Ückerseen liegen uns nicht vor. Doch an Hand unserer Ergebnisse konnten wir zumindest zeigen, daß der Oberückersee während des Sommers zumeist ein sauerstoffreiches Hypolimnion besitzt. Damit ist u. a. auch das Verschwinden des Stintes *Osmerus eperlanus* aus dem See zu erklären.

Pallasea konnte in Teilgebieten jedoch noch entsprechende Lebensbedingungen finden, wiewohl sogar teilweise bis ins Litoral aus.

Der Unterückersee wurde von THIENEMANN (1928), wie der Tollensesee als „Chronomus-See“ (relativ nährstoffreich) ohne Sauerstoff im Profundal zum Ende der Sommerstagnation charakterisiert. Jedoch herrschten im Sublitoral und im oberen Profundal noch ausreichende O₂-Verhältnisse für *Pontoporeia affinis*. Mysis konnte er selbst nicht finden, erwähnte aber eine briefliche Mitteilung von WUNDSCH, wonach jener mittels Bodengreifer 1927 1 *Mysis*-Exemplar fand (THIENEMANN 1928). Inzwischen scheint durch die fortschreitende Eutrophierung das *Pontoporeia*-Vorkommen erloschen, während *Mysis* 1981 noch auftrat, wenn auch unter weitgehend unklaren Bedingungen (im flachen Wasser als Massensammlung im Frühjahr). Wir selbst konnten weder 1985 noch 1986 die Art hier nachweisen. *Pallasea* dagegen besiedelt größere Bereiche noch von oberem Profundal und Sublitoral.

- Der Kummerower See wurde von THIENEMANN ebenfalls in die Gruppe der Chronomusseen eingestuft, wobei *Pontoporeia* noch selten im Profundal und Sublitoral, *Pallasea* aber häufig im Litoral bis Profundal vorkam.

Wir konnten nur noch *Pallasea* vereinzelt im Sublitoral und Profundal finden, *Pontoporeia* dagegen nicht. KALBE et al. (1965) charakterisiert den See bereits damals als nährstoffreich und hochproduktiv und VENZ (1966) fand im relativ kleinen und nur zeitweiligen auftretenden Hypolimnion (durch Windeinfluß) starke O₂-Zehrungen, z. B. am 9. 8. 1963 in 20 m Tiefe nur 0,3 mg O₂/l. Bereits im Jahre 1963 hatte SCHRÄDER (KALBE und WERNER 1974) vergeblich nach *Pontoporeia* (aber auch ohne Erfolg nach *Pallasea*) im See gedregdet.

- Der Schaalsee gehörte vor dem Krieg zu den am besten untersuchten norddeutschen Seen. Große Teile des Sees waren damals noch oligotroph und THIENEMANN (1928) rechnete den See zum Tanytarsus-Typ. OHLE (1934) konnte jedoch schon zwischen 1916 und 1932 eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes von knapp 70% auf 34% in 65 m Tiefe zum Ende der Sommerstagnation feststellen. Inzwischen ist durch die starke anthropogene Belastung die Eutrophierung weiter vorangeschritten und der See hat seinen ehemals oligotrophen Charakter längst verloren. Bisher führte das jedoch noch nicht zur Vernichtung der *Pallasea*-Population und der ebenfalls vorkommenden autochthonen *Coregonus lavaretus*-Population.

Zusammenfassung

In 8 Seen Mecklenburgs fanden Untersuchungen zur Verbreitung und Ökologie von *Mysis relicta*, *Pontoporeia affinis* und *Pallasea quadrispinosa* statt. Während *Pontoporeia* in der DDR verschollen ist, liegt für *Pallasea* nur ein geringer Gefährdungsgrad vor. Das *Mysis*-Vorkommen konzentriert sich auf den Breiten Luzin. Hierzu werden ökologische Ergebnisse vorgelegt. Der Rückgang der Arten wird mit der anthropogen verstärkten Eutrophierung erklärt. Da die dringend notwendigen Schutzmaßnahmen für die noch bestehenden Populationen gleichzeitig der Erhaltung bzw. Wiederherstellung dieser außergewöhnlichen limnologischen Ökosysteme einschließlich der Fischfauna dienen, ist eine beschleunigte Sanierung angebracht.

Резюме

О распространении и экологии реликтовых раков *Mysis relicta* (LOVEN), *Pallasea quadrispinosa* (SARS) и *Pontoporeia affinis* (LINDSTROM)

В 8 озерах Мекленбурга проведены исследования по распространению и экологии *Mysis relicta*, *Pontoporeia affinis* и *Pallasea quadrispinosa*. В то время, как *Pontoporeia* в ГДР исчезнул, находится *Pallasea* лишь в низкой степени опасности. Популяция *Mysis* сосредоточено в озере Брейтер Луцин. Об этом представлены экологические результаты. Уменьшение популяций видов объясняется антропогенно усиленным эвтрофированием. Так как крайне необходимые мероприятия охраны для еще существующих популяций одновременно служат сохранению или восстановлению этих необыкновенных лимнологических экосистем, например рыбной фауны, считается уместной ускоренная санация.

Summary

On the geographical distribution and ecology of the relic crayfish *Mysis relicta* (LOVEN), *Pallasea quadrispinosa* (SARS) and *Pontoporeia affinis* (LINDSTROM)

Investigations on the distribution and ecology of *Mysis relicta*, *Pontoporeia affinis* and *Pallasea quadrispinosa* were carried out in 8 lakes in Mecklenburg. While *Pontoporeia* has disappeared from the GDR, *Pallasea* seems to be endangered only to a small extent. The occurrence of *Mysis* is restricted to the lake Breiter Luzin. Ecological findings on this are presented. The declining number of species is attributed to increased eutrophication. Speeding up redevelopment in this area seems to be imperative, since the urgently required protective measures for the still existing populations would at the same time contribute to the maintenance and restoration of these extraordinary limnological ecosystems, such as the fish fauna.

Literatur

- BEETON, A. M.: The vertical migration of *Mysis relicta* in lakes Huron and Michigan. — J. Fish. Res. Board Canada 17 (1960) S. 517—539
- EKMAN, S.: Vorschläge und Erläuterungen zur Reliktenfrage in der Hydrobiologie. — Arkiv Zool. 9 (1915) S. 1—35
- FOLTZ, J. W.; NORDEN, C. R.: Food habits and feeding chronology of rainbow smelt (*Osmerus mordax*) in lake Michigan. — Fish Bulletin 75 (1977) S. 637—640.
- FÜRST, M.: Results of introductions of new fish food organisms into swedish lakes. — Rep. Institute freshwater Res. Drottingholm 59 (1981) S. 33—47.
- GANNON, J. E.; MAZUR, D. J.; BEETON, A. M.: Distribution of glacial relict crustacea in some Michigan inland lakes. — Michig. Academician 9 (1978) S. 5—18.
- HOLMQUIST, CH.: Problems on marine glacial relicts on account of investigations on the genus *Mysis*. — Lund 1959
- JANSSEN, J., BRANDT, B.: Feeding ecology and vertical migration of adult alewives (*Alosa pseudoharengus*) in lake Michigan. — Canadian J. Fish & Aquat. Sciences 37 (1980) S. 177—184
- KALBE, L., KEIL, R., RANDOW, F., SCHULZE, H. A.: Der Kummerower See (Mecklenburg) aus limnologischer und hygienischer Sicht. — Archiv Hydrobiol. 61 (1965) S. 161—183.

- KALBE, L., WERNER, H.: Das Sediment des Kummerower Sees. Untersuchungen des Chemismus und der Diatomeenflora. — Inter. Revue ges. Hydrobiol. **59** (1974) S. 755—782.
- KÖHN, J.; WATERSTRAAT, A.: The amphipod fauna of Lake Kummerow (Mecklenburg, GDR) with special reference to *Echinogammarus ischnus* Stebbing. Crustaceana, Leiden (im Druck)
- KRAFT, C. E.: Comparative tropic ecology of deepwater sculpins (*Myoxocephalus quadricornis*) and slimy sculpins (*Cottus cognatus*) in lake Michigan. — M.S. thesis Univ. Wisconsin, Madison 1977 (in JANSSEN u. BRANDT, 1980).
- KOSCHEL, R.: Das Feldberger Seengebiet. — Natur und Umwelt im Bezirk Neubrandenburg **3** (1985) S. 1—96
- LANGELAND, A.: Decreased zooplankton density in two norwegian lakes caused by predation of recently introduced *Mysis relicta*. — Verhandl. Intern. Verein. Limnologie. **21** (1981) S. 926—937
- MORGAN, M., BEETON, A.: Life History and Abundance of *Mysis relicta* in Lake Michigan. — J. Fish. Res. board Canada **35** (1978) S. 1165—1170
- MÜLLER, O.: Weichseleiszeitliche eisgestaute Seen als wesentliche Elemente in der Ausbreitungsgeschichte von marinen Glazialrelikten des Nordpolarmeer. — Archiv Hydrobiol. Supp. **1** (1964) S. 1—90.
- NYBELIN, O.: Om stemsimpans *Cottus gobio* L. och bergsimpans *C. poecilopus* Heckel, utbredningshistoria, södra och mellersta sverige. — Acta regia societatis scient. et litteron Göttingberg. Zool. **4** (1969) S. 1—56
- OHLE, W.: Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. — Archiv Hydrobiol. **26** (1934) S. 386—658
- PÄSLER, H.-G., RICHTER, W. M.: „Garnelen“ in den Feldberger Seen. — Naturschutzarbeit in Mecklenburg **18** (1975) S. 50—52
- RICHTER, W. M.: Zum Sauerstoffgehalt der Seen der Feldberger Landschaftszelle. — Naturschutzarbeit in Mecklenburg **24** (1981) S. 4—13
- RICHTER, W. M.: Zum Sauerstoffhaushalt der Gewässer der Feldberger Seenplatte an Hand sommerlicher Tiefenprofile seit 1924 und 1962 Teil 1. — Acta hydrochim et hydrobiol. **10** (1982) S. 611—622
- SAMTER, M.: Die geographische Verteilung von *Mysis relicta*, *Pallasiella quadrispinosa*, *Pontoporeia affinis* in Deutschland als Erklärungsversuch ihrer Abstammung. — Anhang zu den Abhandlungen d.kgl.-preuß. Akademie der Wiss. v. Jahre 1905, Berlin 1905
- SCHULZ, W.: Abriß zur Quartärstratigraphie Mecklenburgs. — Archiv d. Freunde d. Naturgesch. i. Mecklenb. **13** (1967) S. 99—119
- SEGERSTRALE, S. G.: The immigration and prehistory of the glacial relicts of eurasia and north america. A survey and discussion of modern views. — Inter. Revue ges. Hydrobiol. **47** (1962) S. 1—25
- SWÄRDSON, G.: Speciation of skandinavian *Coregonus*. — Report Institute Freshw. Res. Drottningholm **57** (1979) S. 1—95
- SIEMSEN, H. CH.: Die Fische Mecklenburgs, zum Bekunde vaterl.-akadem. Vorlesungen system. verzeichnet. — Rostock u. Leipzig 1794
- THIENEMANN, A.: *Mysis relicta*. — Zeitschrift Morphol. Ökol. Tiere **3** (1925) S. 389—440
- THIENEMANN, A.: Die Reliktkrebse *Mysis relicta*, *Pontoporeia affinis*, *Pallasea quadrispinosa* und die von ihnen bewohnten norddeutschen Seen. — Archiv Hydrobiol. **19** (1928) S. 52—58
- THIENEMANN, A.: Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. — Stuttgart 1950
- UHLMANN, D.: Wissenschaftliche Bedeutung und gegenwärtiger Zustand der Feldberger Seen. — Naturschutzarbeit Meckl. **4** (1961) S. 52—65
- VENTZ, D.: Biologisch-chemische Untersuchungen am Kummerower See. — Wiss. Zeitschrift Universität Rostock **15** (1966) Math./Nat. Reihe, S. 617—619
- VENTZ, D.: Der Tollense-See, eine Betrachtung zur Limnologie mecklenburgischer Seen. — Zeitschr. für die gesamte Hygiene **15** (1969) S. 947—950

Eingegangen: 1. 3. 1987

Dr. ARNO WATERSTRAAT
Inst. f. Landschafts- u. Natursch. Halle der AdL
Arbeitsgruppe Biologische Station Serrahn
2081 Serrahn
Post Zinow