

A. WATERSTRAAT

Ökologische Untersuchungen an Populationen der Kleinen Maräne (*Coregonus albula* L.) im Breiten Luzin (Bezirk Neubrandenburg)

Zusammenfassung

Durch die gestiegene Nährstoffbelastung vieler Seen kam es zur Gefährdung der Bestände der Kleinen Maränen (*Coregonus albula* L.), was nur durch umfangreiche fischereiliche Maßnahmen kompensiert werden konnte. Eine besonders schützenswerte Population, die Tiefenmaräne *C. a. lucinensis* (THIENEMANN 1933) lebt im Breiten Luzin bei Feldberg. Auf der Basis von morphometrischen Untersuchungen konnte deren Existenz bestätigt und eine Reihe morphologischer Unterschiede angegeben werden. *C. a. lucinensis* zeichnet sich durch ein langsames Längen- und Massewachstum aus. Die sympatrischen Populationen der Kleinen Maräne des Breiten Luzins ernähren sich vorwiegend (~ 66 %) von *Mysis relicta*. Während die Nominatform Ende November/Anfang Dezember ablaicht, zeichnet sich *C. a. lucinensis* durch einen komplizierten Vermehrungsrhythmus mit einem Höhepunkt im Mai/Juni aus. Vorgeschlagen wurden neben Sanierung des Sees und anderen Schutzmaßnahmen verschiedene fischereiliche Maßnahmen, die der Erhaltung der Population dienen.

Summary

The increased loading of many lakes with nutrients led to an endangerment of white fish (*Coregonus albula* L.) populations, that could only be compensated by extensive arrangements in fisheries management. A population particularly worthy to protect is *C. a. lucinensis* (THIENEMANN 1933) living in the Lake Breiter Luzin near Feldberg. Basing on morphometric examinations, its existence could be confirmed and some morphological differences could be stated. *C. a. lucinensis* is characterized by a slow length and weight increment. The sympatric white fish populations in the Lake Breiter Luzin (~ 66 %) feed on *Mysis relicta*. Whereas *C. albula* spawns from the end of November to the beginning of December *C. a. lucinensis* is characterized by a complicated reproduction rhythm with a culmination in May/June. In addition to a restoration of the lake and other protective arrangements, several arrangements in fisheries management were proposed to preserve this population.

Резюме

Повышенная загрязненность многих озер питательными веществами угрожала популяции европейской ряпушки (*Coregonus albula* L.). Компенсация была возможна только с помощью обширных рыболовных мероприятий. Особенно ценный подвид *C. a. lucinensis* (THIENEMANN 1933) обитает в озере Брайтер Луцин у Г. Фельдберга. Морфометрическими методами было возможно подтверждение существования этого подвида, а также описание ряда морфологических различий. *C. a. lucinensis* отличается медленным ростом. Симпатрические популяции европейской ряпушки из озера Брайтер Луцин питаются главным образом (~ 66 %) *Mysis relicta*.

В то время как *C. albula* нерестится в конце ноября/начале декабря, *C.a. lucinensis* отличается сложным ритмом размножения с пиком в мае/июне. Наряду с оздоровлением озера и другими защитными мероприятиями, предлагаются также различные рыбоводные мероприятия, направленные на сохранение этой популяции.

1. Einleitung

Die zunehmende anthropogene Beeinflussung der Natur führt zu zum Teil erheblichen Veränderungen von Ökosystemen und einzelnen Biotopen. Eng damit verbunden ist der Schwund der Arten- und Formenmannigfaltigkeit durch Gefährdung und Aussterben von Arten und Formen. Eine intensive Analyse dieser Prozesse für die Ichthyofauna der DDR erfolgte erst seit Anfang der 80er Jahre (PAEPKE 1981 a, 1981 b).

Die in Vorbereitung des Rotbuches erarbeitete Liste der gefährdeten Fischarten und Rundmäuler führt als „gefährdet“ auch die beiden Coregoniden *C. lavaretus* und *C. albula* (WATERSTRAAT 1986). Als wichtigste Gefährdungsursache für diese Arten kann die Seeneutrophierung mit den Wirkungen extrem erhöhte Eimortalität, Verringerung des Lebensraumes durch Sauerstoffmangel, erhöhte Prädation durch andere Fischarten und Verschlammung der Laichplätze (LUCZYNSKI 1984) angesehen werden. Dies führt insbesondere in der DDR (MÜLLER 1966), VR Polen (LUCZYNSKI 1984) und in Teilen der UdSSR zur Gefährdung der natürlichen Bestände. So mußte in der Belorussischen SSR *C. albula* ebenfalls in die Rote Liste aufgenommen werden (SUSSENJA und SEVČOVA 1984). In der DDR und der VR Polen konnten durch umfangreiche Schutzmaßnahmen, wie extrem hoher Besatz mit künstlich erbrüteten Setzlingen und Neubesatz aller in Frage kommenden Seen (MÜLLER 1966; BERNATOWICZ und RADZIEJ 1974) die Bestände stabilisiert bzw. leicht erhöht werden, ohne jedoch die geplanten Erträge zu erreichen (Tab. 1).

Die gegenwärtige Situation ist gekennzeichnet durch:

- Verringerung der Zahl der Seen mit ausreichend natürlicher Reproduktion, was zur Reduzierung des Laichpotentials für die künstliche Reproduktion führen könnte,
- Konzentration des Besatzes aus wenigen Seen und das weitgehende Fehlen autochthoner Populationen,
- Existenz einer besonders schützenswerten Maränenpopulation im Hypolimnion des inzwischen stark eutrophierten Breiten Luzins bei Feldberg (*C. albula lucinensis* nach THIENEMANN 1933).

Wie auch bei anderen Fischarten sind zur Ableitung effektiver Schutzmaßnahmen ökologische Untersuchungen notwendig, insbesondere da seit den mehr fischereilichen Veröffentlichungen von BAUCH (1949/50) und MÜLLER (1966) kaum entsprechende Untersuchungen durchgeführt wurden. Daher war es auch Anliegen der vorliegenden Arbeit, Möglichkeiten zur Verbesserung des Schutzes von Beständen der Kleinen Maräne, insbesondere der Feldberger Seen auf der Basis ökologischer Untersuchungen darzustellen.

Tabelle 1

Fangmengen an *Coregonus albula* in der Binnenfischerei der DDR (MENZEL 1984; KOZIANOWSKI mdl.)

| Jahr | Tonnen | Jahr | Tonnen |
|------|--------|------|--------|
| 1949 | 92,0 | 1984 | 111,2 |
| 1977 | 71,0 | 1985 | 108,1 |
| 1980 | 113,1 | 1986 | 116,4 |
| 1981 | 119,1 | 1987 | 123,6 |
| 1982 | 138,1 | 1988 | 98,0 |
| 1983 | 105,2 | 1989 | 91,1 |

2. Taxonomische Einordnung

THIENEMANN (1933) stellte auf der Basis seiner Untersuchungen zu den beiden Populationen von *C. albula* des Breiten Luzins Besonderheiten der Tiefenform fest, die so bedeutsam waren, daß er die Unterart *C. a. lucinensis* aufstellte. Zu diesen Besonderheiten zählte er morphologische Unterschiede, andere Lebensweise (Tiefenform, spätere Laichzeit) und sympatrisches Auftreten mit der Nominatform.

In der gegenwärtig noch sehr umstrittenen Coregoniden-Systematik wurden durch GASOWSKA (1960) sowie NIKOLSKI und REŽETNIKOW (1970) alle europäischen Formen zu *C. albula* gestellt, während nach SVÄRDSON (1979) die Thienemannsche Tiefenform zu *C. vandesius*, eventuell sogar zur neu aufgestellten Art *C. trybomi* (Frühjahrslaicher in Skandinavien) gehört. BAUCH (1960) hat nach SVÄRDSON (1957) diese Maräne zeitweilig sogar fälschlich als *C. baunti* bezeichnet. Auf Grund dieser Unklarheiten sollte vorläufig der Name *Coregonus albula lucinensis* beibehalten werden.

3. Untersuchungsgewässer und Methoden

Limnologisch gehören die Feldberger Seen zu den am besten untersuchten Gewässern. Die Luzinseen waren ehemals oligotrophe Seen (OHLE 1934), wurden aber durch unkontrollierte Nährstoffzuführungen in den letzten Jahrzehnten erheblich eutrophiert (RICHTER 1982; KOSCHEL 1985). Zu den besonders schützenswerten Elementen der Seen gehören neben *C. a. lucinensis* vor allem die nur hier vorkommende Ostgroppe, *Cottus poecilopus* (vom Aussterben bedroht) und der Eiszeitreliktkrebs *Mysis relicta* (WATERSTRAAT 1988). Der Breite Luzin ist gekennzeichnet durch ein sehr großes Hypolimnion und eine Maximaltiefe von 58,5 m.

Gegenwärtig werden jährlich im Breiten Luzin 5 000 bis 6 000 kg Maränen gefangen, wobei jedoch der Anteil von *C. a. lucinensis* verschwindend gering ist. Leider wird seit einiger Zeit zur Sicherung der Bestände auch Besatzmaterial aus dem Tollense-See benutzt, was zur Verfälschung der Populationen (besonders der Nominatform) führen wird.

Das Probenmaterial stammt ausschließlich aus Grundschwebnetzfangen zu verschiedenen Jahreszeiten der Jahre 1984 bis 1986 aus Tiefen zwischen 15 und 30 m. *C. a. lucinensis* wurde nach den Merkmalen von THIENEMANN (1933) und BAUCH (1960) entnommen, dazu jeweils Stichproben der Nominatform. Für die Wachstumsuntersuchungen wurden 60 Exemplare von *C. a. lucinensis*, 102 von *C. a. albula* des Breiten Luzins, 40 Maränen des Schweingartensees im Naturschutzgebiet Serrahn und jeweils 5 bis 10 Exemplare anderer Seen (Tollense-See, Schaalsee) verwendet. Die morphometrische Analyse erfolgte nach THIENEMANN (1933) und POKROVSKI (1983) unter logarithmischer Umrechnung nach FRICKE (1982). Für die statistische Auswertung wurde neben Signifikanztesten auch eine Diskriminanzanalyse zur Prüfung der Einordnung in die Populationen durchgeführt. Wachstumsberechnungen wurden mittels Schuppenrückberechnungen mit $L_a = a + bR$ und $M = a \cdot L_s^b$ durchgeführt. Dabei ist zu vermerken, daß die Analyse der Schuppen von *C. a. lucinensis* durch die sehr unterschiedlich ausgeprägten Jahresringe schwierig war, so daß mit einem höheren Fehleranteil gerechnet werden muß.

4. Morphometrischer Populationsvergleich

Für die morphometrischen Analysen wurden insgesamt 41 Parameter (11 meristische und 30 plastische Merkmale) vermessen bzw. berechnet. Durch eine Diskriminanzanalyse konnte ermittelt werden, daß etwa 98 % aller Fische im Breiten Luzin richtig zu den beiden Gruppen geordnet wurden und eine sehr gute Trennung der Populationen mit diesen Merkmalen möglich war. Abschließend wurden mittels t-Test die signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Populationen ermittelt, wobei neben den beiden Luzin-Populationen auch noch die von Schweingartensee, Schaalsee und Örensee in Schweden (*C. trybomi* [SVÄRDSON]) einbezogen wurden. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die aussagefähigsten Merkmale und die signifikanten Unterschiede zwischen beiden Populationen des Breiten Luzins.

Die Tiefenmaräne des Breiten Luzins ist danach besonders durch folgende Merkmale

charakterisiert: In der Seitenlinie sind weniger Schuppen und in der Analflosse weniger Weichstrahlen als in anderen Populationen. Sie hat eine hohe Anzahl Kiemenreusendornen in der ersten Zahnreihe. Des weiteren ist diese Maräne durch einen relativ großen, schmalen Kopf gekennzeichnet, wobei das Verhältnis vom vertikalen Augendurchmesser zur Interorbitalbreite > 1 ist. Der Unterkiefer ist zumeist vor-

Tabelle 2

Morphologischer Vergleich verschiedener Populationen von *Coregonus albula*

| Merkmal | | Br. Luzin (lucinensis) | Br. Luzin (typica) | Schwein- gartensee | Schaalsee | Örensee |
|--------------------------------|-----------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|---------|
| D2 | \bar{x} | 8,47 | 8,51 | 8,63 | 8,36 | 7,58 |
| | s | 0,57 | 0,67 | 0,74 | 0,67 | 0,51 |
| | n | 59 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| A2 | \bar{x} | 10,86 ⁺⁺ | 11,55 | 11,38 | 11,45 | 10,08 |
| | s | 0,82 | 0,92 | 0,63 | 0,82 | 0,79 |
| | n | 59 | 95 | 40 | 11 | 12 |
| V2 | \bar{x} | 10,08 | 10,05 | 9,95 | 9,82 | 10,00 |
| | s | 0,42 | 0,36 | 0,39 | 0,60 | 0,85 |
| | n | 60 | 101 | 40 | 11 | 12 |
| P2 | \bar{x} | 14,07 | 13,77 | 14,13 | 13,82 | 15,42 |
| | s | 0,58 | 0,60 | 0,66 | 0,75 | 0,51 |
| | n | 60 | 99 | 39 | 11 | 12 |
| Schu in LL | \bar{x} | 78,49 ⁺⁺ | 82,08 | 85,16 | 83,00 | 77,16 |
| | s | 2,74 | 3,56 | 1,88 | 2,65 | 2,44 |
| | n | 53 | 89 | 37 | 11 | 12 |
| Wirbel | \bar{x} | 54,00 ⁺⁺ | 55,16 | 53,95 | 55,18 | |
| | s | 1,66 | 1,56 | 1,30 | 1,99 | |
| | n | 57 | 101 | 40 | 11 | |
| Reusen- zähne (1. Reihe) | \bar{x} | 44,46 | 43,90 | 40,98 | 44,45 | |
| | s | 2,14 | 2,12 | 2,65 | 1,75 | |
| | n | 59 | 99 | 40 | 11 | |
| lg10 (ov/io) | \bar{x} | 0,06 ⁺⁺ | -0,09 | 0,05 | -0,08 | -0,01 |
| | s | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| | n | 60 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 (r/c) | \bar{x} | -0,54 ⁺⁺ | -0,56 | -0,57 | -0,60 | -0,65 |
| | s | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| | n | 59 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 (ov/c) | \bar{x} | -0,59 ⁺⁺ | -0,61 | -0,58 | -0,64 | -0,59 |
| | s | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | n | 59 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 (io/c) | \bar{x} | -0,65 ⁺⁺ | -0,60 | -0,58 | -0,57 | -0,58 |
| | s | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| | n | 59 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 (lmd/c) | \bar{x} | -0,32 ⁺⁺ | -0,33 | -0,33 | -0,35 | -0,35 |
| | s | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | n | 59 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 (c/ls) | \bar{x} | -0,61 ⁺⁺ | -0,65 | -0,63 | -0,67 | -0,66 |
| | s | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| | n | 59 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 (aD/ls) | \bar{x} | -0,31 ⁺⁺ | -0,33 | -0,33 | -0,33 | -0,32 |
| | s | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| | n | 60 | 102 | 40 | 11 | 12 |

⁺⁺ Signifikanter Unterschied zwischen beiden Populationen des Breiten Luzins mit $< 0,001$

Fortsetzung Tabelle 2

| Merkmal | | Br. Luzin (lucinensis) | Br. Luzin (typica) | Schweingartensee | Schaalsee | Örensee |
|------------|-----------|---------------------------|-----------------------|------------------|-----------|---------|
| lg10 | \bar{x} | -0,27 ⁺⁺ | -0,32 | -0,30 | -0,30 | -0,29 |
| (aV/ls) | s | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| | n | 60 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 | \bar{x} | -0,63 ⁺⁺ | -0,66 | -0,63 | -0,66 | -0,68 |
| (aP/ls) | s | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| | n | 60 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 | \bar{x} | -0,51 ⁺⁺ | -0,54 | -0,55 | -0,54 | -0,51 |
| (PV/ls) | s | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| | n | 59 | 102 | 31 | 11 | 12 |
| lg10 | \bar{x} | -0,63 ⁺⁺ | -0,61 | -0,61 | -0,59 | -0,60 |
| (VA/ls) | s | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| | n | 60 | 102 | 31 | 11 | 12 |
| lg10 | \bar{x} | -1,15 ⁺⁺ | -1,21 | -1,20 | -1,27 | -1,30 |
| (r/ls) | s | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| | n | 59 | 102 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 | \bar{x} | -0,07 ⁺⁺ | -0,11 | -0,09 | -0,08 | -0,04 |
| (hA/lA) | s | 0,06 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,07 |
| | n | 80 | 101 | 40 | 11 | 12 |
| lg10 | \bar{x} | -1,40 ⁺⁺ | -1,16 | | -1,09 | -1,16 |
| (V-Aft/ls) | s | 0,31 | 0,10 | | 0,05 | 0,08 |
| | n | 42 | 95 | | 11 | 12 |

Legende:

| | |
|--------------|---|
| D2/A2/V2/P2: | „Anzahl Weichstrahlen in Dorsale, Anale, Ventrale und Pectorale |
| Schu in LL: | Schuppen in Seitenlinie |
| ov: | vertikaler Augendurchmesser |
| io: | Interorbitalbreite |
| c: | Kopflänge |
| r: | Schnauzenlänge |
| lmd: | Länge Unterkiefer |
| ls: | Standardlänge |
| aD: | Antedorsallänge |
| aV: | Anteventrallänge |
| aP: | Antepectorallänge |
| PV: | Abstand Pectorale – Ventrale |
| VA: | Abstand Ventrale – Anale |
| hA: | Höhe der Anale |
| lA: | Länge der Anale |
| V-Aft: | Abstand Spitze der Ventrale – After |

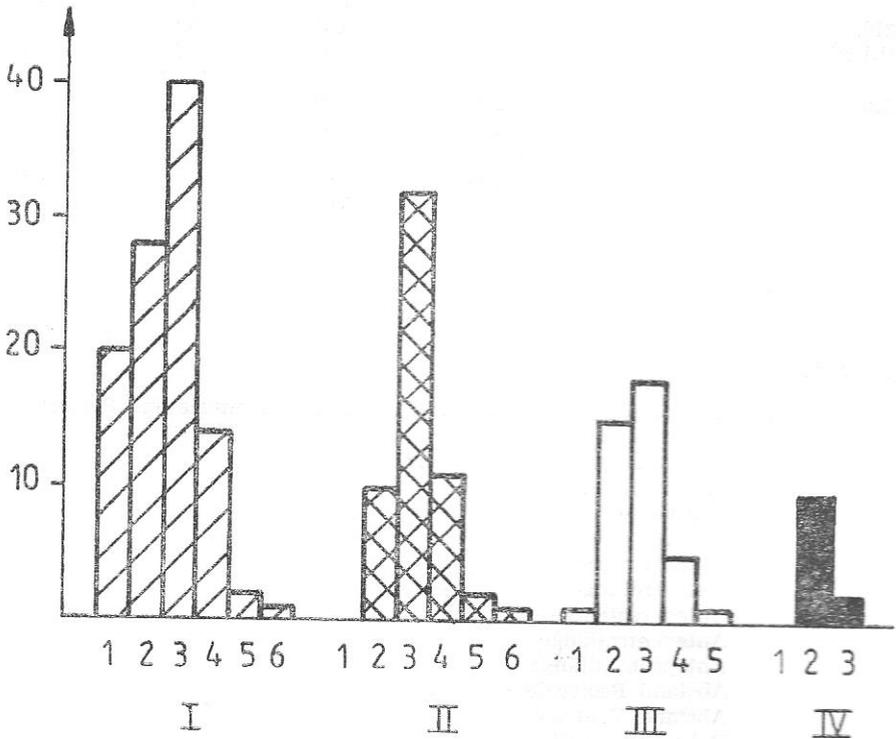
stehend, und die Bauchflossen reichen dicht an den After heran. In einer Reihe von Merkmalen, insbesondere den genetisch stärker fixierten meristischen Merkmalen (z. B. Schuppen in LL; A₂) bestehen größere Ähnlichkeiten zu *C. trybomi* aus Schweden. Leider handelt es sich bei den Proben aus diesem See jedoch nur um eine geringe Stichprobe (12 Exemplare), die zudem aus älteren Exemplaren besteht, was zu erheblichen Differenzen bei morphologischen Parametern führen kann. So können die Unterschiede bei einer Reihe von Merkmalen nur bedingt interpretiert werden, zumal nach AIRAKSINEN (1968) auch die skandinavischen Frühjahrsläicher in der Regel sehr klein bleiben. Somit muß die Frage der künftigen Bezeichnung der Tiefenmaräne noch offen bleiben, vorerst sollte bei der Bezeichnung THIENEMANNs geblieben werden.

5. Populationsökologische Ergebnisse

Einen Überblick über die Alterszusammensetzung im Fang wird in Abbildung 1 gegeben. Neben der methodisch bedingten mangelnden Repräsentanz des Jahrgangs 1 fallen Unterschiede zwischen den einzelnen Beständen auf.

Bei *C. a. lucinensis* des Breiten Luzins waren über 80% aller Fische 3 Jahre alt bzw. noch älter. Auch die Populationen des Schweingartensees und des Breiten Luzins zeichnen sich durch einen relativ hohen Anteil älterer Exemplare aus. Im Gegensatz dazu wiesen Stichproben aus Schaal-, Tollense- und Wanzkaer See ein Durchschnittsalter von 2 Jahren aus. Das Überwiegen der jüngeren Jahrgänge wird auch von MÜL-

Anzahl



-  I Breiter Luzin *C.a. albula*
-  II Breiter Luzin *C.a. lucinensis*
-  III Schweingartensee
-  IV Schaalsee

Abb. 1 Alterszusammensetzung im Fang

LER (1966) und NIKOLAEV (1983) für eine Reihe Gewässer festgestellt, die sich durch optimale Wachstumsbedingungen und eine gute fischereiliche Bewirtschaftung auszeichnen. Zum höheren Anteil von älteren Exemplaren im Fang vom Schweingartensee und Breiten Luzin trägt neben dem geringen Ausmaß der Fangintensität auch die bevorzugte Lebensweise in der Tiefe (Breiter Luzin) bei. Einen hohen Anteil von älteren frühjahrslaichenden Tiefenmaränen des Fegen-Sees in Schweden stellte HAMRIN (1979) fest, was unsere Ergebnisse zur Tiefenmaräne bestätigt.

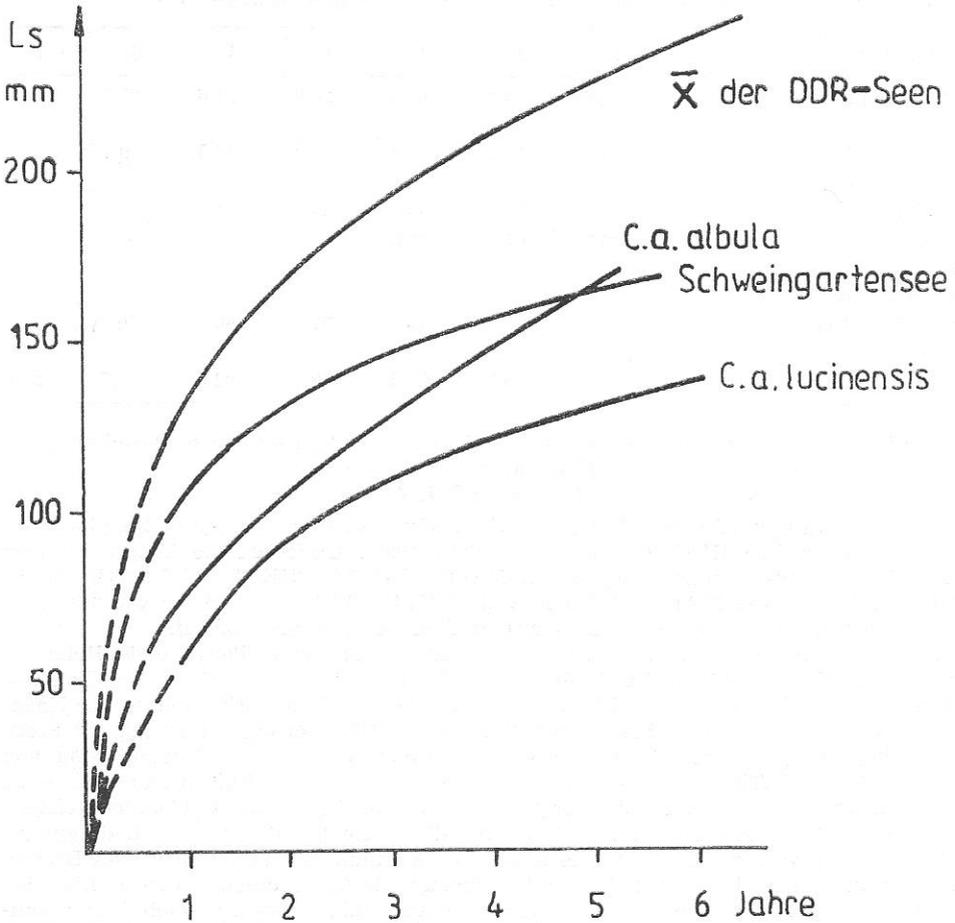


Abb. 2 Wachstum der Kleinen Maräne auf der Grundlage der Standardlänge (Ls)

Der Wachstumsverlauf der Standardlänge (Ls, bis Ende der Wirbelsäule) auf der Grundlage der Altersrückberechnung (Abb. 2) zeigt weitere Unterschiede. Sowohl die Maränen des dystroph-eutrophen Schweingartensees als auch die beiden Populationen des Breiten Luzins haben im Vergleich zu anderen Gewässern verringertes Wachstum, wobei die Tiefenmaräne den geringsten Längenzuwachs zeigt. Die Ergebnisse bestätigen die Stichproben von THIENEMANN (1933) und MÜLLER (1966). Das bedeutet, daß sich das Wachstum dieser Tiefenformen trotz Eutrophierung des Breiten Luzins nicht erhöht hat. So wie in unseren Vergleichsgewässern werden nach MÜLLER (1966) und HAMRIN (1979) in vielen Seen bereits am Ende des 2. Lebensjahres Längen (L_t) von etwa 20 cm erreicht, die von den Populationen des Schweingartensees

und des Breiten Luzins erst im 5. Lebensjahr und von der Tiefenmaräne wie auch der frühjahrslaichenden Maräne des Fegen-Sees (HAMRIN 1979) gar nicht erreicht werden.

Die erheblichen Unterschiede im Längenwachstum spiegeln sich auch in der Massenzunahme der Maränen wieder (Tab. 3).

Tabelle 3

Massewachstum (g) von *Coregonus albula* in verschiedenen Gewässern

| See/Alter | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|----------|------|------|------|------|------|------|
| <i>C. a. lucinensis</i> Breiter Luzin | 3,6 | 9,5 | 15,9 | 20,9 | 27,6 | 28,7 | |
| <i>C. al. albula</i> Breiter Luzin | 3,8 | 12,0 | 21,3 | 34,9 | 48,5 | 59,7 | |
| Schweingartensee | 15,7 | 25,7 | 35,3 | 45,3 | 51,9 | | |
| Schaalsee | 39,7 | 61,4 | 75,3 | | | | |
| Durchschnitt 45 deutscher Seen (BAUCH 1953) | etwa 10 | 33,5 | 57 | 77 | 98 | 130 | |
| Frühjahrslaicher (HAMRIN 1979) | etwa 2,6 | 9,3 | 14,5 | 19,7 | 22,5 | 25,7 | 28,8 |

Für die Tiefenmaräne des Breiten Luzins gilt folgende Längen-Masse-Beziehung:

$$M = 4,07 \cdot 10^{-5} \cdot L_t^{2,659}$$

$$M = 9,03 \cdot 10^{-5} \cdot L_s^{2,587}$$

In der Literatur wird *C. albula* als typischer, häufig sogar als obligater Zooplanktonfresser beschrieben (HAMRIN und PERSSON 1986). Umfangreiche Untersuchungen zur Nahrungszusammensetzung legten HAMRIN (1979), NIKOLAJEV (1983), MALČEEVA (1983) sowie MALČEEVA und VEDENKEEV (1983) vor. Unsere Untersuchungen vom Schweingartensee stehen damit in Übereinstimmung (Tab. 4).

Im Breiten Luzin spielt *Mysis relicta* im ganzen Jahr eine überragende Rolle als Beutetier (WAATERSTRAAT 1988). Sie stellt ungefähr zwei Drittel der Nahrung dar. Auf Grund eines Tag-Nacht-Versuchs (ARNDT et al. in Vorb.) konnte der Nachweis der vorwiegenden Nahrungsaufnahme in der Dämmerung bei geringerer Freßintensität am Tage erbracht werden. Dabei scheint die Tag-Nacht-Wanderung von *Mysis* (WATERSTRAAT 1988) eine wichtige Rolle für die Nahrungsaufnahme zu spielen. Von den reinen Planktonorganismen werden bestimmte Cyclopiden selektiv gefressen. Die dominierende Nahrung und die ehemals oligotrophen Bedingungen sind als Ursache für das zeitweilige Leben der Nominatform in der Tiefe des Breiten Luzins anzusehen. Inwieweit dies auch genetisch für *C. a. lucinensis* determiniert ist, bleibt unklar. Die Kleine Maräne besiedelt in Abhängigkeit vom O₂-Gehalt zur Sommerstagnation das Epilimnion, Metalimnion und obere Hypolimnion (HAMRIN 1979; NIKOLAJEV 1983, SCHMIEDS 1981). Nach MALČEEVA (1983) scheint *Mysis relicta* trotz vertikaler Tag-Nacht-Wanderung im Onega-See keine Bedeutung als Nahrung zu spielen, während der Stint große Mengen *Mysis* frißt. Unsere Untersuchungen zum wichtigsten Beutetier der Kleinen Maräne im Breiten Luzin zeigen, daß wie bei anderen Reliktkrebsen in fast allen ehemaligen Wohngewässern die Populationen erloschen sind und für *Mysis relicta* lediglich noch im Breiten Luzin eine stabile Population (>1000 kg Biomasse-Produktion/Jahr) existiert (WATERSTRAAT 1988).

Die Kleine Maräne laicht im Spätherbst mit dem Eintreten der Homoiothermie (LUCZYNSKY 1984) in über 3 bis 7 m Tiefe (BAUCH 1956) bzw. maximal 10 m Tiefe (AIRAKSINEN 1968) ab, was auch für den Schweingartensee bestätigt werden konnte. THIENEMANN (1933) vermutet ein verzögertes Ablaiichen der Kleinen Maräne des Breiten Luzins (Dezember), und BAUCH (1960) stellt ohne Angabe von Daten für die Tiefenform die Monate Mai/Juni als Ablaiichperiode fest. Auf der Basis des gonadoso-

Tabelle 4

Nahrungsuntersuchungen bei *Coregonus albula* in verschiedenen Gewässern

| Nr. | See | Dominierende Nahrung | Sonstige Nahrung | Magenfüllung |
|-----|--|--|---|--------------|
| 1 | Schweingartensee 13. 12. 1984 n = 40 | <i>Daphnia</i> spec. <i>Bosmina</i> spec. | Harpacticidae Copepoda | 65 % |
| 2 | Schaalsee 28. 4. 1986 n = 12 | Cyclopidae | <i>Bosmina</i> spec. Harpacticidae <i>Eudiaptomus</i> spec. Chironomidae | 66 % |
| 3 | Breiter Luzin 26. 4. 1985 n = 29 | 61 % <i>Mysis</i> | Cyclopidae Chironomidae <i>Bosmina</i> | 30 % |
| 4 | Breiter Luzin 2. 5. 1986 n = 57 | 80 % <i>Mysis</i> | Cyclopidae Chironomidae | 80 % |
| 5 | Breiter Luzin 19. 6. 1986 n = 6 | Cyclopidae | — | 10 % |
| 6 | Breiter Luzin 25. 7. 1986 n = 19 | 64 % <i>Mysis</i> | Cyclopidae <i>Bosmina</i> <i>Daphnia</i> | 25 % |
| 7 | Breiter Luzin 13. 8. 1986 n = 21 | 77 % <i>Mysis</i> | Cyclopidae | 45 % |
| 8 | Breiter Luzin 25. 9. 1986 | 74 % <i>Mysis</i> | Cyclopidae Ostracodae Chironomidae | 52 % |
| 9 | Breiter Luzin n = 28 | 57 % <i>Mysis</i> | Cyclopidae | 6 % |

matischen Index (GSI) und der Eigrößen (u. a. ZAWISZA und BACKIEL 1970) konnte für die Nominatform des Breiten Luzins etwas verspätetes Ablaiichen bestätigt werden (siehe Abb. 3). Dagegen ist bei der Tiefenform ein sehr kompliziertes Laichgeschehen zu konstatieren, dessen Prinzip unklar ist.

Zwischen April und Dezember (wahrscheinlich auch Januar) waren immer einzelne laichreife oder fast laichreife Weibchen vorhanden, wobei allerdings der Schwerpunkt der Laichreife in den Monaten Mai/Juni lag. Dieses unterschiedliche Laichverhalten ist als eine Ursache für das sympatrische Fortbestehen mit der Nominatform zu werten. Falls, wie bei den frühjahrlaichenden Maränen (*C. trybomi*) Finnlands und Schwedens, auch die Laichplätze in 20 bis 30 m Tiefe liegen (AIRAKSINEN 1968), käme dies unterstützend hinzu.

6. Schlußfolgerungen

Die vorgestellten Untersuchungen bestätigen die besondere Schutzwürdigkeit der Population der Kleinen Maräne der Feldberger Seen. Nach den Erfahrungen von SUSENJA und SEVČOVA (1984) für den belorussischen Narots-See, sind zum Schutz der Maränenbestände folgende Maßnahmen erfolgversprechend:

- Festlegung von verbotenen Zonen für den Fang (Laichplätze),
- Limitierung der Fangmenge und Kontrollen zu deren Einhaltung,
- Einsatz der künstlichen Vermehrung,

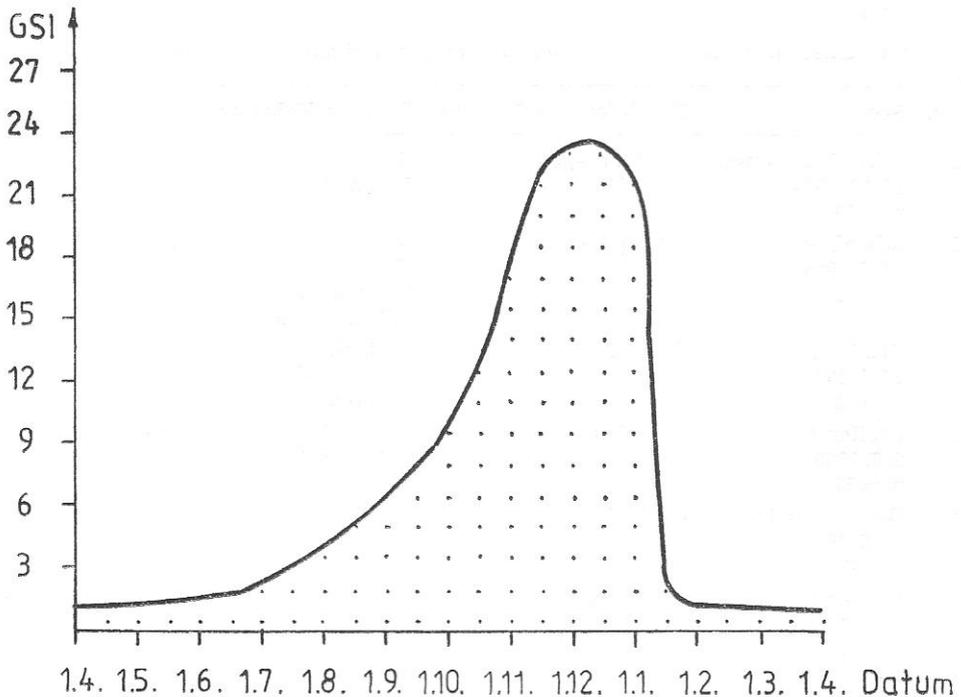


Abb. 3 Gonadosomatischer Index der Nominatform der Kleinen Maräne des Breiten Luzins

- Möglichkeiten des Besatzes wertvoller Populationen in andere Seen
- Systematischer Fang anderer Fische von Nahrungs- und Laichplätzen der Kleinen Maräne (z. B. Kaulbarsch).

Auch für die Feldberger Seen ergeben sich Schlussfolgerungen aus der Sicht des Artenschutzes für eine zukünftige Maränenbewirtschaftung.

1. Realisierung des Feldberger Landschaftspflegeplanes, um die einzigartige Reliktfauuna (*Mysis relicta*, *Cottus poecilopus* und *C. albula lucinensis*) zu erhalten.
2. Durchsetzung des Artenschutzprogramms Ostgroppe
3. Gezielte fischereiliche Maßnahmen
 - Besatz nur noch mit autochthoner Brut,
 - Mindestmaschenweite zum Maränenfang 18/20 mm,
 - Grundschieppnetzfisherei nur auf dem „Lütten See“,
 - Fangverbot im Bereich des Steilufers (Nordwesten des Breiten Luzins) für Maränen,
 - Verhinderung der Zandereinwanderung im Zuge der Biomanipulation des Haussees,
 - Wiederbesiedlung des Schmalen Luzins im Falle der Sanierung,
 - Fang von Laichräubern.

Danksagung

Für die Unterstützung bei der Beschaffung des Probenmaterials danke ich den Kollegen

Dr. Ahlander (Stockholm)
 Prof. Dr. Svårdson (Drottningholm)
 Dr. Paepke (Berlin) sowie
 Fischereimeister Frankif (Feldberg).

Literatur

- AIRAKSINEN, K. J.: Preliminary notes on the winter-spawning vendace (*Coregonus albula* L.) in some Finish lakes. *Ann. Zool. Fenn.* **5** (1968): 312–314.
- ARNDT, H., WATERSTRAAT, A., FRANEK, D., und LENTSCHOW, U.: Kurze Mitteilung über die Nahrung der Kleinen Maräne (*Coregonus albula* L.) im Breiten Luzin (Mecklenburg) während eines Frühjahrsaspektes. *Fischereiforschung* (in Vorbereitung).
- BAUCH, G.: Untersuchungen über das Wachstum der Kleinen Maräne (*Coregonus albula* L.) in den Gewässern Mitteleuropas. *Abhandlungen aus der Fischerei und deren Hilfswissenschaften* **2** (1949/50): 239–326.
- BAUCH, G.: Die einheimischen Süßwasserfische. 1. Aufl. Radebeul, Berlin 1953.
- BAUCH, G.: Chemismus und Fischnährtierproduktion in den von der Kleinen Maräne (*Coregonus albula* L.) bewohnten norddeutschen Gewässern. *Abhandl. und Berichte für Naturfreunde und Vorgeschichte Magdeburg* **10** (1956) **2**: 15–36.
- BAUCH, G.: Die einheimischen Süßwasserfische. 4. Aufl. Radebeul, Berlin 1960.
- BERNATOWICZ, S., und RADZIEJ, J.: Rozsiedlenie sielawy (*Coregonus albula* L.) w jeziorach polski. *Acta Hydrobiol. Krakow* **16** (1974) **2**: 209–219.
- FRICKE, R.: Modifizierung und Anwendung von Mc Cune's Körperform-Meßsystem für rezente benthische Fische (Pisces). *Braunschweiger Naturk. Schrift.* **1** (1982) **3**: 533–559.
- GASOWSKA, M.: Genus *Coregonus* L. discusses in connection with a new systematic feature that of shape and properties of os maxillare and os supramaxillare. *Annales Zoologici Warszawa* **18** (1960) **26**: 471–513.
- HAMRIN, S. F.: Population dynamics, vertical distribution and food selection of cisco (*Coregonus albula* L.) in south Swedish lakes. *Diss. Univ. Lund, Inst. Limnology, Lund* 1979, 196 S.
- HAMRIN, S. F., und PERSSON, L.: Assymetrical competition between age classes as a factor causing population oscillations in an obligate planktivorous fish species. *Oikos* **47** (1986): 223–232.
- KOSCHEL, R.: Das Feldberger Seengebiet. *Natur und Umwelt im Bezirk Neubrandenburg* **3** (1985): 1–96.
- LUCZYNSKI, M.: Improvement in the efficiency of stocking lakes with larvae of *Coregonus albula* L. by delaying hatching. *Aquaculture* **41** (1984): 99–111.
- MALČEEVA, V. V.: Pitanie rjapuški i korjuški severovostočnoj časti onezckogo osera. *Sb. naučn. tr. GosNIORCh* **205** (1983): 79–91.
- MALČEEVA, V. V., und VEDENKEEV, B. P.: Pitanie molodi siga i rjapuška onezckogem osere. *Sb. naučn. tr. GosNIORCh* **205** (1983): 149–163.
- MENZEL, H. U.: Über die Produktion des Wirtschaftszweiges Binnenfischerei im Jahre 1983. *Z. Binnenfischerei DDR* **31** (1984): 281–312.
- MÜLLER, H.: Die für die Kleine Maräne (*Coregonus albula* L.) geeignete Gewässer der Deutschen Demokratischen Republik. *Dtsch. Fischerei-Ztg.* **13** (1966): 362–372.
- NIKOLAEV, I. I.: Ekologičeskaja geterogennoct zooplanktona onezckogo ozera i ee značenie v dinamike čislennosti osnovnych planktofagov etogo vodoema-rjapuški i korjuški. *Sb. naučn. tr. GosNIORCh* **205** (1983): 67–79.
- NIKOLSKI, G. V., und REŽETNIKOV, Ju. S.: Systematica of coregonid fishes in the USSR — Interspecies variability and difficulties in taxonomy. In: Lindsey, C. C., und Woods, C. S.: *Biology of coregonid fishes*. Winnipeg 1970: 251–266.
- OHLE, W.: Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. *Arch. Hydrobiol.* **26** (1934): 386–658.
- PAEPKE, H.-J.: Die gegenwärtige Situation der Süßwasserfischfauna in der DDR. *Arch. Landschaftsforsch. und Naturschutz* **21** (1981 a) **3**: 113–130.
- PAEPKE, H.-J.: Anthropogene Einwirkungen auf die Süßwasserfischfauna der DDR und Möglichkeiten des Artenschutzes. *Arch. Landschaftsforsch. und Naturschutz* **21** (1981 b) **4**: 241–258.
- POKROVSKIJ, V. V.: Morfometričeskaja charakteristika rjapuški severovostočnoj časti onezckogo ozera kak tipičnoj formy etogo vida. *Sb. naučn. tr. GosNIORCh* **205** (1983): 58–67.

- RICHTER, W. M.: Zum Sauerstoffgehalt der Gewässer der Feldberger Seenplatte an Hand sommerlicher Tiefenprofile seit 1924 und 1962, Teil 1. Acta hydrochim. et hydrobiol. 10 (1982): 611–622.
- SCHMIEDS, U. J.: Beziehungen zwischen Sauerstoffgehalt, Temperatur und Fischansammlungen im Metalimnion der Möhnetalsperre während der Sommerstagnation 1979 und 1980 – unter besonderer Berücksichtigung der Kleinen Maräne *Coregonus albula* L. Fischwirt 31 (1981): 34–36.
- SUSENJA, L. M. und SEVČOVA, T. M.: Sostojanie populjacii rjapuški *Coregonus albula* (L.) b ozere naroc. Vestnik AN BSSR, Ser. Biol. (1984) 6: 104–106.
- SVÄRDSON, G.: The coregonid problem. 6. The palaeartic species and their intergrades. Resp. Inst. Freshwater Res. Drottingholm 38 (1957): 267–356.
- SVÄRDSON, G.: Speciations of coregonid fishes. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottingholm 57 (1979): 1–95.
- THIENEMANN, A.: *Coregonus albula lucinensis*, eine Tiefenform aus einem norddeutschen See (zugleich ein Beitrag zur Rassenbildung bei *Coregonus albula* L.). Z. Morphol. Ökol. Tiere 27 (1933): 654–683.
- WATERSTRAAT, A.: Aktuelle Aufgaben zum Schutz gefährdeter Rundmäuler und Fische in Mecklenburg in Auswertung der Artenschutzbestimmung von 1984. Naturschutzarbeit in Mecklenburg 29 (1986) 2: 87–92.
- WATERSTRAAT, A.: Untersuchungen zur Verbreitung und Ökologie der Reliktkrebse *Mysis relicta* (Loven), *Pallasea quadrispinosa* (Sars) und *Pontoporeia affinis* (Lindstrom). Arch. Landschaftsforsch. und Naturschutz 28 (1988) 2: 121–137.
- ZAWISZA, J., und BACKIEL, T.: Gonad development, fecundity and egg survival in *Coregonus albula* L. In: Lindsey, C. C., und Woods, C. S.: Biology of coregonid fishes. Winnipeg 1970: 362–397.

Dr. Arno Waterstraat
Akademie der Landwirtschaftswissenschaften
Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz Halle
Biologische Station Serrahn
Serrahn
2081