©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

ÖSTERREICHS FISCHEREI

ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE FISCHEREI, FÜR LIMNOLOGISCHE, FISCHEREIWISSENSCHAFTLICHE UND GEWÄSSERSCHUTZ - FRAGEN

27 Jahrgang | August / September 1974 | Heft 8/9

Volker Steiner,
Institut für Zoologie der Universität Innsbruck:

Zur Altersbestimmung bei Fischen

Die Bestimmung des Fischalters stellt eine der wichtigsten Grundlagen für fischereibiologische Untersuchungen dar. Das Alter der Fische gibt im Zusammenhang mit Längen- und Gewichtsdaten Aufschluß über die Zusammensetzung einer Population, ihr Geschlechtsreife-Alter, die Lebensdauer, Sterblichkeit, das Wachstum und die Produktion. Seit über 250 Jahren werden Methoden erarbeitet, an Hand welcher das Alter der Fische möglichst rasch und präzise bestimmt werden soll. Die erwünschte Genauigkeit hat man bisher in den wenigsten Fällen erreicht. Die Hauptschwierigkeiten sind in der Variabilität des Verhaltens der Fische zu sehen.

Die Anzahl von Irrtümern, die bei der Altersbestimmung eintreten können, macht eine gründlichere Untersuchung der Abhängigkeit der Fische von einem Wohngewässer notwendig. So soll durch Markierungen ein Muster gefunden werden, in welchem allgemein gültige Schwankungsbereiche, die für die Erkennung des Fischalters störend wirken, aufgefangen sind. Dieses Muster soll jeweils für eine einzige Population entworfen werden.

Um das Alter einzelner wild-gefangener Fische bestimmen zu können, werden Hartteile des Fisches auf deren Veränderung in der Wachstumsstruktur hin untersucht. Die Deutung der Strukturen, die sich auf diesen Hartteilen abzeichnen, nennt man „Alterslesung"

In unseren fließenden und stehenden Gewässern zeichnen sich hauptsächlich auf Grund der klimatischen Verhältnisse Wachstumsperioden an den Hartteilen der Fische ab. Diese Unregelmäßigkeiten sind nicht schwer zu erkennen, schwierig wird es jedoch, sie exakt in eine zeitliche Beziehung zu setzen.

Je konstantere Wachstumsbedingungen vorliegen, desto schwieriger ist es an Hand von Hartteilen ein Alter abzulesen. In klimatisch labilen Gewässern (vor allem in kleinen stehenden Gewässern) wird es nahezu unmöglich, mittels Unregelmäßigkeiten in den Strukturen von Hartteilen eine Altersbestimmung vorzunehmen.

Trotzdem besteht die Möglichkeit, auch hier die Strukturen von Hartteilen für eine Alterslesung heranzuziehen. Voraussetzung dafür ist jedoch die Erarbeitung eines oben angeführten Musters. Dieses Muster soll die wichtigsten Faktoren beinhalten, denen das Wachstum des Fisches und damit der Hartteile unterliegt. Temperatur, Ernährung und das Verhalten der Fische seien vorerst genannt. Weiterhin ist auch die Eigenart des Wachstums der Hartteile von ausschlaggebender Bedeutung, um Bezugspunkte für die Interpretation der Zuwachsstrukturen auf Hartteilen zu erhalten.

Um zu verläßlichen Ergebnissen zu kommen, sind mehrere Methoden der Altersbestimmung anzuwenden und die Ergebnisse miteinander zu vergleichen.

Die Methoden der Altersbestimmung

1. Die älteste und einfachste Methode zur Bestimmung des Fischalters ist die Analyse von Größenklassen. Diese Methode ist als „Perterson Methode" bekannt. Die Anwendung ist nur sinnvoll, wenn man eine große Anzahl von Fischen einer Population für die Untersuchung zur Verfügung hat.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Ferner sollte man möglichst alle Größen, vom Jungfisch bis zum erwachsenen, geschlechtsreifen Tiere für die Analyse heranziehen. Es ist dies wohl die billigste und schnellste Methode die es bis heute gibt, aber sie birgt auch einige Nachteile:

a) durch die Voraussetzung, daß gleichaltrige Fische eine weitgehendst einheitliche Größenverteilung aufweisen sollen,

b) indem nur die jüngeren Jahrgänge altersmäßig erfaßt werden können.

Im allgemeinen kann man diese Methode der Altersbestimmung zwar als grobe ansehen, für Schwarmfische der großen fließenden und stehenden Gewässer, läßt sie sich jedoch oft nur als einzige wirklich erfolgreiche anwenden. Für die altersmäßige Trennung der Tiere, welche die Maximalgröße bereits erreicht haben, müssen andere Methoden herangezogen werden.

2. Die am häufigsten angewandte Methode das Fischalter zu bestimmen ist die Alterslesung an Hand von Hartteilen des Fisches. Dafür kommen bei Knochenfischen nahezu sämtliche Skeletteile und die Statolithen des Fischohres in Frage.

   Alle Hartteile weisen Wachstumsstrukturen auf. Diese sind meist konzentrisch angeordnet. Breite und schmale „Ringbanden" weisen auf schnelles und langsames Wachstum hin und werden als Sommer- und Winterringe bezeichnet. Ein schmales und ein breites Band ergäben somit ein Jahr. Die Jahresmarke oder der Jahresring ist die äußere Begrenzung der innerhalb eines Jahres gebildeten Ringbanden. Bei Populationen, die Sommer- und Winter-Wachstumsperiodizitäten besonders stark unterliegen, treten die Kontraste zwischen diesen Zuwachsstrukturen besonders deutlich hervor.

   Bestimmte Verhaltensweisen und äußere Einflüsse können jedoch stets zur Bildung von sogenannten „Störstrukturen" oder „Störringen" führen. Die Kenntnis der Population und des Wohngewässers, sind also unbedingte Voraussetzungen bei der Bestimmung des Fischalters an Hand dieser Methode.

3. Eine weitere Methode zur Bestimmung des Fischalters stellt das Markieren von Fischen dar.

   Neben dem Anbringen von künstlichen Marken, hat sich auch die Markierung durch Abtrennen von Flossenteilen (besonders der Fettflosse bei Salmoniden) als sehr schonend und vorteilhaft erwiesen. Letztere Markiermethode hat den Nachteil, daß nur ein begrenztes Ausmaß von Information erhältlich ist. Die individuelle Markierung mittels künstlicher Marken mit eingeritzter Nummer hat sich in der Fischerei heute am meisten durchgesetzt. Auch das Einfärben von Haut und Skeletteilen wird seit langer Zeit praktiziert, doch sind die meisten Färbemittel nicht haltbar genug um Langzeitmarkierungen vornehmen zu können.

   Die Markierung mittels radio-aktiver Substanzen brachte durchaus befriedigende Resultate (vgl. Ophel, I. L. und J. M. Judd 1967 und Brunds, W. A. 1965). Bei Verwendung von Schwermetallen ergeben sich bei unsachgemäßer Verabreichung hohe Verluste. Die Einbringung der Markiersubstanz kann sowohl über Bäder, als auch durch Beimischung in das Futter erfolgen.

   Bei Verwendung von Radiostrontium 85 Sr in Jungfischen müssen die Tiere über lange Zeiträume hinweg bei geringsten Konzentrationen in Bädern gehalten werden (siehe Clarence A. Carlson und M. H. Shealy, Jr. 1972).

   Die kurze biologische Halbwertzeit des Radiostrontiums 85 Sr gestattet nur kurzfristige Beobachtungen.

   Die Markierung von Fischen als Methode der Altersbestimmung ist sicher die genaueste und verläßlichste.

   Es kann jedoch zu groben Fehlurteilen führen, wenn man von markierten Tieren direkt auf die unmarkierten schließt, ohne weitere Überlegungen anzustellen. Fischmarken können die Tiere im Wachstum und auch in ihrem übrigen Verhalten irritieren. Die Wahl der geeigneten Marken allein genügt nicht. Es ist von besonderer Wichtigkeit, die markierten Tiere neben unmarkierten in ihren Verhaltensunterschieden zu beobachten und vergleichende Untersuchungen anzustellen. Nur wenn die Eingliederung der markierten Tiere in die Population gewährleistet ist, kann man bei Rückschlüssen von markierten Tieren auf unmarkierte mit brauchbaren Ergebnissen rechnen.

   Die Markierung mittels angehängter oder eingeführter künstlicher Marken funktioniert bei größeren Fischen zufriedenstellend. Für junge und kleine Fische gibt es noch keine *wirklich* brauchbaren Marken.

   Für bestimmte Fischpopulationen müssen mehrere Methoden für die Altersbestimmung herangezogen werden um zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Besonders in kleinen seichten Gewässern, die klimatisch sehr instabil sind und wo die Ernährungsverhältnisse stark

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

variieren können, sollte man sich alle möglichen Methoden zunutze machen.

Nähere Erläuterungen zu den Methoden der Altersbestimmung

Peterson Methode: Die Anzahl der untersuchten Fische muß repräsentativ für die ganze Population sein. Die Häufigkeitsverteilung der individuellen Längen ergibt in der grafischen Darstellung Höhen und Tiefen, wobei die Höhen die verschiedenen Altersklassen darstellen (siehe Bild I).

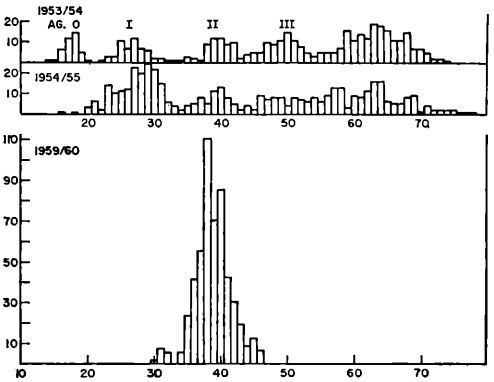


Bild 1: **Häufigkeitsverteilung der individuellen Längen (nach Tesch 1956a, 1962 in Ricker 1971)**

Die Methode erweist sich als ausreichend, wenn man eine raschwüchsige und gleichförmig wachsende Population vor sich hat. Die auf dem Diagramm stark abgesetzten hohen Häufigkeitsgipfel können direkt der Altersklasse zugewiesen werden. (Bild 1) Für die Übergänge zwischen den Gipfelgruppen können weitere Altersbestimmungsmethoden herangezogen werden.

Die Peterson Methode kann auch für andere Messungen als die der Fischlänge herangezogen werden. Das Gewicht der Augenlinse (Carlton und Jackson 1968) oder das Otolithengewicht (Müller 1953) wurden ebenfalls zur Analyse der Altersklassen herangezogen.

Altersbestimmung an Hand von Hartteilen: Bei der Verwendung von Hartteilen für die Altersbestimmung werden Otolithen, Opercula-Knochen und Schuppen am häufigsten verwendet. Gelegentlich wird auch versucht an Hand von Flossenstrahlenschliffen und Wirbelknochen, anderen Knochenteilen und auch Zähnen, die Altersbestimmungen durchzuführen, jedoch meist nur dann, wenn sich die vorher genannten Teile sehr schlecht dafür eignen.

OTOLITHEN: bei den heimischen Knochenfischen eignet sich der SAGITTA-Otolith auf Grund seiner Größe und der oft kontrastreichen Strukturen für die Alterslesung am besten (Titelbild).

Er liegt im Labyrinth des Fischohres und ist leicht zu entfernen.

Um zu den Otolithen zu gelangen erweisen sich bei den heimischen Fischarten 3 Sektionen als günstig:

1. Das Abheben des Schädeldaches (Bild 2).
2. Das Spalten und Spreizen des Schädeldaches (Bild 3).

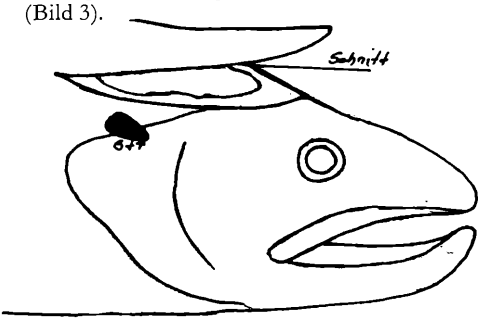


Bild 2: **Entnahme der Otolithen**

3. Ein tiefer Schnitt über dem Kiemendeckel (Bild 4).

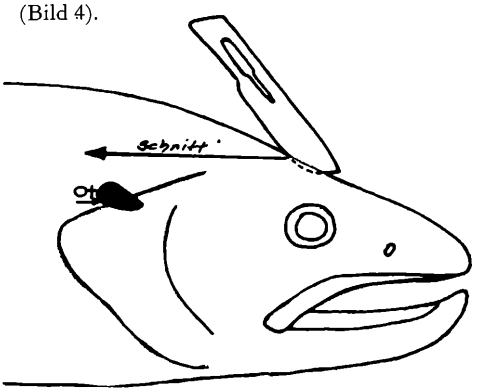


Bild 3: **Entnahme der Otolithen**

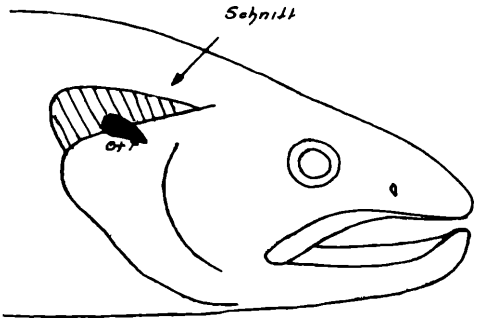


Bild 4: **Entnahme der Otolithen**

Mit einer dünnen und feinen Pinzette (leichter Federdruck) kann der Sagitta-Otolith schonend entnommen werden. Flüssigkeits- und Gewebe-

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

reste können sehr leicht unmittelbar nach der Entnahme auf einem Filterpapier abgestreift werden. Bei einigen Fischarten können Otolithen nach ihrer Säuberung ohne weitere Behandlung für die Lesung verwendet werden. Bei größeren und bei sehr „dichten" Otolithen ist ein Anschleifen oder Polieren der Oberfläche notwendig, um die Strukturen sichtbar zu machen. Besonders Querschnitte lassen die Strukturierung deutlich hervortreten (Tåning 1938).

Jede Schnitt- oder Bruchebene soll durch den Nukleus verlaufen. Das Anschleifen von Otolithen kann mittels eines feinen Schleifsteines oder eines feinen Glaspapieres erfolgen (Wundsch 1972). Die Konservierung der Otolithen kann trocken oder in Flüssigkeiten vorgenommen werden.

Brigham und Jensen (1964) empfehlen 90 Teile Äthylalkohol und 10 Teile Glycerin als Konservierungsmittel. Zur Erhöhung der Kontraste empfiehlt Kosswig (1970) Methylbenzoat.

Otolithen bestehen bei Knochenfischen aus einer reinen Kristallform des Aragonits (Simkiss 1973). Über die Entstehung der Otolithen ist noch sehr wenig bekannt. Die Anlage von periodischen Schichten scheint mit der Sekretion von Eiweißmaterial in die Endolymphe gekoppelt zu sein (Mugiya 1964). Otolithen werden bereits embryonal gebildet und wachsen in einer bestimmten Abhängigkeit vom Längenwachstum des Fisches stark räumlich (Bild Titelseite). Die Oberflächenbeschaffenheit des Otolithen ist sehr unterschiedlich. Stellenweise sind in verschiedenen Ebenen liegende Kristallnadeln zu sehen, an den Bruchflächen ist ein schichtweiser Aufbau deutlich erkennbar (Bild 5–12).

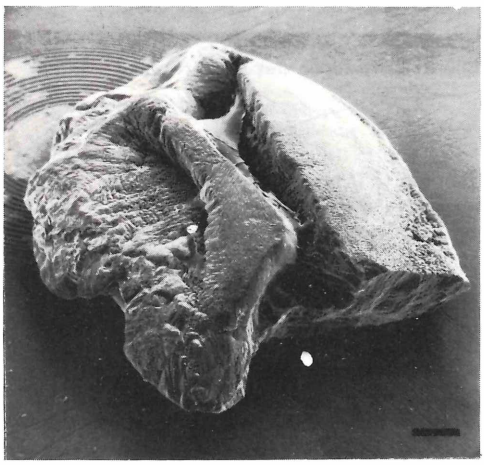


Bild 5: **Otolith eines Seesaiblings (gebrochen; 24-fache Vergr.)**

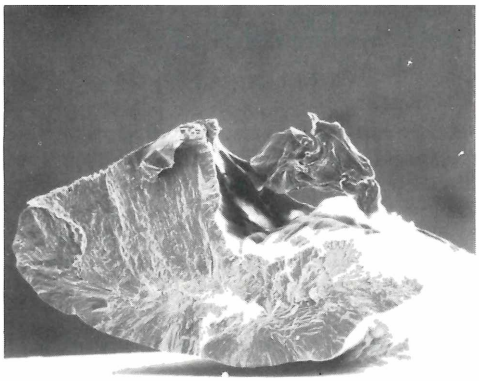


Bild 6: **Bruchstelle eines Otolithen (46-fache Vergr.)**

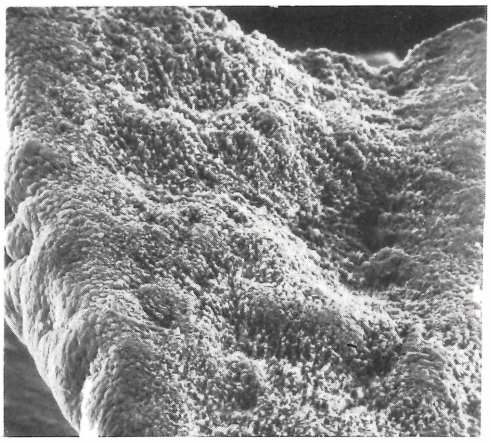


Bild 7: **Oberflächenstruktur eines Otolithen (170-fache Vergr.)**

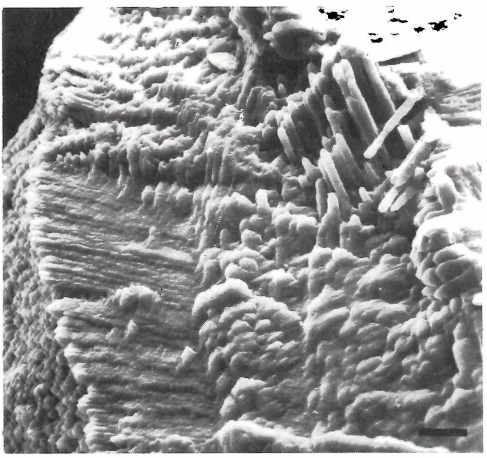


Bild 8: **Aragonitkristalle eines Otolithen (520-fache Vergr.)**

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

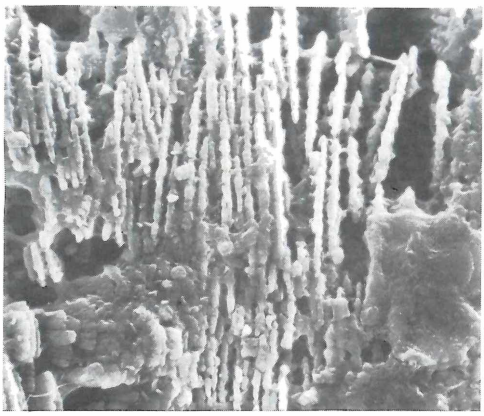


Bild 9: **Aragonitkristalle eines Otolithen (1200-fache Vergr.)**

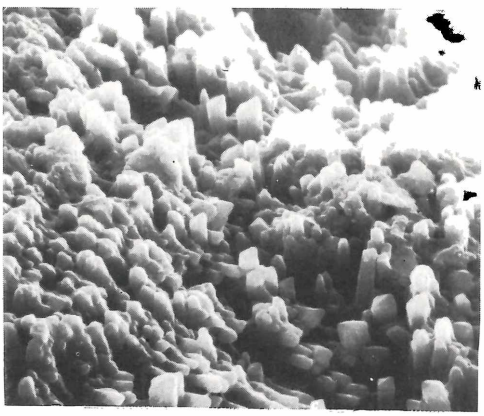


Bild 10: **Aragonit-Kristalle eines Otolithen (1700-fache Vergr.)**

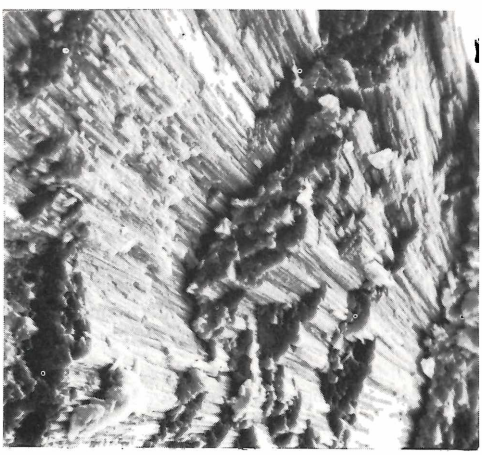


Bild 11 **Schichtung der Aragonitkristalle eines Otolithen (1100-fache Vergr.)**

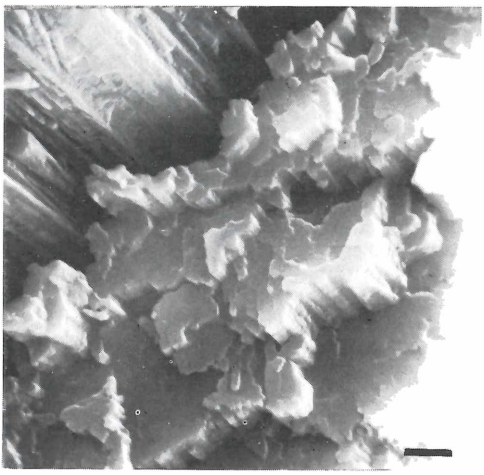


Bild 12: **Bruchflächen der Aragonit-Kristalle eines Otolithen (5500-fache Vergr.)**

Der Embryonalstatolith ist deutlich als opake Zentralscheibe erkennbar (Bild 13). Ihn umschließen die sogenannten „Winter"- und „Sommerringe" — das sind die im Binokular unter Durchlicht hyalin und opak erscheinenden Ringbanden unterschiedlicher Stärke. Die einzelnen Ringbanden weisen wiederum eine feinere Strukturierung auf, die vielfach zu Irrtümern führen kann, wenn man nicht weiß, nach welchem Muster der Otolith der zu untersuchenden Population wächst. Neben diesen feinen Strukturen kommt es während des Otolithenwachstums häufig zur Bildung von sogenannten „Störringen" Wie es zu diesen irreführenden Strukturbildungen kommt, darüber ist sich die Fachwelt noch im Unklaren. Einige Autoren zweifeln sogar daran, daß der Otolith echte Jahresringe ausbildet. Eigene Untersuchungen haben gezeigt, daß bei gezüchteten Seesaiblingen (S.alpinus) die Ringbanden der Otolithen nicht immer mit dem Alter der Tiere zu vereinbaren sind (Steiner unpubl.).

Trotz dieser Unsicherheiten ist der Großteil der Fischereibiologen heute auf die Verwendung von Otolithen für die Bestimmung des Fischalters übergegangen, da sich angeblich gezeigt hat, daß die anderen Hartteile oft noch größere Irrtumsquellen in sich bergen.

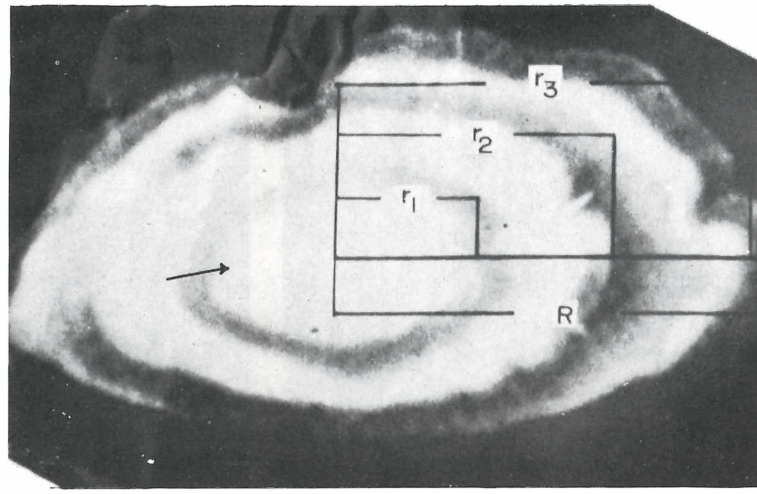
Besonders bei Fischarten mit großen Otolithen erweist sich die Präparation und die Lesung als überaus schnell und kostensparend. Dies mögen auch Mitgründe sein, weshalb man Otolithen für die Alterslesung den übrigen Hartteilen vorzieht.

Knochenteile des Kiemendeckels: Zwei Knochenteile kommen für die Altersbestimmung in Frage: Operculum und Suboperculum.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Bild 13
(aus Ricker 1971):

Otolith eines 3-jährigen Fisches r_1 - r_3: Abstände der „Jahresmarke" vom Zentrum. R: Radius vom Zentrum zum Otolithenrand Pfeil: Embryonal statolith



Häufig zeigt das Suboperculum die ersten Strukturbildungen wesentlich deutlicher als das Operculum. Die letzten groben Strukturen sind dagegen oft am Operculum deutlicher zu erkennen. Wenn die Knochenteile eine gewisse Stärke erreicht haben, ist die Strukturierung kaum mehr ersichtlich. Die Randzonen weisen dann zwar immer noch gut sichtbare Strukturen auf, die Zuordnung dieser zu einem Alter ist jedoch dabei sehr in Frage gestellt Bei einigen Fischarten erwiesen sich die Opercula-Knochen als brauchbare Altersanzeiger (Soldatov 1915). Als Vergleichsmaterial zu anderen Hartteilen werden Knochen des Kiemendeckels noch sehr häufig herangezogen.

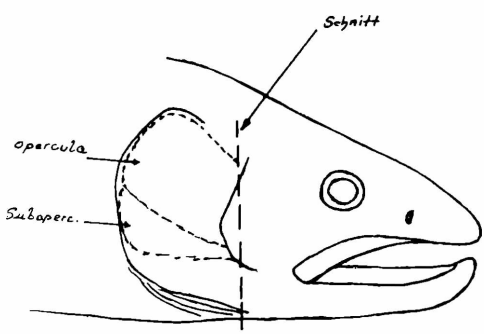


Bild 14: **Entnahme der Kiemendeckelknochen (Die „Schnittlinie" ist strichliert angezeigt)**

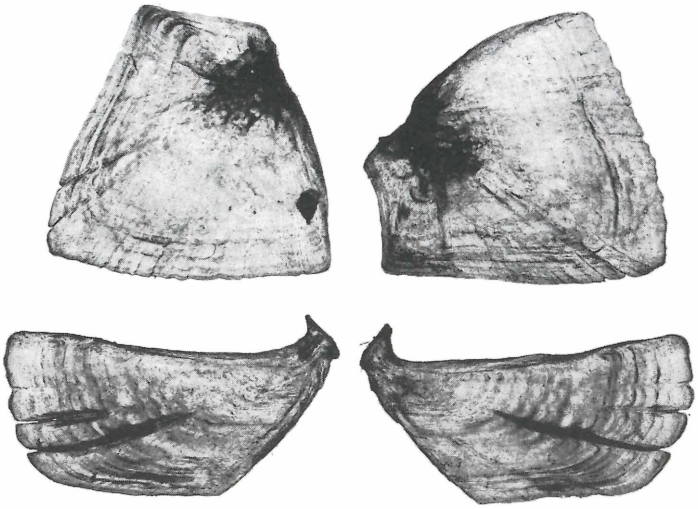
Wiederum sei darauf hinzuweisen, daß die Kenntnis um das Wachstum der Kiemendeckelknochen einer Population eine wichtige Voraussetzung für das Altersstudium ist. Aus eigener Erfahrung kann ich behaupten, daß eine Altersbestimmung an Hand von Kiemendeckelknochen ohne den Vergleich mit anderen Hartteilen bei Salmoniden wenig Sinn hat. Bei der Abtrennung der Knochenteile hat man besonders darauf zu achten, daß man nicht einen Teil der Knochen durch zu knapp geführte Schnitte abtrennt. Aus Bild 14 soll ersichtlich werden, welche Schnittlinie man bei den heimischen Salmoniden zu wählen hat, um sicher gehen zu können, daß man den ganzen Knochenteil entnommen hat (Bild 14).

Die Gewebsanteile können durch Kochen entfernt werden. Bei kleinen Tieren genügt bereits die Reinigung mit warmen Wasser. Die Konservierung kann trocken erfolgen, die Verwendung von Flüssigkeiten als Konservierungsmittel für Opercula-Knochen scheint keine besonderen Vorteile zu bieten. Verschiedene Einbettungsmittel heben die Kontraste der Zuwachsstrukturen an. Auch Imprägnierungsmethoden werden als Kontrasterhöhung für die gröbsten Strukturen angewandt. Bei der Betrachtung können zwar durch Einsatz von polarisiertem Licht besonders effektvolle Kontraste erzielt werden — für die exakte Altersbestimmung ist diese Methode der Kontrasterhöhung jedoch nicht zielführend, da die Irrtumsmöglichkeiten dadurch häufig erhöht werden.

Für die Betrachtung unter dem Binokular hat sich abgedunkeltes Durchlicht sehr gut bewährt. Große Opercula-Knochen können, solange sie nicht zu „dicht" sind, auch ohne mikroskopische Ausrüstung mit Erfolg gelesen werden (Bild 15).

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Bild 15:
Opercula-Knochenteile eines Salmoniden (Schulz unpubl.)
(Foto: N. Schulz)



Wirbel: Die Alterslesung an Hand von Wirbelknochen wird nicht häufig angewendet. Die Präparation der Wirbel und das Sichtbarmachen der Zuwachsstrukturen sind zeitraubend und erfordern eine spezielle Ausrüstung.

Die ringförmigen Wachstumsstrukturen werden an den konkaven cranialen und caudalen Flächen der Wirbelkörper abgelesen. Die sogenannten „Winterringe" werden als gelblich-hyaline schmale Streifen sichtbar, die „Sommerringe" erscheinen opak. Die Bildung von Sekundärringen oder „Störringen" ist bei Wirbelknochen ebenfalls gegeben, sie sind jedoch wesentlich schwächer vorhanden als bei den übrigen Hartteilen und als solche in den meisten Fällen identifizierbar (vgl. Lammert 1971). Ein besonderer Nachteil bei der Altersbestimmung an Hand von Wirbelknochen ist auch darin zu sehen, daß die Fische nach dem Entfernen dieser Hartteile nicht mehr marktfähig sind (vgl. Bückmann 1929).

Flossenstrahlen: transversale Flossenstrahlenschnitte wurden nur vereinzelt mit Erfolg für die Altersbestimmung herangezogen. Bei Acipenseriden und Siluriden hat sich diese Methode fest eingebürgert (Boyko 1946). Die Wachstumsmarken sind nach Boyko (1946) bei Flossenstrahlenschnitten wesentlich besser zu erkennen als bei Schuppen. Die Flossenstrahlenpräparation sei nach Boyko (l.c.) nicht aufwendiger als die der Schuppen. Es eignen sich harte und weiche Strahlen in gleicher Weise. Die Flossenstrahlen werden getrocknet und für den Schneidevorgang in Kunststoffmaterial eingebettet. Die transversalen Schnitte werden mittels einer sehr feinen Metallsäge durchgeführt. Diese Methode eignet sich für junge sowie für ältere Tiere. Bei Salmoniden sollten die Flossenstrahlenschnitte vor der Lesung erhitzt werden um zu besseren Kontrasten zu kommen.

Schuppen: Größe, Form und Struktur der Schuppen sind von Fischart zu Fischart verschieden. An unseren heimischen Fischarten finden wir 2 Haupttypen von Schuppen: die *Cycloid-* und die *Ctenoidschuppe* (Bild 16 und 17). Diese beiden Schuppentypen unterscheiden sich hauptsächlich durch Umriß und Oberflächenstruktur. Die Entstehung und Entwicklung beider Typen ist sehr ähnlich. Es wird angenommen, daß diese Schuppen aus zwei Hauptschichten bestehen, einer „knochigen" und einer „fibrillären" Schicht. Man nimmt an, daß die „knochige" Schicht nur an ihren Rändern wächst, so daß die Schuppe nur ein geringfügiges Dickenwachstum aufweist. Die

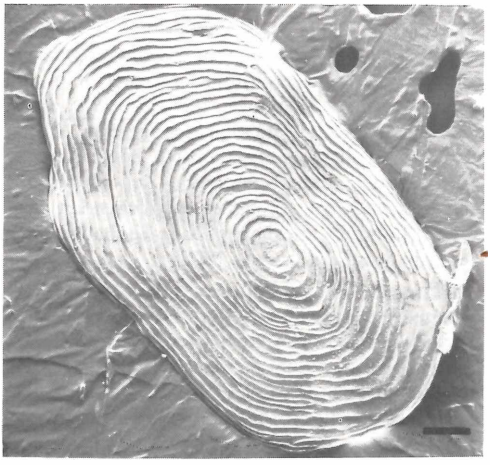


Bild 16: **Cycloid-Schuppe eines Seesaiblings (S. alpinus L.)**

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

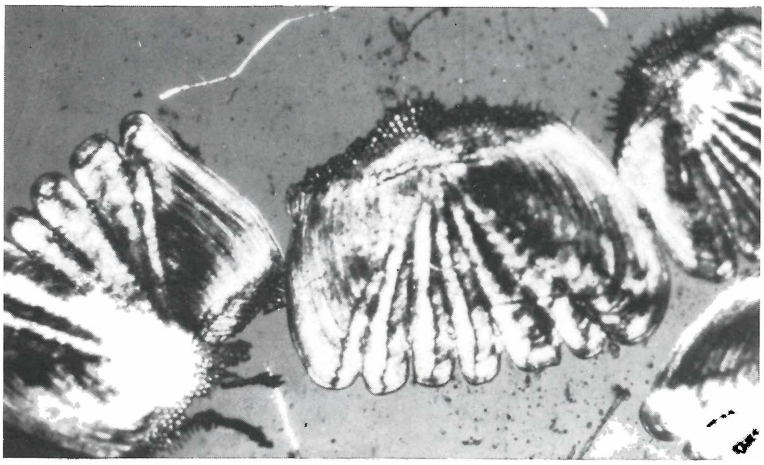


Bild 17: **Ctenoid-Schuppe eines Barsches (Perca fluviablis L.)**

Strukturen, welche für die Altersbestimmung herangezogen werden, werden durch diese Schicht abgelagert.

Die „fibrilläre" Schicht legt laufend dünne Schichten unterhalb der Schuppe an. Somit ist diese Region an den Rändern dünner als im Zentrum. Entgegen der knochigen Schicht ist die „fibrilläre" Schicht unverkalkt (Simkiss 1973).

Die Ablagerung von kalkiger Substanz auf der „knochigen" Schicht erfolgt periodisch und ist mit dem Wachstum des Tieres eng verknüpft. Daß die kalkige Substanz jedoch wieder in den Körper rückresorbiert werden kann, ist für die Altersbestimmung an Hand von Schuppen von großer Bedeutung (Crichton 1935). Dieses Phänomen wurde beim Lachs und bei der Meerforelle genauer untersucht (Simkiss 1973). Während der Laichwanderungen sind diese Tiere auf die Kalkreserven, die offensichtlich in den Schuppen in größeren Mengen gespeichert werden können, angewiesen. Nach der Laichperiode werden die Kalklücken auf den Schuppen wieder ergänzt (Simkiss l.c.) Beim Goldfisch (Yamada 1956) und beim Karpfen (Ichikawa 1953) konnte dieses Phänomen ebenfalls beobachtet werden. Wallin (1957) fand diese Fähigkeit auch beim Rotauge vor, nachdem die Fische lange Zeit unter Diät gehalten wurden. Auch bei wild-lebenden Rotaugen konnten diesbezügliche Beobachtungen gemacht werden (Simkiss 1973).

Derartige Veränderungen der Strukturen, welche für die Bestimmung des Alters verwendet werden, können natürlich zu erheblichen Fehllesungen führen. Bei den heimischen Salmoniden konnte ich noch keinerlei Anhaltspunkte für ein derartiges Calcium-Stoffwechselverhalten finden.

Bei beiden Schuppentypen zeigt die Oberfläche mehr oder weniger konzentrische Ringe — „Circuli" genannt. Diese Ringe umgeben einen zentralen Punkt, welcher als „Fokus bezeichnet wird. Bei vielen Knochenfischarten werden die „Circuli". von radiären Strahlen durchbrochen. Den Salmoniden fehlen diese Radiärstrahlen, auch „Radii" genannt.

Die Radiärstrahlen reichen nicht immer vom „Fokus" bis zum Schuppenrand, oft sind sie unterbrochen oder enden noch vor dem Schuppenrand.

Ctenoidschuppen oder Kammschuppen sind nur bei den barschartigen Fischen zu finden. Cycloidschuppen oder Rundschuppen tragen alle übrigen heimischen Fischarten mit Ausnahme derer die schuppenlos sind (Gobiidae und Siluridae).

Bei den Ctenoidschuppen ist das hintere Schuppenfeld im Verhältnis zum vorderen kleiner als

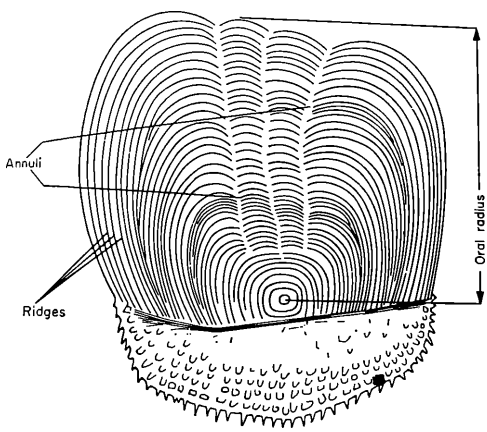


Bild 18: **Schuppe eines barschartigen Fisches mit 2 „Jahresmarken" = Annuli Ridges: einzelne Zuwachsringe (Circuli) (aus Ricker 1972)**

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

bei den Cycloidschuppen und mit einer Reihe von kegelförmigen Zähnen besetzt. Diese Zähnchen unterbrechen die „Circuli" und machen in diesem Teil der Schuppe die Lesung des Alters schwierig. Das vordere Schuppenfeld der Ctenoidschuppe ist deshalb für die Alterslesung besser geeignet (Bild 18).

Die Schuppenentnahme kann auf einfache Weise beim frisch gefangenem Fisch mittels eines kleineren Messers oder eines Skalpelles erfolgen. Sollte der Fisch einige Zeit trocken gelegen sein, ist die Schuppenentnahme nicht ratsam, da die Schuppen in diesem Zustand sehr schwer zu entfernen sind und deren Oberfläche sehr leicht beschädigt wird.

Weiters hat man bei der Schuppenentnahme darauf zu achten, daß eine genügend große Anzahl von Schuppen entnommen, und eine für die Schuppenentnahme geeignete Körperstelle gewählt wird Die beste Stelle ist meistens die, an der die Schuppen am größten und ihre Form am ehesten symmetrisch ist. Nach Einsele (1963) liegt die beste Stelle für die Schuppenentnahme ventral hinter dem Ende der Bauchflossen (Bild 19).

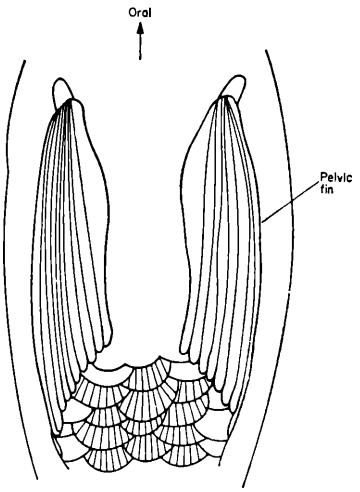


Bild 19: **Lage der Standardschuppen für die Altersbestimmung nach Einsele (1943) — (aus Ricker 1972)**

Durch die Entnahme einer genügend großen Menge ist die Gewähr gegeben, gut lesbare Schuppen auswählen zu können und eine größere Menge Vergleichsmaterial bei der Identifizierung der Zuwachsringe zu haben. Bei Salmoniden kommt es sehr häufig vor, daß Schuppen verloren gehen und ersetzt werden. Solche „Ersatzschuppen" eignen sich nicht für die Alterslesung. Ältere Fische haben mehr „Ersatzschuppen" als junge. Zwei Jahre alte Bachforellen können bereits einen hohen Prozentsatz an regenerierten Schuppen aufweisen (vgl. Tesch 1956b). Bei älteren Fischen kann es sogar vorkommen, daß nur mehr regenerierte Schuppen vorhanden sind (Le Cren, unpubliziert).

Die Reinigung der Schuppen erfolgt bei frischem Material am besten mittels warmen Wassers. 3- 5%-tige KOH-Lösung wird für eingetrocknete Schuppen mit Erfolg verwendet. Mehr als ein paar Stunden sollte man die Schuppen der Lösung nicht aussetzen. Wichtig ist, daß das Lösungsmittel gut abgewaschen wird, da sonst die Oberfläche zerstört wird. Die Aufbewahrung der Schuppen kann trocken erfolgen, solange sie noch nicht gereinigt sind. Nach der Reinigung ist die trockene Aufbewahrung nur sinnvoll, wenn die Schuppen vor Staub geschützt sind. Staubteile nachträglich von Schuppen entfernen zu müssen ist eine zeitraubende Sache.

Als Einbettmittel für Schuppen werden eine Reihe von Flüssigkeiten empfohlen. Glycerin-Gelatine Medien werden sehr häufig verwendet. Da Schuppen dazu neigen sich aufzurollen, sollte man sie unbedingt flach pressen.

Befriedigende Ergebnisse wurden durch die Herstellung von Abdrücken der Schuppenoberfläche (Nesbit 1934, Smith 1954, Redkozubov 1966) erzielt.

Die Durchführung der Alterslesung an Hand von Otolithen, Opercula-Knochen und Schuppen

Der Vorgang bei der Lesung des Alters an Hand der Hartteile hat sich bis heute kaum verändert. Es werden Zuwachsstrukturen in Form von Ringbanden oder Ausschnitten von Ringbanden aufgesucht, gezählt und beurteilt. Bei all diesen Aktivitäten macht man sich die bewährtesten Methoden zunutze.

Der Punkt Null für die Alterslesung wird durch die Zeit bestimmt, in der die Anlage des Hartteiles erfolgt. Weiter ist nun wichtig zu wissen welche Strukturen innerhalb einer bestimmten Zeit gebildet werden. Diese Erkenntnis allein aus der Literatur zu übernehmen ist sicher zu wenig, es sei denn, es wurde diesselbe Population, die zur Untersuchung vorliegt, beschrieben. Im anderen Fall ist es unerläßlich, sich ein eigenes Bild über die Strukturbildung der zu untersuchenden Fische anzueignen. Es ist dafür bereits eine Grundlage geschaffen, wenn man die Methode 1 der Längenanalyse dafür heranzieht und die Ergebnisse aus beiden Methoden miteinander vergleicht. Oft kommt man sogar nicht ohne die Methode 3 — die Altersbestimmung an Hand der Markierung — aus.

Eine hilfreiche Stütze für die erfolgreiche Altersbestimmung an Hand der Lesung von

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Hartteilen ist auch die Kenntnis um die Größenklassen (Altersklassen) der Hartteile.

Otolithen: der Embryonalstatolith bildet die unter dem Binokular unstrukturiert erscheinende zentrale Scheibe des Otolithen. Um diese Scheibe gruppieren sich wie bereits erwähnt die „Sommer"- und „Winterringe". Die Ausbildung der beiden unterschiedlich starken Ringbanden erfolgt innerhalb bestimmter Zeiträume. Die Jahreszeit in welcher die Wachstumszonen gebildet werden, ist von Art zu Art verschieden und sicherlich abhängig von den äußeren Bedingungen im Wohngewässer. Nach Bückmann (1929) werden die transparenten Ringe bei Meeresfischen nur im späten Sommer gebildet, die opaken im Frühjahr, wobei sich die Anlage des Ringes mit zunehmendem Alter der Fische verzögert.

Koops (1959) stellte fest, daß die Aalrutte (Lota lota) die opaken Ringe während des Winters, die transparenten während des Sommers ausbildet. Bei unseren heimischen Populationen kann sich das Bild wieder gänzlich verschieben. Für die exakte Alterslesung wäre das Wissen um die Anlage der Zuwachsringe jedoch unbedingt notwendig. Um eine Alterslesung an Hand von Otolithen einigermaßen genau durchführen zu können ist es auch unbedingt wichtig zumindest zu wissen wieviele Ringbanden pro Jahr angelegt werden. Wie eigene Untersuchungen an Seesaiblingen (Salvelinus alpinus L.) gezeigt haben (Steiner unpubl.), werden mehrere Ringbanden pro Jahr angelegt. Es liegen sicherlich noch zu wenig Ergebnisse vor, um diesbezüglich eine allgemein gültige Behauptung aufstellen zu können, bei den bisher untersuchten Tieren konnte ich mittels Otolithenlesung im Sinne einer Abzählung von jährlichen Zuwachsringen noch keine befriedigenden Ergebnisse erzielen.

Opercula-Knochen: Da das Wachstum der Knochenteile des Kiemendeckels besonders in den ersten Jahren verstärkt erfolgt, ist es sehr nützlich, die Größenverteilungen der Kiemendeckelknochen in den ersten Jahren zu kennen. Die Zählung von Zuwachszonen auf den Opercula-Knochen wild gefangener Seesaiblinge hat bei meinen bisherigen Untersuchungen keine brauchbaren Ergebnisse gebracht (Steiner, in Präp.). Untersuchungen an Fischen bekannten Alters zeigten, daß die unter dem Binocular erkennbaren Zuwachszonen auf den Kiemendeckelknochen nicht mit dem wahren Alter der Tiere in Einklang gebracht werden konnten (Steiner, in Präp.).

Die Lesungen ohne Mikroskop scheinen besser zu funktionieren.

Schuppen: Die Alterslesung an Hand von Schuppen ist sehr umstritten. Trotzdem werden Schuppen immer wieder dort für die Alterslesung erfolgreich herangezogen, wo Otolithen und Opercula-Knochen versagen.

Die Schuppenanlage erfolgt erst ab einer gewissen Körpergröße. Bei Seesaiblingen ab 4–5 cm Körperlänge (Steiner, in Präp.) (Bild 20). Dadurch ist der Punkt Null für die Alterslesung etwas über das wahre Fischalter hinaus verzögert. Bei den meisten heimischen Salmonidenarten beträgt diese Verzögerung etwa ein halbes Jahr.

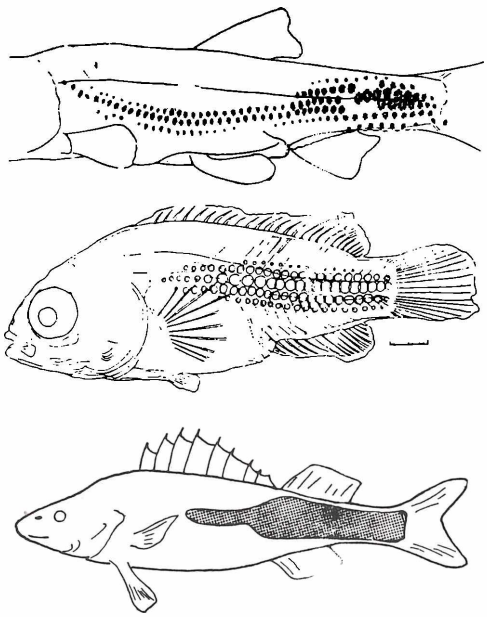


Bild 20: **Schuppenanlage bei verschiedenen Fischarten (aus Ricker 1972)**

Der Beginn der Schuppenentwicklung fällt in unseren Breiten damit in die Zeit des raschen Wachstums, die erste Ringbande ist also eine breite. Die sogenannte „Jahresmarke" oder der Annulus wird erst nach der Ausbildung der schmäleren Ringbande, des „Winterringes" zu finden sein. Diese Jahresmarken stellen Unterbrechungen der Circuli, der einzelnen Zuwachsringe, dar (Bilder 21–23).

Bei Ctenoid- oder Kammschuppen werden die Jahresmarken oft nur durch eine Unterbrechung der Radiärstrahlen angezeigt.

Die Möglichkeit der Ausbildung von mehr als 2 Ringbanden pro Jahr kann nicht belegt werden, in der Literatur ist jedoch häufig von der Ausbildung von Secundärringen bei Schuppen die Rede.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Bild 21 **Circuli einer Seesaiblingsschuppe**

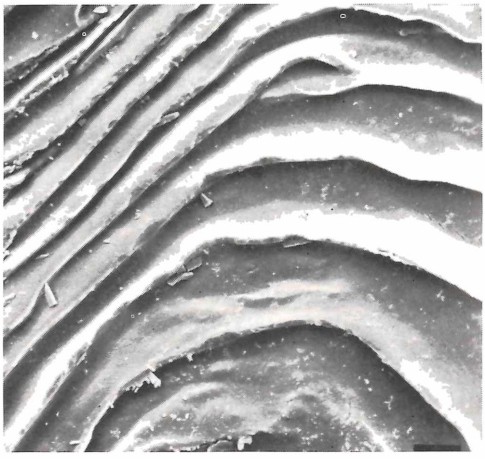


Bild 22: **Circuli einer Seesaiblingsschuppe**

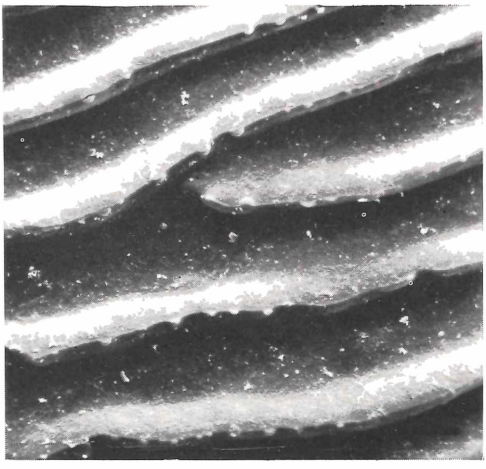


Bild 23: **Circuli einer Seesaiblingsschuppe**

Jede Alterslesung hat unter möglichst „objektiven" Gesichtspunkten zu erfolgen. Unter „objektiv" ist in diesem Zusammenhang zu verstehen: Die Kenntnis der Population und die Berücksichtigung sämtlicher bekannten, eine Veränderung der Hartteile beeinflußbaren Faktoren, die Unterstützung von weiteren Personen bei der Lesung, um optischen Täuschungen weitgehend aus dem Weg zu gehen, die Suche nach neuen Wegen und besseren Methoden.

Das Markieren von Fischen als Methode der Altersbestimmung:

Dies ist sicher die genaueste Methode das Fischalter zu bestimmen. Obendrein hat man eine gute Möglichkeit die Zuverlässigkeit der beiden ersten Methoden zu prüfen.

Es besteht auch die Möglichkeit die Hartteile selbst zu markieren.

Durch die Einbringung von chemischen Substanzen in die Hartteile selbst kann besonders im Falle von Schuppenfärbungen nicht nur der gefangene Fische leicht erkannt werden, sondern es ist auch möglich, die Entwicklung der Strukturen zu verfolgen. (Weber, Ridgeway 1962, Choats 1964, De Bont 1967).

Bei der Markierung mittels angehängter oder eingeführter künstlicher Marken soll unbedingt darauf geachtet werden, daß die Fische durch die Marken nicht in ihrem Verhalten gestört sind.

Eine besondere Gefahr bei der Verwendung von künstlichen Marken ist durch die Infektion der Einstichstellen gegeben.

Eine Beobachtung in Hälterungstanks über einen längeren Zeitraum nach der Markierung ist unbedingt erforderlich.

Das Kappen von Flossen oder Teilen davon hat sich äußerst gut bewährt. Leider ist die durch diese Markierungsart erhältliche Information oft unzureichend.

Bei Salmoniden funktioniert diese Art der Markierung sehr gut, indem man die Fettflosse entfernt und die Tiere danach in einer schwachen Salzlösung badet. Durch diese Methode sind die Fische sichtlich nicht in ihren natürlichen Verhaltensweisen gestört.

Zusammenfassung:

Es wurde ein Versuch unternommen dem Laien Möglichkeiten und Probleme der Altersbestimmung bei Fischen vorzustellen. Der Großteil der hier angeführten Informationen wurde aus der vorhandenen Literatur und Diskussionen mit Fachleuten entnommen. Nur ein geringer Teil entstammt der eigenen Erfahrung. Insgesamt werden drei Hauptmethoden der Altersbestim-

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

mung angeführt. Die erste, die „Petersen-Methode", beruht auf der Erfassung der Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Größenklassen einer Fischpopulation. Diese Methode eignet sich nur für die Altersbestimmung von jungen Fischen.

Als zweite Methode wurde die Lesung des Fischalters an Hand von Hartteilen des Fisches (Otolithen Opercula-Knochen, Wirbelknochen, Flossenstrahlen und Schuppen) angeführt.

Die Methoden der Entnahme und Präparation der Hartteile wurden erläutert.

Als dritte Methode für die Bestimmung des Fischalters wurde die Markierung von Fischen diskutiert.

Literaturverzeichnis:

BOYKO, E. G. 1946. Age determination in fishes based on examination of finray sections (Comptes Rendus, Acadaemy of Science, Moskow, New Series 53) (5):483—4.

BÜCKMANN, A. 1929. Die Methodik fischereibiologischer Untersuchungen an Meeresfischen. In Abderhalden, Handb. biol. Arb. Meth. Abt. 9, 6, 1, 1—194.

CARLTON, W. G. and JACKSON, W. B. 1968. The eye-lens as an age indicator in carp. Copeia 1968: 633—636.

CHOATE, J. C. 1964. Use of tetracycline drugs to mark advanced fry and fingerling trout (Salvelinus fontinalis). Trans. Am. Fish. Soc. 93, 309—311.

CLARENCE, A. CARLSON and M. H. SHEALY, Jr. 1972. Marking larval largemouth bass with radiostrontium. J. Fish. Res. Bd. Canada 29:455—458.

CRICHTON, M. J. 1953. Scale-absorption in salmon and sea trout. Rep. Fishery Bd Scotland, Salmon Fish., No. 4.

De BONT, A. F. 1967. Some aspects of age and growth of fish in temperature and tropical waters. The Biological Basis of Freshwater Fish Production, p 67. Shelby D. Gerking. (ed) Blackwell, Oxford.

EINSELE, W. 1943. Über das Wachstum der Coregonen im Voralpengebiet, insbesondere über das Verhältnis von Schuppen- und Längenwachstum. Z. Fisch. 41,1.

ICHIKAWA, R. and HIYAMA, Y. 1954. Scale growth rate of the common goby assured by the lead acetate injection method. Jap. J. Ichthyol. 3, 2, 49—52.

JENSEN, A. C. 1963. Further field experiments with tags for haddock. Spec. Publ. Int. Comm. NW Atlantic Fiah. 4, 194—203.

KOOPS, H. 1959. Der Quappenbestand der Elbe. Untersuchungen über die Biologie und die fischereiliche Bedeutung der Aalquappe (Lora lota L.) im Hinblick auf die Auswirkungen des im Bau befindlichen Elbestaues bei Gasthacht. Kurze Mitt. Inst. Fish. Biol. Univ. Hamb. 9, 1—60.

KOSSWIG, K. 1970. Untersuchungen zur Altersbestimmung am Rotbarsch (Sebastes marinus L. und S. mentella Travin). Bericht d. Deutschen Wiss. Komm. f. Meeresf. Bd 21, H 1—4, S. 260—264, Verlag Paul Parey.

LAMMERT, H. 1971. Zur Methode der Altersbestimmung an Seezungen. Arch. Fisch. Wiss., 22, 3, 1971, 200—214.

Le CREN, E. D. (unpubl.) zitiert in IBP-Handbook No3 (W. E. Ricker) Blackwell, Oxford.

MÜLLER, K. 1953. Das Otolithengewicht als Ergänzung der Altersbestimmung bei Fischen. Ber. Limnol. Flusstn. Freundenthal 5, 63—66.

REDKOZUBOV, Yu. N. 1966. Press dlya polucheniya otpechatkov cheshui ryb. (A press for obtaining impressions of fish-scales). Ryb. Knoz. 42, 3, 23.

RICKER, W. E.. 1971. IBP Handbook No. 3: Methods for Assessment of Fish Production in Fresh waters (Second 1971 Edition) Blackwell—Oxford.

ROUNSEFELL, G. A. & EVERHART, W. H. 1953. Fishery science: its methods and applications. J. Wiley & Sons, New York 444 p.

SCHMIDT, W. 1954. Age and rate of growth of the Channel Catfish in Reelfooth Lake, Tennessee. J. Tenn. Acad. Sc. 29, 1.

SIMKISS, K. 1973. Calcium Metabolism of fish in relation to aging. Vortrag zum Symposium über „Aging of fish" in Reading 1973.

SOLDATOV, V K. 1915. Issledovanie osetrovykh Amura (Studies of Amur Sturgeons) Materialy k poznaniya rybolovstrva 3, 12.

STEINER, V (unpubl.) in Vorbereitung.

TANING, A. V 1938. Method for cutting sections of otholits of cod and other fish. J. Cons. perm. Int. Explor. Mer. 13, 2. 213—216.

TESCH, F. W 1956b) Über Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens von regenerierten Schuppen bei der Bachforelle (S. trutta fario L.) unter verschiedenen Umweltverhältnissen. Biol. Zbl. 75, 625—631.

WALLIN, O. 1957. On the growth structure and development physiology of the scale of fishes. Rep. Inst., freshwat. Res. Drottningholm, 38, 385—477.

WEBER, D. D. & RIDGWAY, G. J. 1962. The deposition of tetracycline drugs in bones and scales of fish and its possible use for marking. Prog. Fish. Cult. 24, 4, 150—155.

WUNDSCH, H. H. 1927. Die Arbeitsmethoden der Fischereibiologie. Handb. Biol. Arb. Meth. Abt. 9, Teil 2/II, 853—1208.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: 27

Autor(en)/Author(s): Steiner Volker

Artikel/Article: Zur Altersbestimmung bei Fischen 125-136