

Salinitätspräferenzen bei Glasaalen und jungen Gelbaalen (*Anguilla anguilla*)

D. SCHULZ

Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg;
Hamburg 13, Bundesrepublik Deutschland

ABSTRACT: Salinity preferences of elvers and young yellow eels (*Anguilla anguilla*). Preference experiments have been carried out on elvers and young eels in order to assess locomotory responses to different salinity conditions. Employing different test apparatus it was established that elvers preferred fresh water to water of 18 ‰ and 36 ‰ S. There was no significant difference between responses to water of 18 ‰ and 36 ‰ S. When young yellow eels were offered different salinities (fresh water, 18 ‰ and 36 ‰ S) in tubes, a preference for water of 18 ‰ S was noted. This preference was not influenced by the different salinities in which the eels had previously been kept.

EINLEITUNG

Der Aal (*Anguilla anguilla* L.) ist in Gewässern verschiedener Salzkonzentrationen zu finden, wobei er auch in Meeresgebiete mit erhöhtem Salzgehalt, wie zum Beispiel in das östliche Mittelmeer mit einer Salinität von 39–40 ‰ eindringt. Probleme des Einflusses wechselnder Salzgehalte wurden in einer Reihe von Arbeiten behandelt, die sich mit der Wanderung – einerseits vom Süßwasser zum Laichgebiet im Meer, andererseits der Rückkehr der neuen Generation zu einem erheblichen Teil ins Süßwasser – und Orientierung (CREUTZBERG, 1961; DEELDER & TESCH, 1970), den Laichbedingungen (BOËTIUS & BOËTIUS, 1967; MESKE & CELLARIUS, 1972), den osmoregulatorischen Fähigkeiten (KEYS, 1931; 1933; SHARRATT et al., 1964) sowie den serologischen Verhältnissen (FONTAINE et al., 1945) beschäftigen.

Bisher sind jedoch keine Experimente durchgeführt worden, in welchen Salzkonzentrationen sich Aale unterschiedlicher Entwicklungsstadien bevorzugt aufhalten. Diese Fragestellung bildet die Grundlage der vorliegenden Arbeit, die sich mit den Ergebnissen von Laborversuchen zur Salinitätspräferenz bei Glasaalen und jungen Gelbaalen befaßt. Sie wird ergänzt durch Untersuchungen von HAIN (1975) über das Verhalten von Wanderaalen gegenüber dem Salzgehalt des Mediums und anderen Umweltfaktoren.

MATERIAL UND METHODE

Versuchstiere waren Glasaale und junge Gelbaale des europäischen Aals (*Anguilla anguilla* L.). Die im Experiment eingesetzten, noch nicht pigmentierten Glasaale

kamen von der süditalienischen Küste des Thyrrhenischen Meeres, während die unterschiedlich großen jungen Gelbaale aus verschiedenen Herkunftsorten stammten: 15 bis 20 cm lange Elbaale (Gelbaalversuch I), die 4 Wochen lang vor Versuchsbeginn im Süßwasser gehältert wurden; 15–20 cm lange Elbaale (Gelbaalversuch II), die in Meerwasser mit 30 ‰ Salzgehalt 7 Wochen lang gehältert wurden; 25–30 cm lange Aale (Gelbaalversuch III und IV), die in der Stör gefangen wurden und deren Hälterung 4 Wochen lang im Süßwasser erfolgte. Die Temperatur in den Hälterungs-aquarien und in den Versuchsbecken betrug 17–19° C; gefüttert wurde mit *Tubifex tubifex*.

In den Experimenten standen den Aalen jeweils 3 verschiedene Wasserqualitäten zur Wahl: Süßwasser (F), Brackwasser (18 ‰) und Seewasser (36 ‰). Bei dem verwendeten Wasser handelte es sich um normales Hamburger Leitungswasser (F), das durch Zugabe der entsprechenden Mengen von natürlichem Meerwassersalz zu Meerwasser der benötigten Konzentrationen zubereitet wurde. Zur Ermittlung des bevorzugten Aufenthaltsmediums wurden verschiedene Apparaturen erdacht.

Gl a s a a l v e r s u c h e. 3 äußere runde Plastikwannen (Volumen: je 1 l), die mit Wasser der betreffenden definierten Konzentrationen gefüllt wurden, waren über durchsichtige Plexiglasröhren (Innendurchmesser: 9 mm) mit einem mittleren runden Becken (Volumen: 1 l), in dem jeweils zu Versuchsbeginn Süßwasser vorhanden war, verbunden. In die äußeren Schalen strömte konstant ein geringer Wasserstrom (2 ml/min) der entsprechenden Salinität, um eine Konzentrationsmischung durch Diffusion oder durch Schwimmbewegungen der Glasaale zu verhindern. Im mittleren Becken waren kleine Abflußöffnungen vorhanden. In diesem Becken ergab sich durch den Zustrom der verschiedenen Wasserqualitäten eine langsame Versalzung. Bei einem Ausgangsvolumen von 1 l Süßwasser und den angegebenen Zustrommengen betrug die Versalzung 4,7 ‰/h. Entscheidend war, daß die Konzentrationen in den äußeren Becken gleich blieben. Eine durchsichtige Plastikabdeckung verhinderte die Flucht der Glasaale aus der Versuchsapparatur. Der Versuchsaufbau wurde so gewählt, daß alle äußeren Bedingungen – außer den verschiedenen Salinitäten – gleich blieben. Innerhalb des Zeitraums von 12.00–22.00 Uhr wurde in der Regel 15–20mal pro Versuchstag die Anzahl der Glasaale in den 3 äußeren Becken mit den definierten Salinitäten notiert. Diese Zahlen spiegeln die Bevorzugung der betreffenden Wasserqualitäten wider.

G e l b a a l v e r s u c h e. Die Wahlapparatur nutzte die negative Phototaxis der Aale als Grundlage für Dressurversuche in Beziehung zur Salinitätswahl. Aale suchen auch auf einer Seite geschlossene Röhren auf, wenn ihnen ein schwacher Wasserstrom entgegenkommt. Wird der Wasserstrom zu stark, muß der Aal Schwimmbewegungen machen, um sich in der Röhre zu halten und verläßt sie nach einiger Zeit wieder. Es wurden folgende Wahlapparaturen gebaut:

In ein rundes Versuchsbecken (Innendurchmesser, oberer Rand: 50 cm, am Beckenboden: 45 cm; Höhe: 50 cm), in dem die Gelbaalversuche I und II durchgeführt wurden, und in ein ovales Versuchsbecken (Innendurchmesser der Längsrichtung, oberer Rand: 70 cm, am Beckenboden: 62 cm; Innendurchmesser der Querrichtung, oberer Rand: 55 cm, am Beckenboden: 48 cm; Höhe: 58 cm), in dem die Gelbaalversuche III und IV ausgeführt wurden, sind jeweils 18 Röhren im Abstand von 8 cm so eingesetzt

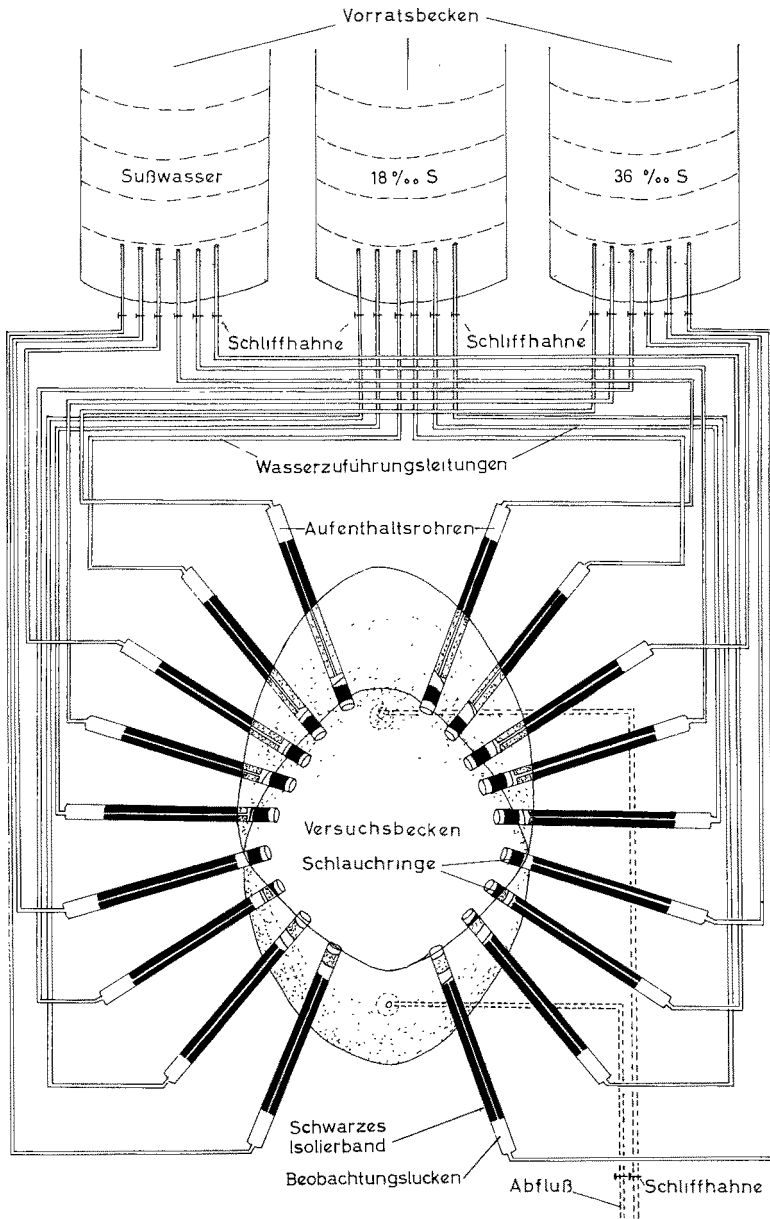


Abb. 1: Versuchsanordnung für die Präferenzversuche an Gelbaalen (Versuche III und IV)

worden, daß sich die Röhreneingänge 10 cm über dem Beckenboden befanden. Der Abstand zwischen den Röhren an den beiden Polen des ovalen Beckens betrug je 25 cm. Die Röhreneingänge wurden deshalb etwas erhöht angelegt, weil sich die Aale normalerweise am Beckenboden aufhalten, und so eine echte Wahl gefördert werden sollte (Abb. 1).

Die durchsichtigen Plexiglasröhren waren außen gleichmäßig mit schwarzem Isolierband beklebt. Dabei sind in der Mitte in der Längsrichtung ein schmaler Streifen und das vordere Ende, durch das das Wasser einströmt, freigelassen worden, um feststellen zu können, in welchen Röhren sich die Aale aufhielten. Bei dem ovalen Becken hatten die Röhren einen Innendurchmesser von 18 mm und eine Länge von 50 cm. Die Maße für die Röhren des runden Beckens betragen: 12 mm (Innendurchmesser) und 30 cm (Länge). Die Röhren ragten jeweils 3 cm bei dem runden und 5 cm bei dem ovalen Becken in den Innenraum hinein. Vorversuche ließen es als vorteilhaft erscheinen, die Röhrenansätze in den Becken mit ca. 2 cm breiten Schlauchringen zu versehen, um ein besseres Auffinden der Öffnungen durch die Aale zu ermöglichen.

Die günstigste Zuflußmenge des Wassers aus den Vorratsbehältern wurde durch Versuche mit Farbstofflösungen ermittelt. Extinktionsmessungen mit dem Eppendorf-Photometer ergaben für die 12 mm starken Röhren, daß nach 15–20 min bei einer Durchlaufmenge von 3 ml/min/Röhre die Lösung am Röhrenausfluß die gleiche Konzentration hatte wie die Ausgangslösung. Für die 18 mm starken Röhren erwies sich eine Durchlaufmenge von 6 ml/min/Röhre als günstig. Die Verbindung zwischen Vorratsbehältern und Versuchsröhren wurde durch Hartplastikschläuche mit 4 mm Innendurchmesser hergestellt. Übergänge von Schlauch zu Schlauch oder von Schlauch zu Glasröhre wurden durch Muffen aus Gummischlauch bewerkstelligt.

Geregelt wurde der Zufluß bei dem runden Becken über eine Schlauchpumpe (Marke „Desaga“), deren Pumpleistung kontinuierlich verstellbar ist. Im Bereich der Pumpe sind leicht verformbare Siliconschläuche zwischen die Hartplastikschläuche gesetzt. Bei dem ovalen Becken erfolgte die Zuflußregelung über Schliiffhähne. Bei gefüllten Vorratsflaschen ergab sich eine Durchflußmenge von 9 ml/min/Röhre. Die Durchflußgeschwindigkeit wurde täglich kontrolliert und gegebenenfalls erneut reguliert. Der Abfluß aus dem Becken wurde über Schliiffhähne am Beckenboden geregelt.

Aale haben, wie TEICHMANN (1957, 1959) nachwies, ein extrem gutes Riechvermögen. Deshalb wurde, um eine Geruchsgewöhnung an eine Röhre auszuschließen, die Zufuhr der verschiedenen Wasserqualitäten in den einzelnen Röhren ständig umgetauscht, so daß zum Beispiel am folgenden Versuchstag eine Wasserkonzentration von 18 ‰ S durch die Röhre floß, in der am Vortage Süßwasser war, und die Wasserqualität von 36 ‰ S gegen Süßwasser ausgetauscht wurde. Durch diesen Wechsel wurde gleichzeitig eine Ortsdressur verhindert.

Im Experiment wurde das Wasser in den Vorratsbehältern ständig gut durchlüftet. Sauerstoffmessungen nach der Winkler-Methode ergaben je nach Temperatur Sättigungswerte um 9 mg/l O₂, wobei Messungen an der Einflußstelle des Wassers in die Röhren keine Abnahme des Sauerstoffgehaltes in der Zuleitung zeigten.

Die Versuche wurden so ausgeführt, daß in dem Becken Süßwasser vorhanden war. Die Anlage hat jedoch den Nachteil, daß durch den Seewasserzufluß in den Röhren eine langsame Versalzung des Wassers im Zentralbecken eintritt. Dem wurde durch

mehrmaligen täglichen Wasserwechsel mit Süßwasserzugabe entgegengewirkt. Wichtig war, daß eine definierte, konstante Salzkonzentration von der Eintrittsöffnung bis zur Ausflußöffnung durch die Zuflußmenge in den Röhren gewährleistet wurde. In der Regel wurde 15–20mal pro Versuchstag die Verteilung der Aale auf die Röhren unterschiedlicher Salinität notiert. Diese Verteilung entspricht der Bevorzugung der betreffenden Wasserqualitäten.

Die Aale müssen bei Versuchsbeginn erst auf eine Wahl zwischen den Röhren mit Wasser unterschiedlicher Salinität dressiert werden. Das wurde erreicht, indem die Aale, nachdem sie eine Röhre aufgesucht hatten, aus dieser zunächst wieder vertrieben wurden. Dazu wurden die wasserführenden Schläuche vom Vorratsgefäß gelöst und das Wasser in der Röhre mitsamt dem Aal „ausgeblasen“. Durch leichtes Führen mit der Hand wurden die Tiere dann wieder zufällig in irgendeine der freien Röhren geleitet. Nach einer erfolgreich verlaufenen Andressur „standen“ die Aale jeweils eine kurze Zeit unter dem Ausfluß einer Röhre, um dann schließlich die gewählte Röhre aufzusuchen.

ERGEBNISSE

Die Experimente an Glasaalen wurden in der oben beschriebenen Versuchsaapparatur durchgeführt. Die zu Beginn des Versuchs eingesetzten 30 Glasaale begannen schon nach wenigen Minuten das mittlere Becken zu verlassen und wahllos irgendeines der 3 äußeren Becken aufzusuchen. In einer 2. Versuchsphase, die nach 10–15 min einsetzte, begannen die Glasaale zwischen den Becken zu wechseln, wobei sie die Becken mit den Salinitäten, die ihnen nicht zusagten, wieder verließen und sich immer häufiger im Süßwasserbecken aufhielten, um hier schließlich zu bleiben. Das mittlere Becken, in dem sich die Salinitäten mischten, hatte dabei die Funktion eines Durchgangs- oder Verteilerbeckens, während die äußeren Becken, insbesondere das Süßwasserbecken, dem eigentlichen Aufenthalt dienten (Abb. 2).

In einem zweiten Versuch wurden 30 andere Glasaale unter den gleichen Bedingungen getestet, nachdem zuvor die Becken mit Kaliumpermanganatlösung behandelt worden waren (Abb. 3). Die Aale suchten das Süßwasser schneller auf als die Aale des Glasaalversuchs I.

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Glasaalversuche sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, daß der χ^2 -Test bei beiden Glasaalversuchen signifikante Unterschiede zwischen den Aufenthaltshäufigkeiten in den 3 Salinitäten ergibt. Bei der Prüfung anhand des t-Tests zeigt sich eine eindeutige Bevorzugung von Süßwasser gegenüber Wasser mit 18 ‰ und 36 ‰ S. Beim Vergleich der Mittelwerte der Aufenthaltshäufigkeiten in Wasser mit 18 ‰ und 36 ‰ S traten bei beiden Glasaalversuchen keine signifikanten Unterschiede auf.

Bei den Gelbaalversuchen wurden bei 18 pro Becken vorhandenen Röhren pro Versuch jeweils 6 Individuen in die Versuchsaapparatur eingesetzt. Die Gelbaalversuche I und II wurden in einer Apparatur, die Gelbaalversuche III und IV in der entsprechenden anderen Anlage durchgeführt, wobei nach Abschluß der Versuche I und III beide Apparaturen mit Kaliumpermanganatlösung behandelt wurden. Die Ergebnisse der ersten 3 Gelbaalversuche sind in Abbildung 4 zusammengefaßt.

Beim Gelbaalversuch I traten vom 24.–33. Versuchstag Überschneidungen zwischen den Kurven für die Aufenthaltshäufigkeiten in 18 ‰ und 36 ‰ S auf (Abb. 4). Dieser Sachverhalt ist auf eine Versuchsunterbrechung von 4 Tagen am 23. Versuchstag zurückzuführen. In den gleichen Zeitraum fallen die Schwankungen zwischen 5.–10. Versuchstag beim Gelbaalversuch III. Die Aale mußten das Wühlen nach Wiederaufnahme des Versuchs erst wieder erlernen. Vom 12.–15. Versuchstag des Gelbaalversuchs II und vom 3.–6. Versuchstag des Gelbaalversuchs IV wurde in den Süß-

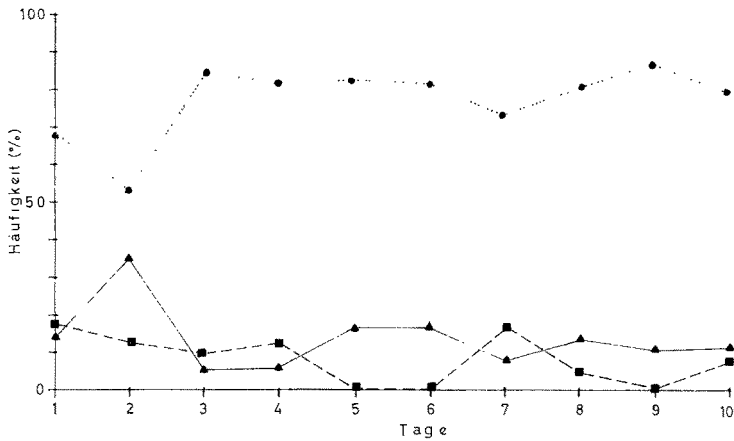


Abb. 2: Glasaalversuch I. Prozentuale Aufenthaltshäufigkeiten von 30 Glasaalen im Süßwasser: gepunktete Linie; in Wasser von 18 ‰ S: durchgezogene Linie; in Wasser von 36 ‰ S: gestrichelte Linie

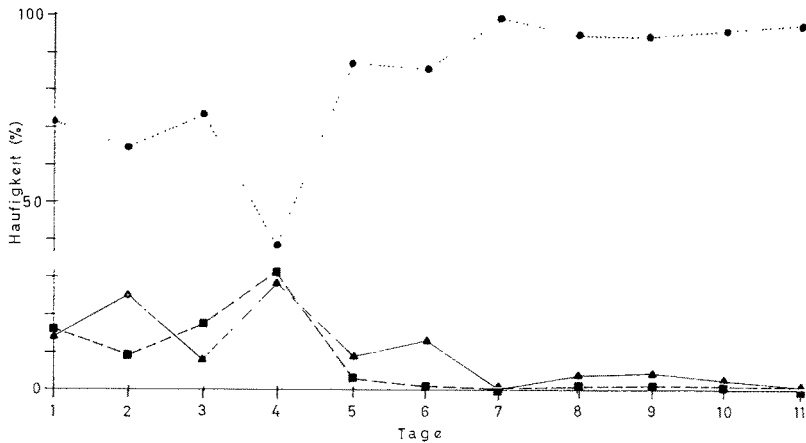


Abb. 3: Glasaalversuch II. Prozentuale Aufenthaltshäufigkeiten von 30 weiteren Glasaalen in Süßwasser und in Wasser von 18 ‰ und 36 ‰ S an fortlaufenden Versuchstagen nach Behandlung der Versuchsbecken mit Kaliumpermanganatlösung. Darstellung der verschiedenen Salinitäten wie in Abbildung 2

wasserröhren destilliertes Wasser angeboten. Das Verhalten der Aale änderte sich jedoch nicht.

Anschließend an Gelbaalversuch II wurde eine Woche lang beobachtet, wie die Aale reagierten, wenn im Zentralbecken nicht Süßwasser, sondern Wasser von 36 ‰ S vorhanden war. Die Aussüßung durch das einfließende Süßwasser wurde durch mehr-

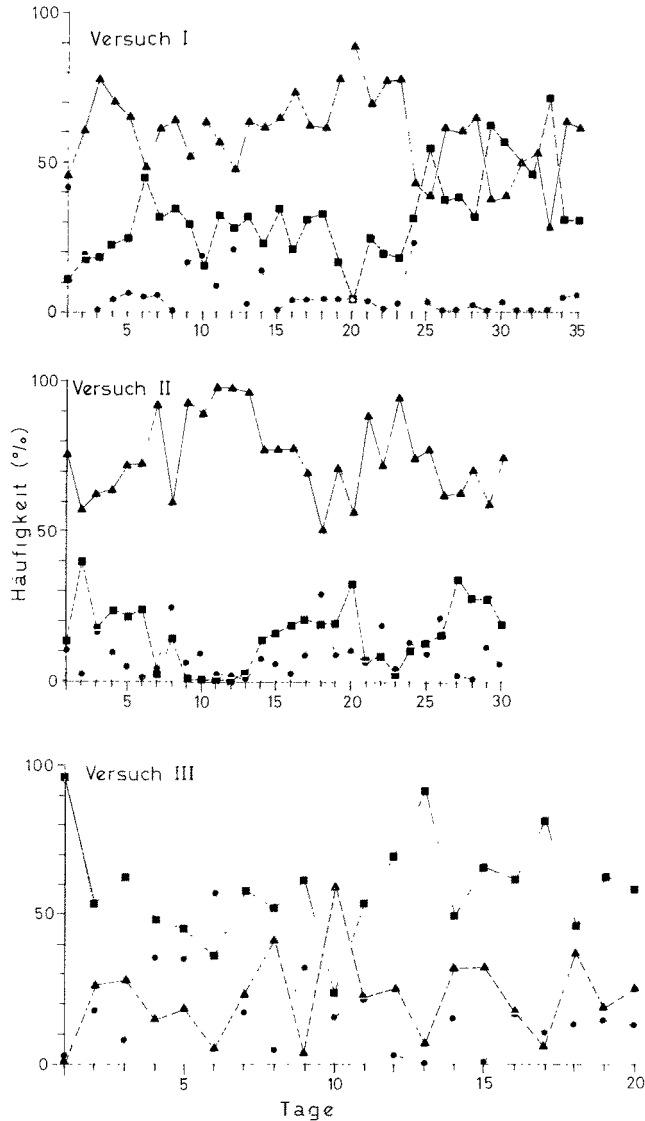


Abb. 4: Gelbaalwahlversuche. Prozentuale Aufenthaltshäufigkeiten der pro Versuch eingesetzten Aale in den Röhren der verschiedenen Salinitäten (Süßwasser: gepunktete Linie; 18 ‰ S: durchgezogene Linie; 36 ‰ S: gestrichelte Linie) in Abhängigkeit von den Versuchstagen

Tabelle 1

Statistische Auswertung der Präferenzversuche an Glasaalen mit Hilfe des χ^2 -Tests (vgl. WEBER, 1967) und des t-Tests. Versuchsmedien: Süßwasser (F), 18 ‰ S und 36 ‰ S. Irrtumswahrscheinlichkeit in allen Fällen = 0,05. Signifikanz: +, keine Signifikanz: —

Testverfahren	χ^2	t (F-18 ‰)	t (F-36 ‰)	t (18 ‰-36 ‰)
Glasaalversuch I	+	+	+	—
Glasaalversuch II	+	+	+	—

Tabelle 2

Statistische Auswertungen der Präferenzversuche an Gelbaalen (Erläuterungen vgl. Tabelle 1)

Testverfahren	χ^2	t (18 ‰-F)	t (18 ‰-36 ‰)	t (36 ‰-F)
Gelbaalversuch I	+	+	+	+
Gelbaalversuch II	+	+	+	+
Gelbaalversuch II (Becken 36 ‰ S)	+	+	+	+
Gelbaalversuch III	+	+	+	—
Gelbaalversuch IV	+	+	+	+

maligen täglichen Wasserwechsel mit Zugabe von Süßwasser ausgeglichen. Das Resultat des Versuchs ergab kein grundsätzlich anderes Verhalten der Aale gegenüber dem vorangegangenen Versuch (Abb. 5).

Die statistische Beurteilung der Gelbaalversuchsergebnisse ist in Tabelle 2 zusammengefaßt. Der χ^2 -Test ergibt für alle ausgeführten Versuche zwischen den Aufenthaltshäufigkeiten in den 3 verschiedenen Medien signifikante Unterschiede. Die Auswertung mit Hilfe des t-Tests beweist, daß eine eindeutige Bevorzugung von Brack-

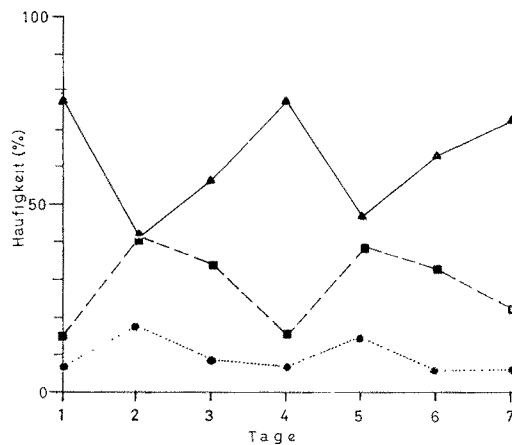


Abb. 5: Prozentuale Aufenthaltshäufigkeiten der im Gelbaalversuch II (Wasser im Zentralbecken 36 ‰ S) eingesetzten Aale in den Röhren der verschiedenen Salinitäten (vgl. Abb. 4) in Abhängigkeit von den Versuchstagen

wasser mit 18 ‰ S gegenüber Süßwasser und dem Medium von 36 ‰ S zu verzeichnen ist.

Eine bevorzugte Wahl von Süßwasser oder Meerwasser von 36 ‰ S ist nicht klar zu erkennen, wenn Brackwasser von 18 ‰ S nicht aufgesucht wird. Statistisch treten zwar – außer bei Gelbaalversuch III – signifikante Unterschiede zugunsten einer erhöhten Aufenthaltshäufigkeit im Meerwasser (36 ‰ S) auf, doch sind die Differenzen zwischen den absoluten Aufenthaltswerten sehr gering im Hinblick auf die Bevorzugung des Brackwassers (18 ‰ S). Die Bevorzugung von Brackwasser von 18 ‰ S gegenüber Meerwasser von 36 ‰ S und Süßwasser scheint gleich groß zu sein.

DISKUSSION

Aus den durchgeführten Versuchen ist zu sehen, daß Aale zwischen den angebotenen Salinitätskonzentrationen unterscheiden können. Junge Gelbaale bevorzugen Brackwasser von 18 ‰ Salzgehalt als Aufenthaltsmedium, während Glasaale eine Präferenz für Süßwasser zeigen.

Nach RASCHAK (1969) ist der osmotische Wert des Blutplasmas bei 10° C eines an 18 ‰ S adaptierten Aals einem Salzgehalt von 11,63 ‰ äquivalent. In den ausgeführten Experimenten wählten die Gelbaale also – unter sonst gleichen Versuchsbedingungen – die Außenkonzentration, die ihrer Innenkonzentration am nächsten kommt. Der für die Osmoregulation erforderliche Energiebetrag ist hier geringer als in den anderen beiden extremen Salinitäten. Offen bleibt die Frage, inwieweit die Aale sich bei ihrer Wahl dem isoosmotischen Medium nähern, denn es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß das Medium von 18 ‰ S optimalen Außenbedingungen entspricht. Darüber hinaus müßte auch geklärt werden, welche minimalen Salinitätsdifferenzen von den Aalen noch wahrgenommen werden können.

Anders gelagert sind die Versuchsergebnisse der Glasaalversuche. Hier tritt eine Bevorzugung des Süßwassers als ständigem Aufenthaltsmedium auf. Die Glasaale haben im Vergleich zu den Gelbaalen eine geringere Elektrolytkonzentration im Innenmedium (PARRY, 1966). Unter energetischem Blickwinkel betrachtet scheint für die Glasaale die Existenz in einem Medium niedrigerer Salzkonzentration günstiger zu sein als für die Gelbaale. Auch hier müßten ergänzende Versuche zur Eingrenzung dieses Bereichs angestellt werden.

Neben Erörterungen zum Problem der osmotischen Regulation steht die Frage nach der allgemeinen biologischen Bedeutung des Salzgehaltes im Außenmedium beim Aal. Salzgehaltsänderungen spielen eine wichtige Rolle bei der Einwärtswanderung der Glasaale (VAN HEUSDEN, 1943; zitiert nach CREUTZBERG, 1961). VAN HEUSDEN untermauert seine Ansicht durch Versuche, bei denen die Glasaale immer Wasser von geringeren Salinitäten als Meerwasser bevorzugten. Nach neueren Arbeiten (CREUTZBERG, 1959, 1961; MILES, 1968) wird diese These angezweifelt. Nach CREUTZBERG (1961) Ansicht sind es „attraktive Substanzen, vermutlich der spezifische Geruch von Binnenwasser“, die durch ein Kohlefilter zurückgehalten werden, welche den Glasaalaufstieg bewirken. Zwischen dieser Aussage und der festgestellten Bevorzugung von

Süßwasser als ständigem Aufenthaltsmedium muß differenziert werden. In der von CREUTZBERG benutzten Wahlapparatur konnten die Glasaale nicht mehr umkehren und erneut wählen. Innerhalb von 10 min wurden alle Aale, nachdem sie sich für eine Salinität entschieden hatten, registriert. Bei der in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Versuchsanordnung hatten die Glasaale die Möglichkeit, nach dem Prinzip „Versuch und Irrtum“ ständig erneut zu wählen. Die Salinität, in der über den gesamten Versuchszeitraum hinweg die größte Aufenthaltsdichte herrschte, wurde als bevorzugtes Medium angesehen. Wie oben beschrieben, fand jeweils zu Versuchsbeginn ein Wechsel zwischen den Becken statt. Die Glasaale kamen erst nach einer Prüfung der vorhandenen Wasserqualitäten allmählich zu einer Bevorzugung des Süßwassers als ständigem Aufenthaltsmedium. Es muß also offenbar ein Unterschied gemacht werden zwischen dem Süßwasser als nicht vorhandenem stimulierendem Faktor für den Glasaalaufstieg und dem Süßwasser als bevorzugtem Aufenthaltsmedium der Glasaale.

Der Einfluß einer Salzgehaltsänderung als Orientierungshilfe beim Heimfindervermögen von Gelbaalen wird von TESCH (1970) abgelehnt. Wie die vorliegenden Experimente gezeigt haben, sind die Aale dazu befähigt, zwischen Medien verschiedener Salinitäten zu unterscheiden. Zumindest, wenn die Konzentrationsverhältnisse deutlich abgestuft sind. Dabei wirkt sich eine unterschiedliche vorangegangene Adaptation nicht hemmend auf die Bevorzugung von Brackwasser mit 18 ‰ S aus. Wenn der Salzgehalt zwar für das Heimfindervermögen der Aale nicht entscheidend ist, so kann eine Orientierung nach Salzgehaltsdifferenzen zumindest nicht ausgeschlossen werden. In diesem Zusammenhang sind die Frühjahrs- und Herbstwanderungen der Gelbaale zu erwähnen (TESCH, 1973). Bei den dem Meerwasser entgegenstrebenden Blankaalen hält TESCH (1973) es für möglich, daß sie erhöhte Salzgehalte bevorzugen. Nach den von HAIN (1975) durchgeführten Versuchen scheint dies nunmehr bewiesen zu sein.

Wenn einmal davon abgesehen wird, welche Faktoren stimulierend auf die Aalwanderung wirken, so ist doch festzustellen, daß die Glasaale, die in der Natur dem Süßwasser entgegenstreben, im Experiment das Süßwasser als ständiges Aufenthaltsmedium bevorzugten. Die Vorliebe der jungen Gelbaale für das Brackwasser spiegelt sich in ihrer relativ großen Populationsdichte in den Flußmündungen wider. Es erhebt sich jedoch die Frage, warum sie nicht ausschließlich den im Versuch bevorzugten, osmoregulatorisch günstigeren Brackwasserbereich aufsuchen, sondern ihn zu einem hohen Prozentsatz flußaufwärts verlassen. Zur Beantwortung dieser Frage können vorerst nur Vermutungen angestellt werden. Mitentscheidend dürfte sicherlich die mit einer höheren Bestandsdichte größere Nahrungskonkurrenz sein, welche die als Einzelgänger lebenden Aale dazu veranlaßt, die Flüsse hinaufzuwandern. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch das seewärtige Vorkommen von Gelbaalen, beispielsweise bei Helgoland. Auch hier könnte eine Nahrungskonkurrenz der Grund dafür sein, nicht die Flußmündung aufzusuchen.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Mit Glasaalen und jungen Gelbaalen von *Anguilla anguilla* wurden in besonderen Versuchsaapparaturen Salinitätswahlversuche zur Ermittlung ihrer bevorzugten Aufenthaltsgemeinden durchgeführt.
2. In mehrtägigen Testreihen bevorzugten Glasaale Süßwasser. Beim Vergleich der Aufenthaltshäufigkeiten in Wasser mit 18 ‰ und 36 ‰ Salzgehalt traten keine signifikanten Unterschiede auf.
3. Junge Gelbaale (Länge: 15–30 cm), denen Röhren mit Wasser unterschiedlicher Salinität (Süßwasser sowie Medien von 18 ‰ und 36 ‰ S) angeboten wurden, bevorzugten die 18 ‰-Salzgehaltsstufe. Eine Präferenz von Meerwasser mit 36 ‰ S gegenüber Süßwasser trat nur in geringem Maße auf. Unterschiedliche Salzkonzentrationen in den Halterungsaquarien hatten keinen Einfluß auf das Wahlverhalten.

Danksagung: Herr Prof. Dr. W. NEUHAUS regte diese Untersuchungen an. Ihm und Herrn Diplom-Biologen S. APPELBAUM danke ich für die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

ZITIERTE LITERATUR

- BOËTIUS, J. & BOËTIUS, I., 1967. Studies on the European eel, *Anguilla anguilla* L. Meddr. Danm. Fisk.-og Havunders. N. S. 4, 339–405.
- CREUTZBERG, F., 1959. Discrimination between ebb and flood tide in migrating elvers (*Anguilla vulgaris* TURK.) by means of olfactory perception. Nature, Lond. 184, 1961–1962.
- 1961. On the orientation of migrating elvers (*Anguilla vulgaris* TURK.) in a tidal area. Neth. J. Sea Res. 1, 257–338.
- DEELDER, C. L. & TESCH, F.-W., 1970. Heimfindevermögen von Aalen (*Anguilla anguilla*), die über große Entfernungen verpflanzt wurden. Mar. Biol. 6, 81–92.
- FONTAINE, M., DELATRE, S. & CALLAMAND, O., 1945. Influence des variations de salinité sur la teneur en hématies de deux Téléostéens (*Anguilla anguilla* L. et *Cyprinus carpio* L.). Bull. Inst. océanogr. Monaco 42 (886), 1–11.
- HAIN, J. H. W., 1975. The behaviour of migratory eels, *Anguilla rostrata*, in response to current, salinity and lunar period. Helgoländer wiss. Meeresunters. 27, 211–233.
- HEUSDEN, G. P. H. VAN, 1943. De trek van den glasaal naar de IJsselmeer. Doct. Theses, Utrecht, 118 pp.
- KEYS, A. B., 1931. Chloride and water secretion and absorption by the gills of the eel. Z. vergl. Physiol. 15, 364–388.
- 1933. The mechanism of adaptation to varying salinity in the common eel and the general problem of osmotic regulation in fishes. Proc. Roy. Soc. (B) 112, 184–199.
- MESKE, CH. & CELLARIUS, O., 1972. Laboraufzucht von Aalen bis zur Geschlechtsreife. Naturwissenschaften 59, 471–472.
- MILES, S. G., 1968. Rheotaxis of elvers of the American eel (*Anguilla rostrata*) in the laboratory to water from different streams in Nova Scotia. J. Fish. Res. Bd Can. 22, 1591–1602.
- PARRY, G., 1966. Osmotic adaptation in fishes. Biol. Rev. 41, 392–444.
- RASCHAK, M., 1969. Untersuchungen über Osmo- und Elektrolytregulation bei Knochenfischen aus der Ostsee. Int. Revue ges. Hydrobiol. 54, 423–462.

- SHARRATT, B. M., BELLAMY, D. & CHESTER JONES, I., 1964. Adaptation of the silver eel (*Anguilla anguilla* L.) to sea water and to artificial media together with observations on the role of the gut. *Comp. Biochem. Physiol.* **11**, 19–30.
- TEICHMANN, H., 1957. Das Riechvermögen des Aals (*Anguilla anguilla* L.). *Naturwissenschaften* **44**, 242.
- 1959. Über die Leistung des Geruchssinnes beim Aal (*Anguilla anguilla* L.). *Z. vergl. Physiol.* **42**, 206–254.
- TESCH, F.-W., 1970. Heimfindervermögen von Aalen (*Anguilla anguilla*) nach Beeinträchtigung des Geruchssinnes, nach Adaptation oder nach Verpflanzungen in ein Nachbar-Ästuar. *Mar. Biol.* **6**, 148–157.
- 1973. *Der Aal*. Parey, Hamburg. 306 pp.
- WEBER, E., 1967. *Grundriß der biologischen Statistik*. Fischer, Stuttgart. 674 pp.

Anschrift des Autors: D. SCHULZ
D-24 Lübeck
Schwalbenweg 9
Bundesrepublik Deutschland