Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 128 (1977)

Heft: 8

Artikel: Zur Rassenfrage bei den Seesaiblingen (Salvelinus alpinus L.) des Zugersees

Autor: Ruhlé, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766845

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Rassenfrage bei den Seesaiblingen (Salvelinus alpinus L.) des Zugersees

Von *Ch. Ruhlé,* z. Zt. Vancouver Oxf.: 147

Problemstellung

Die Seesaiblinge und im besonderen die des Zugersees, die «Zugerrötel» gehören zu den von uns begehrtesten Süsswasser-Speisefischen. Noch um die Jahrhundertwende fingen die Fischer dort ungefähr 100 000 Fische dieser Art und konnten damit mehr als nur die Nachfrage des einheimischen Marktes befriedigen.

In den Jahren danach begann sich aber bereits die Eutrophierung des Zugersees bemerkbar zu machen (3,18), und in der Folge nahmen auch die Erträge an Seesaiblingen, die im belasteten See unter suboptimalen Bedingungen zu leben hatten, ab. Die Konkordatskommission, die für die fischereilichen Belange des Zugersees zuständig ist, beschloss an ihrer 37. Sitzung (1931) aus diesem Grund und weil sie der Ansicht war, «. . . eine Blutauffrischung bei den Röteln würde sich in Anbetracht des stetigen Rückganges im Rötelbestand des Zugersees empfehlen . . .» (7), österreichische Seesaiblingseier zur Ergänzung des eigenen Besatzmaterials zuzukaufen. In den Jahren 1932, 1934 und 1935 wurden insgesamt ungefähr 240 000 Brutfische, die aus den 270 000 gekauften Eiern gewonnen werden konnten, im See eingesetzt. Dieser Einsatz von fremden Fischen entspricht 27,7 Prozent des gesamten Seesaiblingseinsatzes der drei erwähnten Jahre. Einsätze von österreichischen Seesaiblingen in den Zugersee in späteren Jahren sind nicht belegt.

Der Einsatz der «Steiermärchler», wie die fremden Fische nach ihrer Herkunft benannt werden, hat, besonders in den letzten 20 Jahren, während denen die Seesaiblings-Erträge wie nie zuvor niedrig waren, zu heftigen Diskussionen Anlass gegeben. Nach Meinung fast aller, die sich am Zugersee mit Fischereifragen beschäftigen, sollen diese Einsätze zu einem unerwünschten beschleunigten Wachstum der einzelnen Fische sowie zu einer Verzettelung der Laichzeit und damit zu erschwertem Laichfischfang geführt haben. Es ist auch schon die Ansicht geäussert worden, dass in diesen Fremdeinsätzen die eigentliche Ursache für die stetig weiterschreitende Ertragsabnahme zu finden ist.

Es gibt allerdings einige Hinweise, die darauf hindeuten, dass die Fremdeinsätze mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht zu den erwähnten Veränderungen geführt haben:

— Über die Altersklassenzusammensetzung der früheren Fänge existieren keine Angaben. Für die meisten Altersklassen ist somit ein Längenvergleich und somit ein Wachstumsvergleich nicht möglich.

— Die einzigen verwendbaren Angaben über die Zuwachsleistungen der Seesaiblinge der «nichtvermischten» ursprünglichen Population sind in einem Protokoll der Konkordatskommission (1928) enthalten; danach soll es damals möglich gewesen sein, Seesaiblings-Sömmerlinge von 8 bis 14 cm zu produzieren. Um diese Länge heute zu erreichen, braucht es $1^1/_2$ Jahre (zweisömmerige Fische) intensiver Aufzucht.

— Vor dem Einsatz von fremden Fischen in den Zugersee wurden Seesaiblinge aus diesem See in oberitalienische Seen eingeführt, in denen ursprünglich keine Seesaiblinge existierten. *Steinmann* (1942) hat das Wachstum dieser Fische untersucht und festgestellt, dass die Seesaiblinge des Zugersees in Seen, die stärker belastet sind als es das Heimatgewässer damals war, zu Raschwüchsigkeit neigen.

— Die Seesaiblinge des Grundelsees, aus dem das fremde Besatzmaterial stammte, haben dagegen auf die Eutrophierung mit einer Wachstumsverlangsamung reagiert (14).

— Hinweise auf spät- respektive frühlaichende Seesaiblinge sind schon aus der Zeit vor den Fremdeinsätzen bekannt (5).

— Der Vergleich der Laichzeitdauer während 21 Jahren vor und 17 Jahren nach den Fremdeinsätzen zeigt, dass die Laichzeit vor diesen Einsätzen im Durchschnitt 3 Tage länger dauerte als nachher (Unterschied bei P = 99,9 Prozent gesichert).

Die Fischer stellen nun aber an einzelnen Seesaiblingen eine gedrungene Körperform und während der Laichzeit eine intensive Verfärbung fest, die sie als atypisch für den Zugerrötel, dafür als charakteristisch für den Steiermärchler halten. Die vorgebrachten Einwände gelten darum bestenfalls als Argumente gegen die vermeintlichen Einflüsse der fremden Fische auf das Wachstum und die Laichzeitdauer und können keinesfalls als Beweis für die zur Frage stehende Existenz oder Nichtexistenz verschiedener Seesaiblingsrassen im Zugersee angesehen werden. Im folgenden sei versucht, diese Rassenfrage zu klären.

Material und Methode

In die Untersuchung einbezogen wurden die Seesaiblingspopulationen des Grundelsees, des Lago di Lucendro und des Zugersees.

Das für die Einsätze in den Zugersee in Österreich gekaufte Eimaterial stammte nach Mitteilung von *Steiner* (1974), der sich eingehend mit den Seesaiblingen der Steiermark beschäftigt, ausschliesslich aus dem Grundelsee. Fremde Seesaiblinge sollen in diesen See nicht eingesetzt worden sein. Die während der Laichzeit 1974 für die hier vorliegende Untersuchung im Grundelsee gefangenen Seesaiblinge müssen also, genetische Stabilität vorausgesetzt, mit den im Zugersee eingesetzten Fischen genetisch identisch sein.

Der Lago di Lucendro ist ein in unmittelbarer Nähe der Gotthard-Passhöhe gelegener Stausee (2100 m über Meer). Der natürliche See, der durch die im 2. Weltkrieg errichtete Mauer aufgestaut wurde, soll ursprünglich keine Seesaiblinge enthalten haben (8). Die heutige Seesaiblingspopulation soll von einigen Fischen abstammen, die anlässlich von Seesaiblingstransporten vom Zugersee an den Luganersee dort eingesetzt wurden. Diese Transporte fanden vor dem Einsatz fremder Seesaiblinge in den Zugersee statt. Nach den Besatzprotokollen der Tessiner Fischerei- und Jagdverwaltung sind offiziell seit der Zeit der Fremdeinsätze in den Zugersee keine Seesaiblinge mehr in den Lago di Lucendro eingesetzt worden; Schwarzeinsätze können allerdings nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Die heute im Lago di Lucendro existierende Seesaiblingspopulation sollte also, genetische Stabilität vorausgesetzt und Schwarzeinsätze ausgeschlossen, mit der ursprünglichen Seesaiblingspopulation des Zugersees identisch sein.

Die in die Untersuchung einbezogenen Seesaiblinge des Zugersees wurden zum Teil von den Fischern als Zugerrötel und Steiermärchler angesprochen, zum Teil wurden sie nicht näher identifiziert.

Über den Umfang des Untersuchungsmaterials gibt Tabelle 1 Auskunft.

Tabelle 1. Vergleich verschiedener Seesaiblingspopulationen — Herkunft und Umfang des verwendeten Untersuchungsmaterials.

Herkunft	*«Typ»*	*Anzahl*	
Zugersee	Zugerrötel	26	108
	Steiermärchler	33	
	nicht identifiziert	49	
Lago di Lucendro	—	22	
Grundelsee	—	27	

Die Wahl der Unterscheidungsmerkmale, die bei Vergleichen von möglicherweise genetisch unterschiedlichen Populationen verwendet werden, ist durch die Stabilität respektive Modifikabilität der Merkmale bestimmt; nichtgenetische Modifikationen müssen bei den gewählten Merkmalen unwahr-

scheinlich sein. Da ein enormer Aufwand nötig ist, um mit genügender Gewissheit die phaenotypische Variabilität der verschiedenen Merkmale genetischen Faktoren zuschreiben zu können (9), mussten Merkmale verwendet werden, die erfahrungsgemäss mit grosser Wahrscheinlichkeit nur genetisch variieren. In der Saiblingssystematik, wie in der Salmonidensystematik überhaupt, werden vorab die Anzahl Wirbel, die Anzahl Kiemenreusendornen (dornige Fortsätze auf den Kiemenbogen, die den Futter-Filterapparat der Fische bilden) und die Anzahl Pylorus-Anhänge (Darm-Blindschläuche) verwendet (1, 2, 6, 10, 11, 12, 16). Diese drei meristischen Merkmale werden auch beim Versuch verwendet, allfällige Unterschiede zwischen den einzelnen aufgeführten Seesaiblingspopulationen festzustellen. Auf die Einwände, wonach auch diese Merkmale unter extremen Voraussetzungen nichtgenetische Modifikationen aufweisen (6, 9, 17) (zum Beispiel Veränderung der Wirbelzahl, wenn Fische bei ungewöhnlich hohen Temperaturen erbrütet werden [9]), wird hier nicht eingegangen.

Die Daten wurden folgendermassen behandelt: Die meristischen Merkmale (x = n Wirbel, y = n Kiemenreusendornen, z = n Pylorusanhänge) des Fisches P_i in der Population 1 werden durch einen Punkt $P_{i_1}(=x_i y_i z_i)$ dargestellt. Die Population 1 stellt eine Punktewolke von Punkten P $(P_{i_1}, P_{i+1_1} \ldots P_{i+100_1})$ dar. Beste Trennrichtung von zwei zu vergleichenden Populationen ist die Verbindungsgerade zwischen den Schwerpunkten der zwei Punktewolken. Die einzelnen Punkte der Punktewolke 1 respektive 2 werden auf diese Gerade projiziert. Verglichen werden im t-Test die Abstände zwischen einem zu wählenden Punkt A auf dieser Geraden und den Punkten $P_{i_{1\,proj.}} \ldots P_{i+100_{1\,proj.}}$ und $P_{i_{2\,proj.}} \ldots P_{i+100_{2\,proj.}}$; α ist 5 Prozent

In Ergänzung zu diesem Trennverfahren wurde versucht, die Seesaiblingspopulationen aufgrund der Strukturen der Proteine ihrer Augenlinsen zu vergleichen. Diese eignen sich für solche Vergleiche besonders gut, werden sie doch von einem einzigen Zellentyp synthetisiert und stehen nach dem Aufbau in keinem direkten Zusammenhang mit dem Stoffwechselsystem (*Van Heynigen* (1962), zitiert nach *Eckroat* und *Wright* (1969). Die Wahrscheinlichkeit, dass ihre Zusammensetzung in Abhängigkeit äusserer Einflüsse variiert, ist somit gering.

Das Verfahren besteht darin, dass die einzelnen Proteine der zerriebenen und aufgeschwemmten Augenlinse in einem elektrischen Feld dank ihrer verschiedenen Ladung respektive ihres unterschiedlichen Atomgewichtes in einem Gel (Verfahren = Gel-Elektrophorese) definierter Porosität nach bestimmter Zeit verschieden weit transportiert sind und aufgrund der im Gel zurückgelegten Strecke charakterisiert werden können. Im gefärbten Gel sind

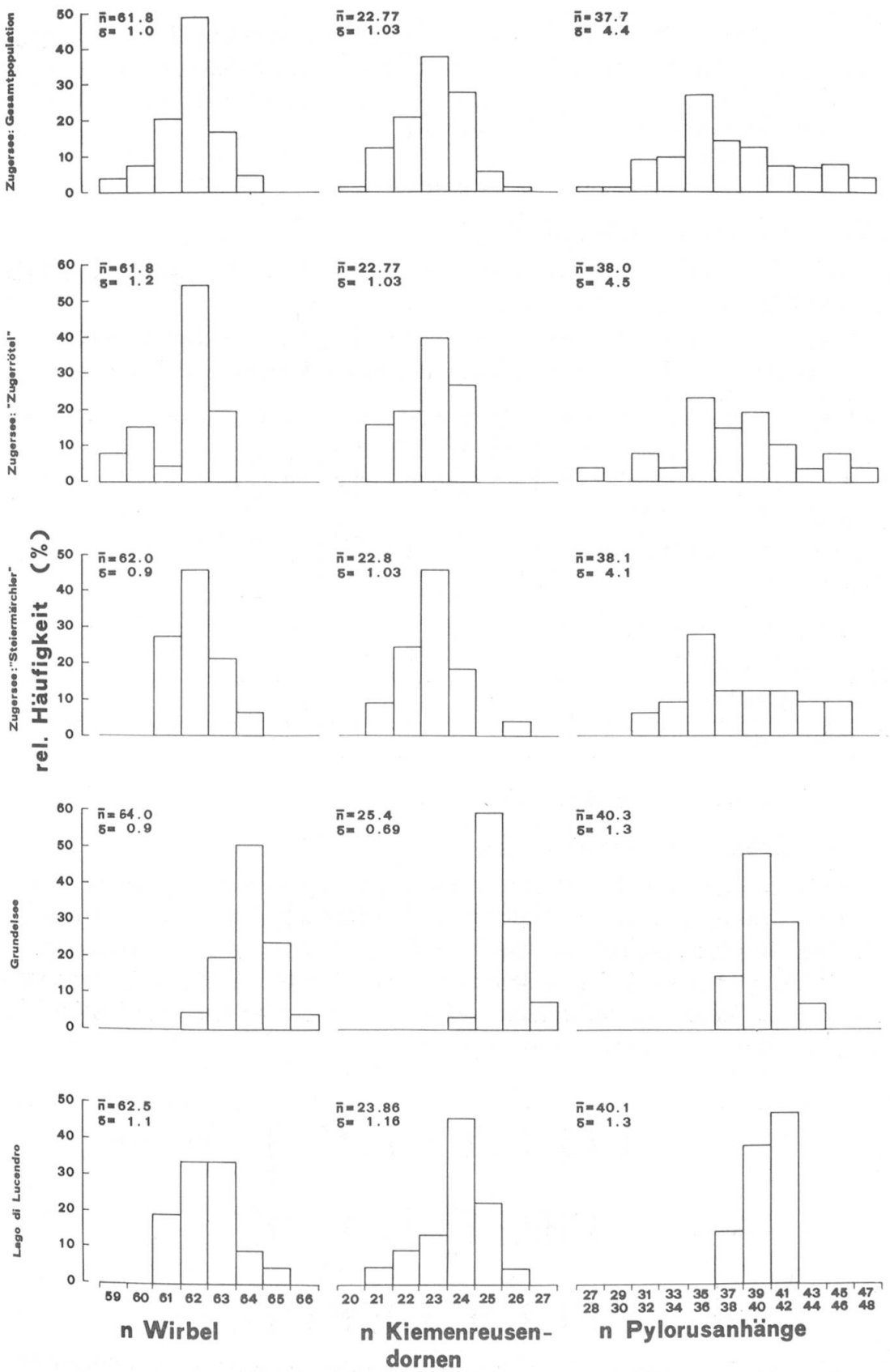

Abbildung 1. Relative Häufigkeiten dreier meristischer Merkmale von drei Seesaiblings-Populationen.

die verschiedenen Proteine als einzelne Banden erkennbar. Die Elektrophorese dient hier nur dazu, allfällige Unterschiede im Aufbau der Augenlinsen, die als genetisch bedingt angesehen werden, festzustellen. Die genetische Ursache der Unterschiede wird nicht erklärt.

Resultate

Vergleich der meristischen Merkmale

Die Häufigkeiten der gezählten Wirbel, Kiemenreusendornen und Pylorusanhänge sind in der Abbildung 1 wiedergegeben.

Die Resultate des t-Tests (+ = gesicherter Unterschied besteht, — = gesicherter Unterschied besteht nicht) sind in der Tabelle 2 enthalten.

Tabelle 2. Vergleich verschiedener Seesaiblingspopulationen aufgrund von drei meristischen Merkmalen.

	ZT	ZR	ZS	L	G
Zugersee Gesamtpopulation (ZT)		—	—	+	+
Zugersee Zugerrötel (ZR)	—		—	+	+
Zugersee Steiermärchler (ZS)	—	—		+	+
Lago di Lucendro (L)	+	+	+		+
Grundelsee (G)	+	+	+	+	

Vergleich der Augenlinsenproteine

Seesaiblinge aus dem Zugersee:

60 von 63 elektrophoretisch untersuchten Augenlinsen weisen die gleiche Protein-Struktur auf. In den Gels ist sie in 9 Banden zu erkennen (Abbildung 2). Die Augenlinsenproteine von drei Fischen sind anders strukturiert. In einem Gel (Variante 1) ist, andeutungsweise, eine Bande 3a und, klar ausgebildet, eine Bande 5a vorhanden. Bei den Gels zweier weiterer Fische (Variante 2) ist je eine Bande 8a zu erkennen.

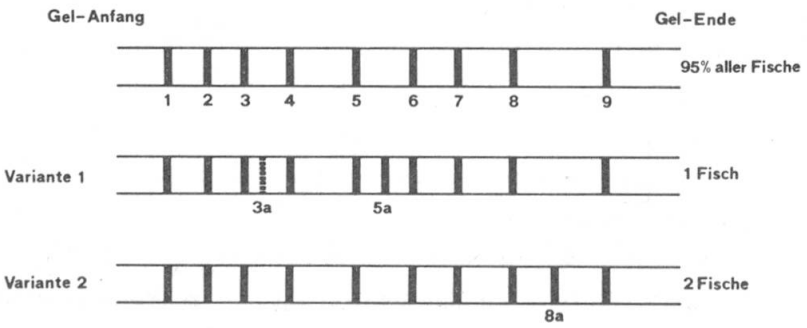

Abbildung 2. Schematische Darstellung der Elektrophorese-Gels der Augenlinsenproteine der Seesaiblinge aus dem Zugersee.

Die drei Fische, deren Linsen-Protein-Strukturen von der der anderen abweicht, wurden vom Fischer als Steiermärchler identifiziert. Die übrigen Steiermärchler unterschieden sich in ihren Augenlinsen-Protein-Strukturen nicht von den als Zugerrötel angesprochenen und nicht von den nicht näher identifizierten Fischen.

Seesaiblinge aus dem Lago di Lucendro:

Die Protein-Strukturen der Augenlinsen der Lucendro-Seesaiblinge sind weit weniger uniform als die der Zuger Seesaiblinge. Mit Ausnahme von 3 Fischen weisen alle, zumindest andeutungsweise, die Bande 8a auf. Bei 6 der 22 untersuchten Linsen ist in den entsprechenden Gels die Bande 3a ausgebildet. 13 Gels weisen zudem eine Bande 4a auf. Die Bande 5a ist beim Gel eines einzigen Fisches ausgebildet.

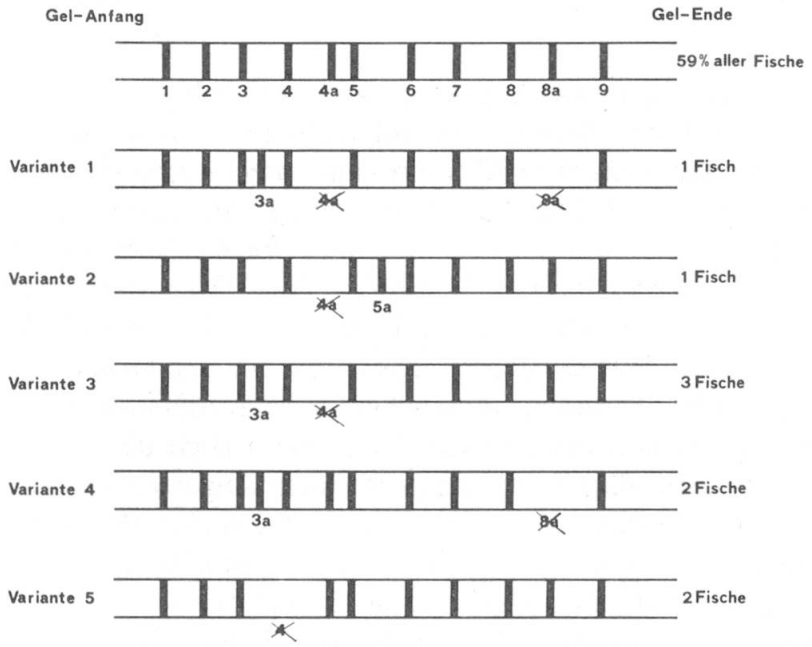

Abbildung 3. Schematische Darstellung der Elektrophorese-Gels der Augenlinsenproteine der Seesaiblinge aus dem Lago di Lucendro.

Seesaiblinge aus dem Grundelsee:

Alle Grundelsee-Seesaiblinge weisen im Elektrophorese-Gel ihrer Augenlinsenproteine die Bande 3a auf. Bei 11 der untersuchten 27 Fische ist zudem eine Bande 4a in den entsprechenden Gels zu erkennen.

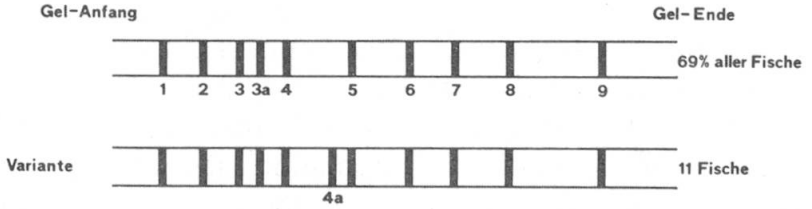

Abbildung 4. Schematische Darstellung der Elektrophorese-Gels der Augenlinsenproteine der Seesaiblinge aus dem Grundelsee.

Diskussion

Die Besatzfische aus der Steiermark wurden, soweit bekannt, an den gleichen Stellen und gemeinsam mit den autochthonen jungen Seesaiblingen in den Zugersee eingesetzt. Die laichreifen Adulten beider Gruppen versammelten sich während der gleichen Jahreszeit auf denselben Laichgründen, wurden miteinander gefangen, gleichzeitig gestreift, und die Fortpflanzungsprodukte wurden, unabhängig von der Herkunft der Elterntiere, zur Befruchtung miteinander vermengt. Die Fische der beiden Provenienzen waren also weder durch ökologische noch durch ethologische Schranken getrennt. Die künstlichen Eingriffe ins Fortpflanzungsgeschehen (Laichfischfang für die Gewinnung von Fortpflanzungsprodukten, künstliche Befruchtung) haben vielmehr der Kreuzung Vorschub geleistet und die Rückkreuzung weitgehend verunmöglicht.

Die daraus resultierende Annahme, dass es sich bei den Seesaiblingen des Zugersees nur um eine Population und nicht um voneinander verschiedene Zugerrötel und Steiermärchler handeln kann, wird durch die Resultate dieser Untersuchung bekräftigt. Die Auswertung des Zahlenmaterials zeigt, dass die Trennung in zwei Teilpopulationen aufgrund der meristischen Merkmale mit dem angewandten statistischen Verfahren und unter Berücksichtigung der gewählten Signifikanzschranke nicht möglich ist. Die Population lässt sich dagegen unter den gleichen Bedingungen von der des Grundelsees, aus dem die fremden Fische stammten, unterscheiden. Die Resultate der Elektrophorese der Augenlinsenproteine bestätigen grundsätzlich die erstgenannten Ergebnisse: 95 Prozent aller Seesaiblinge aus dem Zugersee weisen die gleichen Proteinstrukturen in den Linsen auf; die Fische dieser Population sind zum überwiegenden Teil also auch in diesem Merkmal einheitlich. Bei 3 Fischen ist die Augenlinse anders aufgebaut, doch nur einer dieser 3 Fische weist schwach angedeutet das Merkmal auf, das für die Seesaiblinge aus dem Grundelsee charakteristisch ist.

Die Untersuchung der Seesaiblinge aus dem Lago di Lucendro hätte die Bezugswerte liefern sollen, die es ermöglichten, das Mass der Beeinflussung der ursprünglichen Seesaiblingspopulation des Zugersees durch die fremden Fische abzuschätzen. Die grosse Inhomogenität im Aufbau der Augenlinsen der Seesaiblinge dieses Sees, die darauf hindeutet, dass es sich bei diesen Fischen nicht mehr um reine Zugerrötel handelt, und dass vermutlich «schwarz» Seesaiblinge unbekannter Herkunft dort eingesetzt wurden, verunmöglicht indessen den Vergleich der beiden Populationen. Trotzdem scheint es mir angebracht anzunehmen, die heutige, in den untersuchten Merkmalen einheitlich erscheinende Seesaiblingspopulation des Zugersees sei der ursprünglichen recht nahe. Dieser Schluss ist meines Erachtens zulässig, weil der Einsatz von fremden Fischen, verglichen mit der grossen Zahl der langjährig eingesetzten Seesaiblinge, offensichtlich zu bescheiden war, als dass

sich die vorhandenen anderen Eigenschaften der Grundelsee-Seesaiblinge heute noch manifestieren könnten.

Die Seesaiblingsfischer des Zugersees benützen zur Unterscheidung von Zugerrötel und Steiermärchler Merkmale wie Färbung und Körperform. Diese sind extrem von der individuellen Ernährung, von äusseren Einflüssen also, abhängig und somit als Trenncharakteristiken ungeeignet.

Die Resultate der Untersuchung erübrigen es, auf die vermeintlich durch Fremdeinsätze verursachte Wachstumsbeschleunigung und Laichzeitverzettelung einzugehen, die, wenn überhaupt vorhanden, eher auf gestörte ökologische Bedingungen zurückgeführt werden könnten.

Verdankungen

Diese Arbeit stellt einen Teil einer an der ETH/EAWAG ausgeführten Dissertation dar. Ich danke Herrn Prof. Dr. H. Leibundgut, Institut für Waldbau, ETH, für seine Hilfe bei der Beschaffung der Finanzmittel, Herrn Dr. W. Geiger, Fischereiabteilung, EAWAG, für seine Ratschläge und den Arbeitsplatz, den Herren E. Feuz und Dr. H. Schwarzenbach, Schweizerische Stiftung für Alpine Forschungen, für das zur Verfügung gestellte Stipendium und den Herren A. Frei und R. Keiser, Fischerei- und Jagdverwaltung des Kantons Zug, für ihre Hilfe bei der Beschaffung des Untersuchungsmaterials und bei der Ausführung der Feldarbeiten. Sie alle haben durch ihre Unterstützung Wesentliches zum Zustandekommen dieser Dissertation beigetragen.

Résumé

De la race des ombles chevalier (Salvelinus alpinus L.) du lac de Zoug

Au cours des années 1930, environ 240 000 ombles chevalier (*Salvelinus alpinus* L.) de provenance étrangère ont été immergés dans le lac de Zoug. Les pêcheurs pensent qu'aujourd'hui encore, ils peuvent distinguer les poissons de la population autochtone de ces poissons étrangers dont on prétend qu'ils ont causé une accélération de la croissance individuelle et une prolongation de la saison de reproduction.

Ce travail essaie de démontrer par des moyens statistiques et biochimiques qu'il est improbable que deux races différentes existent actuellement dans ce lac. On en déduit que les conséquences négatives attribuées à ces immersions pourraient, si elles existent vraiment, tout aussi bien être causées par des conditions écologiques défavorables pour l'espèce.

Literatur

(1) *Andrews, C. W.*, und *Lear, E.*, 1956: The biology of Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) in Northern Labrador. J. Fish. Res. Bd. Canada, 13 (6): 843—860

(2) *Bigelow, H. B.*, 1963: *Genus Salvelinus* Richardson (1836). Sears Found. Mar. Res. Mem. 1 (3): 503—542

(3) *Brutschy, A.*, 1913: Monographische Studien am Zugersee. Arch. Hydr., 8: 43—103

(4) *Eckroat, L. R.*, und *Wright, J. E.*, 1969: Genetic analysis of soluble lens protein polymorphism in brook trout, *Salvelinus fontinalis*. Copeia, 3: 466—473

(5) *Fatio, V.*, 1890: Faune des vertébrés de la Suisse. Vol. V: poissons. H. Georg, Genf und Basel

(6) *Friend, G. F.*, 1959: Subspeciation in British chars. Syste. Ass. Publ., 3: 121—129

(7) Konkordatsberichte, auch: Berichte über die Konkordatsfischerei, auch: Berichte der Aufsichtskommission über die Konkordatsfischerei. Polykopiert (1889—1975)

(8) *Marrer, H.*, Eidg. Amt für Umweltschutz, 1974: Mündliche Mitteilung

(9) *Mayr, E.*, 1963: Animal species and evolution. Belknap Press, Cambridge, Mass., 797 pp

(10) *Mc Phail, J. D.*, 1961: A systematic study of the *Salvelinus alpinus complex* in North America. J. Fish. Res. Bd. Canada, 18 (5): 793—816

(11) *Savvaitova, K. A.*, 1969: Homologous variation in char species of the genera *Salvelinus* (Nilsson) Richardson and Cristivomer Gill and Jordan. Probl. Ichth., 1: 18—33

(12) *Savvaitova, K. A.*, 1970: Morphological features and variability of local populations of the lake-river form of the Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) from Kamchatka River Bassin. Probl. Ichth., 2: 203—217

(13) *Steiner, V.*, 1974: Mündliche Mitteilung

(14) *Steiner, V.*, und *Pechlaner, R.*, 1974: Mark-recaptures experiments with Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) in Austrian lakes. EIFAC/74/5/Symp.-60, Panel 7

(15) *Steinmann, P.*, 1942: Experimentelle Untersuchungen über die Wüchsigkeit des Seesaiblings. Schw. Fi. Ztg., 9: 1—9

(16) *Vladykov, V. D.*, 1954: Taxonomic characters of the Eastern North America chars (*Salvelinus* and Cristivomer). J. Fish. Res. Bd. Canada, 11 (6): 904—932

(17) *Vladykov, V. D.*, 1957: Les formes locales de la truite rouge du Québec (*Salvelinus marstoni*). Canadian naturalist, 84 (12): 223—248

(18) *Züllig, H.*, 1956: Sedimente als Ausdruck des Zustandes eines Gewässers. Schw. Z. Hydrol., 18: 5—144