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

Wissenschaft

Österreichs Fischerei Jahrgang 55/2002 Seite 16–21

Zur aktuellen Situation des Sewan-Sees und seiner einzigartigen Forellen *(Salmo trutta* L.)

JOHANNES SCHÖFFMANN
Lastenstraße 25, A-9300 St. Veit/Glan

1. Abstract

Present status of Lake Sevan and its unique trouts

The Lake Sevan trout, classified conventionally as *Salmo ischchan,* is endemic to Lake Sevan and its tributaries in the Little Caucasus of Armenia. The water level of Lake Sevan dropped about 20 m between 1949 and 1996 on account of unsustainable water use. Two of the five ecological forms of Sevan trout, the winter bakhtak and the bodzhak, have virtually disappeared due to loss of their spawning places in the lake. The alabalakh, a riverine form, is verging on extinction as a result of poaching, irrigation, and pollution of the lake's tributaries. The remaining two forms, gegarkuni and summer bakhtak, are highly endangered by the ecological consequences of the declining lake level, eutrophication, overfishing, and introduction of competing fish species as well as by damming, pollution, and water use in the affluents where the trout used to spawn.

The most striking feature in all five forms of Sevan trout are the big rounded or irregular shaped spots on the sides of the body, on the dorsal fin, and, in some cases, on the pectoral. This characteristic spotting pattern distinguishes them significally from trouts inhabiting other streams of the Araks basin, supporting the theory of isolated evolution of Sevan trout.

A) Die Sewan-Forelle

2. Einleitung

Die Sewan-Forelle ist eine endemische Seeforelle, die den Sewan-See und seine Zuflüsse bewohnt. Der Sewan liegt im Einzugsgebiet des Araks(Aras)-Flusses, der über die Kura ins Kaspische Meer entwässert. Zwei weitere endemische Seeforellenformen sind aus dem Araks-Becken bekannt: aus dem Cildir Gölü (Krawraisky, 1896/97; Tortonese, 1953) und aus dem Balik Gölü (Ekingen, 1976; Schöffmann, 1992). Beide Seen liegen in der nordöstlichen Türkei. Vier reproduktiv isolierte Populationen leben im Sewan-See, eine weitere Form kommt nur in seinen Zuflüssen vor. Auch aus einigen Seen Schottlands und Irlands wurden zwei oder mehrere sympatrische Forellenpopulationen dokumentiert (Ferguson, 1986; Crozier & Ferguson, 1986; Cawdery & Ferguson, 1988; Hynes et al., 1996). So befinden sich im irischen See Logh Melvin neben der anadromen Meerforelle noch drei stationäre Formen, die sich durch ihre Ernährungsweise, ihr Wachstum und durch ihre Laichplätze unterscheiden. Die drei Formen (Sonaghen, Gillaroo und Ferox), die auch schon als eigene Arten beschrieben wurden, zeigen deutliche morphologische Unterscheidungsmerkmale. Erhebliche genetische Unterschiede lassen darauf schließen, daß sich die drei verschiedenen Formen allopatrisch entwickelt und unabhängig voneinander den See besiedelt haben. Anders im Sewan-See, wo sich die unterschiedlichen Formen aus einer geographisch isolierten Stammpopulation gebildet haben. Die geringen genetischen Unterschiede sprechen für diese Theorie (Osinov, 1989). Eine relativ

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

artenarme Ichthyofauna erlaubte den Sewan-Forellen, verschiedene ökologische Nischen zu besetzen. Das rare Angebot an Laichplätzen bewirkte die Aufspaltung in mehrere Stämme, die zu unterschiedlichen Zeiten, direkt im See oder in seinen Zuflüssen, ablaichen.

3. Zur Systematik

Erstmals beschreibt Kessler (1877) die Sewan-Forelle und unterscheidet zwei Arten: *Salmo ischchan* und *Salmo gegarkuni*. Krawraisky (1896/97) faßte die inzwischen auf drei Arten erweiterte Sewan-Forelle zu einer einzigen Art zusammen. Nach Berg (1948) gibt es von *Salmo ischchan* vier Unterarten (infraspecies) sowie eine Form (morpha). Gewöhnlich unterscheidet man noch heute diese fünf ökologischen Rassen. Gemäß der bisher üblichen zoologischen Nomenklatur wird die Sewan-Forelle als eigenständige Art *(Salmo ischchan* Kessler, 1877) behandelt, die direkt von einem primitiven *Salmo-trutta*-Vorfahren abstammt (Behnke, 1968, 1986; Dorofeeva, 1998). Nach Derzhavin (1934) wird Transkaukasien bereits seit dem oberen Pliozän von Forellen besiedelt. Der bis heute einzige fossile Nachweis eines nahen Verwandten der rezenten Gattung, *Salmo, Salmo derzhavini,* stammt aus dem Pliozän und wurde in Armenien gefunden (Vladimirov, 1946). Fossile Fragmente forellenähnlicher Fische aus dem oberen Miozän fand man ebenfalls in dieser Region (Rukhkyan, 1989). Neuere genetische Untersuchungen widerlegten jedoch die Hypothese, die Sewan-Forelle sei das Relikt eines primitiven Vorfahren aller heutigen *Salmo-trutta*-Formen. Diesen neueren Erkenntnissen zufolge repräsentiert die Sewan-Forelle morphologisch und ökologisch einzigartige Populationen, die sich erst während und nach der letzten Eiszeit entwickelt haben und derselben stammesgeschichtlichen Linie angehören wie alle übrigen Forellen des aralo-pontokaspischen Raumes. Allerdings ist die genetische Vielfalt innerhalb dieser phylogenetischen Gruppe bedeutend größer als in den vier übrigen bekannten Gruppierungen des *Salmo-trutta*-Komplexes (Bernatchez & Osinov, 1995; Bernatchez, 2001).

4. Die Formen der Sewan-Forelle nach Berg (1948)

Die Armenier bezeichnen alle geschlechtlich unreifen Sewan-Forellen als Ischchan (Prinz), die reifen Forellen als Bachtak.

– Winter-Ischchan/Bachtak *(Salmo ischchan ischchan)*
Eine schnell wachsende Forelle, die bis zu 104 cm lang und 17 kg schwer werden kann. Der Winter-Bachtak laicht im See in einer Tiefe von 0,5 bis 3 m über feinem Kies, von Anfang November bis Ende Dezember in der nordwestlichen Ecke des Sees und von Ende Jänner bis Ende März in der südöstlichen Ecke. Die Ernährung besteht, wie bei allen vier im See lebenden Rassen, fast ausschließlich aus Flohkrebsen *(Gammarus)*.

Abb. 1: Gegarkuni (GL 30 cm) mit dem für Seeforellen typischen Kleid außerhalb der Laichzeit

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

Abb. 2: Sommer-Bachtak (GL 38 cm) – während der Fortpflanzungszeit von April bis Juli erscheinen mehrere rote Flecken entlang und unterhalb der Seitenlinie

– Sommer-Ischchan/Bachtak *(Salmo ischchan aestivalis)*
Er wird bis zu 59 cm lang und 1,9 kg schwer. Die Laichzeit erstreckt sich von April bis Ende Juli. Die Laichplätze befinden sich sowohl im Unterlauf der Zuflüsse als auch weit flußaufwärts.

– Gegarkuni *(Salmo ischchan gegarkuni)*
Sein durchschnittliches Endgewicht beträgt 4 kg, in Ausnahmefällen kann er bis zu 16 kg schwer werden. Die Sommerform des Gegarkuni wandert im Herbst mit reifen Geschlechtsprodukten in die Flüsse und laicht von September bis Januar in der Nähe der Flußmündungen. Die Winterform (Yabani) zieht Anfang Sommer mit unreifen Gonaden in die Flüsse und beginnt im Oktober in den Oberläufen, bis zu 500 m über dem Sewan-See, zu laichen.
In den Jahren 1930 und 1936 wurde der Gegarkuni im Issyk-Kul-See (Kirgisistan) eingebürgert, wo er gut gedeiht und neben der großwüchsigen, anadromen Form noch eine kleinwüchsige, stationäre Flußform bildete (Luzhin, 1956; Schöffmann, 2001).

– Alabalach *(Salmo ischchan gegarkuni* morpha *alabalach)*
Die stationäre Flußform der Sewan-Forelle wird bis zu 33 cm lang und laicht im Herbst. Das Wort Alabalach stammt aus dem Aserbeidschanischen und bedeutet »Rotfisch«, eine in den Turksprachen übliche Bezeichnung für Forelle. Das armenische Wort für Bachforelle heißt Charmrachait, was soviel wie »rot gefleckt« bedeutet.

– Bodschak *(Salmo ischchan danilewskii)*
Die Zwergform der Sewan-Forelle wird maximal 35 cm lang. Der Bodschak laicht Mitte Oktober bis Mitte November im See, in einer Tiefe von 1 bis 4 m, aber an anderen Stellen als der Winter-Bachtak.

Abb. 3: Alabalach (GL 32 cm) – die stationäre Flußform der Sewan-Forelle zeigt ganzjährig rote und schwarze Flecken
Foto: James Prosek

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

Abb. 4: Schwarz gefleckte Brustflossen, wie bei diesem Sommer-Bachtak, sind ein besonderes Kennzeichen der Sewan-Forellen

5. Beschreibung

Ein gemeinsames äußeres Kennzeichen aller Formen der Sewan-Forelle sind vergleichsweise große, runde bis unregelmäßig geformte Flecken an den Seiten, etwas kleinere zum Rücken hin. Schwarz gefleckte Brustflossen, wie man sie bei einigen Exemplaren beobachten kann, stellen ein besonderes Merkmal der Sewan-Forelle dar. Juvenile Tiere zeigen neben den schwarzen noch rote Flecken, die nach dem ersten Lebensjahr zunehmend von schwarzem Pigment überdeckt werden, bis nur mehr schwarze Flecken zu sehen sind. Der Alabalach unterscheidet sich durch seine großen Flecken deutlich von den Bachformen aus anderen Araks-Zuflüssen, wie Arpa, Vorotan oder Marmaruk. Diese charakteristische Fleckenzeichnung spricht für eine isolierte Entwicklung der Sewan-Forelle. Mit Ausnahme des Alabalach, der ganzjährig schwarze und rote Flecken aufweist, lassen sich die im See lebenden Formen außerhalb der Laichzeit nur schwer voneinander unterscheiden. Sie zeigen das typische Kleid von Seeforellen, mit schwarzen Flecken auf silbrig glänzenden Seiten. In der Laichzeit färben sich die Sewan-Forellen, vor allem die männlichen, dunkler. Während der Gegarkuni eine ausgeprägte schwarze Fleckenzeichnung bekommt, können beim Winter-Bachtak auch zwei oder drei kleine rote Flecken entlang der Seitenlinie erscheinen, beim Sommer-Bachtak sogar mehrere entlang und unterhalb der Seitenlinie. Fahle rote Flecken kennzeichnen auch männliche, vor allem jüngere Bodschak.

6. Zur aktuellen Situation der Sewan-Forelle

Die offizielle Ausbeute an Sewan-Forellen betrug zu Beginn der 50er Jahre noch etwa 6000 t jährlich. Bis zum Jahre 1976, als der Forellenfang im See verboten wurde, fing man nur mehr wenige hundert Tonnen (Hovhannissian, 1994). Das Fangverbot wird bis heute weder eingehalten noch kontrolliert. Die Senkung des Wasserspiegels des Sewan um etwa 20 m und die damit verbundene ökologische Verschlechterung, ebenso wie die Überfischung und der Besatz mit allochthonen Fischarten sind die Hauptursachen für den drastischen Rückgang der Bestände der Sewan-Forelle.

– Zwei Formen, der Winter-Bachtak und der Bodschak, sind aufgrund des Verlustes ihrer Laichgründe im See heute praktisch verschwunden.

– Der Alabalach ist durch übermäßige Befischung und die Nutzung der Zuflüsse für die Bewässerung vom Aussterben bedroht. Aus demselben Grund sind die Fortpflanzungsmöglichkeiten für Gegarkuni und Sommer-Bachtak stark eingeschränkt. Hinzu kommt noch, daß vielerorts Dämme den Laichzug verhindern und die Unterläufe oft durch Abwässer verschmutzt sind. Übermäßige Oberflächenerwärmung im See beeinträchtigen den Sommer-Bachtak bei seinen sommerlichen Laichzügen zusätzlich.

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

– Eutrophierung, erhöhte Wassertemperaturen und die drastische Verringerung des litoralen Pflanzengürtels durch die Seespiegelsenkung äußerten sich im verminderten Aufkommen von benthischen Wirbellosen (z. B. *Gammarus,* Ephemeroptera), der Nahrungsgrundlage für die Forellen. Gleichzeitig erhöhte sich der Fraßdruck auf das Benthos durch die Coregonen (Ostrovsky, 1989).
– Der Besatz mit konkurrierenden Arten: Zwei Formen von Coregonen *(Coregonus lavaretus ludoga* und *C. l. maraenoides)* wurden 1924 erstmals im Sewan eingesetzt (Barach, 1940). Es entstand daraus eine Hybridpopulation, die als neue Unterart *(C. l. sevanicus)* beschrieben wurde (Dadikyan, 1986). In den 70er Jahren, als die Forellenfänge drastisch zurückfielen, begannen die Coregonen sich stark zu vermehren. Die höchste Fangquote wurde 1982 mit 16.000 t erzielt. Danach verringerten sich die Fänge schlagartig, und 1984 wurde ein massives, bis heute nicht gänzlich geklärtes, Coregonensterben beobachtet. Gegenwärtig stellen die Coregonen wieder den höchsten Anteil an den Erträgen der Netzfischerei. Eine andere Art, die Karausche *(Carassius carassius),* wurde eher unbeabsichtigt in den See eingeschleppt. Sie konkurriert im Litoral mit Forellen und Coregonen und vermehrt sich rasch im sommerwarmen Wasser (Hovhannissian, 1994).
– Die wenigen um den See angelegten Zuchtanstalten für Sewan-Forellen arbeiten mangels finanzieller Unterstützung ineffizient. Gelegentlich werden die verschiedenen Rassen sogar gekreuzt.

B) Der Sewan-See

Sein aserbeidschanischer Name lautet Göktschai, zu deutsch »Himmelsgewässer«. Der ursprünglich 1415 km^2, heute etwa 1200 km^2 große Sewan liegt im Kleinen Kaukasus, im Nordosten Armeniens, in 1916 m (heute 1897 m) Seehöhe. Er zählt zu den wenigen alten Seen der Erde. Ein Paläo-Sewan tektonischen Ursprungs bestand schon im Quartär (Vardanyants, 1948).
Die endemischen Forellen des Sewan wurden schon seit der ersten menschlichen Besiedlung um den See befischt – um 14.000 v. Chr. Der Sewan beherbergt noch zwei weitere Endemismen. *Barbus lacerta goktschaicus* und *Capoeta capoeta sevangi* (Dadikyan, 1986).
28 Zuflüsse speisen den See, dennoch beträgt die natürliche durchschnittliche Abflußmenge über den Razdan, einem Araks-Zubringer, nicht mehr als 2 m^3/sec. Das sind nur 3,6% der Wasserzufuhr, etwa 6,4% versickern und 90% verdunsten. Die Erneuerungszeit des Wasservolumens des Sewan betrug ursprünglich rund 50 Jahre. Schon seit dem 14. Jh. wurde dieses natürliche Wasserreservoir zur Bewässerung der fruchtbaren vulkanischen Böden der etwa 1000 m tiefer liegenden Ararat-Ebene genutzt. Um die Abflußmenge für Bewässerung und Wasserkraft zu erhöhen, begann man 1933 mit dem Aushub des Razdan. Bald bohrte man auch 40 m unter dem Seespiegel einen Tunnel. Nach dessen Fertigstellung im Jahre 1949 begann der Wasserspiegel jährlich um einen Meter zu sinken. Erst 1956 wurde dieses Projekt erstmals in Frage gestellt. 1958 beschloß die damalige Regierung der Sowjetunion, die Wasserkraftwerke teilweise durch kalorische Kraftwerke zu ersetzen, gleichzeitig den Wasserverbrauch für die Bewässerung zu drosseln. Dank dieser Maßnahmen stabilisierte sich der Wasserspiegel 1962 bei 18 m unter dem Stand von 1933. In der Hoffnung, den Seespiegel wieder anzuheben, baute man einen 49 km langen Tunnel, der seit 1981 jährlich 200 Mio. m^3 Wasser vom Arpa-Fluß zum Sewan bringt. Der Spiegel stieg jedoch nur um 1,5 m, und so begann man mit dem Bau eines weiteren Tunnels vom Vorotan-Fluß zum Arpa. Da die notwendigen finanziellen Mittel für Wartung und Reparaturen fehlen, befindet sich der Arpa-Sewan-Tunnel heute in sehr desolatem Zustand. Vom Vorotan-Arpa-Tunnel wurden nur 18 km fertiggestellt. Nach dem katastrophalen Erdbeben im Jahre 1988 wurde das einzige Atomkraftwerk Armeniens für 8 Jahre stillgelegt und wieder verstärkt die Wasserkraft des Sees genutzt. Die Folge davon war, daß der Wasserspiegel bis 1996 19,2 m unter dem ursprünglichen Niveau lag. Das Wasservolumen des Sees hatte sich um 42,2% verringert (National Report of Biodeversity Protection, Yerevan, 1999). Die Auswirkungen der Senkung des Wasserspiegels auf die Fischerei wurden bereits im vorhergehenden erwähnt.

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

7. Ausblick

Die vielfältigen Schwierigkeiten zur Wiederherstellung des ökologischen Gleichgewichts des Sewan-Sees geben wenig Anlaß zu Optimismus. Selbst wenn es gelingen sollte, den Vorotan-Tunnel zu vollenden und den Seespiegel um 4 bis 6 m zu heben, bleibt das Problem der Eutrophierung. Auch bei reduzierter Nährstoffzufuhr von außen gelängen weiterhin Verunreinigungen aus den anoxischen Sedimentschichten in die oberen Wasserschichten. Der infolge der Seespiegelsenkung um 60% verringerte Tiefenwasserbereich (Hypolimnion) wird vermehrt in die Durchmischung der vertikalen Wasserschichten eingebunden. Die lange Erneuerungszeit des Wasservolumens, sie liegt jetzt bei 30 Jahren, verlangsamt den Gesundungsprozeß des Sewan.

Aufgrund der prekären wirschaftlichen Situation, in der sich Armenien zur Zeit befindet, fehlen politische Interessen zur Durchsetzung von Umweltschutzregelungen ebenso wie administrative Strukturen zu deren Kontrolle. Zur Rettung des Sewan, seines Ökosystems und seiner einzigartigen Tierwelt bedarf es dringend der internationalen Zuwendung und tatkräftigen Unterstützung der Staatengemeinschaft.

8. Literatur

Barach, G. P., 1940; Ryby Armenii. Erevan. Tr. Sevans. Hidrobiol. Stan. 6: 5–70 (in Russisch).

Behnke, R. J., 1968: A new subspecies and species of trout. *Salmo (Platysalmo) platycephalus,* From southcentral Turkey, with comments on the classification of the subfamily Salmoniae. Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst. 66: 1–15.

Behnke, R. J., 1986: Brown trout. Trout Mag. 27 (1): 42–47.

Berg, L. S., 1948: Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. Vol. I, 4th Ed., 540 pp. (Published for the National Science Foundation, Washington D.C., by the Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1962).

Bernatchez, L. & A. Osinov, 1995: Genetic diversity of trout (genus *Salmo*) from its most eastern native range based on mtDNA and nuclear gene variation. Molecular Ecology 4: 285–297.

Bernatchez, L., 2001: The evolutionary history of brown trout, *Salmo trutta L.,* inferred from combined phylogeographic, nested clade and mismatch analyses of mtDNA variation. Evolution (in press).

Cawdery, S.A.H. & A. Ferguson, 1988: Origins and differentiation of three sympatric species of trout *(Salmo trutta L.)* in Lough Melvin. Polsk. Arch. Hydrobiol. 35: 267–277.

Crozier, W.W. & A. Ferguson, 1986: Electrophoretic examination of the population structure of brown trout *(Salmo trutta L.)* from the catchment of Lough Neagh, Northern Ireland. J. Fish, Biol. 28: 459–477.

Dadikyan, M. G., 1986: Ryby Armenii. Izd. Akad. Nauk ArmSSR, Erevan, 246 pp. + 2 pl. (in Russisch).

Dorofeeva, E. A., 1998: Systematics and distribution history of European Salmonid fishes of the genus Salmo. J. Ichthyiol. 38(6): 419–429.

Ekingen, G., 1976: Morphological characters of some Turkish trouts. Firat. Univ. Vet. Fak. Derg. 3(1): 98–104.

Ferguson, A., 1986: Lough Melvin, a unique fish community. R. Dublin Soc. Occas. Pap. Irish Sci. Technol. 1: 1–17.

Hovhannissian, R. H., 1994: Lake Sevan, yesterday, today. Armenia Nat. Acad. Sci., Erevan, 478 pp. (in Russisch mit Zusammenfassungen in Englisch und Armenisch).

Hynes, R. A., A. Ferguson & M. A. McCann, 1996: Variation in mtDNA and post-glacial Colonization of northwestern Europe by brown trout. J. Fish Biol. 45: 54–67.

Krawraisky, F. F., 1896/1897. Lososevyya Kavkaza. Die Lachse des Kaukasus. Kavkaskii Muzei, Tiflis. 2 Teile: 91 pp. + 79 pp. + 14 pl. (in Russisch und Deutsch).

Luzhin, B. P., 1956: The Lake Issyk-Kul gegarkuni. Izd. Akad. Nauk Kirg.SSR, Frunze (in Russisch).

Osinov, A. G., 1989: Low level of genetic variability and differentiation in ecological froms of Sevan trout, *Salmo ischchan* KESSLER. Genetica 25(10): 1827–1835.

Ostrovsky, I. S., 1989: Zoobenthos in relation of organic matter in Lake Sevan, USSR-Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 33: 479–482.

Rukhyan, R. G., 1989: Kariologiya i proiskhozhdenie forelei Zakavkaz'ya (Karyology and Origin on the Transcaucasian Brook Trout), Yerevan: Akad. Nauk Arm.SSR (in Russisch).

Schöffmann, J., 1992: Fischerei in Ost-Anatolien – Die Forellen des Balik Gölü. Österr. Fischerei 45(7): 163–166.

Schöffmann, J., 2001: Forellen in Zentralasien – dem östlichsten natürlichen Verbreitungsraum von *Salmo trutta L.* Österr. Fischerei 54(2/3): 54–58.

Tortonese, E., 1955: The trouts of Asiatic Turkey. Istanbul Univ. Fen. Fak. Hydrobiol., Ser. B (2): 1–26.

Vardanyants, L. A., 1948: On the origin of Lake Sevan. Yerevan 1948 (in Russisch).

Vladimirov, V. I., 1946: Brook Trout from the Armenian Diatomite Deposits of Pleiocene, Dokl. Akad. Nauk Arm.SSR, vol. 10: 123–128.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: 55

Autor(en)/Author(s): Schöffmann Johannes

Artikel/Article: Zur aktuellen Situation des Sewan-Sees und seiner einzigartigen Forellen (Salmo trutta L.) 16-21