

Wissenschaft

Österreichs Fischerei

Jahrgang 64/2011

Seite 218–228

Zum aktuellen Stand der autochthonen Forellen der Gattung *Salmo* in Marokko: phänotypische Unterschiede, Phylogeographie und Konservierungsstatus

JOHANNES SCHÖFFMANN

Lastenstraße 25, A-9300 St. Veit/Glan, E-Mail: j.schoeffmann@hotmail.com

Abstract

Present status of the autochthonous trout of the genus *Salmo* in Morocco: phenotypic differences, phylogeography and conservation status

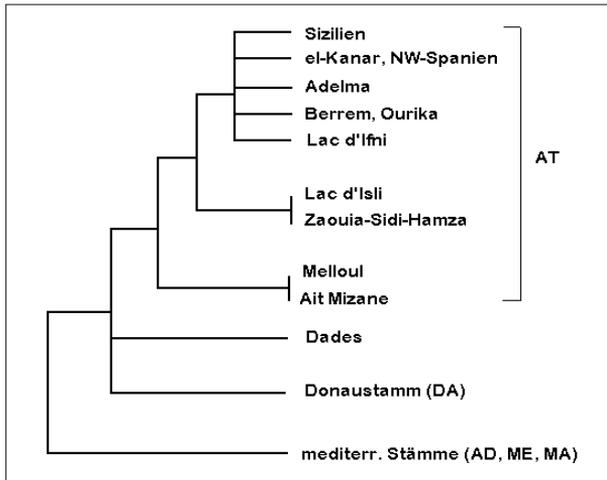
According to recent molecular phylogenetic studies by Snoj et al. (in print), the inland waters of both the Atlantic and Mediterranean basins in Morocco were colonized in at least three successive waves (1.2, 0.4, and 0.2–0.1 MYA) by trout originating from the Atlantic basin of southwestern Europe. Here we discuss the current distribution of brown trout populations in Morocco in light of their evolutionary history. A high degree of phenotypic variability is observed between populations, while relatively low within a given population. Such partitioning of phenotypes makes an examination of the phenotypic characteristics of Moroccan trout populations useful for diagnostic purposes, and is therefore reported here. Lastly, the conservation status of these populations is discussed, with a focus on identifying the problems faced by these populations that must be overcome to ensure their survival.

Einleitung

Der Formenkreis der Europäischen Forelle (*Salmo trutta*) besteht gemäß Analysen der mitochondrialen DNS aus drei stammesgeschichtlichen Hauptlinien, deren Vorkommen sich meist mit den großen Einzugsgebieten Europas decken: der atlantischen (AT), der danubischen (DA) und der mediterranen Linie. Letztere besteht aus drei Stämmen: Mittelmeer- (ME), Adria- (AD) und Marmoratastamm (MA), deren Verbreitungsräume sich oft überschneiden (Bernatchez et al., 1992). Aus dem Duero-Becken in Spanien wurde eine dem Atlantikstamm (AT) nahestehende Linie, der Duero-Stamm (DU), vorgeschlagen (Suárez et al., 2001). Zum natürlichen Verbreitungsraum der Europäischen Forelle gehören auch die Gewässer des Atlasgebirges im Norden Afrikas.

Die demographische und stammesgeschichtliche Entwicklung der Europäischen Forelle wurde in beträchtlichem Ausmaß durch die pleistozänen klimatischen Schwankungen in Verbindung mit den biotischen Veränderungen, welche die Eiszeit verursachte, geprägt (Hewitt, 1996; Taberlet et al., 1998). Mit jedem Vorstoß der Gletscher während der wiederholten Kaltperioden verschob sich der Verbreitungsraum der Europäischen Forelle gegen Süden. Entlang der Atlantikküste Nordwestafrikas drangen die Forellen bis zum Becken des Drâa (bei 28° nördl. Breite) vor und an der nordafrikanischen Mittelmeerküste bis nach Algerien und Sizilien (Schöffmann et al., 2007). In den warmen Zwischeneiszeiten eroberten die Forellen die vom Eis befreiten Zonen im Norden wieder zurück, in den südlichen Zonen hingegen wichen sie in höhere Lagen aus oder verschwanden ganz aus dem Gebiet. Wie molekularbiologische Studien belegen, wurden die Binnengewässer Marokkos von wenigstens drei sukzessiven Ein-

wanderungswellen mit Forellen aus dem Atlantikbecken Südwesteuropas besiedelt (vor 1,2 Mio. Jahren, vor 400.000 und vor 200.000 bis 100.000 Jahren), welche größtenteils drei genetisch unterschiedlichen Gruppen des Atlantikstammes zugeordnet werden können. Die Forellen aus dem Drâa-Becken jedoch sind das Relikt einer stammesgeschichtlichen Linie, die bereits vor der Entwicklung der drei phylogenetischen Hauptlinien existierte und vor etwa 1,2 Mio. Jahren entstand (Snoj et al., in Druck).



Dendrogramm: Verwandtschaftsverhältnisse der marokkanischen Forellenspezies (stark vereinfacht nach Snoj et al., in Druck)

Unabhängig von ihrer verwandtschaftlichen Stellung zueinander, unterscheiden sich die einzelnen marokkanischen Forellenspezies aufgrund ihrer langen isolierten Entwicklung morphologisch (phänotypisch) erheblich voneinander. Jede Spezies weist charakteristische Merkmale auf, die innerhalb der Spezies kaum variieren.

Auf der Basis phänotypischer Unterschiede wurden vier Arten aus Nordafrika beschrieben: *Salmo macrostigma* (Duméril, 1858), *S. pallaryi* Pellegrin, 1924, *S. pellegrini* Werner, 1931, und *S. akairos* Delling & Doadrio, 2005.

Auguste Duméril beschreibt 1858 zwei Exemplare aus einem Zufluss des Oued Zhour, dem Oued el-Abaïch, im Nordosten Algeriens nahe der Küstenstadt Collo, als *Salar macrostigma*. Spätere Autoren verwenden allgemein den Namen *Salmo macrostigma* bzw. *S. trutta macrostigma* für die Forellen Nordafrikas und anderer Mittelmeerregionen. Léonce Joleaud (1938) erwähnt ein weiteres Vorkommen in Algerien, im Oued Amizour südlich der Hafenstadt Bougie (Bejaïa), und bestätigt die Vorkommen dieser Art im Rif-Gebirge, im Mittleren und im Hohen Atlas Marokkos. Die heute ausgestorbene Forellenspezies des Sees Sidi Ali klassifiziert Pellegrin (1924) als *S. pallaryi*. Der österreichische Zoologe Franz Werner erhält 1930 zwei Forellen aus dem Ourika-Tal südlich von Marrakesch und stellt sie aufgrund morphologischer Merkmale zwischen *S. macrostigma* und *S. pallaryi*. Aus Dankbarkeit gegenüber seinem französischen Kollegen Jacques Pellegrin für die ihm vielfach erwiesene Hilfe benennt er sie »*Salmo Trutta* var. *Pellegrini*« (Werner, 1931). Erst in jüngster Zeit wird die endemische Forellenspezies des Hochgebirgssees Lac d'Ifni als neue Spezies, *S. akairos*, beschrieben.

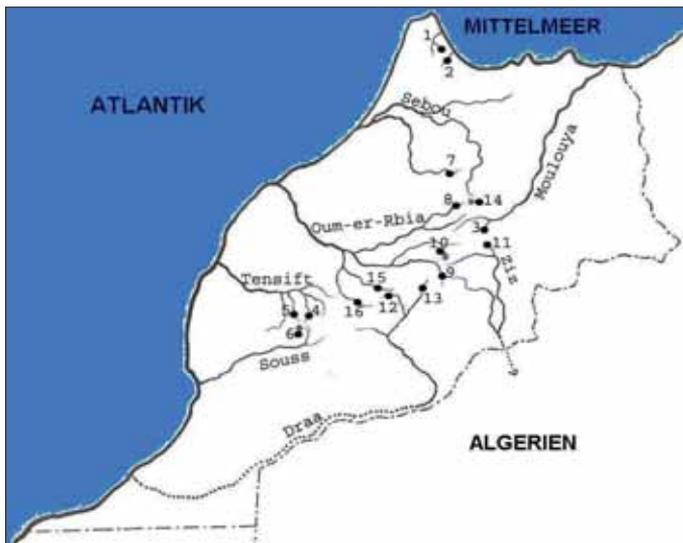
Im Jahre 1992 sammelte ich Exemplare autochthoner Forellen aus drei Flüssen des marokkanischen Atlantikbeckens im Mittleren und im Hohen Atlas (Schöffmann, 1993) und 1995 aus drei Flüssen des Mittelmeerbeckens im Hohen Atlas und im Rif-Gebirge. Die Ergebnisse der molekulargenetischen Untersuchungen der mitochondrialen DNS dieser Proben (Leber), durchgeführt und publiziert von Bernatchez (2001), zeigten erstmals, dass die Forellen beider Einzugsgebiete dem Atlantikstamm angehören. Weitere Fangexpeditionen in verschiedene abgelegene Regionen Marokkos folgten in den Jahren 2006, 2008, 2009 und 2010. Die gene-

tischen Untersuchungen der während dieser Reisen gesammelten Proben (Flossenspitzen) wurden in den Labors der Universitäten Ljubljana (Slowenien) und Montpellier (Frankreich) durchgeführt und in der Arbeit von Snoj et al. (in Druck) veröffentlicht.

Verbreitung in Marokko

Die Forellenvorkommen des Atlantikbeckens befinden sich im Mittleren Atlas in den Einzugsgebieten der beiden wasserreichsten Flüsse Marokkos, Sebou und Oum er-Rbia, an der Nordflanke des Hohen Atlas im Einzugsbereich von Oum er-Rbia und Tensift und an der Südflanke in den Quellregionen von Souss und Drâa. Aus dem Atlantikbecken wurden auch drei endemische Seeformen bekannt: der heute ausgestorbene *Salmo pallaryi* aus dem See (Aguelmame) Sidi Ali im Mittleren Atlas (Pellegrin, 1924) und aus zwei kleineren Seen (Tiguelmamine N'Aït Mahi), ca. 35 km südwestlich vom Typusfundort gelegen (Vivier, 1948), die sogenannte »Zwergforelle« (Truite naine) des Lac d'Ifni im westlichen Hohen Atlas und die »Grüne Forelle« (Truite verte) des Lac d'Isli im zentralen Hohen Atlas (Vivier, 1948; Schöffmann, 2007a). Seltsamerweise gibt es sogar eine Forellenpopulation in einem Zufluss des Ziz, der an der Südflanke des Hohen Atlas entspringt und nach Süden in die Sahara entwässert.

Im mediterranen Becken kommen Forellen in einigen Quellflüssen des Moulouya vor, die im zentralen Hohen Atlas entspringen. Auch in einigen seiner Zuflüsse aus dem Mittleren Atlas gibt es Forellen. Der Moulouya ist mit 520 km der längste Mittelmeerbzubringer Marokkos und mündet nahe der Grenze zu Algerien. In mindestens zwei Mittelmeerbzuflüssen des Rif-Atlas findet man heute noch autochthone Forellen.



Hydrografische Karte von Marokko mit den Fangstationen (1–13):

- 1: Oued el-Kanar, 2: Oued Adelma, 3: Oued Berrem, 4: Oued Ourika, 5: Asif Aït Mizane, 6: Lac d'Ifni, 7: Oued Tigrigra, 8: Oued Oum-er-Rbia, 9: Asif Melloul, 10: Lac d'Isli, 11: Zaouia-Sidi-Hamza, 12: Asif M'Goun, 13: Oued Dadès, 14: Aguelmame Sidi Ali (Typusfundort von *Salmo pallaryi*), 15: Oued Lakhdar, 16: Oued Tessaout

Die Forellen des Mittelmeerbeckens

Die Forellen der beiden Küstenflüsse des Rif-Gebirges, Oued* el-Kanar (Abb. 1) und Oued Adelma (Abb. 2), unterscheiden sich phänotypisch von den Forellen der Quellregion des Moulouya-Oued Berrem (Abb. 3). Die Rif-Forellen zeigen große schwarze und rote Flecken mit heller Umrandung an den Körperseiten; rundliche bis ovale »Jugendflecken« sind auch bei Exemplaren mit einer Körperlänge von mehr als 30 cm noch vorhanden. Die Rückenflosse besitzt einen weißen vorderen Rand (O. el-Kanar) oder eine weiße Spitze (O. Adelma) mit einem schwarzen Saum, der weiße vordere Rand an der Afterflosse ist schwarz oder rot gesäumt. Diese farblichen Merkmale an der Rücken- und an der Afterflosse, die bei älteren Tieren oft weniger ausgeprägt erscheinen, kennzeichnen neben vielen europäischen Atlantik-



Abb. 1: ca. 21 cm GL, Oued el-Kanar (Oued Laou – Mittelmeer)



Abb. 2: ca. 32 cm GL, Oued Adelma (Mittelmeer)



Abb. 3: ca. 20 cm GL, Oued Berrem (Moulouya)



Abb. 4: ca. 21 cm GL, Oued Ourika (Tensift) – *Salmo pellegrini*

populationen auch die Forellen des Lac d’Ifni und von Sizilien (Schöffmann, 2007a; 2007b). Die vergleichsweise kleine Fettflosse der Rif-Forellen weist stets mehrere schwarze Flecken auf. Der Kopf ist lang und spitz zulaufend, das Maul tief gespalten. Die Anzahl der Kiemenreusendornen am ersten Kiemenbogen liegt bei den Rif-Forellen mit 16 bis 17 etwas niedriger als bei den Moulouya-Forellen (18–19), die der Wirbel mit 56 bis 57 etwas höher als bei den letzteren (55). Die Flanken der Moulouya-Forellen sind mit kleinen Flecken übersät, die »Jugendflecken« (auch bei adulten Tieren) sind schmal und hoch. Die Rücken- und die Afterflosse zeigen keine weißen, dunkel gesäumten vorderen Kanten. Nur jüngere Exemplare haben an der Rückenflosse eine helle, schwach dunkel gesäumte Spitze. Eine ähnlich gefärbte Rückenflosse besitzen auch die Forellen aus dem Ourika-Tal (Abb. 4). Das Maul der Moulouya-Forellen ist verhältnismäßig klein, das obere Kopfprofil stark abgerundet. Sie gleichen somit morphologisch eher den Forellen aus den Flüssen des Atlantikbeckens. Der eigentliche Ursprung des Moulouya liegt zwischen Hohem und Mittlerem Atlas, in unmittelbarer Nähe zu einigen Quellflüssen des Oum er-Rbia. Eine direkte Zuwanderung aus dem Atlantikbecken in das obere Moulouya-Becken während des Pleistozäns wäre vorstellbar.

Wie die genetischen Daten erkennen lassen, besitzen alle Populationen aus dem mediterranen Einzugsbereich (Rif-Gebirge, Moulouya) sowie die Population aus dem Ourika-Tal (Tensift- bzw. Atlantikbecken) und aus dem Lac d’Ifni (Souss- bzw. Atlantikbecken) nahe verwandte Genotypen des Atlantikstammes und gehören einer Gruppe an, die seit etwa 100.000 Jahren besteht. Mindestens zwei der für Marokko beschriebenen Taxa (*S. pellegrini*, *S. akairos*) befinden sich in dieser Gruppe. Einer von den innerhalb dieser Gruppe nachgewiesenen Haplotypen der mitochondrialen DNS (O. el-Kanar) wurde auch im Nordwesten Spaniens dokumentiert, mehrere nahe verwandte Haplotypen kommen im Atlantikbecken der Iberischen Halbinsel und in Sizilien vor (Snoj et al., in Druck). Gemeinsam bilden diese Haplotypen den so genannten südlichen Zweig des Atlantikstammes (Weiss et al., 2000).

Die Forellen des Atlantikbeckens

Die Mehrheit der Forellenvorkommen Marokkos findet man im Einzugsgebiet des Atlantiks. Die Forellen aus den Einzugsbereichen von Oum er-Rbia und Tensift – insbesondere Aït Mizane (Abb. 5) – lassen einige gemeinsame Merkmale erkennen: eine meist hohe Anzahl kleiner Flecken an den Seiten und in der Rückenflosse, das Fehlen von weißen, schwarz gesäumten vorderen Kanten an der Rücken- und an der Afterflosse, hohe und schmale Jugendflecken, die bei älteren Tieren zu vier dunklen Flächen verschmelzen, ein gedrungener Körperbau und ein relativ kleines Maul. Die Fettflosse zeigt keine Flecken und nur bei jüngeren Tieren einen roten Rand. Eine außerordentlich geringe Wirbelzahl von 51 bis 57 kennzeichnet die Forellen aus



Abb. 5: ca. 31 cm GL, Asif Ait Mizane (Tensift)

dem Becken des Oum er-Rbia. Ein ähnliches Erscheinungsbild weisen auch die Forellen aus dem Zufluss des Ziz – Zaouia-Sidi-Hamza (Abb. 6) – am Südhang des Hohen Atlas auf. Die besonderen Merkmale der Seeformen wurden bereits an anderer Stelle beschrieben (Schöffmann, 2007a). Wie genetische Untersuchungen darlegen, besteht eine enge Verwandtschaft zwischen der »Grünen Forelle« des Lac d’Isli und den Forellen des Ziz (Snoj et al., in Druck). Die Quellgebiete der Flüsse Ziz und Melloul liegen in naher Nachbarschaft. Der Melloul fließt von seiner Quelle nach Norden und biegt in der Nähe des Lac d’Isli nach Westen, um durch ein sich stetig verengendes Tal mit vielen Windungen weiter in Richtung Oum er-Rbia zu fließen. Aufgrund der geografischen und geologischen Gegebenheiten wäre es durchaus denkbar, dass der Lac d’Isli zeitweise mit dem gegenwärtigen Oberlauf des Melloul in Verbindung stand,



Abb. 6: ca. 22 cm GL, Zaouia-Sidi-Hamza (Ziz)

der vor dem Entstehen des Durchbruchs nach Westen noch in Richtung Osten zum Ziz entwässert haben könnte. Der Wasserspiegel des heute abflusslosen Lac d’Isli lag gegen Ende der letzten Eiszeit um 50 m höher, wodurch ein Abfluss in Richtung Nordosten über das Oued el-Abid zum Oum er-Rbia bestand (Lamp et al., 1994). Die Zuwanderung der Forellen aus dem Atlantikbecken in das endorheische Becken am Rande der Sahara könnte über diese potenziellen Verbindungswege stattgefunden haben, zumal die Topografie der Region keine ehemalige Verbindung des Ziz mit dem Becken des Drâa und somit zum Atlantik erkennen lässt.



Abb. 7: ca. 18 cm GL, Asif Melloul (Oum-er-Rbia)

Die rezente Forellenpopulation im Oberlauf des Melloul (Abb. 7) stammt offenbar von einer späteren Zuwanderung, die direkt über den Melloul erfolgte, da sie genetisch weiter entfernt von den zwei vorhin genannten Populationen steht und eine nähere Verwandtschaft zu einer der Populationen aus dem Becken des Tensift (Aït Mizane) besteht. Die Forellen des Lac d'Isli und des Ziz gehören einer Gruppe an, die sich vor rund 200.000 Jahren entwickelte und einem Zweig des Atlantikstammes nahe steht, der über das gesamte europäische Atlantikbecken verbreitet ist. Die Forellen aus dem Melloul und aus dem Aït Mizane hingegen gehören zu einer Gruppe, die einen Basiszweig zu allen übrigen Zweigen des Atlantikstammes bildet und bereits seit etwa 400.000 Jahren existiert (Snoj et al., in Druck).

Der Phänotypus aus dem Becken des Sebou, dem nördlichsten Atlantik-Zufluss mit Forellenvorkommen, lässt sich heute nicht mehr mit Sicherheit bestimmen. Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurden diese Gewässer mit Material aus der staatlichen Fischzucht »Ras el Ma« bei Azrou besetzt. Die Elterntiere stammen aus verschiedenen Flüssen des Mittleren Atlas, vor allem aus dem Oberlauf des Oum er-Rbia. Zwei konservierte Exemplare vom Naturhistorischen Museum in Paris (Muséum National d'Histoire Naturelle) geben jedoch Aufschluss über die äußeren Kennzeichen der ursprünglichen Population des Tigrigra, eines Zuflusses des Beth, der wiederum einen der Hauptzuflüsse des Sebou darstellt. Beide Exemplare (MNHN 1920-0200, MNHN 1926-0013) wurden, wie es die Museumsnummern belegen, in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts gesammelt und präsentieren einige charakteristische Merkmale, die



Abb. 8: ca. 19 cm GL, Oued Dadès (Drâa)



Abb. 9: ca. 24 cm GL, Oued Dadès (Drâa)

sonst nur bei den Forellen des Rif-Gebirges auftreten: große rundliche Flecken an den Flanken, Rücken- und Afterflosse mit weißen, dunkel gesäumten Vorderkanten, spitze Schnauze mit weit gespaltenem Maul. Die Übereinstimmung der äußeren morphologischen Merkmale mit den Forellen aus dem nördlichsten Verbreitungsraum von Marokko könnte auf eine engere Verwandtschaft mit diesen hinweisen, und somit würden auch die ursprünglichen Forellen aus dem Becken des Sebou dem südlichen Zweig des Atlantikstammes angehören.

Eine sowohl phänotypisch als auch genotypisch einzigartige Forellenform bewohnt die Quellregionen des Dadès und seines Nebenflusses M'Goun im Zentralen Hohen Atlas (Abb. 8 u. 9). Der Dadès ist der größte Zubringer des Drâa. Mit einer Länge von etwa 1100 km ist der Drâa der längste Fluss Marokkos. Seine Mündung liegt zwischen 28° und 29° nördlicher Breite und stellt daher die südlichste nachweisbare Verbreitungsmarke der Europäischen Forelle aus prähistorischer Zeit dar. Das übliche Wasservolumen des Drâa reicht schon lange nicht mehr aus, um den Atlantik zu erreichen. Nur außergewöhnlich hohe Niederschläge können das Flussbett bis zum Unterlauf mit Wasser füllen. Die äußeren Merkmale, insbesondere die Fleckenzeichnung der Forellen aus dem Dadès und aus dem M'Goun, unterscheiden diese von den Forellen aus den übrigen Einzugsgebieten Marokkos. Die gold- bis silbrig glänzenden Flanken sind dicht mit unregelmäßig geformten schwarzen Flecken besetzt, die, mit Ausnahme der eher rundlichen Flecken an der Oberseite, dunkelrote Einsparungen aufweisen. Bei jüngeren Tieren bis zu einer Körperlänge von etwa 18 cm liegen zwischen den schwarzen Flecken noch einige rote, oft schwarz überlagerte Flecken und 16 bis 19 schmale, teilweise fragmentierte Jugendflecken, die bei älteren Tieren durch vier dunkle Flächen ersetzt werden. An den Kiemendeckeln befinden sich mehrere kleine rötlichbraune oder schwarze Flecken, am Kopf zwei oder drei größere schwarze Flecken. Die Flossen sind gelb bis orange gefärbt, der obere und untere Rand der Schwanzflosse ist rot, die Bauchflossen und die Afterflosse sind weiß gesäumt. Die mit kleinen schwarzen, bei Jungtieren auch roten Flecken übersäte Rückenflosse zeigt eine helle Spitze und eine dunkle Vorderkante. Das obere Schnauzenprofil ist stark abgerundet, das Maul vergleichsweise klein. Vergleichende morphometrische und meristische Untersuchungen sind noch im Gange. Die Ergebnisse molekularbiologischer Analysen belegen, dass sich diese Forellen seit annähernd 1,2 Mio. Jahren von allen anderen Populationen isoliert entwickelt haben (Snoj et al., in Druck). Die Vorfahren der Dadès-Forelle müssen also schon ziemlich zu Beginn des jetzigen Eiszeitalters aus dem Atlantik in das Becken des Drâa vorgedrungen sein. Die große genetische Distanz zu allen anderen Vertretern des *Salmo-trutta*-Komplexes, die in etwa der zwischen der Weichmaulforelle (*S. obtusirostris*) der Neretva und der Belvica (*S. ohridanus*) des Ohridsees entspricht, würde die Zuordnung der Dadès-Forelle zu einer eigenen Spezies rechtfertigen.

Konservierungsstatus

Anders als in großen Teilen Südeuropas, wo die Besiedlungsdichte in den ländlichen Regionen in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich abnahm, gibt es in Marokko trotz Abwanderung in die Städte einen erheblichen Bevölkerungszuwachs auch auf dem Lande zu verzeichnen. Die Folgen des anhaltenden Bevölkerungsdrucks sind die vermehrte Nutzung von Agrar- und Weideflächen sowie die Abholzung der Wälder zur Flächen- und Brennstoffgewinnung. Dies führt zu erhöhter Bodenerosion und zu einer empfindlichen Störung des Wasserhaushalts. Der Wasserverbrauch für die Bewässerung verringert die Abflussmenge der Flüsse, wodurch höhere Wassertemperaturen während des Sommers auftreten. Extreme Trockenjahre, wie sie immer wieder vorkommen, verstärken dieses Problem. Mitte des letzten Jahrhunderts lag die untere Verbreitungsgrenze der Forellen im Mittleren Atlas noch bei 900 m (Kerans, 1962), heute befindet sie sich bei etwa 1200 m im Mittleren Atlas und bei 1500 m im Hohen Atlas. Die Auswirkungen des Bevölkerungswachstums und des Klimawandels, verbunden mit einer Abnahme der Niederschläge, stellen, neben den Beeinträchtigungen durch den Bau von Straßen und Dämmen, die größten Bedrohungen für den ökologischen Lebensraum der marokkanischen Forellen dar. Die meisten Populationen konnten nur in kleinen Arealen der Quellregionen überleben. Als Folge der verminderten Niederschlagsmengen im südlichen mediterranen Raum wird der Grundwasserspiegel in den nächsten Jahrzehnten dramatisch sinken. Nach offiziellen Schätzungen sind heute bereits 93 % des Staatsgebietes von Marokko in unterschiedlichem Ausmaß von fortschreitender Desertifikation betroffen (Van Dijk et al., 2006).

Die Forellen des Oued el-Kanar, eines Zuflusses des Oued Laou im westlichen Rif-Gebirge nahe der Stadt Chefchaouen, gehören zu den wenigen Populationen, deren Bestand gesichert erscheint. Der Flusslauf und ein Seitenbach befinden sich oberhalb eines kleinen Stausees um die 400 m Seehöhe in einem geschützten Territorium mit noch intakter Umwelt. Im benachbarten Tal des Oued Adelma lässt sich noch ein guter Forellenbestand feststellen. Außerdem findet man hier noch Barben und Scharen von jungen Meeräschen, welche vom Mittelmeer mehrere Kilometer flussaufwärts wandern. Die Forellen kommen hier ab einer Höhe von etwa 300 m über dem Meeresspiegel vor. Große Exemplare beobachtet man vor allem in den tieferen Gumpen der unteren Flussabschnitte, wo sie das reiche Nahrungsangebot an kleinen Fischen nützen. Der Fortbestand der autochthonen Forelle in diesem Gewässer ist dennoch bei weitem nicht gesichert. Der zunehmende Bevölkerungsdruck lässt immer mehr Anbauflächen an den Berghängen entstehen, zumal auch vermehrt Flächen, besonders entlang des Flusses, für den Anbau von Cannabis Verwendung finden. Das Abpumpen von Wasser aus dem Fluss für die Bewässerung der Felder und der Eintrag von Feinsedimenten infolge von Bodenerosion tragen wesentlich zur Biotopverschlechterung bei. Zudem wird die Wäsche der Anwohner im während der Trockenperiode nicht allzu wasserreichen Fluss gewaschen, wenn auch mit der Verwendung von Waschmitteln eher sparsam umgegangen wird.

Im Hohen Atlas ist die ursprüngliche Bewaldung der Nordflanke durch Abholzung stark zurückgegangen, was zu einer beträchtlichen Erosion und Degradierung der Böden führte. An der Südabdachung gibt es durch die geringen Niederschläge kaum Vegetation. In den Tälern, deren Flüsse ganzjährig genügend Wasser aus den niederschlagsreichen Hochlagen bringen, wird intensiver Bewässerungsfeldbau betrieben. Trotz der höheren Niederschlagsmengen im Norden werden die Landnutzungsmöglichkeiten dort sehr oft von den steilen Hangneigungen erschwert, wodurch die Täler einem massiven Agrardruck ausgesetzt sind. Im Sommer kommt es in den letzten Jahrzehnten immer häufiger zu gewittrigen Starkniederschlägen, die vorwiegend an der Nordseite des westlichen und des zentralen Hohen Atlas auftreten und die Überschwemmungen und damit verbunden flächenhafte Bodenerosion auslösen können. Die negativen Auswirkungen dieser Entwicklung auf die Fließgewässer haben dazu geführt, dass die heutigen Forellenvorkommen nur noch auf kurze Abschnitte in den Quellregionen beschränkt sind. Eine der wenigen Ausnahmen bildet der Asif** Melloul, der im zentralen Hohen Atlas bei 2300 m Seehöhe entspringt. Von seinem Ursprung fließt er etwa 30 km durch ein breites, fruchtbares Hochtal. Trotz der Sedimenteintragung durch die Feldbewässerung und der daraus resultierenden milchigen Trübung des Wassers (»melloul« ist das Wort für »weiß« in der Ber-

bersprache) scheint die Ökologie des Gewässers intakt zu sein, wie es die zahlreichen illegalen Angler beweisen. Erstaunlicherweise gibt es hier ungeachtet des Fischereidrucks noch eine starke Population, obgleich Exemplare größer als 20 cm selten gefangen werden. Offiziell ist der Melloul für die Fischerei ganzjährig gesperrt. Von der staatlichen Forst- und Fischereibehörde (Administration des Eaux et Forêts) streng kontrollierte und dementsprechend stabile Bestände befinden sich in den noch nahezu unversehrten Oberläufen der Flüsse Tessaout und Lakhdar, die ebenso wie der Melloul im zentralen Hohen Atlas ihren Ursprung haben und zum Oum er-Rbia fließen. Vollständig ausgelöscht wurde im Gegensatz dazu die Population des Asif Tifnoute, der den Lac d'Ifni entwässert und in den Souss mündet.

Äußerst stark vom Aussterben bedroht ist die Dadès-Forelle. Berichten Einheimischer zufolge gab es bis in die 1970er Jahre noch einen guten Bestand vom Ursprung etwa 80 km flussab bis zur berühmten Dadès-Schlucht. Der rasante Bevölkerungszuwachs mit dem daraus resultierenden erhöhtem Wasserbedarf für die Feldbewässerung und dem unkontrollierten Fischfang ließ nur mehr eine kleine Restpopulation im Quellgebiet überleben. Gegen Ende des Sommers übersteigen die Wassertemperaturen auch im Quellbereich die Toleranzgrenze, sodass es für die Forellen während dieser Zeit nur wenige Rückzugsorte gibt: direkt an der Quelle und ein paar Kilometer unterhalb des Ursprungs, wo einige kleinere Quellen dem Bach kühles Wasser zuführen. Weite Strecken des Oberlaufs liegen dann komplett trocken. Bedeutend besser ist die Situation im abgelegenen und konstanter wasserführenden Oberlauf des M'Goun, dem größten Seitenfluss des Dadès, wo der Bestand einstweilen noch gesichert erscheint. Der Ausbau der Straße könnte das allerdings bald ändern.

Im Mittleren Atlas befinden sich einige Forellengewässer, die von Sportanglern legal genutzt werden können und wo neben den Regenbogenforellen noch heimische Bachforellen vorkommen. Leider stammen diese Forellen meist von Besatzmaßnahmen mit bereits hybridisierten Tieren aus der staatlichen Zuchtstation. Die genetische Integrität der einzelnen Populationen ging durch diesen Einfluss weitgehend verloren.

Während der Fortbestand der »Zwergforelle« (*Salmo akairos*) des Lac d'Ifni im Toubkal Nationalpark gesichert scheint, ist die Situation der »Grünen Forelle« des Lac d'Isli ungewiss. Die Entwaldung der umliegenden Berghänge in Verbindung mit der Überweidung der kargen Vegetation rund um den See bewirkt eine gravierende Bodenerosion und die übermäßige Einschwemmung von Sedimenten in den See.

Die Zukunft der südlichsten Vertreter der Europäischen Forelle ist unsicher. Es bleibt zu hoffen, dass sie nicht das Schicksal des Nilkrokodils ereilt, das einst im Unterlauf des Drâa vorkam und in den 1930er Jahren ausstarb.

* **Oued** wird in Nordwestafrika für das hocharabische Wort »Wadi« verwendet und bedeutet so viel wie Tal oder Fluss.

** **Asif** ist die lokale Bezeichnung (Berbersprache) für Fluss oder Bach.

LITERATUR

- Bernatchez, L., R. Guyonard & F. Bonehomme, 1992. DNA sequence variation of the mitochondrial control region among geographically and morphologically remote European brown trout *Salmo trutta* populations. *Molecular Ecology*, 1: 161–173.
- Bernatchez, L., 2001. The evolutionary history of brown trout (*Salmo trutta* L.) inferred from phylogeographic, nested clade, and mismatch analyses of mitochondrial DNA variation. *Evolution*, 55: 351–379.
- Delling, B. & I. Doadrio, 2005. Systematics of the trout endemic to Moroccan lakes, with description of a new species (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 16(1): 49–64.
- Duméril, A., 1858. Note sur une Truite d'Algérie (*Salar macrostigma*, A. Dum.), *C. R. Acad. Sci. Paris*, 47: 160–162.
- Hewitt, G. M., 1996. Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biol. J. Linn. Soc.*, 58: 247–246.
- Joleaud, L., 1938. Études de géographie zoologique sur la Berbérie: les truites. *Hespéris, Archives berbères et Bull. Inst. Hautes-Études marocains*, XXV–2/3: 247–249.
- Kerans, H. J., 1962. Fish acclimatization in Morocco. *Salmon and Trout Mag.*, 166: 193–197.
- Lamp, H. F., C. A. Duigan, J. H. R. Gee, K. Kelts, G. Lister, R. W. Maxted, A. Merzouk, F. Niessen, M. Tahri, R. J. Whittington & E. Zeroual, 1994. Lacustrine sedimentation in a high-altitude, semi-arid environment: The Palaeolimnological record of Lake Isli, High Atlas, Morocco. In: *Environment Change in Drylands: Biogeographical and Geomorphological Perspectives* (A. C. Millington & K. Pye), 8: 148–161.

- Pellegrin, J., 1924a. Les Salmonidés du Maroc. C. R. Acad. Sci. Paris, 178: 970–972.
– 1924b. Le *Salmo pallaryi* Pellegrin, poisson du Moyen Atlas marocain. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat., Sér. 2, 30: 181–184.
- Schöffmann, J., 1993. Autochthone Forellen (*Salmo trutta* L.) in Nordafrika. Österreichs Fischerei, 46: 146–169.
– 2007a. Endemische Forellenformen (*Salmo trutta* L.) in isolierten Bergseen des Atlasgebirges von Marokko. Österreichs Fischerei, 60: 16–19.
– 2007b. Zur Herkunft, Verbreitung und systematischen Nomenklatur der Forellen (*Salmo trutta* L.) im Mittelmeerraum. Österreichs Fischerei, 60: 90–93.
- Schöffmann, J., S. Sušnik & A. Snoj, 2007. Phylogeographic origin of *Salmo trutta* L. 1758 from Sicily, based on mitochondrial and nuclear DNA analyses. Hidrobiologia, 575: 51–55.
- Snoj, A., Marić, S., Sušnik Bajec, S., Berrebi, B., Janjani, S. & Schöffmann, J. (in Druck). Phylogeographic structure and demographic patterns of brown trout in North-West Africa. Molecular Phylogenetics and Evolution.
- Suarez, J., J. M. Bautista, A. Almodóvar & A. Machordom, 2001. Evolution of the mitochondrial control region in Palaeartic brown trout (*Salmo trutta*) populations: the biogeographical role of the Iberian Peninsula. Heredity, 87: 198–206.
- Taberlet, P., L. Fumagalli, A.-G. Wust-Saucy, J.-F. Cosson, 1998. Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. Mol. Ecol., 7: 453–464.
- Van Dijck, S. J. E., A. Laouina, A. V. Carvalho, S. Loos, A. M. Schipper, H. Van der Kwast, R. Nafaa, M. Antari, A. Rocha, C. Borrego & C. J. Ritsema, 2006. Desertification in northern Morocco due to the effects of climate change on groundwater recharge. In: Desertification in the Mediterranean region: a security issue (W. G. Kepner, J. L. Rubio, D. A. Mouat, & F. Pedrazzini, Eds.), Springer, Netherlands, 549–577.
- Weiss, S., A. Atunes, C. Schlötterer & P. Alexandrino, 2000. Mitochondrial haplotype diversity among Portuguese brown trout *Salmo trutta* L. populations: relevance to the post-Pleistocene recolonization of northern Europe. Molecular Ecology, 9: 691–698.
- Werner, F., 1931. Ergebnisse einer zoologischen Forschungsreise nach Marokko. II. Fische. Sitz.ber. Akad. Wiss. Wien, Abt. 1, 140: 261–270.

Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

Listerien in der Aquakultur – woher kommen sie, was machen sie, wie kann man sie vermeiden?

HEINZ HEISTINGER

Fachtierarzt für Fische, NÖ Tiergesundheitsdienst
heinz.heistinger@tierklinik-lilienfeld.at

Was sind Listerien?

Listerien sind Bakterien, die hinsichtlich ihres Lebensraums sehr anspruchslos und widerstandsfähig sind. Listerien sind ubiquitär, das heißt, sie kommen überall in der Natur vor (v. a. in der Erde).

Auf Grund ihrer für Bakterien ungewöhnlichen Fähigkeit zu Wachstum bei niedrigen Temperaturen können sich Listerien auch im Kühlen vermehren. Lebensmittel tierischer Herkunft wie zum Beispiel roher Fisch, Räucherfisch und andere verzehrsfähige Fischprodukte können daher beim Schlachten, aber auch in der Weiterverarbeitung, verunreinigt werden. Gegenüber anderen Bakterien vermehren sich Listerien dann z. B. am Produkt.

Was bewirken Listerien?

Bei gesunden Erwachsenen verläuft eine Infektion meist ohne Krankheitszeichen bzw. als Durchfall. Im Allgemeinen schützt das menschliche Immunsystem ausreichend gegen schwere Krankheitsverläufe, und viele Infektionen gehen praktisch unbemerkt und ohne besondere Folgen vonstatten. Schwere Erkrankungen kommen meist nur bei älteren Menschen und Men-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: [64](#)

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

Artikel/Article: [Zum aktuellen Stand der autochthonen Forellen der Gattung Salmo in Marokko: phänotypische Unterschiede, Phylogeographie und Konservierungsstatus 218-228](#)