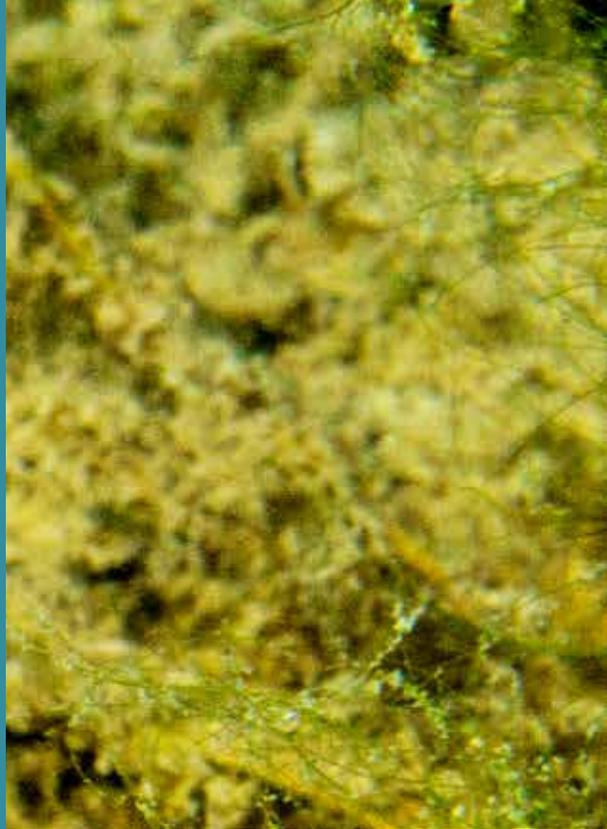
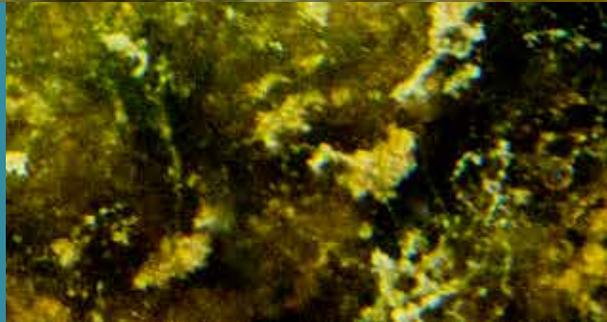


Fisch des Jahres 2018

Der  
Dreistachlige  
**Stichling**  
(*Gasterosteus aculeatus*)



DEUTSCHER  
ANGELFISCHER-  
VERBAND e.V.





HEINRICH HARDER.

Fisch des Jahres 2018 - Der Dreistachlige Stichling (*Gasterosteus aculeatus*)

## Impressum

### Herausgeber:

Deutscher Angelfischerverband e.V.  
Hauptgeschäftsstelle Berlin  
Reinhardtstr. 14  
10117 Berlin

Geschäftsstelle Offenbach  
Siemensstr. 11-13  
63071 Offenbach

Unter Mitwirkung von  
Bundesamt für Naturschutz  
Konstantinstr. 110  
53179 Bonn

Unterstützt von  
Verband Deutscher Sporttaucher e.V.  
Berliner Str. 312  
63067 Offenbach

Gesamtherstellung:  
Ziel-Fisch GbR  
Haltrichweg 1  
14089 Berlin

### Titelfoto:

Herbert Frei

### Redaktion:

Malte Frerichs, Dr. Christel Happach-Kasan, Alexander Seggelke, Dr. Stefan Spahn, Thomas Struppe, Thorsten Wichmann

### Kapitelautoren:

Dr. Alexander Brinker, Prof. Dr. Heiko Brunken, Sarah Gugele, Dr. Christel Happach-Kasan, Dr. Stefan K. Hetz, Linda Kahl, Samuel Roch, Alexander Seggelke, Thomas Struppe, Prof. Dr. Ralf Thiel, Iris Woltmann

© Deutscher Angelfischerverband e.V.  
Juni 2018

Wiedergabe - auch auszugsweise - nur mit entsprechender Genehmigung nach Urheberrecht.

ISBN: 978-3-9818775-1-9  
2. korr. Auflage

Fisch des Jahres 2018

# Der Dreistachlige Stichling

(*Gasterosteus aculeatus*)



# DAFV VERLAGS- UND VERTRIEBS- GMBH

*Der kompetente Partner rund um Ihr Gewässer*

## Messer zum Fisch des Jahres

### 2018: Der Dreistachlige Stichling

Das neue Messer ist ein stilvoller Alltagsbegleiter. Diesem gefälligen Taschenmesser verleihen seine verzierten Platinen sowie die Kombination von titanbeschichteten Metallteilen und eine Griffbeschalung aus Olivenholz einen ganz besonderen Charme.

Wir liefern das Messer in einem hübschen, dunkelbraunen Geschenkkarton mit Logo und Schriftzug. Außerdem finden Sie in der Verpackung eine kräftige Nylonscheide mit DAFV-Logo fähnchen.

Die Klinge ist 8 cm lang und aus 440 Stahl.



**Dieses und weitere „Fisch des Jahres“-Messer sowie die Broschüren zum Fisch des Jahres (siehe S. 64) bekommen Sie im DAFV-Shop unter [www.dafvshop.de](http://www.dafvshop.de).**

**Neben weiteren Messern finden Sie dort auch ...**

**... Produkte zur Vereinsführung**

**... Geräte und Literatur für Gewässerwarte**

**... und vieles mehr**



**DAFV  
VERLAGS- UND  
VERTRIEBS GMBH**

DAFV Verlags- und Vertriebs GmbH  
Siemensstraße 11-13  
63071 Offenbach/Main  
Telefon: 0 69 - 85 70 69 65  
Fax 0 69 - 87 37 70  
E-Mail: [info@dafvshop.de](mailto:info@dafvshop.de)  
Internet: [www.dafvshop.de](http://www.dafvshop.de)

## Bildnachweise

Heinrich Harder (WALTER, 1913) S. 2, 63  
Herbert Frei: S. 12, 46, 53, 54  
Piet Spaans: S. 20  
R. Suttner: S. 42, 43, 44, 45,  
Alexander Seggelke: S. 49

Urheber der Diagramme und Grafiken ohne Bildnachweis sind die Autoren der dazugehörigen Texte.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
Biologie, Ökologie und Lebensraum	11
Synonyme	11
Äußere Erscheinung und Körperbau	11
Ernährung	12
Fortpflanzung und Entwicklung	12
Lebensraum und Lebensweise	13
Systematische Stellung	14
Verbreitung und Gefährdung	14
Schutz- und Managementmaßnahmen	15
Wirtschaftliche Bedeutung	15
Wie viele Stichlingsarten haben wir in Deutschland?	17
Verbreitung und Nahrungsökologie verschiedener Formen des Dreistachligen Stichlings in der Tideelbe	23
Einleitung	23
Verbreitung	23
Nahrungsökologie	24
Resümee	26
Der Stichling im Bodensee	29
Wie gelangte der Stichling in den Bodensee	29
Heutiges Vorkommen des Stichlings im Bodensee	33
Auswirkungen des Stichlings auf den Bodensee und die Fischerei	34
Aktuelle Forschung - Das Problem verstehen	35
Ausblick	38
Stichlinge im Aquarium	41
Revierverhalten und Nestbau	44
Balz und Abläichen	45
Gelegebetreuung	46
Forschung	47
Vorsicht Wirtswechsel	49
Wissenswertes zum Stichling	53
Literaturverzeichnis	57
Andere Quellen	61
Weiterführende Informationen	61
Autoren	62



# Vorwort

## Der Dreistachlige Stichling - kleiner Fisch mit großer Bedeutung

Mit der Wahl des Dreistachligen Stichlings zum Fisch des Jahres 2018 haben sich der Deutsche Angelfischerverband (DAFV), das Bundesamt für Naturschutz (BfN) und der Verband Deutscher Sporttaucher (VDST) für eine Art entschieden, die vor allem aufgrund ihres charakteristischen Aussehens und des einzigartigen Brutverhaltens zu den bekanntesten heimischen Fischen gehört.

Der Dreistachlige Stichling kommt in Nord- und Mitteleuropa in fast allen Süßwasserbiotopen und im küstennahen Brack- und Meerwasser vor. In Deutschland ist die Art fast flächendeckend verbreitet und besiedelt sowohl stehende als auch fließende Gewässer. Sogar in Meliorationsgräben der stark veränderten Kulturlandschaft, in denen kaum eine andere Fischart überleben kann, ist er zu finden.

Stichlinge ernähren sich von Kleintieren wie Krebsen und Insektenlarven. Sie selbst wie auch ihre Gelege sind Nahrung von Raubfischen, Vögeln und Fischottern. Die komplexe Kette der Instinkthandlungen während des Laichvorgangs, das prächtige Hochzeitskleid des Männchens und die Brutpflege haben die Aufmerksamkeit vieler Verhaltensbiologen auf sich gezogen. Die Fortpflanzungsbiologie des Stichlings ist als gutes Beispiel für angeborene Verhaltensweisen Bestandteil vieler Lehrbücher und Lehrpläne.

Wer einen Stichling schon einmal in die Hände genommen hat, spürt sofort, woher er seinen Namen hat. Die Flossenstrahlen der Rückenflosse sind zu drei Stacheln zusammengewachsen, die er bei Bedrohung aufrichten und so mögliche Feinde abwehren kann. Seine Wehrhaftigkeit sowie seine hohe Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche aquati-

sche Lebensräume machen ihn zu einer sehr konkurrenzstarken Fischart. Dies kann für die Ökologie eines Gewässers weit reichende Folgen haben, was in dieser Broschüre am Beispiel des Bodensees verdeutlicht werden soll. Die genauen Gründe für die dortige Entwicklung sind wissenschaftlich allerdings noch nicht vollständig geklärt.

Die Biologie des Dreistachligen Stichlings ist faszinierend für Wissenschaftler und Laien und gibt Einblick in interessante ökologische und verhaltensbiologische Zusammenhänge. Diese insbesondere zur Laichzeit wunderschöne Fischart ist ein Beispiel für die vielen Arten, die unsere biologische Vielfalt ausmachen. Deshalb ist es immer wieder lohnend, den Blick auch auf einzelne Arten und Ihre Besonderheiten zu lenken und damit für den Schutz der Natur zu werben.

Berlin und Offenbach, im Januar 2018

Dr. Chr. Happach-Kasan  
(Präsidentin des DAFV e.V.)

Prof. Dr. Beate Jessel  
(Präsidentin des BfN)

Das farbenfrohe Laichkleid eines männlichen Dreistachligen Stichlings (Foto: H. Frei)



# Biologie, Ökologie und Lebensraum

Thomas Struppe

## Synonyme

Der Dreistachlige Stichling ist eine lange bekannte Art, die bereits von Carl von Linné in seinem *Systema naturae* beschrieben wird. Er hat viele volkstümliche Bezeichnungen und wird z.B. an der Nordseeküste auch als Stechbüttel bezeichnet. In Brandenburg findet man den Namen Stekerling, in Magdeburger Raum Etzel, im Main Stekeldötje (PAEPKE 1996). Bei Wikipedia sind noch Stachelbarsch, Rotzbarsch, Großer Stichling und Wolf genannt. Im englischen wird der Stichling als three-spined stickleback, pinfish, tiddler, banstickle oder span bezeichnet.

## Äußere Erscheinung und Körperbau

Namensgebend für den Dreistachligen Stichling sind die drei Stacheln vor der Rückenflosse. Doch selbst dieses Merkmal ist nicht eindeutig, gibt es doch auch vierstachlige Exemplare. Dies allein zeigt, dass diese Fischart einen großen Variantenreichtum ihres Erscheinungsbildes aufweist und historisch betrachtet dafür sorgt, dass es zahlreiche Synonymnamen für den Dreistachligen Stichling gibt. Bis in die jüngste Vergangenheit wird immer wieder diskutiert, ob es sich um verschiedene Arten, Unterarten, Varietäten oder Ökotypen handelt.

Die Stacheln des Stichlings sind umgewandelte Flossenstrahlen, die vor der Rückenflosse stehen. Sie sind nicht durch eine Flossenmembran miteinander verbunden. Auch an den Bauchflossen ist der erste Flossenstrahl zu einem Stachel umgewandelt, was das Anfassen oder aus Sicht anderer Fische das Fressen der Stichlinge zu einer pieksigen Angelegenheit macht. Sowohl die Bauchflossen-

wie auch die Rückenstacheln können in besondere Scharniere eingerastet werden, sodass für das dauerhafte Aufstellen der Stacheln keine Muskelkraft benötigt wird.

Die Brustflossen sind besonders kräftig ausgebildet und dienen tatsächlich der Fortbewegung und dem Fächeln während der Brutphase. Die Schwanzflosse wird nur bei Flucht oder beim Schwimmen gegen starke Strömung eingesetzt. Vor der Afterflosse befindet sich ebenfalls ein allerdings sehr viel kleinerer Stachel.

Der Körper selbst ist länglich und läuft in einen verhältnismäßig dünnen Schwanzstiel aus. Im Vergleich zu anderen Stichlingen ist *Gasterosteus aculeatus* eher hochrückig. Die Gesamtlänge liegt bei 5-8 cm, wobei bei marin lebenden Fischen selten elf Zentimeter erreicht werden können. Der Kopf ist lang und läuft spitz zu. Am Kopf befinden sich zwei im Verhältnis zur Körpergröße auffällig große Augen. Das Maul ist endständig bis leicht oberständig. Die Färbung variiert, ist aber von silbrigem Grundton mit dunkler Marmorierung. Dabei ist der Rücken dunkler getönt als die Bauchseite. Zur Laichzeit färbt sich das Männchen auffällig bunt mit orangefarbenem Bauch und türkisblauem Rücken und Iris der Augen.

Der Dreistachlige Stichling wie auch die anderen Stichlingsarten haben keine Schuppen. Ihr Körper ist dagegen mehr oder weniger von Knochenplatten bedeckt. Die Anzahl der Knochenplatten ist dabei variabel, was zu unterschiedlichen Auffassungen bezüglich der Art führte. Es gibt Dreistachlige Stichlinge mit vollständiger Beplattung vom Kiemendeckel bis zum Schwanzstiel (Form *trachurus*), mit einigen Knochenplatten am Schwanzstiel

Die namensgebenden drei Stacheln vor der Rückenflosse sind nicht bei allen Dreistachligen Stichlingen ausgeprägt. (Foto: M. Frerichs)

und am Vorderende (Form *semiarmatus*) und vollständig nackte oder mit nur sehr wenigen Platten versehene (Form *leiurus*) (siehe dazu das Kapitel Stichlingsarten).

Bei den inneren Merkmalen ist die Schwimmblase des Stichlings nicht mit dem Darm verbunden.

## Ernährung

Stichlinge sind Nahrungsopportunisten, d.h. sie fressen, was sie bekommen und überwältigen können. Je nach Gewässertyp und Jahreszeit werden Kleinkrebse des Planktons oder Bodentiere (Tubifex, Zuckmücken- und andere Insektenlarven) gefressen. Je wärmer es wird, desto mehr Nahrung nimmt ein Stichling auf. Besonders hoch ist der Bedarf während der Eiproduktion. Der Dreistachlige Stichling ernährt sich zu einem Teil auch kannibalisch, d.h. er frisst Eier und Larven seiner eigenen Art. Je dichter die Population, desto mehr Eier und Larven werden gefressen.

Untersuchungen zeigen, dass in den Nestern in signifikant höherer Abundanz Einzeller leben als außerhalb. Die frisch geschlüpften Larven nehmen als Erstnahrung offenbar diese Einzeller auf, wenn der Dottersack aufgebraucht ist. Im späteren Larvalstadium werden Naupliuslarven und andere Kleinstlebewesen benötigt. Sind die Stichlinge aus-

gewachsen, wird auch größere Beute angegangen. In einigen Gewässern sind Stichlinge ein wichtiger Prädator von Fischeiern und -larven. Im Bodensee werden z. B. Felchen- und Barschlarven gefressen, wenn diese nach dem Schlupf in großer Anzahl vorhanden sind. Auch in marinen Gebieten ist der Stichling als Bruträuber aktiv.

## Fortpflanzung und Entwicklung

Die Bekanntheit des Stichlings beruht zu einem großen Teil auf seinem auffälligen Brutverhalten. Die marinen Wanderformen des Stichlings beginnen teilweise im November, in der Masse aber im März und April in die Ästuare und das Süßwasser zu schwimmen. Die stationären, dauerhaft im Süßwasser lebenden Populationen beginnen ebenfalls im Frühjahr mit dem Laichgeschäft und wandern teilweise aus den großen Flüssen und tieferen Seebereichen in das Flachwasser, um dort ihre Nester anzulegen.

Stichlingsmännchen bauen aus Pflanzenmaterial, das mit einem Nierensekret verklebt wird, ein Nest. Dazu wird zunächst eine flache Grube ausgehoben und Pflanzenteile, bevorzugt Fadenalgen, gesammelt und in der Grube angehäuft. Dieses Material wird mit Maulstößen und Schwimmbewegungen



Abb. 1: Der räuberisch lebende Dreistachlige Stichling macht auch vor größeren Insektenlarven oder wie hier vor Kleinkrebsen keinen Halt.

und immer neuem Verkleben am Boden verankert. Ist der Klumpen groß genug, beginnt das Männchen dagegen zu stoßen und eine Vertiefung zu formen, die ausgeformt und am zukünftigen Eingang weiter mit Pflanzenmaterial ausgebaut wird. Am Ende durchstößt das Männchen die Rückwand des Nestes, bis eine durchschwimmbare Pflanzenhöhle entstanden ist. Das Männchen kann während einer Laichperiode mehrere solcher Nester bauen, wobei für Folgenester oft das Baumaterial von alten geplündert wird.

Ist das Nest fertig und befinden sich laichreife Weibchen in der Nähe, beginnt das Männchen mit einem Zick-Zack-Tanz und lockt so das Weibchen an. Dieses durchschwimmt dann das Nest und legt seine Eier ab, die vom nachschwimmenden Männchen besamt werden. Ein Stichlingsweibchen kann mehrmals während einer Laichzeit (April bis Juni) ablaichen. Dabei werden bei älteren, großen Weibchen pro Laichvorgang bis zu 400 Eier abgelegt. Das Männchen vertreibt nach dem Laichvorgang das Weibchen aus seinem Revier und bewacht die Brut. Durch Fächeln mit der Brustflosse wird das Gelege ständig mit Frischwasser versorgt.

Die Eier des Stichlings sind ca. 1,5 mm groß. Die Larven schlüpfen bei einer Wassertemperatur von 18-19°C nach sieben bis acht Tagen. Die Jungfische werden noch eine kurze Zeit vom Vater bewacht und beginnen dann mit der Nahrungsaufnahme. Nach ungefähr vier Tagen ist der Dottersack vollständig aufgebraucht und die schwimmfähigen Larven müssen an die Wasseroberfläche, um ihre Schwimmblase erstmalig mit Luft zu füllen. Nach ca. zweieinhalb Wochen ist die Larve auf eine Länge von mehr als 1 cm herangewachsen und durch die Entwicklung der paarigen Flossen hat sie an Schwimmfähigkeit gewonnen. Zu diesem Zeitpunkt werden auch die Stacheln ausgebildet, wobei zuerst die Ventralstacheln an den Bachflossen, dann der Analstachel, der dritte Stachel vor der Rückenflosse und dann die großen vorderen Stacheln auf dem Rücken gebildet werden. Die Ausbildung der Knochenplatten auf dem Körper beginnt ebenfalls ab einer Länge von ca. 11 mm ist aber erst bei einer Länge von 25 mm abgeschlossen (PAEPKE 1996).

Stichlinge wachsen bei einer Wassertemperatur von um die 20°C und ausreichendem Angebot an Nährtieren im ersten Lebensjahr auf eine Länge von 35-45 mm und ein Körpergewicht von einem Gramm. Sie sind dann geschlechtsreif. Da in der Natur dann der Winter beginnt, laichen Stichlinge erst nach dem vollendeten ersten also im zweiten Lebensjahr erstmalig. Da die Brutpflege und der Laichakt sehr anstrengend sind, sterben viele Stichlinge nach dem ersten geschlechtsreifen Jahr. Es gibt aber Populationen, in denen mehr Stichlinge überleben und diese fünf und mehr Jahre alt werden können. Unter Laborbedingungen können drei Generationen pro Jahr gezüchtet werden, wenn die Wassertemperatur, die Nahrungsversorgung und die Tageslänge optimal bleiben.

## Lebensraum und Lebensweise

Der Dreistachlige Stichling hat eine große Toleranz hinsichtlich der Salinität seines aquatischen Lebensraumes. Mit großer Wahrscheinlichkeit handelt es sich ursprünglich um eine marine Fischart, die sekundär in Süßwasserlebensräume vorgedrungen ist. Heutzutage findet man den Stichling daher sowohl im Salz- wie auch im Brack- und Süßwasser. Da es auch Wanderformen gibt, sind diese in der Lage ihren Salzhaushalt osmotisch entsprechend zu regulieren und anzupassen.

Stichlinge leben außerhalb der Laichzeit in Kleingewässern, langsam fließenden Flüssen aber auch großen Seen und Flüssen sowie in marinen Bereichen, dort überwiegend in Seegras- und Tangfeldern. Sie bevorzugen zu dieser Zeit eher bodennahe Bereiche tieferer Gewässerzonen. Im Bodensee hat sich eine pelagisch (im Freiwasser) lebende Form entwickelt. Während der Laichzeit werden Süßwasserbereiche aufgesucht und die Fische wandern bis in kleinste Überschwemmungsgewässer oder Gräben. Um ihre Nester zu bauen, benötigen sie Pflanzenmaterial bevorzugt Fadenalgen, die sie in flachen Uferzonen der Gewässer finden. Das auffällige Brutverhalten mit Schlüsselreizmustern führte dazu, dass der Dreistachlige Stichling im Schulunterricht früher als Beispielorganismus herangezogen wurde. Aktuell wird die Verhaltens-

biologie allerdings weniger stark gewichtet, sodass der Stichling aus dem Fokus gerückt ist.

Der Dreistachlige Stichling hält sich meist in pflanzenreichen Gewässerzonen auf, wo er Schutz vor Fressfeinden findet. Er bevorzugt sandigen schlammigen Boden. Stichlinge selbst fressen vor allem Insektenlarven und andere Kleintiere, nehmen aber auch Fischeier und -larven als Nahrung auf. Umgekehrt dienen die Stichlinge zahlreichen Raubfischen wie dem Barsch oder Hecht und fischfressenden Vögeln wie verschiedenen Reiherarten oder dem Eisvogel als Nahrung. Auch größere räuberisch lebende Insektenlarven wie Libellen- oder Gelbrandkäferlarven verschmähen Stichlinge nicht. In einigen Gewässern entwickelt sich so ein interessantes Räuber-Beute-Verhältnis zwischen Stichlingen und Raubfischen. Ausgewachsene Stichlinge dezimieren dabei durch Fraß von Brut die Raubfische, werden aber umgekehrt dann wieder von den erwachsenen Raubfischen gefressen.

Unter günstigen Bedingungen kann es zu Massentwicklungen von Stichlingen kommen. Aus den 30iger Jahren gibt es Berichte, dass im damaligen Pillauer Tief zwischen Frischem Haff und Ostsee alljährlich in wenigen Monaten 2.000 t ins Meer abwandernde Stichlinge gefangen wurden. Das sind ca. 1,5-2 Milliarden Fische (PAEPKE 1996).

## Systematische Stellung

Zur Ordnung der Barschartigen Fische (*Perciformes*) gehört die Teilordnung der Stichlingsartigen Fische (*Gasterosteales*) mit mehreren Unterordnungen. Zur Unterordnung *Gasterosteoidi* gehören dann die Familien *Gasterosteidae*, *Aulorhynchidae* und *Hypotpychidae* (NELSON 1994, zit. nach PAEPKE 1996). In der Familie der *Gasterosteidae* gibt es neben den Gattungen *Culaea*, *Apeltes*, *Spinachia* (Seestichling *Sp. spinachia*), *Pungitius* (neunstachliger Stichling *P. pungitius*) und *Gasterosteus* (dreistachliger Stichling *G. aculeatus*).

Die verwandtschaftlichen Verhältnisse innerhalb der Stichlingsartigen ist noch nicht endgültig geklärt, sodass man auch andere Stammbäume wie auch zahlreiche weitere Arten in der Literatur finden kann.

## Verbreitung und Gefährdung

Das Verbreitungsgebiet des Dreistachligen Stichlings erstreckt sich in Europa von den Küstenregionen der Halbinsel Kola und weiter östlich über Island im Norden, die Nord- und Ostsee bis an die iberische Nordküste. Im Mittelmeer scheinen die Stichlingspopulationen erloschen. Östlich findet er sich dann wieder im Schwarzen sowie im Asowschen Meer. Im Binnenland kommt er im nördlichen Europa vor mit Ausnahme des schottischen Hochlands und Wales vor. Im südlichen und östlichen Europa (Ungarn) wird er seltener nachgewiesen. In vielen dieser Gebiete sind die Vorkommen offenbar durch früheren Besatz erfolgt. Isolierte Vorkommen gibt es wohl in Algerien südlich Algier, wobei dieses Vorkommen nach PAEPKE (1996) erloschen sein soll (Wikipedia führt es noch).

Auch in Nordamerika findet man den Dreistachligen Stichling und zwar sowohl an der West- wie an der Ostküste. Auch hier reicht das Verbreitungsgebiet vom südlichen Alaska bis fast nach Mexiko und an der Ostküste von der Hudson-Straße bis südlich von New York. Auch im südlichen Grönland gibt es Nachweise. Auffällig ist, dass die südliche Verbreitungsgrenze sowohl in Nordamerika wie auch in Europa ungefähr auf dem 32 Breitengrad verläuft. Der Stichling wird von der IUCN als nicht gefährdet eingestuft. Es gibt allerdings lokal Populationen, die durchaus gefährdet sind. Ein Gefährdungspotential stellen die Wanderhindernisse in den Fließgewässern dar. Stichlinge sind keineswegs herausragende Schwimmer oder gar Springer. Schon kleine Wehre können daher ein unüberwindbares Hindernis darstellen. Da viele Populationen von Stichlingen zwischen marinen und limnischen Lebensräumen wandern, kann dies Auswirkungen auf die Laicherfolge und damit Populationsgrößen haben. Ebenfalls zur Gefährdung des Dreistachligen Stichlings trägt das Trockenfallen von Laichgewässern in Auen durch Regulierung der großen Fließgewässer bei. Stichlinge laichen bevorzugt in den Überschwemmungsgewässern z. B. der Elbaue. Diese werden aber zunehmend zugeschüttet, um sie als landwirtschaftliche Flächen nutzen zu können oder wachsen zu. In Gewässern mit landwirtschaftlich

## 40. Ein Stichling.

(*Gasterosteus aculeatus* L. — Stichling.)

Ein Stichele oder Stichling ist der beste Fisch, wann sunst keiner zu bekommen ist. Dieße haben ihren Leich in dem Aprillen in stillen Wassern. Sie seind weder gesotten noch gebraten gutt, gebachen auch nicht viel nutz,

Abb. 2: Scan aus dem „Vogel- Fisch- und Thier-Buch“ von LEONHARD BALDNER, 1666.

genutzter Umgebung stellen auch Nährstoffeinträge, die zu Sauerstoffmangel führen sowie Einträge toxischer Pestizide eine Gefährdung der Stichlinge dar.

### Schutz- und Managementmaßnahmen

Für den Dreistachligen Stichling ist besonders für die Wanderformen die kleinmaßstäbliche Durchgängigkeit der Gewässer von großer Bedeutung. Die in küstennahen Gewässern oft auftretende Massenvermehrung von *G. aculeatus* stellt für andere Tiere wie z.B. den Löffelreiher, aber auch Möwen und andere Reiherarten eine wichtige Nahrungsgrundlage dar. Da Stichlinge keine besonders guten Schwimmer sind, sind an die Durchgängigkeit der Gewässer viel höhere Anforderungen zu stellen als bei Lachs- oder Meerforellengewässern.

In den Überschwemmungsbereichen der großen Fließgewässer wie z.B. der Elbe sind die Blänken als Laichbiotope zu schützen und ggf. durch Beweidung offen zu halten.

Umgekehrt darf aber auch die Frage nicht vernachlässigt werden, ob in den Gewässern, wo der Stichling durch Massenvorkommen einen hohen Fraßdruck auf die Eier und Larven anderer Fischarten ausübt, in seinem Bestand reguliert werden muss und wie dies möglich ist.

### Wirtschaftliche Bedeutung

So komisch dieses Kapitel klingen mag, auch der Stichling wurde früher wirtschaftlich genutzt. Als Speisefisch stellt der Stichling nur in Notzeiten ein Nahrungsmittel dar. So während der Belagerung Danzigs durch die Franzosen 1807, wo die massenhaft in den Festungsgräben vorkommenden Stichlinge verzehrt wurden (PAEPKE 1996). Der Stichling ist ein guter Fisch, wenn anderer nicht zu finden ist, heißt es im „Vogel- Fisch- u. Thier-Buch“ (Abb. 2) von LEONHARD BALDNER (1666).

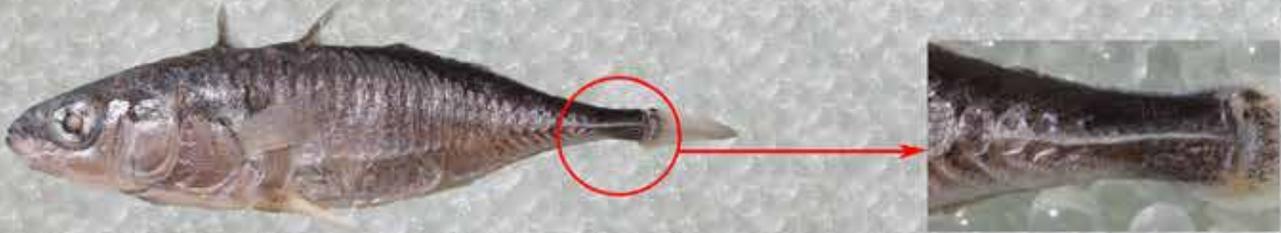
Im Danziger Raum wurden die Stichlingsschwärme zu Fischmehl und -tran verarbeitet. Dabei soll es Tagesfänge von 1.000-2.000 Zentnern gegeben haben, die jährlichen Fänge lagen bei 40-50.000 Zentnern (PAEPKE, 1996). In der estländischen Ostsee konnten auch 1974 noch 394,7 t Stichlinge gefangen werden. (PAEPKE 1996).

Ansonsten stehen sich, wie weiter oben schon erwähnt, aus fischereilicher Sicht Schaden und Nutzen der Stichlinge gegenüber und sind schwer gegeneinander abzuwägen. Auf der einen Seite fressen die Stichlinge Eier und Brut von Nutzfischen und stehen mit den Jungstadien dieser Arten in Nahrungskonkurrenz, auf der anderen Seite dienen sie eben diesen Nutzfischen egal ob Lachs, Regenbogenforelle, Hecht oder Barsch, wenn diese ausgewachsen sind, als Nahrung zur Verfügung.

A)



B)



C)



D)



E)



F)



# Wie viele Stichlingsarten haben wir in Deutschland?

Heiko Brunken & Iris Woltmann

Diese schlichte Frage ist gar nicht so einfach zu beantworten. Die spontane, und im Grundsatz auch nicht verkehrte Antwort für die Binnengewässer lautet zwei: den Dreistachligen Stichling *Gasterosteus aculeatus* und den Zwergstichling *Pungitius pungitius*, der oft auch als Neunstachliger Stichling bezeichnet wird. In Nord- und Ostsee kommt dann noch als dritte Art der Seestichling *Spinachia spinachia*, jedoch als rein marine Art, hinzu. Die Unterscheidung der beiden im Süßwasser vorkommenden Arten ist sehr einfach, der Dreistachlige hat drei (sehr selten zwei oder vier) deutlich erkennbare Stacheln auf dem Rücken, der Zwergstichling zwischen sieben und elf (KOTTELAT & FREYHOF 2007), wobei es sich jeweils um umgewandelte Rückenflossenstrahlen handelt (MABEE ET AL. 2002). Auch Körperform und Färbung können zur Unterscheidung herangezogen werden. Schaut man jedoch einmal in die Literatur, kommt Verwirrung auf. In der Roten Liste von Deutschland (FREYHOF 2009) finden wir plötzlich drei Arten im Süßwasser, denn innerhalb der Gattung *Gasterosteus* werden hier zwei Arten unterschieden:

- Westlicher Stichling *Gasterosteus aculeatus* LINNAEUS 1758
- Östlicher Stichling *Gasterosteus gymnurus* CUVIER 1829

Den Dreistachligen Stichling gibt es danach nicht mehr, dafür nun aber zwei Arten dreistachliger Stichlinge (man beachte die Kleinschreibung im letzteren Fall). Der Autor der Roten Liste (FREYHOF 2009) folgt dabei den Darstellungen im Handbuch zur biologischen Vielfalt der Süßwasserfische Europas (KOTTELAT & FREYHOF 2007: Handbook of European Freshwater Fishes). Als äußere Unterscheidungsmerkmale gelten das Vorhanden-

sein bzw. Fehlen eines Kiels an den Seiten des Schwanzstieles sowie die Anzahl der seitlichen Knochenplatten (Tab. 1, Abb. 1). Individuen mit dazwischenliegenden Merkmalskombinationen werden einer geografischen Hybridisierungszone zugeordnet.

Dass sich die dreistachligen Stichlinge sowohl anhand äußerer Merkmale (Knochenplatten, Färbung, Größe) als auch durch ihr Verhalten (Wanderfisch oder stationär) unterscheiden lassen, ist lange bekannt und wird in der Literatur ausführlich dargestellt (u.a. MÜNZING 1962b; PAEPKE 1983; PAEPKE 1996). KEMPER (1995) zeigte für die Wanderform deutlich höhere Individualgewichte. Es werden drei morphologische Formen (auch als Morphotypen oder Phänotypen bezeichnet) unterschieden:

- *Gasterosteus aculeatus trachurus* (entspricht dem Westlichen Stichling nach FREYHOF 2009)
- *Gasterosteus aculeatus semiarmatus* (entspricht der Hybridform nach FREYHOF 2009)
- *Gasterosteus aculeatus leirus* (entspricht dem Östlichen Stichling nach FREYHOF 2009)

Die überraschende Vermehrung der Arten wurde also lediglich dadurch bewirkt, dass die vormals beschriebenen Formen (wobei es sich nicht um Unterarten handelte) nun als eigenständige Arten gewertet wurden. Diese aufspaltende Sichtweise wurde auch von taxonomischen und ichthyologischen Datenbanken (u.a. fishbase: FROESE & PAULY 2017; IUCN: FREYHOF & KOTTELAT 2008) und Biodiversitätsatlanten übernommen, und in einer Reihe von Arbeiten wurden nun die Vertreter der Gattung *Gasterosteus* als zwei klar zu trennende Arten geführt (u.a. bei THIEL 2011, BRUNKEN & WINKLER 2017; SEGELKE 2017).

Abb. 1: Nach einer Anfärbung der Knochenstrukturen lassen sich die Knochenplatten besonders gut erkennen. (a, b) Westlicher Stichling *Gasterosteus aculeatus*, (c, d) Östlicher Stichling *Gasterosteus gymnurus*, (e, f) Hybridform zwischen *G. aculeatus* und *G. gymnurus*. Alle Exemplare aus der Außenems. Fotos: Sascha Brunkhorst.

Tab. 1: Unterscheidung und Benennung der beiden im Süßwasser vorkommenden Arten bzw. Formen der dreistachligen Stichlinge bzw. des Dreistachligen Stichlings.

Benennung gemäß Checkliste von FREYHOF (2009):	Westlicher Stichling <i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistachliger Stichling, Hybride mit intermediären Merkmalen <i>Gasterosteus spec.</i>	Östlicher Stichling <i>Gasterosteus gymnurus</i>
Benennung in traditioneller Form (MÜNZING 1962b, PAEPKE 1996 u.a.) bzw. nach Revision von DENYS et al. (2015):	Dreistachliger Stichling <i>Gasterosteus aculeatus trachurus</i> -Form	Dreistachliger Stichling <i>Gasterosteus aculeatus semiarmatus</i> -Form	Dreistachliger Stichling <i>Gasterosteus aculeatus leiurus</i> -Form
Anzahl Knochenplatten an den Körperseiten:	29-35 seitliche Knochenplatten in einer kompletten, fortlaufenden Reihe	11-28 seitliche Knochenplatten oder nicht in einer kompletten Reihe	2-10 seitliche Knochenplatten
Caudalkiel:	vorhanden	fast immer vorhanden	fehlt
Färbung außerhalb der Laichzeit:	meist einheitlich silbrig		meist olivgrün bis silbrig, mit dunklem Muster
Wanderverhalten:	überwiegend anadrom (Lebensraum im Meer und Aufstieg zum Ablachen in die Süßgewässer) oder stationär		überwiegend stationär

Andere Publikationen jüngerer Datums, also nach der Publikation der Roten Liste von 2009, blieben hingegen konservativ und trennten den Dreistachligen Stichling nicht in zwei Arten auf bzw. erwähnen den Sachverhalt nicht (z.B. KLUPP 2010). SCHARF et al. (2011) und THIEL & THIEL (2015) weisen auf die Trennung der Art hin, konnten aber eine entsprechende Differenzierung mangels Datenlage nicht vornehmen. FÜLLNER et al. (2016) diskutieren das Problem und belassen es dann aber aufgrund neuerer genetischer Erkenntnisse (s.u.) bei einer Art.

Wer aber hat nun Recht? Die Auftrennung in zwei Arten dreistachliger Stichlinge erscheint, in Anbetracht der von KOTTELATT & FREYHOF (2007) beschriebenen Unterschiede in Körperbau, Färbung, Verhaltensweisen (Wanderfisch vs. stationäre Form) und der Verbreitungsgebiete, auf den ersten Blick nachvollziehbar und naheliegend. Auf den zweiten Blick zeichnen sich jedoch einige Ungereimtheiten ab. So ähneln im Freiwasser von Seen lebende Bestände (ROESTI et al. 2015) häufig küstennahen Stichlingen der *trachurus*-Form mit geringer

Färbung und zahlreichen Knochenplatten, solche aus pflanzenreichen küstennahen Gewässern eher der *leiurus*-Form mit ausgeprägter Körperfärbung und Musterung sowie deutlich geringerer Anzahl an Knochenplatten. Eigene umfangreiche Untersuchungen zur Verbreitung und Morphometrie der Stichlinge im nordwestdeutschen Raum konnten ebenfalls keine Hinweise auf zwei gut zu trennenden *Gasterosteus*-Arten erbringen. Zwar zeigt der Östliche Stichling einen Verbreitungsschwerpunkt im Binnenland, Einzelfunde gab es aber auch in der Nordsee, andersherum fanden sich Westliche Stichlinge auch weit im Binnenland (Abb. 2).

Sicher ist, dass es innerhalb der Gattung *Gasterosteus* eine hohe innerartliche bzw. je nach Sichtweise zwischenartliche Vielfalt gibt. Genetiker und Zoogeographen können dies anhand der Ausbreitungsdynamik dieses Artenkomplexes während der letzten Eiszeiten erklären (MÄKINEN 2007). Jeder Eisvorstoß und jede Rückzugsbewegung des Eises hat neue Areale für die sowohl im Salz- als auch in Brack- und Süßwasser vorkommenden Populationen geschaffen und auch

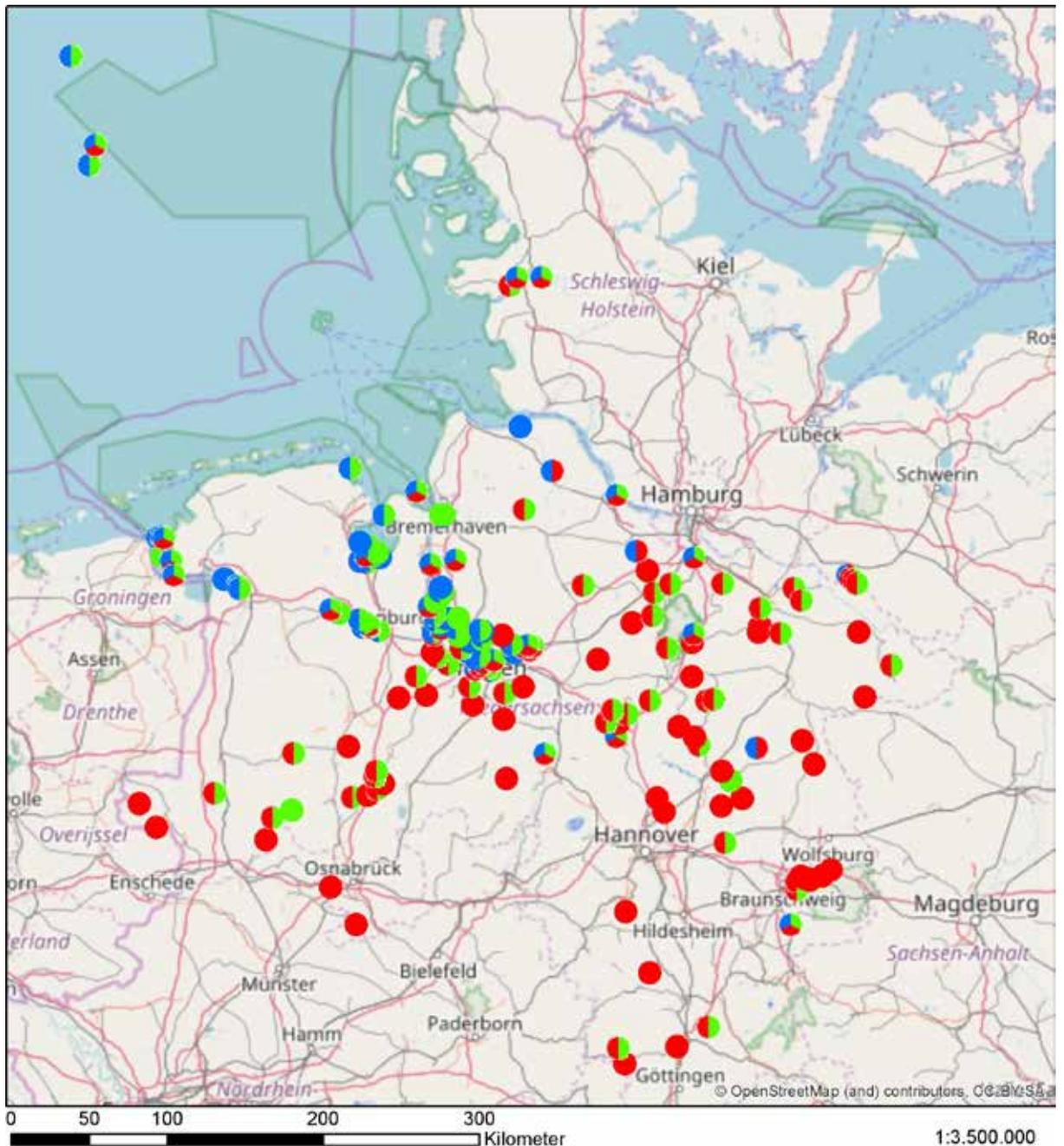


Abb. 2: Verbreitung der dreistachligen Stichlinge in Nordwestdeutschland basierend auf WOLTMANN (2013) und PAEPKE (pers. Mitt. 2017). Angaben für den Westlichen Stichling beinhalten auch solche für die *trachurus*-Form vom Dreistachligen Stichling, für den Östlichen Stichling solche der *leirus*-Form und für die Hybriden solche der *semiarmatus*-Form aus MÜNZING (1962b) und PAEPKE (1996).

- *G. aculeatus*
- *G. gymnurus*
- *G. spec. Hybridform*
- G. aculeatus u. gymnurus*
- G. aculeatus u. Hybridform*
- G. gymnurus u. Hybridform*
- G. aculeatus u. gymnurus u. Hybridform*

wieder voneinander getrennt. Durch die mehrfache geografische Isolation während der Kaltzeiten kam es zu Differenzierungen, die als erste Schritte in Richtung einer Artbildung verstanden werden können. Kamen die Populationen in den Warmzeiten jedoch wieder zusammen, mischten sich die Merkmale wieder, so dass im Genpool dieser Gruppe bis heute eine hohe Vielfalt an Merkmalen vorhanden ist. In der Konsequenz kann man daher wohl davon ausgehen, dass es sich beim Dreistachligen Stichling eher um eine Art handelt, in der je nach Lebensraumbedingungen über die Zeit morphologisch unterschiedliche Populationen ausgeprägt werden.

So kommen auch DENYS et al. (2015) zu dem Schluss, dem Östlichen Stichling *Gasterosteus gymnurus* den Artstatus abzuerkennen und ihn wieder lediglich als ein Synonym vom Dreistachligen Stichling *Gasterosteus aculeatus* zu führen. Vermutlich wird diese neuerliche und genetisch gut begründete Zusammenführung zu einer Art von der Fachwelt mittelfristig übernommen werden. Wenn Fischkundler sich bei der systematischen Einordnung einer Art nicht ganz sicher sind, wird als Referenz meist der Eschmeyer Catalogue of Fishes (ESCHMEYER et al. 2017) herangezogen, der in der Fachwelt als anerkannte

Referenz gilt. Während in der Online Version vom 31. August 2017 der Östliche Stichling *Gasterosteus gymnurus* noch als eigenständige und damit gültige (engl.: valid) Art genannt wurde, wird er in der Aktualisierung vom 1. November 2017 inzwischen wieder als Synonym von *Gasterosteus aculeatus* geführt. Damit hätten wir wieder nur eine Art an dreistachligen Stichlingen und damit insgesamt drei heimische Stichlingsarten (inkl. Zwergstichling und Seestichling) in Deutschland. All dies mag verwirrend erscheinen, spiegelt aber sehr gut die aktuellen Forschungsbemühungen zur heimischen Fischfauna wider und zeigt, dass wir sogar über weit verbreitete „Allerweltsarten“ oder vermeintlich gut erforschte Arten oft erstaunlich wenig wissen.

Was also tun? Mit Herausgabe der aktuellen Roten Listen durch das Bundesamt für Naturschutz wurde erstmals auch der Anspruch verwirklicht, alle Wirbeltiergruppen in Form von Checklisten sämtlicher in Deutschland etablierter Arten zu präsentieren (BINOT-HAFKE et al. 2009). Somit sollte die „Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische“ (FREYHOF 2009) sinnvollerweise als eine bundesweite Referenz für die in Deutschland vorkommenden Arten einschließlich ihrer wissenschaftlichen und deutschen Namen herange-



Abb. 3: Der Neunstachliger Stichling (Zwergstichling) *Pungitius pungitius*

zogen werden. Damit wäre bei aller Kritik an der Aufspaltung der Arten aus pragmatischen Gründen zunächst auch weiterhin noch von zwei dreistachligen Stichlingen, nämlich dem Westlichen Stichling und dem Östlichen Stichling auszugehen. Und schließlich trägt eine solche Unterscheidung auch dazu bei, sich der großen biologischen Vielfalt innerhalb unserer heimischen Fischfauna bewusst zu werden. In Artenlisten, Kartierungen und ähnlichen Dokumenten könnte somit zumindest die Unterscheidung der morphologischen Formen verlässlich dokumentiert werden, eine Vorgehensweise die bei der Forelle *Salmo trutta* mit ihren Formen Bach-, See- und Meerforelle bei ähnlicher Problematik (keine Unterarten!) in der Praxis ja meist auch so, und damit nicht wissenschaftlich korrekt, gehandhabt wird. Besonders bei der Kartierung küstennaher Populationen wäre es wichtig, beide Formen bzw. Arten deutlich voneinander zu unterscheiden. Denn gerade die anadromen, aus dem Meer zum Ablachen in die Binnengewässer aufsteigenden Populationen, die früher in unvorstellbaren Mengen vorgekommen sein müssen, haben in ihren Quantitäten deutlich abgenommen (BRUNKEN et al. 2015). Artenschutzmaßnahmen für den Stichling als Wanderfisch, z.B. durch Verbesserung der Durchgängigkeit von Sielbauwerken und Schöpfwerken an der Küste, wären gerade vor dem Hintergrund von Meeresspiegelanstieg und damit verbundener Küstensicherungsmaßnahmen von großer Bedeutung. Aber wie in der Praxis verfahren? Für welche Variante, (a) traditionell bzw. nach erneuter Revision „eine Art mit drei Formen“ oder (b) gemäß Checkliste „zwei Arten mit intermediären Hybriden“, man sich entscheiden sollte, hängt sicherlich neben der eigenen fachlichen Einschätzung auch von pragmatischen Gründen ab. Ganz wichtig wäre jedoch in jedem Fall eine klare Dokumentation der ja innerhalb der Art bzw. Artengruppe unstrittig vorhandenen biologischen Vielfalt. Am Praxisbeispiel „Fischartenatlas von Deutschland“ (BRUNKEN & WINKLER 2017) werden die damit verbundenen Schwierigkeiten und Herausforderungen deutlich. Vor dem Jahr 2009 (Rote Liste) waren alle Fundmeldungen von *Gasterosteus aculeatus* nur einer Art zuzuordnen. Im besten Fall ließ die Angabe *trachurus* („Wander-

form“)/*semiarmatus/leiurus* („Binnenform“) eine Differenzierung zu. Angaben nach dem Jahr 2009 waren klar, wenn sie explizit als Östlicher Stichling *Gasterosteus gymnurus* mitgeteilt wurden. Eine Benennung von *Gasterosteus aculeatus* ohne weitere Angaben ließ jedoch in vielen Fällen offen, ob damit nun eindeutig der Westliche Stichling im Sinne der Checkliste von 2009 gemeint war, oder aber ob es sich dabei um ein (unausgesprochenes) Nichtakzeptieren der Aufspaltungsvariante handelte. Die Erstellung von Verbreitungskarten wurde damit erheblich erschwert bzw. ließ eine eigentlich wünschenswerte Differenzierung nicht zu. Für weitere fischfaunistische Arbeiten in der Zukunft schlagen die Autoren dieses Artikels daher stets eine klare Benennung vor, die dann in Abhängigkeit der bevorzugten Variante (Zusammenfassung zu einer Art oder Auftrennung in zwei Arten) unterschiedliche Begriffe verwenden würde (Tab. 1). Sobald ausdrücklich gemäß traditioneller Variante die Formen angegeben werden oder die deutschen Namen gemäß Checkliste (d.h. Westlicher bzw. Östlicher Stichling) genannt werden, ist eine Zuordnung immer eindeutig. Nur bei der allgemeinen Angabe „Dreistachliger Stichling *Gasterosteus aculeatus*“ sollte immer eine klare Information der verwendeten Nomenklatur mitgeliefert werden.

Wir danken Hans Joachim Paepke für wertvolle Diskussionsbeiträge und die Überlassung von Originalverbreitungsdaten, Henning Harder für die Erstellung der Karte, Sascha Brunkhorst für das Aufbereiten der umfangreichen Rohdaten und Mattis Heeren für technische Unterstützung.



# Verbreitung und Nahrungsökologie verschiedener Formen des Dreistachligen Stichlings in der Tideelbe

Linda Kahl und Ralf Thiel

## Einleitung

Beispielsweise PAEPKE (1983) unterschied anhand der Knochenplatten drei unterschiedliche Phänotypen des Dreistachligen Stichlings *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758, die entweder vollständig (*trachurus*-Form), teilweise (*semiarmatus*-Form) oder schwach (*leirus*-Form) beschil­dert sind. Später wurde von KOTTELAT & FREYHOF (2007) *Gasterosteus gym­nurus* Cuvier, 1829, der Westliche Dreistachli­ge Stichling, der quasi die *leirus*-Form darstellt, als eigene Art geführt, während *G. aculeatus*, der Östliche Dreistachli­ge Stichling, die *trachurus*-Form repräsentiert. Letztens stellten DENYS et al. (2015) im Ergebnis genetischer und morphologischer Ana­lysen die Existenz einer eigenen Art *G. gym­nurus* wieder infrage, so dass derzeit mit Ausnahme der für Island endemischen Art *Gasterosteus islandicus* Sauvage, 1874, alle anderen in Europa heimischen Formen des Dreistachli­gen Stichlings der Art *G. aculeatus* zuzurechnen sind.

EICK & THIEL (2014) wiesen in einer aktuelleren Arbeit zur Struktur der Fischfauna in der Tideelbe sowohl die *trachurus*-Form als auch die *leirus*-Form von *G. aculeatus* nach. In einer anschließenden Arbeit (KAHL 2016) wurden vergleichende Analysen zu Verbreitung und Nahrungsökologie dieser beiden Formen in der Tideelbe durchgeführt, deren Ergeb­nisse im nachfolgenden Kapitel zusammenfassend dargestellt werden. Die Tideelbe zwischen Geest­hacht und Cuxhaven ist eines der größten euro­päischen Ästuare (ELLIOTT & HEMINGWAY 2002). In diesem gezeitenbeeinflussten Mündungsgebiet der Elbe vermischen sich Salz- und Süßwasser, so dass es einen nach stromauf abnehmenden Salzgehalt

bis hin zu einem gezeitenbeeinflussten Süßwasser­bereich aufweist, der stromab Hamburgs beginnt. Bisher fehlten Publikationen zu detaillierten quan­titativen Analysen über Verbreitung und Nahrungs­ökologie verschiedener Formen des Dreistachli­gen Stichlings in Ästuargewässern dieses Typs.

## Verbreitung

Als Datengrundlage für die Verbreitungsanalyse wurden die Fänge Dreistachli­ger Stichlinge aus ins­gesamt 703 Fischerei-Hols ausgewertet, die an 11 Stationen im Längsverlauf der Tideelbe zwischen Neßsand bei Elbekilometer (Ekm) 639 und Medem Reede (Ekm 716) von 2009-2010 mit einem kom­merziellen Hamenkutter durchgeführt wurden (me­thodische Details bei EICK & THIEL 2014).

Die Auswertung der Daten ergab, dass die *trachu­rus*-Form von *G. aculeatus* mit 97,73 % einen deut­lich höheren Anteil am Gesamtfang Dreistachli­ger Stichlinge in diesem Abschnitt des Elbeästuars aufwies als die *leirus*-Form mit einem Anteil von nur 2,27 %. Schon bei früheren Untersuchungen von z.B. MÜNZING (1962a) und TEBBE (1994) war ein dominantes Vorkommen der *trachurus*-Form gegen­über der *leirus*-Form von *G. aculeatus* im Elbeästuar festgestellt worden.

Auch beim saisonalen Verlauf der Abundanzen er­gaben sich deutliche Unterschiede zwischen beiden Formen. Während die Abundanz der *leirus*-Form im jahreszeitlichen Verlauf relativ konstant war, traten für die *trachurus*-Form vor allem im ersten Quartal zwischen Januar und März deutlich höhere Werte

Außerhalb der Laichzeit hat der Dreistachlige Stichling ein eher unauffälliges Farbkleid (Foto: H. Frei)

als in den nachfolgenden Quartalen auf (Abb. 1). Die hohe Abundanz der *trachurus*-Form im ersten Quartal ist vermutlich auf die Laichwanderung zahlreicher Individuen aus der Nordsee in die Tideelbe zurückzuführen. Dagegen sprechen die saisonal relativ konstanten Werte für die *leiurus*-Form eher dafür, dass sie ganzjährig in der Tideelbe verbleibt und keine anadromen Wanderungen durchführt.

Im Längsverlauf der Tideelbe traten an der Station bei Ekm 652 (Twielenfleth) bei beiden Formen die geringsten Abundanzwerte auf (Abb. 2). Maximale mittlere Abundanzen der *leiurus*-Form wurden bei Ekm 648 (Lühesander Süderelbe) und für die *trachurus*-Form an gleicher Stelle sowie ein sogar noch deutlich höherer Wert sieben Stromkilometer weiter stromauf bei Ekm 641 (Hahnöfer Nebenelbe) ermittelt. Diese Stationen gehören zum südlichen Nebenstromgebiet, dem wichtigsten Laich- und Aufwuchsgebiet dominanter Fischarten der Tideel-

be stromab Hamburgs (z.B. KAFEMANN et al. 1996; THIEL et al.1996; THIEL 2011), das offenbar in gleicher Funktion auch für die Formen des Dreistachligen Stichlings von essenzieller Bedeutung ist.

## Nahrungsökologie

Von 414 Dreistachligen Stichlingen wurden die Mageninhalte entnommen, bestimmt und zur weiteren Auswertung in folgende Nahrungsgruppen eingeteilt: Plankton, Benthos, Fische und Andere. Zur zusammenfassenden Darstellung der Nahrungszusammensetzung wurde der Index der relativen Bedeutung (GEORGE & HADLEY 1979) basierend auf den Kenngrößen Häufigkeit, Frequenz, Biomasse der einzelnen Nahrungskomponenten errechnet (siehe Abb. 3).

Insgesamt konnten bei *G. aculeatus* 22 unterschiedliche Nahrungskomponenten identifiziert werden. In

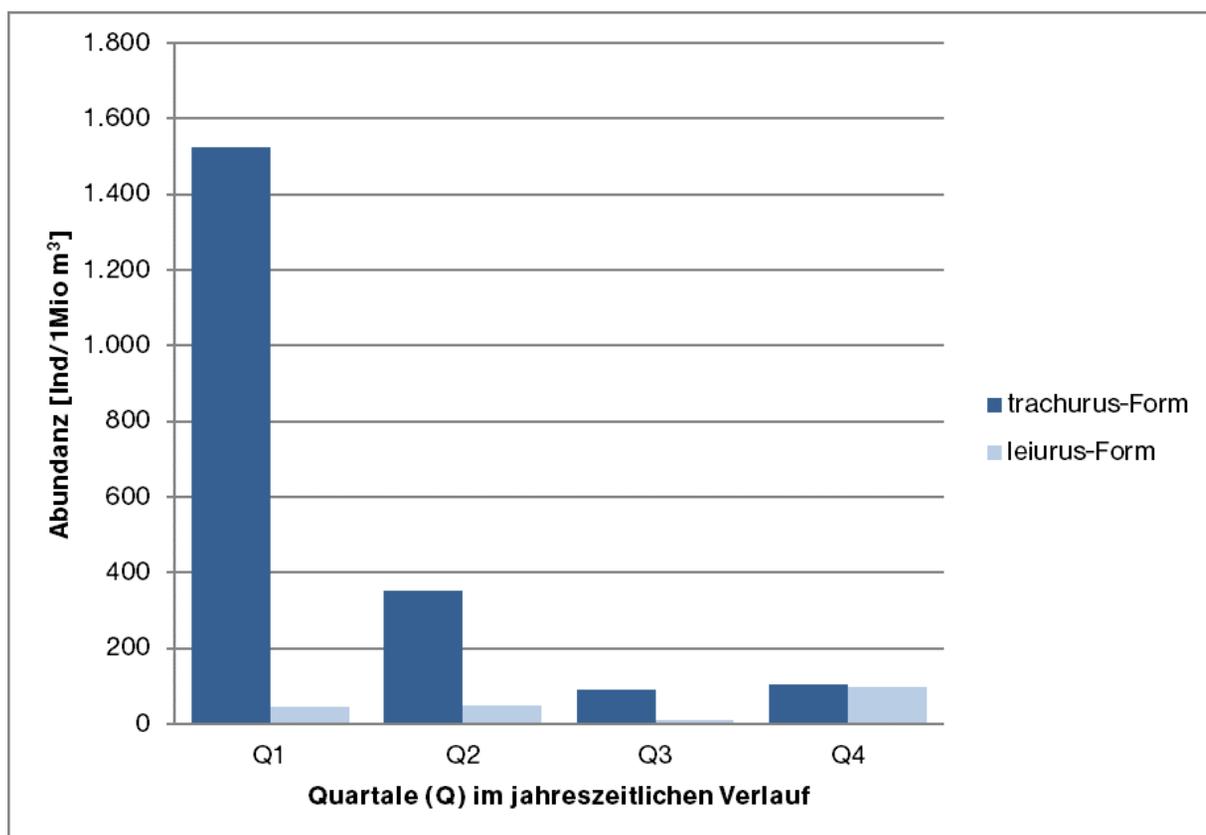


Abb. 1: Mittlere Abundanzen der Formen von *Gasterosteus aculeatus* im jahreszeitlichen Verlauf. Q1-Q4 entspricht den Quartalen: Q1-Januar bis März, Q2-April bis Juni, Q3-Juli bis September, Q4-Oktober bis Dezember von 2009-2010. Pro Quartal wurden zwischen 58 und 346 Hamenfischereihols gemittelt.

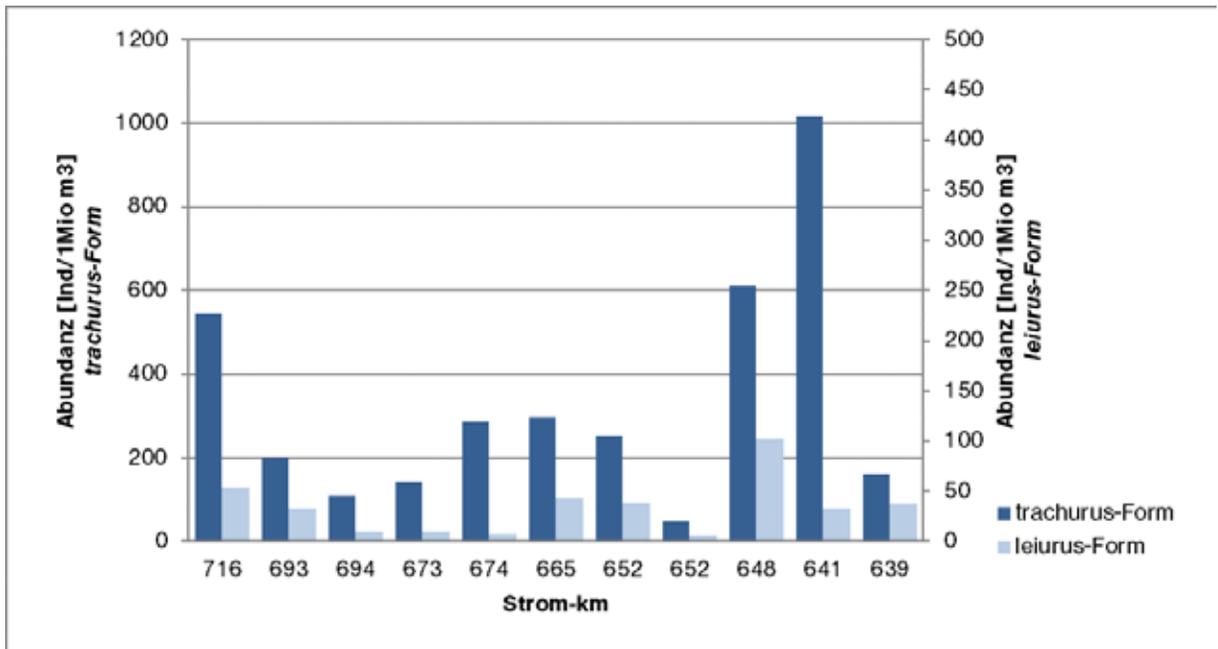


Abb. 2 : Mittlere Abundanzen der Formen von *Gasterosteus aculeatus* im Längsverlauf der Tideelbe von 2009-2010. Pro Station wurden jeweils zwischen 51 und 90 Hamenfischereihols gemittelt

der Nahrungsgruppe Plankton dominierten dabei vor allem die calanoiden Copepoden wobei hier die Art *Eurytemora affinis* besonders häufig vorkam. *E. affinis*, eine der häufigsten Zooplanktonarten im Elbeästuar (z.B. PEITSCH 1992), ist euryhalin (KIEFER & FREYER 1978) und kommt im gesamten Betrachtungsgebiet bei verschiedenen Salinitäten z.T. mit sehr großen Individuendichten vor. Das erklärt die große Bedeutung dieses calanoiden Copepoden als Nahrung für Dreistachlige Stichlinge in der Tideelbe.

Ebenfalls in hoher Anzahl kamen in der Gruppe Benthos *Gammarus sp.*, *Neomysis integer*, sowie Krebse aus der Familie *Corophiidae* vor.

Das in dieser Untersuchung ermittelte Nahrungsspektrum deckt sich insgesamt recht gut mit den Ergebnissen vorangegangener Untersuchungen zur Nahrungsökologie Dreistachliger Stichlinge im Gebiet der Tideelbe (z.B. TEBBE 1994; THIEL 2001). Im direkten Vergleich zwischen den beiden hier untersuchten Formen des Dreistachligen Stichlings zeigte sich, dass die mittlere Nahrungsbreite nach LEVINS (1968) der *leiurus*-Form mit einem Wert von 1,9 viel geringer war als bei der *trachurus*-Form (Nahrungsbreite=2,6; Abb. 3).

Zwar hatte bei beiden Formen das Plankton, gefolgt vom Benthos die größte Bedeutung als Nahrungsgruppe, doch insgesamt wurden in den Mägen der *leiurus*-Form nur vier verschiedene Nahrungskomponenten gefunden, nämlich *Copepoden*, *Gammarus sp.*, *Corophiidae* und *Neomysis integer*. Danach scheint die *leiurus*-Form spezialisierter in Bezug auf die Nahrungsaufnahme zu sein, als die *trachurus*-Form, bei der insgesamt 22 verschiedene Nahrungskomponenten identifiziert wurden.

Gradienten in der Nahrungsaufnahme zeigten sich auch bei der Betrachtung der verschiedenen Größen der Fische. So stieg z.B. der prozentuale Anteil von Pflanzenteilen bei beiden Formen mit zunehmender Totallänge der Fische an.

Nur bei der *trachurus*-Form von *G. aculeatus* war festzustellen, dass auch die Nahrungsbreite mit zunehmender Totallänge anstieg. Die Individuen unter 40 mm Totallänge ernährten sich hauptsächlich von Plankton, während größere Tiere nicht nur größere Beute, z.B. auch aus dem Benthos, sondern auch ein breiteres Nahrungsspektrum konsumierten. Eine breite generalistische Ernährungsweise über-

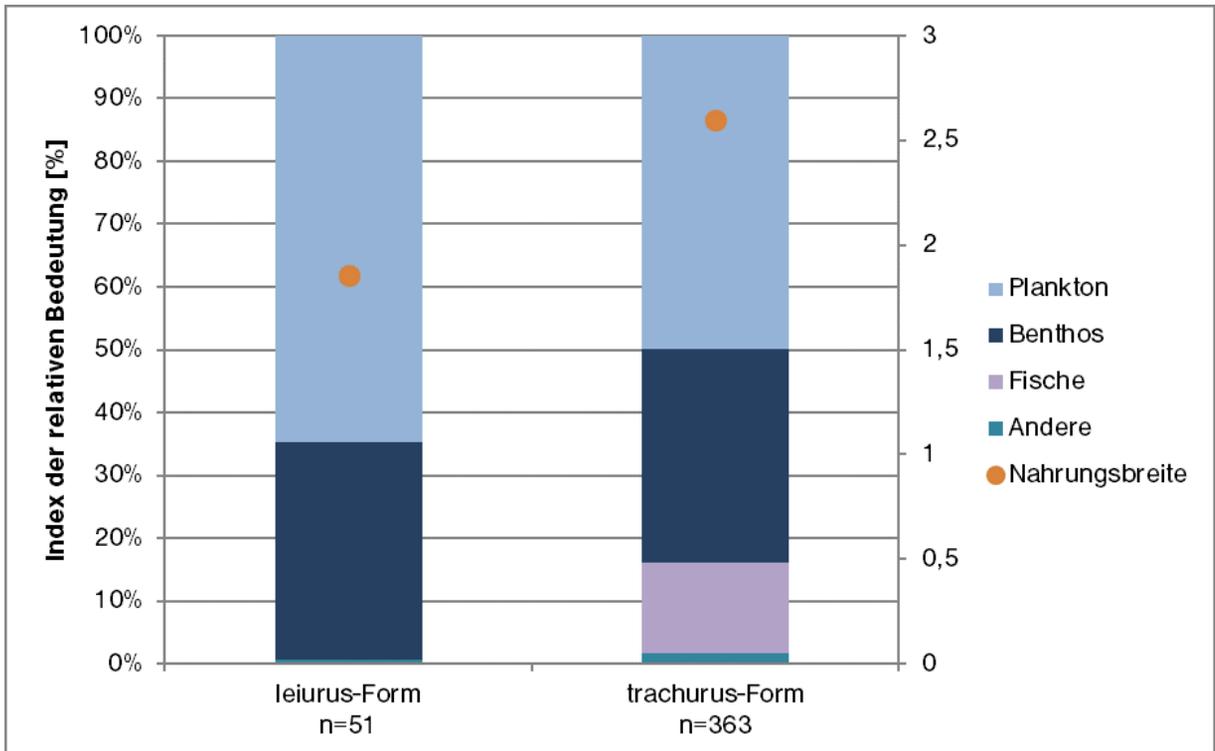


Abb. 3: Nahrungszusammensetzung der Formen von *Gasterosteus aculeatus* als Index der relativen Bedeutung nach GEORGE & HADLEY (1979) für die nachgewiesenen Nahrungskomponenten sowie Angabe der mittleren Nahrungsbreite nach LEVINS (1968).

wiegt auch bei den meisten anderen nahrungsökologisch untersuchten Fischarten in der Tideelbe (THIEL 2011) und wurde auch bei vorangegangenen nahrungsökologischen Untersuchungen an Dreistachligen Stichlingen in diesem Gewässer festgestellt (TEBBE 1994; THIEL 2001).

Generell wird der Dreistachlige Stichling als ein Nahrungsopportunist angesehen, der entsprechend des Nahrungsangebotes benthische und planktische Nahrung konsumiert (z.B. HYNES 1950; ZANDER & WESTPHAL 1992), wobei jedoch vor allem eine planktivore Ernährungsweise durch verschiedene Autoren betont wird (z.B. TEBBE 1994; WOOTTON 1976; WILLIAMS & DELBEEK 1989).

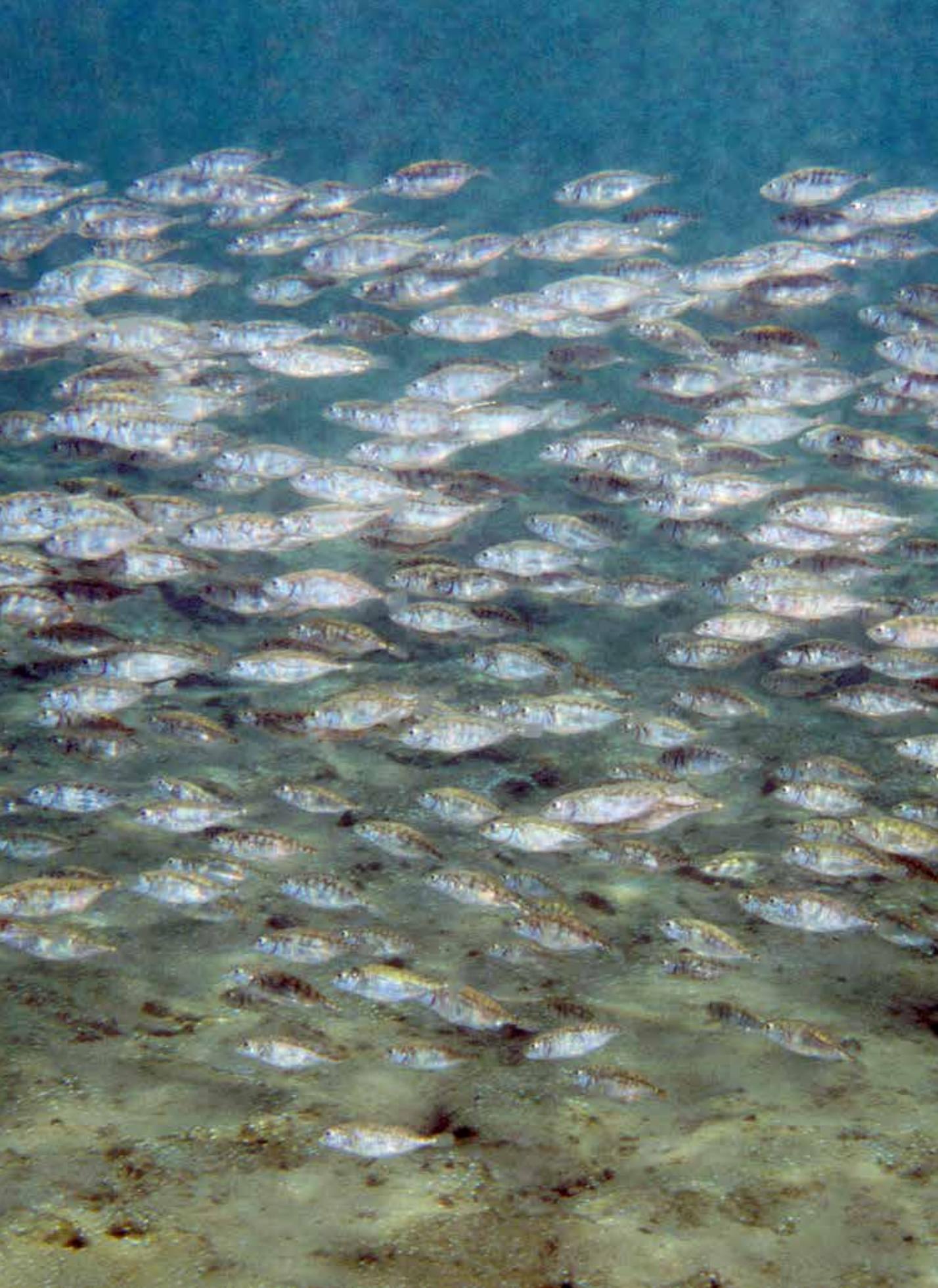
## Resümee

Die erzielten Ergebnisse belegen, dass sich beide Formen des Dreistachligen Stichlings in der Tideelbe in Bezug auf Verbreitung und Nahrungsökologie voneinander unterscheiden.

Zwar haben beide Formen ähnliche Verteilungsmuster im Längsverlauf der Tideelbe, saisonal liegen jedoch deutliche Unterschiede vor, was vermutlich auf Unterschiede im Wanderverhalten zurückzuführen ist. Während die *trachurus*-Form offenbar anadrome Wanderungen durchführt, scheint dies bei der *leirus*-Form weniger ausgeprägt oder nicht der Fall zu sein.

Während die *trachurus*-Form ein breites Nahrungsspektrum nutzt, das sich mit steigender Totallänge noch vergrößert, wurde bei der *leirus*-Form eine deutlich geringere Anzahl verschiedener Nahrungskomponenten ermittelt.





# Der Stichling im Bodensee

Sarah Gugele, Samuel Roch, Alexander Brinker

In vielen Gewässern in Deutschland ist der Dreistachelige Stichling (Lat.: *Gasterosteus aculeatus*) ein gern gesehener Gast und hat so manchem jungen Angler und Aquarienfreund die ersten Erlebnisse mit der Faszination Fische beschert. Durch seine charakteristische Schwimmweise und Körperform ist der Stichling vom Ufer aus leicht zu erkennen und er kann mit einer kleinen

Senke oder Kescher relativ einfach gefangen werden. Auch im Bodensee konnte man ihn in den letzten Jahrzehnten vereinzelt im Frühjahr in den Flachwasserbereichen und den Häfen beim Nestbau und der Brutpflege beobachten. Was jedoch nur wenige wissen: Der Stichling ist im See eigentlich eine fremde Art.

## Wie gelangte der Stichling in den Bodensee?

Erste Beschreibungen zu den im Bodensee vorkommenden Fischarten reichen bis in das 16. Jahrhundert zurück. Schon 1557 verfasste Gregor Mangolt, ein Buchhändler, Verleger und ehemaliger Priester in Zürich, das Buch „Fischbuch von der Natur der Fische“ (Abb. 1). Dort wurden die wichtigsten Fische des Bodensees beschrieben und bspw. Beobachtungen zur ihrer Fortpflanzung und Laichzeit festgehalten (MANGOLT

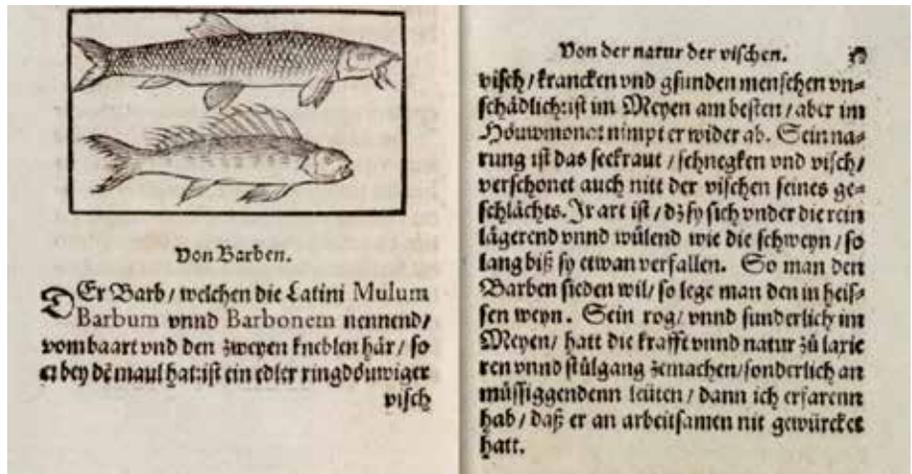


Abb. 1.: Historische Beschreibung der im Bodensee vorkommenden Fischarten aus dem Jahr 1557 (MANGOLT 1557).

1557). Man findet dort auch den Begriff „Stichling“, jedoch beschreibt Mangolt damit lediglich den zweijährigen Flussbarsch in der damals verbreiteten Umgangssprache. Der „echte“ Stichling (*Gasterosteus sp.*) tauchte in dieser Beschreibung wie auch in weiteren Werken, welche sich ab dem 19. Jahrhundert mit der Fischfauna des Bodensees beschäftigten, nicht auf (HARTMANN 1808; NENNING 1834; von SIEBOLD 1863). Den ersten Nachweis zum Stichling im weiteren Einzugsgebiet des Sees (nicht im See!) findet man bei HELLER (1871), welcher über „Die Fische Tirols und Vorarlbergs“ berichtet. Dort wird er als im Alpenrhein und seinen Zuflüssen vorkommende Art beschrieben, ohne weitere Details zu nennen (HELLER 1871). Spätere Veröffentlichungen zwischen 1880 und 1950 zu dem Thema liefern wiederum keine Hinweise, dass der Stichling von dort aus den Bodensee selber erreichte und sich ausgebreitet hätte. Tatsächlich gibt es bis zur

In einigen Bereichen des Bodensees sind riesige Stichlingsschwärme anzutreffen. (Foto: H. Frei)

## Vorkommen und Ausbreitung des Stichlings im Bodensee

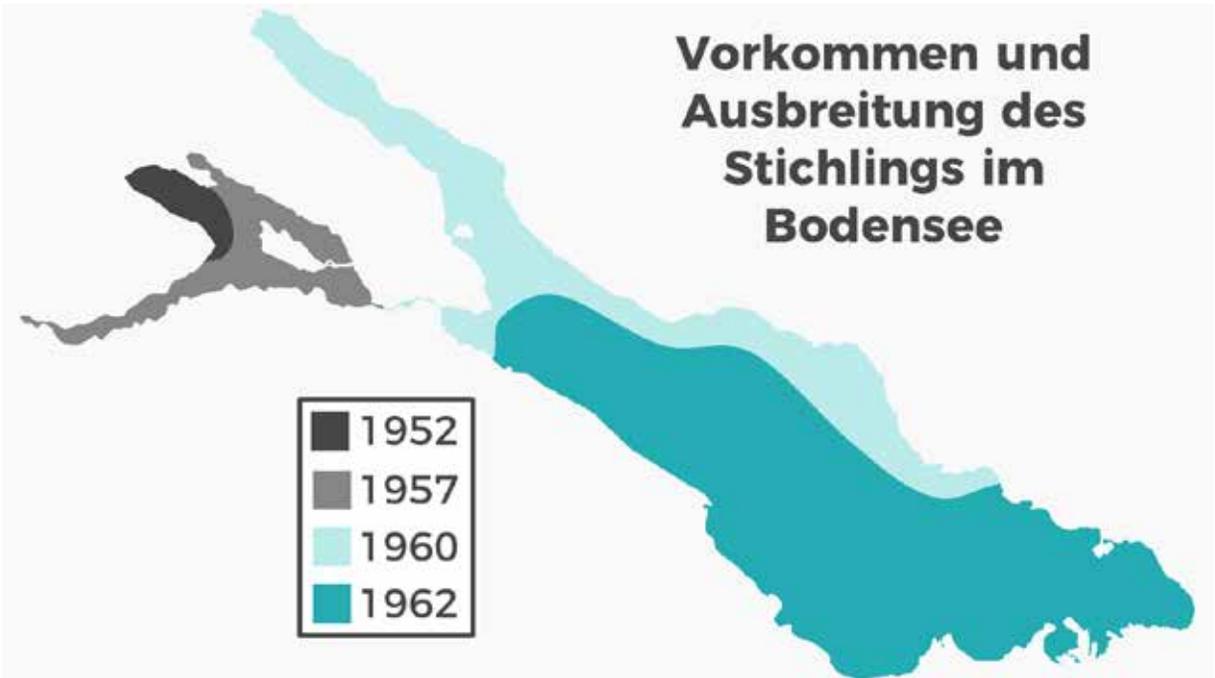
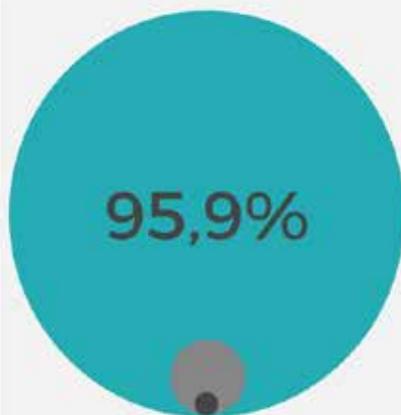


Abb. 2.: Vorkommen und Ausbreitung des Dreistachligen Stichlings während der 1950er und 1960er Jahre im Bodensee (Grafik: S. Roch, nach MUCKLE 1972).

## Ergebnisse des „Projet Lac“

Anteil an gefangenen Fischen



Stichling



Felchen



Andere

Anteil an gefangener Biomasse

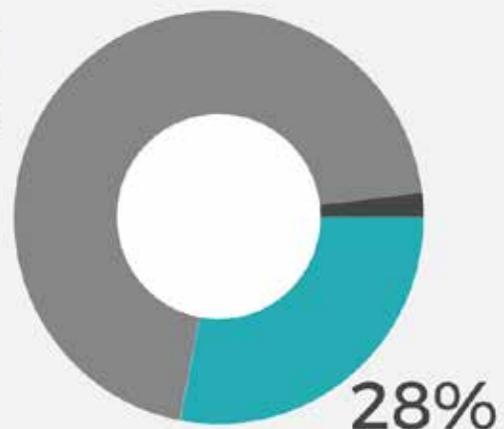


Abb. 3.: Ergebnisse aus dem 2014 durchgeführten Projekt „Projet Lac“, welches systematisch die Fischbiodiversität im Bodensee untersucht hat. Rechts: Anzahl an Fischen im Freiwasser des Bodensee-Obersees. Links: Biomasse der im Freiwasser gefangenen Fische (Grafik: S. Roch, nach ALEXANDER et. al 2016).

Mitte des 20. Jahrhunderts nur eine einzige unbestätigte Quelle, die den Stichling als im Bodensee vorkommend beschreibt (K. K. STATISTISCHE CENTRAL-COMMISSION 1874).

Wann nun genau der Stichling in den Bodensee gelangt ist, wird aktuell immer noch intensiv diskutiert. Einige Wissenschaftler gehen davon aus, dass er sich bereits vor rund 140 Jahren vom Alpenrhein aus in den Bodensee ausgebreitet hat (BERNER, et al. 2010; LUCEK et al. 2010). Wie bereits dargelegt, gibt es jedoch keinerlei Hinweise in der historischen Literatur, die auf eine flächendeckende Ausbreitung in dieser Zeit im See hindeuten. Auch ist es unwahrscheinlich, dass eine so auffällige Fischart, wie der Stichling, so lange Zeit unentdeckt geblieben ist, wohingegen mehrere seltene und versteckt lebende Fischarten, wie z.B. der Gründling, korrekt und wiederholt beschrieben wurden (HARTMANN 1795; KLUNZINGER 1892; SCHEFFELT & SCHWEIZER 1926). Eine natürliche Ausbreitung über den Rhein unterhalb des Bodensees ist äußerst unwahrscheinlich, da der Rheinfluss ein unüberwindbares Hindernis für Fische darstellt (GOUSKOV et al. 2016).

In den 1970er Jahren beschäftigte sich der Wissenschaftler Richard Muckle vom staatlichen Institut für Seenforschung und Seenbewirtschaftung mit dem Thema Stichling im Bodensee. Er sammelte Nachweise und Augenzeugenberichte von Fischern und Fischereibehörden um den ganzen See und rekonstruierte so die Ausbreitung des Stichlings. Neben einzelnen Sichtungen in Tümpeln und kleinen angrenzenden Flüssen und einem unbestätigten Vorkommen im Untersee in den 1930er Jahren, konnte der erste bestätigte Fund lediglich auf das Jahr 1951 datiert werden (MUCKLE 1972). Danach wurden Stichlinge immer öfter beobachtet und es erfolgte eine Ausbreitung im ganzen Untersee (Abb. 2). Ab dem Jahre 1959 wurde der Stichling dann auch im Obersee des Bodensees nachgewiesen, seit 1962 ist er flächig im gesamten See verbreitet (Fig. 2). Auch die Zahl an Stichlingen nahm deutlich zu: In den Uferbereichen konnte er in der ersten Hälfte der 1960er Jahre zum Teil massenhaft vorgefunden werden. Man erklärte sich das plötzliche Massenvorkommen mit dem damals erhöhten Nährstoffeintrag, die dadurch entstehende Eutrophierung

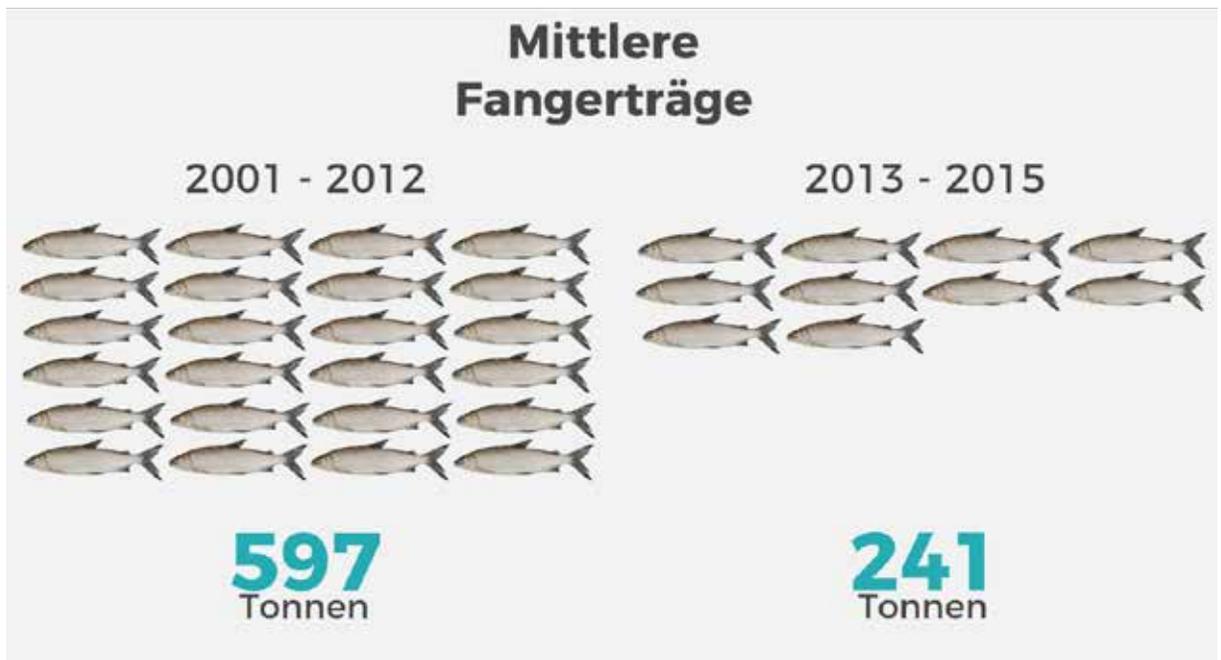


Abb. 4.: Mittlere Fangerträge der kommerziellen Felchenfischerei im Bodensee vor und nach dem massiven Anstieg der Dreistachligen Stichlinge im Freiwasser (Grafik: S. Roch, nach IBKF 2016).

des Sees und den damit verbundenen Anstieg an Fischnährtieren (MUCKLE 1972; NÜMANN 1972)). Dieses Massenvorkommen am Ufer bestand jedoch nur wenige Jahre und Ende der 1960er Jahre ging die Zahl an Stichlingen wieder stark zurück.

Wie ist der Stichling denn nun in den Bodensee gelangt? Aufgrund des plötzlichen Auftauchens der Fischart und den fehlenden historischen Nachweisen im See geht man heute davon aus, dass der Stichling durch den Menschen „eingeschleppt“ wurde (MUCKLE 1972; AHNELT UND AMANN 1994). Ob der Stichling absichtlich im Bodensee oder den Zuflüssen durch z.B. Aquarianer ausgesetzt wurde oder möglicherweise unabsichtlich durch z.B. Besatzmaßnahmen in den See kam, lässt sich heute

nicht mehr klären. Eine mögliche Herkunft der Bodenseestichlinge könnte das Elsass sein. Der Alsbacher Heimatforscher Richard Welschinger ging 1992 einer Geschichte nach, in der ein Fischer laut eigener Aussage bereits in den 1920er Jahren Stichlinge aus dem Elsass in den Mühlbach, einem Zufluss des Bodensees im nördlichen Teil des Untersees, ausgesetzt hatte (WELSCHINGER 1992). Nach Welschinger könnte diese Population nach jahrzehntelangem Schattendasein in diesem Bodenseezufluss in den 1940er Jahren in den See gewandert sein und sich anschließend dort ausgebreitet haben. Dieses Szenario würde sich räumlich und zeitlich mit den Ergebnissen von MUCKLE (1972) decken, wissenschaftlich belegen lässt es sich nur schwer.

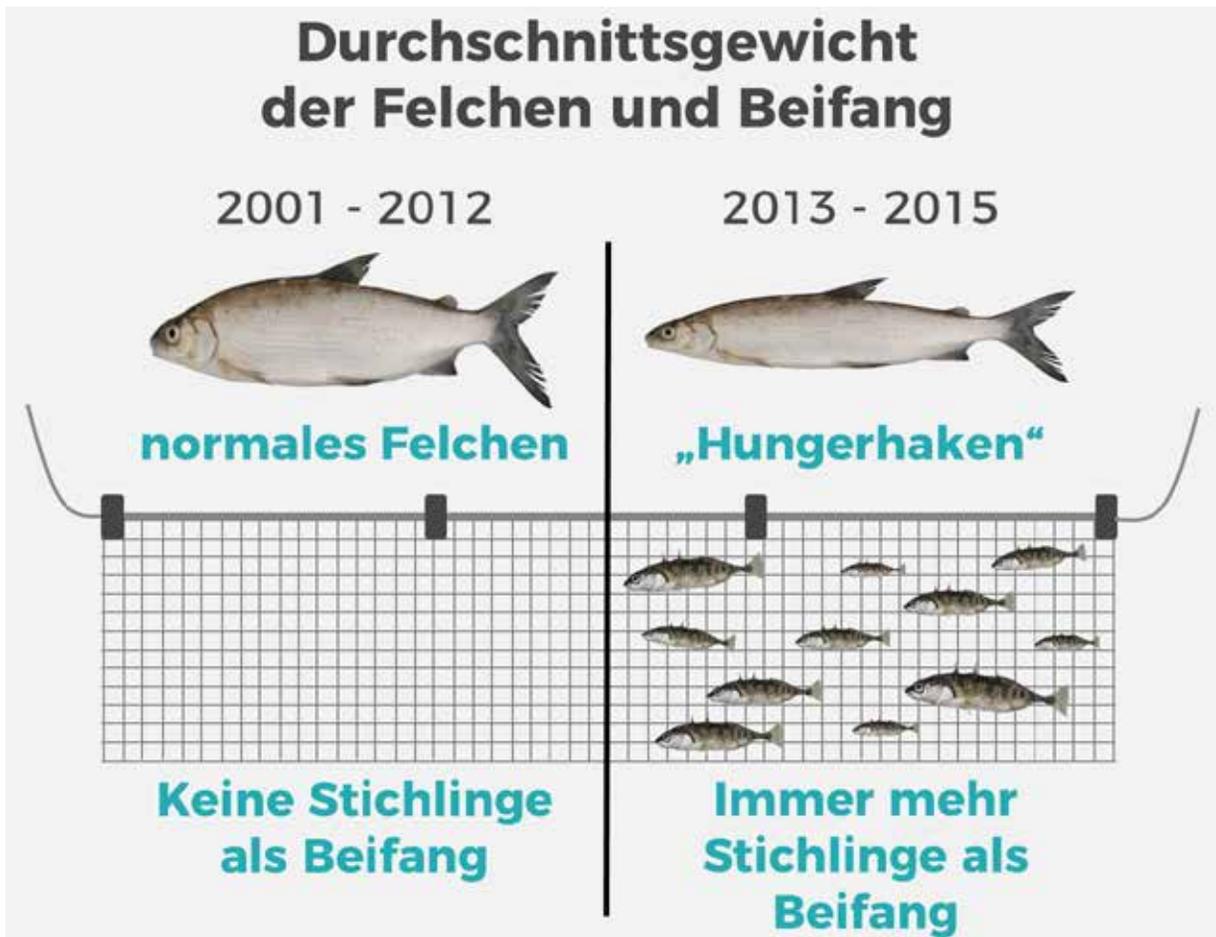


Abb. 5.: Durchschnittsgewicht der Felchen und Stichlinge als Beifang in den Jahren vor und nach dem massiven Anstieg der Dreistachligen Stichlinge im Freiwasser (Grafik: S. Roch, nach Rösch et al. 2017).



Abb. 6: Ein Stichling mit präpariertem Verdauungstrakt aus dem Bodensee. Neben Wasserflöhen und Hüpfertchen (rechts) findet man auch Fischeier im Magen (links). Während einer Besatzmaßnahme von Felchen im Jahr 2016 wurden Stichlinge mit einer großen Zahl an frischen Felchenlarven im Magen gefangen (Mitte) (Foto: S. Guegle, Bearbeitung: S. Roch).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Stichling eine für das Bodenseegebiet ursprünglich fremde Art ist, die sich frühestens ab den 1940er Jahren im Bodensee etabliert hat. Nach einem Massenaufkommen in den 1960er Jahren in den Uferzonen des Sees, ist er seitdem in geringer Zahl in vielen Flachwasser- und Uferzonen des Sees regelmäßig gesichtet. Der Stichling schien sich an seine neue Umgebung angepasst zu haben und es sind keine weiteren Auffälligkeiten zu seinem Vorkommen im Bodensee überliefert. Dies sollte sich im Jahr 2014 jedoch unerwarteterweise ändern.

## Heutiges Vorkommen des Stichlings im Bodensee

Obwohl man in der historischen Literatur immer wieder Informationen zu den Fischen im Bodensee findet und der See wissenschaftlich vergleichsweise gut untersucht ist, fehlten bis vor kurzem allein aufgrund seiner Größe und Tiefe umfassende und quantifizierbare Daten zu den Bestandsgrößen und der Verteilung der einzelnen in See lebenden Fischarten. Nur für wichtige Brotfische, wie z.B.

Felchen oder Barsch, gab es, aufgrund der Fangstatistiken der lokalen Fischerei und regelmäßiger Bestandsuntersuchungen, eine gute Datengrundlage. Vor diesem Hintergrund wurde im Jahr 2014 eine groß angelegte Befischungskampagne im Rahmen des „Project Lac“ ([www.eawag.ch/projet-lac](http://www.eawag.ch/projet-lac)) durchgeführt. In dieser Untersuchung wurde die Fischfauna des Bodensee quantitativ erfasst und sowohl die räumliche Verteilung, als auch die Fischbiodiversität im See genauer untersucht (ALEXANDER et al. 2016). Mit einer Reihe verschiedener Netzarten, inklusive 250 m tief gehender Vertikalnetze, elektrischer Fangmethoden und Echolotmessungen wurde sowohl der Ober- als auch der Untersee an randomisierten Stellen beprobt. Die gefangenen Fische wurden auf Artniveau bestimmt und für verschiedene wissenschaftliche Fragestellungen genutzt. Mit den Ergebnissen konnte man nun die Bestandsgrößen der einzelnen Fischarten im ganzen Bodensee, bzw. in einzelnen Habitaten bestimmen und z.B. mit anderen Gewässern vergleichen.

Die Resultate der Befischungen waren so überraschend wie erschreckend: Im Freiwasser des Bodensee-Obersees war der Stichling mit knapp



Abb. 7: Massenfang an Stichlingen in einem Bodennetz vor Langenargen (Foto: R. Rösch).

96 % die häufigste Fischart (Abb. 3). Zudem bildeten sie dabei immerhin 28 % der gefangenen Fischbiomasse aus (Abb. 3). Im Vergleich zu den wesentlich größeren, normalerweise das Freiwasser dominierenden, Felchen ist dies außergewöhnlich und für einen großen, tiefen und nährstoffarmen See weltweit einzigartig. Damit müsste man den Bodensee eigentlich als Stichlingssee kategorisieren. Dass der Felchenfang bescheiden war, wurde aufgrund der Erfahrungen der vorangegangenen Jahre bereits erwartet. Durch die Veränderungen im Nährstoffgehalt kommt es schon seit geraumer Zeit bei den Felchen zu einem starken Rückgang der Fangerträge. Nach einem deutlichen Anstieg der Nährstoffkonzentration in der Mitte des 20. Jahrhunderts, hat sich der Zustand heute wieder auf ein für einen Vor-Alpensee typisches Niveau reduziert. Die dadurch reduzierte Nahrungsgrundlage für die Felchen erklärte lange Zeit die sinkenden Erträge (BAER, et al. 2016).

## Auswirkungen des Stichlings auf den Bodensee und die Fischerei

Zusätzlich zu den rückläufigen Erträgen im Zuge der Nährstoffreduzierung halbierten sich die Fänge ab 2012 plötzlich und sanken in den folgenden Jahren weiter ab (Abb. 4, (IBKF 2016)). Aufbauend auf den Erkenntnissen des Projekts „Projet Lac“ wurden verschiedene Hypothesen aufgestellt, wie die massive Zunahme der Stichlinge im Freiwasser des Bodensee-Obersees sich auf das Ökosystem auswirken könnte. Weitere Untersuchungen wurden angestellt und es zeigte sich, dass parallel zu den stark sinkenden Fangerträgen von Felchen gleichzeitig der Beifang an Stichlingen stieg (Abb. 5, RÖSCH et al. 2017). Zudem stellte sich heraus, dass nicht nur die Fangzahlen an Felchen stark rückläufig waren, sondern auch das Durchschnittsgewicht der Felchen seit dem ersten massenhaften Auftreten der Stichlinge stark gesunken war (Abb. 5, RÖSCH et al. 2017).

Da sich Stichlinge im Freiwasser vor allem von Wasserflöhen und Hüpferlingen ernähren (Abb. 6, HYNES 1950), gibt es im Freiwasser des Sees eine Konkurrenz um die sowieso schon knappe Nahrung. Wie bereits erwähnt, ist durch die nährstoffarmen Verhältnisse im See die Produktion von Algen und damit auch das Wachstum von Zooplankton limitiert (STICH & BRINKER 2010). Das plötzliche Auftauchen des Stichlings und die damit zusammenhängende Abnahme an verfügbarer Nahrung können die zusätzlichen Rückgänge der Felchenerträge, sowie die durchschnittliche Gewichtsabnahme der Felchen, in den letzten Jahren erklären. Hinzu kommt, dass der Stichling nicht wählerisch ist und auch Fischeier und sogar Fischlarven frisst (MANICA 2002; GOTCEITAS & BROWN 1993). Seit dem späten 19. Jahrhundert werden im Bodensee jedes Jahr künstlich erbrütete Felchenlarven im Bodensee ausgesetzt (ECKMANN 2012). Die Eier werden dabei direkt von wildgefangenen Fischen gewonnen und die Larven werden entweder unmittelbar nach dem Schlupf oder nach ein paar Wochen Anfütterung ins Freiwasser entlassen (ECKMANN et al. 2007). Ziel dieser Maßnahmen ist es, den Larvenbestand zu erhöhen und so die Felchen zu unterstützen. Bei einer Befischung im Frühjahr 2016 wurden Stichlinge gefangen, welche sich direkt bei einer Besatzmaßnahme im Freiwasser aufgehalten hatten. Die Untersuchung des Mageninhaltes förderte hunderte von Felchenlarven zu Tage (Abb. 6). Damit gibt es einen direkten Hinweis, dass die Zunahme der Stichlinge sich nicht nur auf die Nahrungskonkurrenz für Felchen im Bodensee beschränken könnte, sondern dass auch die erfolgreiche Rekrutierung des Felchennachwuchs direkt betroffen sein kann. Es würde auch erklären, warum viele Stichlinge sich heute vor allem im Freiwasser in Schwärmen aufhalten und nicht wie normalerweise üblich eher in den Uferzonen nach Nahrung suchen.

Die Stichlingschwärme sind sehr unregelmäßig im See verteilt, wie ein Fleckenteppich. Daher ist es gar nicht so leicht Stichlinge gezielt mit Netzen zu fangen. An manchen Tagen sind tausende Fische im Netz zu finden (Abb. 7), an anderen nur einige wenige. Die Stichlinge sind aber auch am



Abb. 8: Stichlingsmännchen in seinem auffällig rot-orange gefärbten Laichkleid (Foto: R. Rösch).

Uferbereich anzutreffen, besonders während der Laichzeit. Dabei kann man vor Allem die auffällig rot-orange gefärbten Männchen beim Nestbau, der Brutpflege und der Verteidigung ihres Reviers beobachten (Abb. 8).

## Aktuelle Forschung – Das Problem verstehen

Aufgrund der vielen Unbekannten und Probleme, die das Massenaufkommen an Stichlingen im Bodensee verursacht, läuft an der Fischereiforschungsstelle ein mehrjähriges und umfangreiches Forschungsprojekt zur Stichlingsproblematik. Ziel ist es, die Lebensweise dieser gebietsfremden Art, sowie das Zusammenleben des Stichlings mit den heimischen Fischarten und die Konsequenzen daraus, zu erforschen. Zudem sollen auch die Ursachen, die für das neuartige Massenaufkommens maßgeblich sind, geklärt werden.

Ein zentraler Forschungspunkt stellen wissenschaftliche Echolot-Untersuchungen mit gleichzeitigen Schleppnetzfangen, zur Überprüfung und zum Vergleich der rückkehrenden Signale des

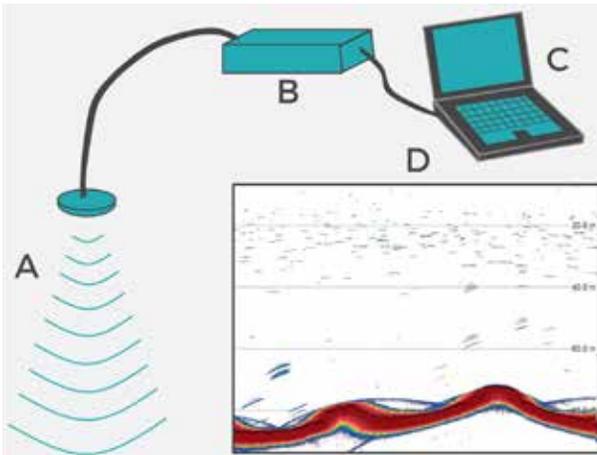


Abb. 9: Bestandteile einer Echlot-Einheit: A) Geber, B) Sendeempfänger, C) Computer, D) Echogramm einer Echlot-Fahrt auf dem Bodensee (Grafik: S. Gugele).

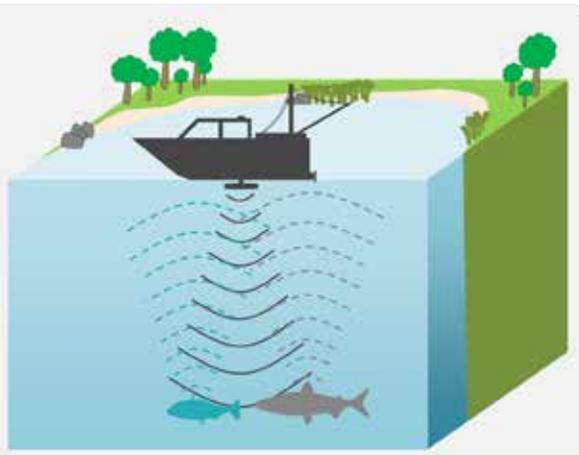


Abb. 10: Schallimpuls (dunkelgrau durchgehend) der auf einen Stichling und ein Felchen trifft, von diesen reflektiert wird und als Echo zum Geber zurückkehrt (türkis bzw. hellgrau gestrichelt) (Grafik: S. Gugele).

Echolots, dar. Ein Echlot besteht immer aus einem Sendeempfänger (engl.: Transceiver), einem Geber (engl.: Transducer) und einem Computer (Abb. 9). Ein Echlot funktioniert dann folgendermaßen: der Sendeempfänger leitet ein kurzes elektrisches Signal an den Geber weiter. Dieser wandelt die

empfangene elektrische Energie in einen Schallimpuls (den sogenannten Ping) um. In der Zeit zwischen ausgesendeten Schallimpulsen „lauscht“ der Geber auf rückkehrende Echos, die zum Beispiel durch das Auftreffen des Schallimpulses auf einen Fisch entstehen (Abb. 10) und wandelt die-



Abb. 11: Bandwürmer aus der Bauchhöhle des parasitierten Stichlings (Foto: S. Gugele).

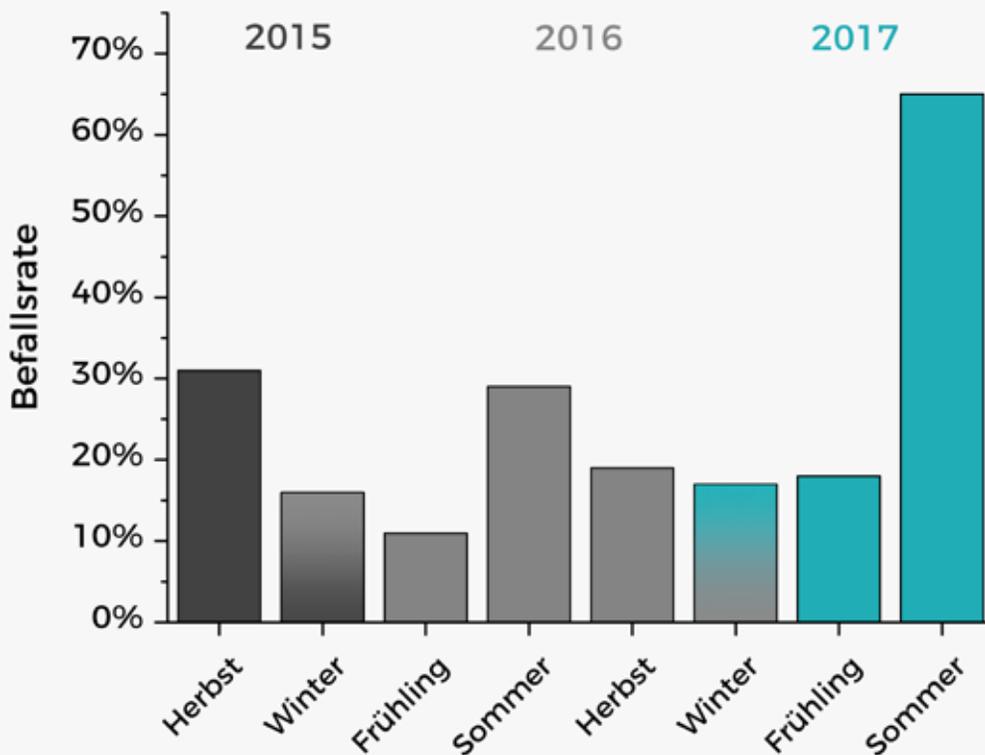


Abb. 12: Befallsrate des Stichlings im Jahresverlauf von Herbst 2015 bis Sommer 2017 (Grafik: S. Gugele).

se nach dem Empfangen in elektrische Spannung um. Die rückkehrende elektrische Spannung wird dann vom Sendeempfänger digitalisiert und vom Computer aufgenommen und gespeichert.

Die Daten, die aus den rückkehrenden Echos gewonnen werden, sollen dazu genutzt werden, eine Artunterscheidung zwischen Stichlingen und Felchen zu erreichen. Die Voraussetzung hierfür ist, dass sich die rückkehrenden Echos zwischen den Fischarten unterscheiden. Ist dies der Fall, können artspezifische Parameter aus den rückkehrenden Echos herausgefiltert werden, um die Fischarten verlässlich zu differenzieren. Damit kann eine haltbare Bestandsabschätzung gemacht werden und die Verteilung und Wanderdynamik der Stichlinge verfolgt werden. Informationen welche unerlässlich sind, um effektive fischereiliche Managementschritte entwickeln zu können.

Des Weiteren werden das Ausmaß und die Auswirkungen der Nahrungskonkurrenz und mögliche Schäden durch Laichraub und Larvenfraß von Stichlingen gegenüber anderen Fischarten durch monatlich durchgeführte Mageninhaltsanalysen bewertet. Somit kann die Nahrungskonkurrenz erfasst und potenzielle Effekte auf heimische Fischarten abgeleitet werden.

Stichlinge sind, genauso wie andere Fische, von Parasiten befallen. Einer davon ist der Bandwurm *Schistocephalus solidus* (Abb. 11). Da dieser Parasit bei hoher Befallsrate auch maßgeblich zur Verringerung des Stichlingsbestandes beitragen kann (HEINS et al. 2010) wird die Parasitierung sorgfältig verfolgt und so der Parasitierungsgrad im Jahresverlauf dokumentiert (Abb. 12). Die Befallsrate ist momentan so hoch wie noch nie und könnte regulierend in den Stichlingsbestand eingreifen.



Abb. 13: Stichlinge verschiedener Längen: Links: ein großer Stichling mit ca. 10 cm Länge, Mitte: ein Stichling mit durchschnittlicher Größe (6-7 cm) , Rechts: juvenile Stichlinge mit ca. 2-4 cm Länge (Foto: S. Gugele).

Um Einblicke in das Wachstum und die Alterszusammensetzung des Dreistachligen Stichlings im Bodensee zu bekommen, werden zudem Altersuntersuchungen mittels Gehörknöchelchen (Otolithen) an Fischen unterschiedlicher Größe (Abb. 13) durchgeführt. Die Möglichkeit unterschiedlicher Formen (Freiwasser- und Uferform) des Stichlings wird durch digitale Vermessungen und spezielle statistische Verfahren, der sogenannten landmarks-Technik, untersucht. Das Laichverhalten der gebietsfremden Art soll mithilfe von Netz- und Elektrofischerei, sowie Tauchgängen und Beobachtungen am ganzen Bodensee-Obersee aufgeklärt werden. Wenn Laichplätze aufgefunden werden, die gut und gezielt auf Stichlinge befischt werden könnten, wäre das ein fischereiliches Nadelöhr, an dem zukünftige Management-

pläne zur Regulation des Stichlingsbestandes wirken könnten. Mit Stellnetzfangen im Litoral und Pelagial werden mögliche regionale Unterschiede bezüglich des Bestandes, der Stichlingsform und des Nahrungsspektrums gezielt untersucht.

## Ausblick

Das plötzliche Massenaufkommen der Stichlinge im Bodensee scheint weitreichende Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht des Bodensees zu haben. Die gleichzeitigen Einbrüche in der Fischerei legen nahe, dass die aktuelle Stichlingsdominanz im Freiwasser signifikante Auswirkungen auf andere Fischarten, besonders Felchen, hat. Hier ist besonders die Nahrungskonkurrenz, um die ohnehin schon knappe Nahrung im nähr-

stoffarmen Bodensee, zu nennen. Der Laichraub und der direkte Larvenfraß durch Stichlinge könnten zudem den Nachwuchs direkt beeinträchtigen. Die momentane Befallsrate der Stichlinge mit dem Bandwurm *Schistocephalus solidus* lässt die Hoffnung aufkeimen, dass der Parasit regulierend in den Massenbestand eingreifen könnte. Eine deutliche und langfristige Entspannung der Situation ist momentan aber aufgrund jüngster hydroakustischer Untersuchungen und Schleppnetzbefischungen nicht absehbar. Die Fänge wurden dabei von juvenilen Stichlingen dominiert. Somit gibt es aktuell wieder eine zahlenmäßig sehr starke Generation an Stichlingen, die zumindest das pelagische Ökosystem des Bodensees noch weiter verändern wird.



# Stichlinge im Aquarium

Stefan K. Hetz

Der Dreistachelige Stichling, wissenschaftlich *Gasterosteus aculeatus*, wurde von Carl von Linné schon im Jahre 1758 beschrieben. Übersetzt bedeutet der Namen „Stacheliger Knochenbauch“, was auf den mit spitzen, verstärkten Flossenstrahlen bewehrten und Knochenplatten gepanzerten Körper hinweist. Jedoch gibt es deutliche Unterschiede in der Panzerung, worauf auch die Bezeichnungen verschiedener Formen mit zunehmenden Knochenplatten *leirus*, *semiarmatus* und *trachurus* hinweisen. Heute unterscheidet man in Europa eine südlich, westlich und binnenwärts orientierte Art, *Gasterosteus gymnurus*, und eine mehr nördlich und nach Osten orientierte Art, *Gasterosteus aculeatus* (siehe S. 17ff. „Wie viele Stichlingsarten haben wir in Deutschland?“ in diesem Heft).

Zusammen mit den spitzen Rücken- und Bauchflossen, die zur Drohung aufgestellt werden können sowie um sich gegenüber größeren Fressfeinden zur Wehr zu setzen, ist dieser kleine Wasserbewohner – die größten Tiere werden im Salzwasser ungefähr zehn Zentimeter lang, im Süßwasser bleiben die Fische meist deutlich kleiner – recht wehrhaft. Die Fische sind langgestreckt und besitzen einen langen dünnen Schwanzstiel mit einer recht kleinen Schwanzflosse: Ein ausdauernder Schwimmer ist der Stichling nicht. Dafür fallen die großen transparenten Brustflossen auf, mit der sich die Tiere fortbewegen und die auch bei der Brutpflege von großer Bedeutung sind.

Dass der Fisch schon vor 260 Jahren im ersten Werk der Systematischen Literatur aufgenommen wurde und seine wissenschaftliche Beschreibung bis heute gilt, zeigt den Bekanntheitsgrad dieser Art, der – obwohl die kleine Fischart keine wirtschaftliche Bedeutung besitzt – auf die weite Verbreitung in kleinen bis kleinsten Bächen, größeren Flüssen

sowie kleinen oder größeren stehenden Gewässern zurückzuführen sein dürfte. Regional hat der Stichling dabei viele unterschiedliche Namen erhalten: Stachelbarsch, Stickling, Steckerling, Stichbeutel sind nur einige davon.

Die Fischchen sind bei der Zusammensetzung der Wasserparameter, nicht wählerisch, was auf ihren evolutiven Ursprung im Salzwasser hinweist, in das sogar einige küstennahe Populationen einwandern. Diese gute Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Wasserparameter macht den Fisch auch zu einem interessanten Studienobjekt der Evolutionsforschung.

In einem frühen deutschsprachigen Büchlein (MÜLLER 1856) ist der Stichling als Besatz für Aquarien mit dem Hinweis erwähnt: „... **Stichlinge dürfen nicht in Gesellschaft vorgenannter Gattungen gebracht werden, denn sie richten durch ihren Muthwillen Schaden an.**“ Aber gerade für Naturliebhaber und Aquarianer dürfte der Stichling vor allem durch sein ausgeprägtes und komplexes Brutpflegeverhalten interessant gewesen sein. Futter für den Stichling gab es früher in Form von Wasserflöhen, Hüpferlingen und Mückenlarven in den vielen Tümpeln oder täglich frisch in Zoofachhandlungen und so bereitete die Haltung im Aquarium keine allzu großen Schwierigkeiten.

Bis zur Einführung farbenfroher exotischer Fische für die Warmwasseraquaristik war der Dreistachelige Stichling deshalb eine der beliebtesten Arten für das ungeheizte Zimmeraquarium. Einige Aquarianer sind noch heute der Meinung, dass es ein brutpflegendes Männchen farblich mit jedem Exoten aufnehmen kann. Innerhalb der organisierten Aquaristik ist es der Arbeitskreis Kaltwasserfische und Fische der Subtropen (AKFS) im Verband

Als Aquarienfisch ist der Stichling hervorragend geeignet und ein Garant für interessante Beobachtungen.  
(Foto: R. Suttner)



Abb. 1: Das smaragdgrüne Auge ist ein markantes Erkennungsmerkmal der Stichlingsmännchen zur Laichzeit.

Deutscher Vereine für Aquarien- und Terrarienkunde, in dem sich Stichlingsenthusiasten finden. Im Frühjahr, zum Beispiel während der Wanderung der adulten zwei- bis dreijährigen Tiere aus den Flüssen oder dem Küstenbereich, in denen die Tiere des Nordens überwintern (SCHEFFEL 2005), in die Laichgebiete in Gräben die bisweilen in Massen vorkommenden Stichlinge zu fangen, wenige geschlechtsreife Tiere mitzunehmen und daheim im ungeheizten Aquarium das komplexe Verhalten zu studieren, begeisterte ganze Generationen von jungen und alten Aquarianern. In den Städten wurden im vorletzten Jahrhundert mit dem Aufkommen der Aquaristik sogar regelmäßig Stichlinge in den Aquarienvereinen verkauft. Und auch Konrad Lorenz, der berühmte Verhaltensforscher, zeigte in seinem Büchlein „Er redete mit dem Vieh, den Vögeln und den Fischen“ im Kapitel Fischblut seine Begeisterung für den Stichling (LORENZ 1974).

**„Kein Tier wird von der Liebe so völlig verwandelt, keines erglüht in einem so buchstäblichen**

**Sinn aus Leidenschaft wie ein Stichling oder ein Kampffisch. Wer vermöchte mit Worten, wer als Maler mit Farben wiederzugeben; jenes glühende Rot, das die Seiten des Stichlingsmanns gläsern und durchsichtig macht, das irisierende Grünblau des Rückens, dessen Farbe und Leuchtkraft nur mit gewissen Geißler-Röhren verglichen werden kann, oder endlich jenes knallende Smaragdgrün des Auges?“**

Die Anekdote des Verhaltensforschers Nico Tinbergen, dass seine Stichlingsmännchen in ihren am Fenster stehenden Aquarien jedes Mal beim Vorfahren eines roten Postautos in Erregung gerieten, kennt wohl jeder Schüler aus der Biologie. Der Forscher bekam im Jahre 1973 zusammen mit Konrad Lorenz und Karl von Frisch den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin für seine Entdeckungen im Bereich des individuellen und sozialen Verhaltens.

Aus der Natur in ein geräumiges Aquarium von, je nach geplanter Besatzdichte, 80 bis 120 cm Kantenlänge gebracht, zeigen die männlichen Fische

oft schon nach wenigen Tagen, bedingt durch die Erhöhung der Temperatur und die Zunahme der Tageslänge ihr farbiges Hochzeitskleid (SCHNEIDER 1969). In kleineren unstrukturierten Aquarien von 80 cm kann nur ein Männchen mit zwei bis drei Weibchen gehalten werden. Möchte man auch das Revierverhalten zweier Männchen beobachten, sollte das Aquarium mindestens 120 cm groß sein und mit Pflanzengruppen, Wurzeln oder Steinen in genügend großen Abständen versehen sein, welche den Männchen als Marken für ihre ungefähr 40 bis 60 cm entfernten Reviere dienen. Weitere zugesetzte Männchen können jedoch keine neuen Reviere bilden und werden von den Inhabern der Reviere unterdrückt, was schon in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts von WUNDER (1930) detailliert untersucht wurde.

Für die Haltung in Aquarien sollten die Temperaturen nicht zu hoch sein, 18 bis 22°C genügen vollkommen. Der Bodengrund sollte mit Sand oder feinem Kies bedeckt sein. Wie oben schon genannt, ist eine Strukturierung mit Wurzeln oder Steinen zur Abgrenzung der Reviere und zum Verstecken der Weibchen nötig, genügend freie Flächen zum Anlegen der Nester sollten aber vorhanden sein. Eine Filterung ist im Aquarium notwendig, um eine

gute Wasserqualität zu erhalten, jedoch sollt man eine zu starke Strömung vor allem in Bodennähe vermeiden. Durch eine gewisse Oberflächenbewegung sorgt man für den Eintrag von Sauerstoff. Um die Fütterung sollte man sich schon früh Gedanken machen: Stichlinge schätzen Lebendfutter wie Wasserflöhe, Mückenlarven und Tubifex. Sie sind aber auch an Frostfutter zu gewöhnen. Will man die winzigen Jungfische aufziehen, ist die Zucht von Salinenkrebsschen (*Artemia*) notwendig es sei denn, man kann genügend kleines Planktonfutter beschaffen.

Ein Aquarium mit Stichlingen kann man auch an einer geeigneten Stelle im Garten oder auf einer Terrasse aufstellen, nur sollten dort die Temperaturen nicht zu hoch sein. Neben der Haltung im Aquarium kann man Stichlinge auch sehr gut im Gartenteich halten, dort kann man sie zwar – anders als im Aquarium – nur von oben beobachten, aber auch das ist eine sehr spannende Angelegenheit vor allem wenn der Teich so groß ist, dass man gleich mehrere Männchen mit den entsprechenden Revieren halten kann.

Die Tiere bekommt man im Handel für Gartenteichfische. Nicht immer kann man im Frühjahr erkennen, welches Geschlecht die erworbenen Tiere haben,



Abb. 2: Das Männchen beim Nestbau. Das Pflanzenmaterial wird durch Maulstöße und Nierensekret in Form gebracht.



Abb. 3: Ein Stichlingsmännchen im Laichkleid.

es kann also Überraschungen geben und das eine oder andere Weibchen kann sich – wenn sich die Gelegenheit ergibt und ein Revier frei wird – als Männchen entpuppen. Eine Entnahme von Stichlingen aus der Natur ist verboten bzw. nur mit der Genehmigung der zuständigen Behörde erlaubt. Ebenfalls darf man Fische aus dem Aquarium oder dem Gartenteich auch nicht in natürliche Gewässer zurücksetzen, gleich gar nicht, wenn es dort schon – natürliche – Populationen des Stichlings gibt, die sich bisweilen sehr stark voneinander unterscheiden.

Die Fortpflanzungsbiologie des Stichlings ist früher ein beliebtes Thema im Biologieunterricht gewesen. Oftmals studierten Schüler das Balz- und Laichverhalten. Zuvor ist der Stichling Objekt von mehreren Generationen Verhaltensforschern gewesen, die ihre Erkenntnisse durch Beobachtungen und Experimente in Aquarien gewonnen haben. Jeder Aquarianer sollte die folgenden Schilderungen selbst einmal beobachtet haben. Der Stichling ist nicht weniger interessant als exotische Fische!

## Revierverhalten und Nestbau

Männchen, die im Aquarium genügend Platz haben, grenzen innerhalb weniger Tag die Reviere mit einer Fläche von ungefähr  $50 \times 50$  cm Fläche ab und fangen mit dem Bau eines Nestes an. Andere Fische – besonders andere männliche Fische in Brutfärbung – werden vom Männchen, welches in seiner Brutfärbung mit roter Kehle und grünlich irisierendem Rücken sehr imposant erscheint, vehement und äußerst nachdrücklich vertrieben. Auch nicht laichwillige Weibchen werden nicht geduldet.

Zum Nestbau wird an einer geeigneten Stelle am Boden eine flache Kuhle im weichen Bodengrund ausgehoben. Das Männchen trägt nun ins Zentrum dieser Kuhle verschiedene Pflanzenteile, fädige Algen und anderes faseriges Material ein und verklebt dieses mit einem Sekret, welches von den Nebennieren ausgeschieden wird. Das Nest drückt sich meistens sehr flach an den Boden und enthält nach der Fertigstellung durch das Männchen eine Röhre mit – in einigen Fließgewässern – Eingang auf der strömungsabgewandten Seite und einem kleineren, teilweise kaum sichtbaren

Ausgang auf der Gegenseite. Diese Röhre wird vom Männchen durch Hineinschlüpfen in Form gebracht. Nach einer Tarnung mit Sand, welcher vom Männchen auf dem Nest verteilt wird sowie dem Anbringen von einem bis wenigen langen Pflanzenteilen in der Neströhre, die aus dem Eingang ragen, ist das Nest fertig.

## Balz und Ablaichen

Beim Erscheinen eines laichreifen Weibchens, welches sich durch eine besondere Färbung und Verhaltensweise und Körperstellung als solches zu erkennen gibt und auch etwas größer als das Männchen sein kann, nähert sich das Männchen dem Weibchen in einer eigentümlichen zickzackförmigen Schwimmweise. Mit diesem Zickzackschwimmen wird das Weibchen auch zum Nesteingang gelockt. Folgt das Weibchen nach dieser Aufforderung dem Männchen zum Nest nach, stupst das Männchen

mit seiner Schnauzenspitze zum Nesteingang und lädt so das Weibchen zum Laichen ein. Teilweise schlüpft das Männchen auch tiefer in das Nest hinein oder kriecht sogar hindurch. Sofort oder nach ein paar Stupsern folgt das Weibchen und schlüpft in den Nesteingang, wo es, stimuliert durch Berührungen des Schwanzstiels und des Rückens durch die Schnauze des Männchens, den Laich abgibt. Nachdem das Weibchen aus dem Nest geschlüpft ist, schlüpft das Männchen hinein und besamt das Gelege. Die Eier des Geleges besitzen einen Durchmesser von ungefähr einem Millimeter und kleben als Klumpen im Nest zusammen.

In einem Nest können sich auch Gelege unterschiedlicher Weibchen befinden. Auch können die einzelnen Weibchen nach einer gewissen Zeit weitere Eier in ihren Gonaden heranreifen lassen und somit weitere Gelege produzieren, offenbar auch mehrmals. Die ungefähre Anzahl der von einem Weibchen produzierten Eier beträgt zwischen 60 und 120 in



Abb. 4: Bei den Stichlingen ist das Männchen für die Gelegepflege zuständig.

einem Gelege (WOOTTON 1973). Größere Weibchen produzieren größere Gelege, die bei sehr großen Weibchen bis zu 300 Eier enthalten können.

## Gelegebetreuung

Die Eier werden vom Männchen nach der Ablage betreut. Dazu fächelt das Männchen mit den Brustflossen dem Gelege im Nest frisches Wasser zu, um die Sauerstoffversorgung zu gewährleisten. Zum Teil werden die Nester auch mit mehreren zusätzlichen Löchern versehen, um die Zirkulation des Wassers um die Eier zu erhöhen. Sicher dient das Befächeln auch dem Freihalten des Geleges von Sediment, welches sonst sehr schnell das Gelege und die Eier bedecken würde (SUTTNER 2001). Auch werden Gegenstände, die in der Nähe des Nests zu liegen kommen, wie durch die Wasserströmung herangespülte Steinchen oder herankriechende Wasserschnecken sofort entfernt.

Die Jungfische schlüpfen, je nach Temperatur (bei höheren Temperaturen schneller) nach wenigen Tagen. Bis sie den Dottersack aufgebraucht haben, bleiben sie noch im Nest und werden vom Männchen geschützt. Nach dem Freischwimmen halten sie sich im Nestbereich auf und werden dort vom Männchen geschützt. Kurzfristige Änderungen der Wasserführung nach Gewittern mit Starkregenfällen oder gründelnde Wasservögel können in der Natur jedoch die Nester zerstören und den Bruterfolg zunichtemachen. Die Männchen bauen dann nach wenigen Tagen ein neues Nest.

Die Jungfische entfernen sich nach wenigen Tagen vom Nest und werden auch von anderen Stichlingen, zum Teil sogar von älteren „Geschwistern“, als Nahrung angesehen. Die Heranwachsenden schließen sich zu größeren Gruppen zusammen und wandern im Herbst in größere Gewässer ab, wo sie den Winter zum Teil in größeren Gruppen verbringen. In früheren Zeiten müssen die Schwärme der jungen



Abb. 5: Ein Dreistachliger Stichling vor seinem Nest.

und adulten Stichlinge offenbar sehr groß gewesen sein, so dass man die kleinen Fische bisweilen sogar als Schädling ansah. In den Kleinen Mitteilung der Beilage der „Blätter für Aquarien und Terrarienfremde“ vom 27. Januar 1891 schreibt Fischhändler Hübner-Ebing:

***Ueber die Schädlichkeit des Stichlings sprach Fischhändler Hübner-Ebing auf dem III- Fischereitage zu Danzig. Er schildert den Schaden, der der Fischerei überhaupt durch das massenhafte Auftreten des Stichlings während des letzten Frühjahres im Drausensee und Elbingflusse zugefügt worden, wo er dichtgedrängt auf den Fischplätzen erschienen sei, so daß alle andere Fischerei unmöglich gewesen; er wünscht Unterstützung des Deutschen Fischerei-Vereins für nächstes Frühjahr; die Stichlinge müßten mit Kätschern herausgenommen und in Gruben begraben werden, wie er solches im letzten Frühjahre gethan habe, und zwar habe er für den Doppelzentner 10 Pf. bezahlt und im Ganzen 40 Mk. ausgegeben, ohne erheblich geholfen zu haben; größere Ausgaben zu machen, übersteige seine Kraft. Der Schriftführer des Westpreussischen Fischerei-Vereins Dr. Seligo-Langenhuf, theilt mit, daß der dreistachelige Stichling im Haff in ungeheuren Mengen vorkommt und dann im Frühjahr in die Haffflüsse, namentlich die Elbing, steigt und zwar in solchen Mengen, daß sie den ganzen Strom bedecken, dabei getötet werden und sonst zu Grunde gehen, so daß sie oft fußhoch das Strandbett bedecken und einen schrecklichen Gestank entwickeln, weshalb in sanitärer Beziehung vorgegangen werden müsse.***

Der höhere Erfolg der Reproduktion durch die aufopfernde Brutpflege der männlichen Tiere ist jedoch auch mit einer höheren Sterblichkeit im Vergleich zu den nicht an der Fortpflanzung beteiligten Tieren verbunden (SMITH & WOOTTON 1995). Brutpflegende Männchen haben durch die Verteidigung des Reviers und das Befächeln des Geleges offenbar einen hohen Energieverbrauch und nehmen während dieser Zeit oft wenig oder gar keine Nahrung auf (LEINER 1929). Auch Scheffel (2005) erwähnt, dass die Lebenserwartung der Fi-

sche nicht hoch ist und viele adulte Tiere im Alter von 2 bis 3 Jahren nach dem Laichen zugrunde gehen.

## Forschung

Stichlinge sind im Laufe der Zeit nicht nur beliebte Studienobjekte in der Verhaltensforschung geworden. In diesen Studien konnten die Grundfragen der Verhaltensbiologie wie nach den Gründen und der Funktion von Verhaltenselementen, deren Evolution und Entwicklung im Individuum untersucht werden. Eine Übersicht geben HUNTINGFORD & RUIZ-GOMEZ (2009). Auch die Erkenntnis, dass Fische bisweilen Unterschiede im Verhalten zeigen, also so etwas wie eine „Persönlichkeit“ entwickeln, ist ein Ergebnis dieser Studien.

Mit zunehmender Erforschung und genauer Beobachtungen wurden Stichlinge auch Modelltiere für andere Forschungsbereiche. Dazu gehört unter anderem die Parasit-Wirt-Interaktion. So zeigen mit den Larven eines Bandwurms infizierte Stichlinge ein verändertes Fressverhalten (BARBER et al. 2000). Sie bevorzugen im Vergleich zu nicht infizierten Tieren kleinere Futtertiere. Hier fällt es nicht immer leicht zwischen Effekten des Parasiten und des Wirtes zu unterscheiden, was die Erforschung sehr spannend macht.

Aber auch die Forschung zur Artbildung, zu Hormonen, deren Steuerung über Temperatur und Tageslänge, den genetischen Gründen der Salztoleranz und vielen weiteren Themen haben diesen kleinen Fisch zu einem in mehreren tausend Publikationen beachteten Lebewesen gemacht. Dieses und das oben genannte Verhalten sowie der Verlust vieler Lebensräume sollten diese Art mit der Wahl zum Fisch des Jahres 2018 wieder etwas mehr in unser Bewusstsein rufen.



# Vorsicht Wirtswechsel

Alexander Seggelke

Wieso bewegt sich der Stichling noch? Es besteht doch kein Zweifel, dass der Proband auf meinem Seziertisch tot ist. Der aufgeblähte Leib ruckelt und zuckt. Mit einem Skalpell öffne ich die Bauchhöhle und was zum Vorschein kommt ist nicht die Leber, nicht der Darmtrakt und auch keine anderen Organe, es ist ein dicker blasser Wurm! Ein Parasit, in diesem Fall der wohl bekannteste unter den Schmarotzern, *Schistocephalus solidus*.

*Schistocephalus solidus* ist ein Bandwurm, der sich den Stichling als Wirt gesucht hat. Keine Seltenheit, denn der Dreistachlige Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) ist sein Lieblingsopfer. Dabei nutzt der Parasit den Stichling nur als Zwischenwirt. Er wechselt seinen Wirt sogar mehrfach. Ein erhebliches Risiko, welches der Parasit in seinem Lebenszyklus auf sich nimmt. Seine Reise durch die unterschiedlichen Organismen gleicht einem Glücksspiel, allerdings ein durchaus Berechnetes. Es beginnt damit, dass die kaum bewegliche Larve (*Coracidium*) von einem Ruderfusskrebs gefressen wird, in der Hoffnung als „blinder Passager“ auf dem Speiseplan des Stichlings zu landen. Dabei scheint *Schistocephalus* im Ruderfusskrebs einen gezielten Zeitpunkt auszuwählen, um den nächsten Wirtswechsel zu initiieren. In der Leibeshöhle des Hüpfelings entwickelt sich die Larve zum Prozerkoid. Nach etwa 13-15 Tagen animiert der Parasit seinen Wirt zu auffälligen Schwimmbewegungen und lässt ihn somit zu einer leichten Beute für den Dreistachligen Stichling werden. (Liverpool Arbeitsgruppe, Hammerschmidt). Nur im Stich-

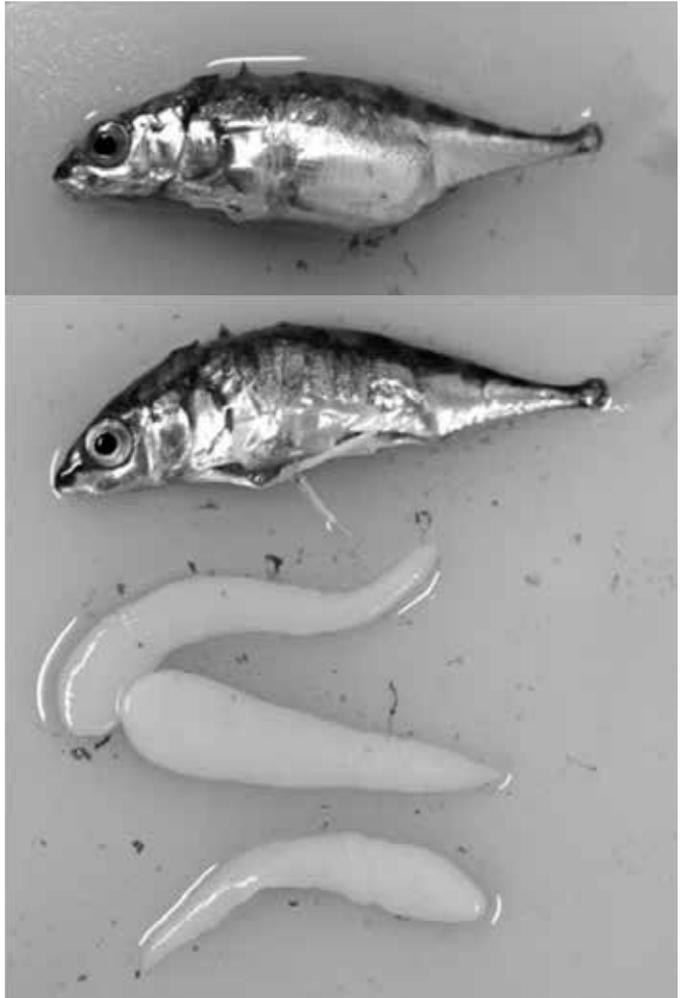


Abb. 1: Dreistachliger Stichling mit Parasiten *Schistocephalus solidus*

ling kann sich der Parasit festsetzen, zum Ple-rozerkoid entwickeln und zu einem stattlichen Wurm heranwachsen. Ein anderer Prädator beendet den Lebenszyklus des Parasiten. Der Wurm lebt in der Bauchhöhle des Stichlings und labt sich an den Körperflüssigkeiten seines Wirtes. In

Der Stichling ist eine beliebter Wirtsfisch für Parasiten. (Foto: H. Frei)

dieser Zeit zehrt er seinen Wirt auf und vervielfacht sein Eigengewicht in nur wenigen Wochen um das bis zu 10.000-fache. Wissenschaftler fanden sogar heraus, dass sich der Parasit mit Vorliebe einen jungen robusten Wirt auswählt (PENNYCUICK 1971 a, b). Obwohl sein Wirt unter dem Befall zu leiden hat, darf es der Wurm nicht übertreiben. Der Tod des Stichlings, würde auch das Ende des eigenen Lebenszyklus bedeuten. Über viele Jahrtausende hat sich gar ein notwendiges Kräftegleichgewicht eingependelt, dass für den Stichling jedoch zwangsläufig mit dem Tod endet. Im Zwischenwirt ist die Reise von *Schistocephalus*

*solidus* erst im Magen eines fischfressenden Vogels beendet. Dort paart sich der Bandwurm, die Eier werden ausgeschieden und sein Lebenszyklus beginnt von Neuem.

Dieses Beispiel verdeutlicht die Komplexität von koevolutionären Interaktionen im Tierreich.

Ein anderer bekannter Parasit bei Stichlingen ist *Glugea anomala* Moniez (1887). Der Befall des Stichlings mit der Microsporidie, auch Glugea-Krankheit genannt, zeigt sich oft in Form äußerlich erbsengroßer Beulen, durch monströse Veränderung der Muskulatur und Schäden im Darmepithel und kann bestandsvernichtende Folgen haben.

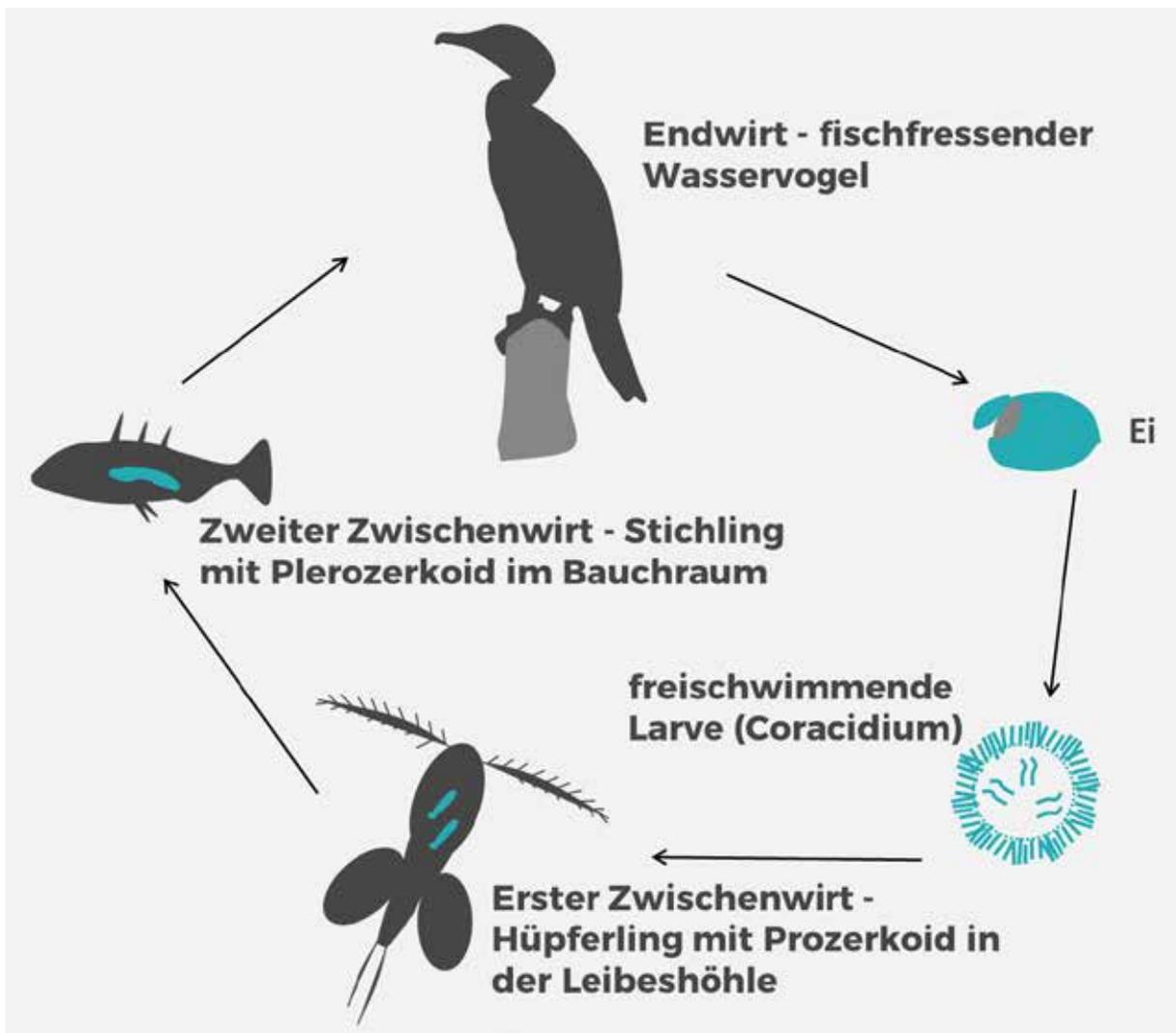


Abb. 2: Lebenszyklus des Parasiten *Schistocephalus solidus*; Grafik: Sarah Gugele/FFS

Der intrazelluläre Parasit lebt im Meer-, Brack- und Süßwasser und ist in Europa, den baltischen Regionen, Asien und Amerika weit verbreitet (WARD et al. 2005).

Die Infektion mit *Glugea anomala* erfolgt oral und führt dazu, dass die Erkrankung zunächst

in gastrointestina-  
len Organen des  
Wirtes auftritt, wo  
sie beginnt, sich  
im gesamten Or-  
ganismus des Wir-  
tes auszubreiten.  
Die Proliferation  
in den Wirtszellen  
verursacht eine  
Hypertrophie, ge-  
folgt von Xenomen,  
äußerlich sichtba-  
ren Zysten auf der  
Hautoberfläche mit  
einer Länge von 4  
mm bis zu 8 mm

Durchmesser (WARD et al. 2005).

Die Zysten brechen auf, geben die Sporen in das Wasser frei und infizieren andere Organismen (WARD et al. 2005). *Glugea anomala* gilt daher als hoch ansteckend.

Aufgrund der sich in den Zellen des Wirtes vermehrenden Microsporidien leidet der Wirt unter massiven Energieverlust mit häufig letalen Folgen (WARD et al. 2005).

Der Dreistachlige Stichling ist ein gern gewählter Wirt in der Wissenschaft. Heutzutage ist kaum eine Fischart in der Parasitologie so intensiv erforscht wie der Stichling. Sein vielfältiger Befall unterschiedlichster Organismen, möglicherweise auch bedingt durch seine komfortable in-situ-Haltung, lässt die Forscher jährlich über 200 wissenschaftliche Arbeiten veröffentlichen (Barber 2013) und macht den Dreistachligen Stichling für Evolutionsforscher genauso wichtig wie die Fruchtfliege und die Wanderratte.

Koevolutionäre Interaktionen sind im Tierreich weitverbreitet. Schätzungen zufolge sind sogar etwa 30-60 % aller Organismen parasitär.

Neben unterschiedlichen Plattwürmern (*Plathelminthes*) nutzen auch Rundwürmer (*Aschelminthes*), Pilze (*Fungi*), Ringelwürmer (*Annelida*), Protisten (*Protista*), Weichtiere (*Mollusca*), Gliederfüßer (*Arthropoda*) den Dreistachligen Stichling als Wirt oder Zwischenwirt.

## Parasitismus

Der Begriff Parasitismus beschreibt die ausbeuterische Beziehung zwischen zwei verschiedenen Arten mit einseitigem Nutzen.

Unterschieden wird zwischen dem Wirt und dem Parasiten (auch Schmarotzer genannt).

Der Parasit ist physiologisch vom Wirt abhängig und bezieht von ihm Nährstoffe oder ernährt sich von dessen organischer Substanz.

Der Wirt wird dabei geschädigt, bleibt aber in der Regel am Leben.

Das Gegenteil vom Parasitismus ist die Symbiose. Ähnlich wie beim Parasitismus stehen die Organismen in einer engen Beziehung, die allerdings für beide Vorteile besitzt.

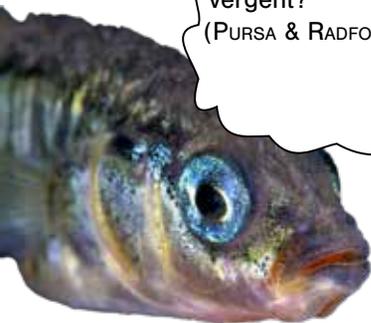
Ein prominentes Beispiel dafür ist die in Deutschland vom Aussterben bedrohte Bachmuschel (*Unio crassus*). Adulte, trüchtige Weibchen der Bachmuschel können bis zu 100.000 Muschellarven (Glochidien) ins Wasser abgeben. Einige wenige der Glochidien werden mit dem Atemwasser der Wirtsfische,

wie bspw. den Dreistachligen Stichlingen, eingesogen, so dass sie sich in den Kiemen festsetzen können. Nach einer parasitären Phase von ca. 6 Wochen wandeln sie sich zu Jungmuscheln um, verlassen die Wirtsfische und verkriechen sich im Bodensediment. Dort reifen sie innerhalb eines Zeitraumes von 1-3 Jahren zur ausgewachsenen Muschel heran.



# Wissenswertes zum Stichling

Alexander Seggelke



Wusstest du, dass den Stichlingen bei Lärm der Appetit vergeht?  
(PURSA & RADFORD 2011)



Wusstest du, dass die Aufzucht der Nachkommen ist Männersache?  
(SAMUK et al. 2014)



Wusstest du, dass der Stichling in einigen Regionen auch als Henker mit Irokesenschnitt bezeichnet wird?  
(URL 1)

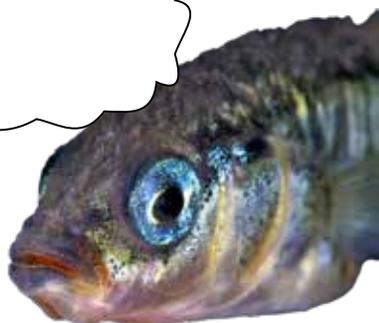


Wusstest du, dass die Wanderform der Stichlinge sich eine Rüstung aus Knochenplatten entlang der Seitenlinie zugelegt hat?  
(URL 2)

Stichlingsweibchen und männliche Stichlinge außerhalb der Laichzeit haben eine gedeckte silbrige Färbung mit schwarzbrauner Marmorierung und grünlichem Einschlag, die sie mit den Unterwasserpflanzen optisch verschmelzen lassen. (Foto: H. Frei)



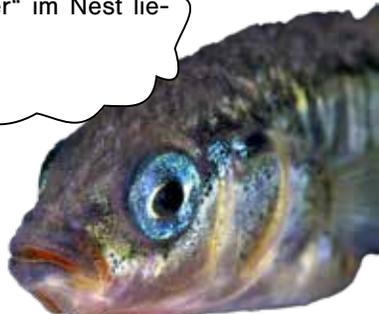
Wusstest du, dass der Stichling für Evolutionsbiologen so wertvoll ist wie die Fruchtfliege und die Wanderratte?  
(URL 3)



Wusstest du, dass sich das Gewicht eines Stichlings bei Parasitenbefall mehr als verdoppeln kann?



Wusstest du, dass der Stichling sowohl im Süßwasser als auch im Salzwasser lebt und somit eine hohe Toleranz gegenüber dem Salzgehalt seiner Umgebung aufweist?  
(URL 7)



Wusstest du, dass das Stichlingsmännchen seinen kompletten Nachwuchs auffrisst, sollten zu viele „Kuckuckseier“ im Nest liegen?  
(URL 4)



Wusstest  
du, dass Stichlinge  
am Geruch die Größe ihrer  
Artgenossen erkennen können?  
(URL 5)



Wusstest  
du, dass ein Stich-  
ling in einer Gruppe seine  
Persönlichkeit verliert, sich also  
der Mehrheit anschließt?



Wusstest  
du, dass die Stich-  
linge über genetische Wei-  
tergabe von Umgebungsinforma-  
tionen ihren Nachwuchs auf den  
Klimawandel vorbereiten?  
(URL 6)



Wusstest  
du, dass in den Ab-  
rutzen frittierte Stichlinge als  
Vorspeise gereicht werden?



# Literatur

- Adalsteinsson, H. (1979): Size and food of arctic char *Salvelinus alpinus* and stickleback *Gasterosteus aculeatus* L. in Lake Mývatn. *Oikos* 32: 228-231.
- Ahnelt, H. and E. Amann (1994): *Gasterosteus aculeatus* (Pisces, Gasterosteidae) in Österreich - eine Lanze brechen für den Dreistachligen Stichling?, *Österr. Fisch.*, vol. 47, pp. 19-23.
- Alexander, T.J., P. Vonlanthen, G. Périat, J.-C. Raymond, F. Degiorgi, and O. Seehausen (2016): Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischpopulation im Bodensee, *Projet Lac*, Eawag, Kastanienbaum.
- Baer, J., R. Eckmann, R. Rösch, R. Arlinghaus und A. Brinker (2016): Managing Upper Lake Constance fishery in a multi-sector policy landscape: beneficiary and victim of a century of anthropogenic trophic change, in *Inter-Sectoral Governance of Inland Fisheries*, A. M. Song, S. D. Bower, P. Onyango, S. J. Cooke, and R. Chuenpagdee, Eds. Canada: TBTI Publication Series.
- Baldner, Leonhard (1666): *Vogel-, Fisch- und Thier-Buch*, Faksimile, Verlag Müller & Schindler, Stuttgart
- Barber, I. (2013): Sticklebacks as model hosts in ecological and evolutionary parasitology. *Trends in Parasitology*, vol. 29, issue 11, S. 556-566
- Barber, I., Hoare, D. und Krause, J. (2000): Effects of parasites on fish behaviour: a review and evolutionary perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10 (2): 131-165.
- Berner, D., M. Roesti, A. P. Hendry, and W. Salzburger (2010): Constraints on speciation suggested by comparing lake-stream stickleback divergence across two continents, *Mol. Ecol.*, vol. 19, no. 22, pp. 4963-4978.
- Binot-Hafke, M., Gruttke, H., Haupt, H., Ludwig, G., Otto, C. & Pauly, A. (2009): Einleitung und Einführung in die neuen Roten Listen. - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(1): 9-18.
- Brunken, H., Dänhardt, A. & Salva, J. (2015): Diadrome Fische als Wanderer zwischen den Welten. - In: *Die Jade - Flusslandschaft am Jadebusen* (Hrsg. OLV und BSH), Oldenburg Isensee Verlag: 210-223.
- Brunken, H. & Winkler, M. (2017): *Fischfauna-online 2.0*. Digitaler Fischartenatlas von Deutschland und Österreich. - Hrsg. Gesellschaft für Ichthyologie e.V. und Hochschule Bremen. World Wide Web electronic publication. [www.fischfauna-online.de](http://www.fischfauna-online.de) [download-Datum] DOI: 10.13140/2.1.1540.5129
- Denys, G. P. J., Geiger, M. F., Persat, H. Keith, P. & Dettai, A. (2015): Invalidity of *Gasterosteus gymnasium* (Cuvier, 1829) (Actinopterygii, Gasterosteidae) according to integrative taxonomy. *Cybio* 39(1): 37-45.
- Eckmann, R. (2012): Massive stocking with hatchery larvae may constrain natural recruitment of whitefish stocks and induce unwanted evolutionary changes, *Adv. Limnol.*, vol. 63, no. 12, pp. 325-336.
- Eckmann, R., M. Kugler and C. Ruhlé (2007): Evaluating the success of large-scale whitefish stocking at Lake Constance, *Adv. Limnol.*, vol. 60, pp. 361-368.
- Eick, D. & Thiel, R. (2014): Fish assemblage patterns in the Elbe estuary: guild composition, spatial and temporal structure, and influence of environmental factors. *Marine Biodiversity* 44 (4): 559-580.
- Elliott, M. & McLusky, D. S. (2002): The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55: 815-827.
- Eschmeyer, W.N., Fricke R. & van der Laan, R. (eds.) (2017): *Catalog of Fishes: genera, species, references*. - <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 01.11.2017.

- Freyhof, J. (2009): Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces). - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(1): 291-316.
- Freyhof, J. & Kottelat, M. (2008): *Gasterosteus gymnurus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T135591A4155004. - <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T135591A4155004>. en. Downloaded on 06 October 2017.
- Froese, R. & Pauly, D. (eds.) (2017): FishBase. - World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), (06/2017).
- Füllner, G., Pfeifer, M., Völker, F. & Zarske, A. (2016): Atlas der Fische Sachsens. Rundmäuler, Fische, Krebse. 2. überarb. Aufl. - Dresden (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie & Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden), 408 S.
- George, E. L. & Hadley, W. F. (1979): Food and habitat partitioning between rock bass (*Ambloplites rupestris*) and smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) young of the year. *Transactions of the American Fisheries Society* 108: 253-261.
- Gotceitas, V. and J. A. Brown (1993): Risk of predation to fish larvae in the presence of alternative prey: effects of prey size and number, *Mar. Ecol. - Prog. Ser.*, vol. 98, pp. 215-215.
- Gousskov, A., M. Reyes, L. Wirthner-Bitterlin, and C. Vorburger (2016): Fish population genetic structure shaped by hydroelectric power plants in the upper Rhine catchment, *Evol. Appl.*, vol. 9, no. 2, pp. 394-408.
- Hartmann, G.L. (1795): Ueber den Bodensee: Ein Versuch. St. Gallen: Huber.
- Hartmann, G.L. (1808): Versuch einer Beschreibung des Bodensees. St. Gallen: Huber.
- Heins, D.C., E. L. Birden and J. A. Baker (2010): Host mortality and variability in epizootics of *Schistocephalus solidus* infecting the threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, *Parasitology*, vol. 137, no. 11, pp. 1681-1686.
- Heller, C. (1871): Die Fische Tirols und Vorarlbergs, *Z. Ferdinandeums Für Tirol Vorarlb.*, vol. 16, pp. 295-369.
- Huntingford, F. A. und Ruiz-Gomez, M. L. (2009): Three-spined sticklebacks *Gasterosteus aculeatus* as a model for exploring behavioural biology. *Journal of Fish Biology* 75 (8): 1943-1976.
- Hynes, H. B. N. (1950): The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of the methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.* 19: 36-58.
- Hynes, H.B.N. (1950): The Food of Fresh-Water Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a Review of Methods Used in Studies of the Food of Fishes, *J. Anim. Ecol.*, vol. 19, no. 1, pp. 36-58.
- IBKF (2016): Die Fischerei im Bodensee-Obersee im Jahr 2015 - Gesamtbericht, IBKF (Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei).
- K. K. Statistische Central-Commission (1874): Verhandlungen der K. K. Statistischen Central-Commission in den Jahren 1872 und 1873, in 3. Heft: Mittheilungen aus dem Gebiete der Statistik. 20. Jahrgang, Wien: Hof- und Staatsdruckerei, p. 178.
- Kafemann, R., Thiel, R. & Sepulveda, A. (1996): Die fischökologische Bedeutung der Nebenstromgewässer der Unterelbe. *Archiv für Hydrobiologie* 110 (2/3): 199-214.
- Kahl, L. (2016): Bestandsstruktur und Nahrungsökologie Dreistachliger Stichlinge (*Gasterosteus aculeatus* und *Gasterosteus gymnurus*) im Elbeästuar. Masterarbeit, Universität Hamburg.
- Kemper, J.H. (1995): Role of the three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus* L. in the food ecology of the spoonbill *Platalea leucorodia*. - *Behaviour* 132(15): 1285-1299.
- Kiefer, F. & Freyer, G. (1978): Das Zooplankton der Binnengewässer 2. Teil. In: Elster H. J. & Ohle, W. (Hrsg.). Die Binnengewässer. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Klunzinger, C.B. (1892): Bodenseefische, deren Pflege und Fang. Stuttgart: Ferdinand Enke.

- Klupp, R. (Hrsg.) (2010): Fischartenatlas Oberfranken. 2. überarb. Aufl. - Bayreuth (Bezirk Oberfranken), 367 S.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007): Handbook of European Freshwater Fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin.
- Ladiges, W. (1935): Über die Bedeutung der Copepoden als Fischnahrung im Untereifelgebiet. Z. Fisch 33: 1-84.
- Leiner, M. (1929): Ökologische Studien an *Gasterosteus aculeatus*. Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere 14: 360–399.
- Levins, R. (1968): Evolution in changing environments: some theoretical explorations. Princeton University Press, Princeton, N.J.: 120 S.
- Lorenz, K. (1974): Er redete mit dem Vieh, den Vögeln und den Fischen. 21. Auflage, Deutscher Taschenbuch Verlag, München. 146 Seiten.
- Lucek, K., D. Roy, E. Bezault, A. Sivasundar, and O. Seehausen (2010): Hybridization between distant lineages increases adaptive variation during a biological invasion: stickleback in Switzerland, Mol. Ecol., vol. 19, no. 18, pp. 3995–4011.
- Mabee, P.M., Crotwell, P.L., Bird, N.C. & Burke, A.C. (2002): Evolution of median fin modules in the axial skeleton of fishes. - Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology 294(2): 77-90.
- Mäkinen, H. (2007): Phylogeography and Adaptive Divergence of Three-spined Stickleback Populations. - Helsinki, Faculty of Biosciences University of Helsinki, Finland, Academic Dissertation, 39 S.
- Mangolt, G. (1557): Fischbuch - Von der Natur und Eigenschaft der Fische / insonderheit deren so gefangen werdend im Bodensee / und gemeinlich auch in anderen Seen und wasserren / durch den wolgeleerten Gregorium Mangolt beschriben / vormals nie gesähen. Zürich.
- Manica, A. (2002): Filial cannibalism in teleost fish, Biol. Rev. Camb. Philos. Soc., vol. 77, no. 02, pp. 261–277.
- McDonald, N.D., Rands, S.A., Hill, F., Elder, C. and C.C. Ioannou (2016): Consensus and experience trump leadership, suppressing individual personality during social foraging. Science Advances, Vol. 2, no. 9, e1600892, online DOI: 10.1126/sciadv.1600892
- Mehlis, M., Bakker, T.C.M., Engqvist, L. und J. G. Frommen (2010): To eat or not to eat: egg-based assessment of paternity triggers fine-tuned decisions about filial cannibalism, Proceedings of the Royal Society B, online 21 April 2010. DOI: 10.1098/rspb.2010.0234
- Milinski, M., Griffiths, S., Wegner, K. M., Reusch, Th.B.H.; Haas-Assenbaum, A. and Th. Boehm (2005): Mate choice decisions of stickleback females predictably modified by MHC peptide ligands. PNAS 2005 102 (12) 4414-4418; published ahead of print March 8, 2005, doi:10.1073/pnas.0408264102
- Muckle, R. (1972): Der Dreistachlige Stichling (*Gasterosteus aculeatus* L.) im Bodensee, Schriften Ver. Für Gesch. Bodensees Seiner Umgeb., vol. 90, pp. 249–257.
- Müller, L. (1856): Aquarium - Belehrung und Anleitung solche anzulegen und zu unterhalten. 1. Auflage, Verlag von Ernst Schäfer, Leipzig. 36 Seiten.
- Münzing, J. (1962a): Ein neuer semiarmatus-Typ von *Gasterosteus aculeatus* L. (Pisces) aus dem Izniksee. Mitt. Hamburg. Zool. Mus. 60: 181-194.
- Münzing, J. (1962b): Die Populationen der marinen Wanderform von *Gasterosteus aculeatus* L. (Pisces) an den holländischen und deutschen Nordseeküsten. Das heutige Verbreitungsbild und seine post-glaziale Entwicklung. - Netherlands Journal of Sea Research 1(4): 508-525. Nanning, S. (1834): Die Fische des Bodensees nach ihrer äußeren Erscheinung. Konstanz.
- Nümann, W. (1972): The Bodensee: Effects of Exploitation and Eutrophication on the Salmonid Community, J. Fish. Res. Board Can., vol. 29, no. 6, pp. 833–847.

- Paepke, H. J. (1983): Die Stichlinge. Die neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Berlin: 144 S.
- Paepke, H. J. (1996): Die Stichlinge (*Gasterosteidae*). Die neue Brehm-Bücherei, Verlag Westarp Wissenschaften, jetzt Verlags KG Wolf, Magdeburg: 176 S.
- Peitsch, A. (1992): Untersuchungen zur Populationsdynamik und Produktion von *Eurytemora affinis* (Calanoida: Copepoda) im Brackwasserbereich des Elbeästuars. Dissertation, Universität Hamburg.
- Pennycuik L. (1971 a): Quantitative effects of three species of parasites on a population of three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus* L. *Journal of Zoology*, London 165.
- Pennycuik L. (1971 b): Seasonal variations in the parasite infections in a population of three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus* L. *Parasitology* 63, 373–88.
- Purser, Julia and Radford, A.N. (2011): Acoustic Noise Induces Attention Shifts and Reduces Foraging Performance in Three-Spined Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*), <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0017478>
- Rösch, R., J. Baer, and A. Brinker (2017): Impact of the invasive three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) on relative abundance and growth of native pelagic whitefish (*Coregonus wartmanni*) in Upper Lake Constance, *Hydrobiologia*, p. im Druck.
- Roesti, M., Kueng, B., Moser, D. & Berner, D. (2015): The genomics of ecological vicariance in threespine stickleback fish. - *Nature Communications* 6:8767 doi: 10.1038/ncomms9767 (2015); Published 10 Nov 2015; Updated 15 Dec 2015
- Samuk, K., Iritani, D. and Schluter, D. (2014): Reversed brain size sexual dimorphism accompanies loss of parental care in white sticklebacks. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.1175/abstract>
- Scharf, J., Brämick, U., Fredrich, F., Rothe, U., Schuhr, H., Tautenhahn, M., Wolter, C. & Zahn, S. (2011): Fische in Brandenburg – Aktuelle Kartierung und Beschreibung der märkischen Fischfauna. - Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, 188 S.
- Scheffel, H.-J. (1992). Dreistachlige Stichlinge in der Unterweser. *Die Aquarien- und Terrarien-Zeitschrift (DATZ)* 45 (5): 290 – 291.
- Scheffel, H.-J. (2005). Zum Wachstum junger Dreistachliger Stichlinge (*Gasterosteus aculeatus* L.) im Einzugsgebiet der unteren Weser. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen* 45 (3): 689 – 696.
- Scheffelt, E. and W. Schweizer (1926): *Fische und Fischerei im Bodensee*. Stuttgart: Enke.
- Schneider, L. (1969): Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Tageslänge und Temperatur auf die Gonadenreife beim Dreistachligen Stichling (*Gasterosteus aculeatus*). *Oecologia* 3 (2): 249 – 265.
- Seggelke, A. (2017): Effizienz von Kiesbettrenaturierungen und deren Auswirkung auf die Fischfauna in zwei Tieflandbächen in Niedersachsen. - *BoD-Books on Demand*. Hrsg.: Edmund Siemers-Stiftung. 60 S.
- von Siebold, C. T. E. (1863) *Die Süßwasserfische von Mitteleuropa*. Leipzig: Engelmann.
- Smith, C. und Wootton, R. J. (1995): The costs of parental care in teleost fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 5 (1): 7 – 22.
- Stich, H.B. and A. Brinker (2010): Oligotrophication outweighs effects of global warming in a large, deep, stratified lake ecosystem, *Glob. Change Biol.*, vol. 16, pp. 877–888.
- Suttner, R. (2001): Kaltwasserfische. Der dreistachelige Stichling, *Gasterosteus aculeatus*, ist einer unserer schönsten und interessantesten heimischen Kleinfische. *Das Aquarium* 380 (2): 26 – 34.
- Tebbe, K. (1994): Nahrung und Nahrungsumsatz des Dreistachligen Stichlings (*Gasterosteus aculeatus* L.) in der Tide-Elbe. Diplomarbeit, Universität Hamburg.
- Thiel, R. (2001): Spatial gradients of food consumption and production of juvenile fish in the lower River Elbe. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement* 135/2-4: 441-462.

- Thiel, R. (2011): Die Fischfauna europäischer Ästuare. Eine Strukturanalyse mit Schwerpunkt Tideelbe. Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg 43, Dölling und Galitz Verlag, München, Hamburg: 157 S.
- Thiel, R., Mehner, T., Köpcke, B. & Kafemann, R. (1996): Diet Niche Relationships among Early Life Stages of Fish in German Estuaries. *Marine and Freshwater Research* 47: 123-136.
- Thiel, R. & Thiel, R. (2015): Atlas der Fische und Neunaugen Hamburgs. - Hrsg.: Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Amt für Natur- und Ressourcenschutz, 170 S.
- Walter, E. (1913): Die Süßwasserfische - Schmeil's Naturwissenschaftliche Atlanten, Quelle & Meyer Verlag, Leipzig
- Ward, A. J. W., Duff, A. J., Krause, J. und Iain Barber (2005): shoaling behavior of sticklebacks infected with the microsporidian parasite, *Glugea anomala*. *Environmental Biology of Fishes*, vol. 72 issue 2, S. 55-169
- Welschinger, R. (1992): Wie kam der Stichling in den Bodensee?, *Allensbacher Alm.*, vol. 42, pp. 11–14.
- Williams, D. D. & Delbeek, J. C. (1989): Biology of threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, and the blackspotted stickleback, *G. wheatlandi*, during their marine pelagic phase in the Bay of Fundy, Canada. *Environ. Biol. Fish* 24(1): 33-41.
- Wootton, R. J. (1976): The effect of size of food ration on egg production in the female three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. *J. Fish Biol.* 5: 89-96.
- Wootton, R. J. (1973): Fecundity of 3-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* (L). *Journal of Fish Biology* 5 (6): 683 – 688.
- Wunder, W. (1930): Experimentelle Untersuchungen am dreistachligen Stichling (*Gasterosteus aculeatus* L.) während der Laichzeit. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 16: 453 – 498.
- Zander, C. D., Möller-Buchner, J. & Totzke, H.-D. (1984): The role of sticklebacks in the foodweb of the Elbe and Eider Estuaries (Northern Federal Republic of Germany). *Zool. Anz., Jena* 212 (3/4): 209-224.

## Andere Quellen

- URL 1: <https://www.balticarium.com/de/tiere/der-dreistachliger-stichling-henker>
- URL 2: [https://www.focus.de/wissen/natur/evolution/tid-12722/evolution-der-fisch-mit-der-ruestung\\_aid\\_352391.html](https://www.focus.de/wissen/natur/evolution/tid-12722/evolution-der-fisch-mit-der-ruestung_aid_352391.html)
- URL 3: <http://scienceblogs.de/evolvimus/2010/08/07/klima-kummert-mich-nicht-oder-der-kalteresistente-stichling/>
- URL 4: <https://www.uni-bonn.de/neues/135-2010>
- URL 5: <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-15550-2013-02-07.html>
- URL 6: <https://www.awi.de/ueber-uns/service/presse/pressemeldung/stichlingsweibchen-stimmen-nachwuchs-auf-klimawandel-ein.html>
- URL 7: [https://de.wikipedia.org/wiki/Dreistachliger\\_Stichling](https://de.wikipedia.org/wiki/Dreistachliger_Stichling)
- URL 8: [https://www.fischlexikon.eu/fischlexikon/fische-suchen.php?fisch\\_id=0000000031](https://www.fischlexikon.eu/fischlexikon/fische-suchen.php?fisch_id=0000000031)
- URL 9: [http://tierdoku.com/index.php?title=Dreistachliger\\_Stichling](http://tierdoku.com/index.php?title=Dreistachliger_Stichling)

## Weiterführende Informationen

Arbeitskreis Kaltwasserfische und Fische der Subtropen (AKFS) im VDA: [www.akfs-online.de](http://www.akfs-online.de), c/o Hans-Joachim Scheffel, Bremen

# Autoren

## Dr. Alexander Brinker

Fachbereichsleiter Wild- und Fischereiforschungsstelle, Argenweg 50/1, 88085 Langenargen, Deutschland

## Prof. Dr. Heiko Brunken

Hochschule Bremen, Fakultät 5 Natur und Technik, Ökologie und Naturschutz - Angewandte Fisch- und Gewässerökologie, Neustadtwall 30, 28199 Bremen, Deutschland

## Sarah Gugele

Stichlingsprojekt, Fischereiforschungsstelle, Argenweg 50/1, 88085 Langenargen, Deutschland

## Dr. Christel Happach-Kasan

Deutscher Angelfischerverband e.V., Präsidentin, Reinhardtstr. 14, 10117 Berlin, Deutschland

## Linda Kahl

Referentin Tideelbe, BUND Landesverband Hamburg e.V., Lange Reihe 29, 20099 Hamburg, Deutschland

## Dr. Stefan K. Hetz

AK Kaltwasserfische und Fische der Subtropen im Verband deutscher Vereine für Aquarien- und Terrarienkunde (VDA) e.V. Ggr. 1911, VDA Geschäftsstelle, Steinbühlleite 12, 95234 Sparneck, Deutschland

## Samuel Roch

Mikroplastik, Fischereiforschungsstelle, Argenweg 50/1, 88085 Langenargen, Deutschland

## Alexander Seggelke

Deutscher Angelfischerverband e.V., Geschäftsführer, Reinhardtstr. 14, 10117 Berlin, Deutschland

## Thomas Struppe

Deutscher Angelfischerverband e.V., Referent für Öffentlichkeitsarbeit, Reinhardtstr. 14, 10117 Berlin, Deutschland

## Prof. Dr. Ralf Thiel

Abteilungsleiter Ichthyologie, Zoologisches Museum, Centrum für Naturkunde (CeNak), Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, 20146 Hamburg, Deutschland

## Iris Woltmann

Hochschule Bremen, Fakultät 5 Natur und Technik, Ökologie und Naturschutz - Angewandte Fisch- und Gewässerökologie, Neustadtwall 30, 28199 Bremen, Deutschland

## Ebenfalls in dieser Serie erschienen ...



Erhältlich im DAFV-Shop unter [www.dafvshop.de](http://www.dafvshop.de)



ISBN 978-3-9818775-1-9

6,90 EUR



**DEUTSCHER  
ANGELFISCHER-  
VERBAND e.V.**