

Erweiterte Unionsliste betreffs gebietsfremder Arten

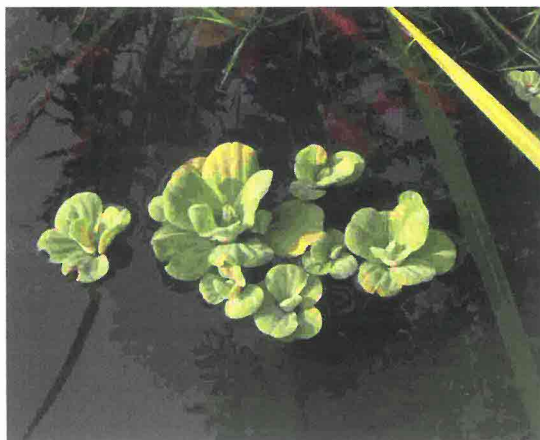
Diejenigen gebietsfremden und als von unionsweiter Bedeutung gewerteten Arten, die negative Auswirkungen auf die Natur oder den Menschen haben (sollen/könnten), werden als invasiv eingestuft und in der sogenannten Unionsliste geführt. Für die in dieser Liste enthaltenen Arten gelten per Verordnung 1143/2014 EU-weite Regelungen zur Prävention und zum Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten. Es geht dabei um Verhinderung der Einbringung und Management zur Minimierung der Auswirkungen bei neu aufgetretenen Arten. In der EU-Durchführungsverordnung 2022/1203 ist ein dritter Nachtrag rechtswirksam.

In diesem Nachtrag sind 22 Arten enthalten, darunter für uns AKFS'ler im nächsten und weitesten Sinne relevant:

Ameiurus melas (Schwarzer Katzenwels)*,
Channa argus (Argus-Schlangenkopffisch)*,
Faxonius rusticus (Amerikanischer Rostkrebs)*,
Fundulus heteroclitus (Zebra-Killifisch)**,
Gambusia affinis (Westlicher Moskitofisch)*,
Gambusia holbrooki (Östlicher Moskitofisch)*,
Limnoperna fortunei (Goldene Muschel)*,
Morone americana (Amerikanischer Streifenbarsch)*,
Pistia stratiotes (Muschelblume)**,
Rugulopteryx okamurae (Braunalge)*,
Xenopus laevis (Krallenfrosch)**.

*Geltung ab 2022, ** Geltung ab 2024.

Natürlich lässt sich über das Zustandekommen dieser Liste diskutieren; Kritikpunkte können z.B. eine vorschnelle Aufnahme noch bevor die Art aufgetreten ist, überbewertete Einzelvorkommen, begrenzte Betroffenheit in Regionen, Aufnahme von Arten weil schwer unterscheidbar von eigentlich invasiven Arten, oder auch – man mag es kaum sagen – fehlende Toleranz oder Fehleinschätzungen, usw. sein; jedoch die EU-Regelungen sind in Kraft. Welche Verbote kommen als nächstes? Wer schafft es alle Neobiota wieder abzuschaffen?



Die bei Aquarianern wegen ihres feinen Wurzelwerks beliebte Muschelblume, auch Wassersalat genannt, ist bald nicht mehr legal zu bekommen und schon jetzt im Vorausgehorsam im Handel nicht mehr zu finden. Überlebt bei uns selbst milde Winter im Freiland nicht.

Foto: Kristjan in Wikipedia.

Stacheldimorphismus bei Stichlingen (Gasterosteidae) Teil 1: Einführung, Umweltbedingte Ursachen

1 Einleitung

Schon mit dem Gebrauch von unterschiedlichen Trivialnamen bei den Beschreibungen der einzelnen Gattungen wird die Häufigkeit des Stacheldimorphismus in der Familie der Stichlinge offenbar. Unter Dimorphismus versteht man deutlich unterscheidbare Erscheinungsvorkommen innerhalb einer Art. In diesem Kompendium ist der Fokus auf die Varianz der Dorsalstachelzahlen innerhalb der einzelnen Gattungen bzw. Arten der Gasterosteidae gerichtet.

Die Art *Gasterosteus aculeatus* wird entsprechend ihrer meist drei Dorsalstacheln allgemein als „Dreistachliger Stichling“ bezeichnet. Das ist auch durchaus treffend, weil Tiere mit mehr oder weniger Rückenstacheln eher selten sind. Ganz ähnlich ist das bei dem „Neunstachligen Stichling“ (*Pungitius pungitius*). Doch dieser erreicht unter Pessimbedingungen häufig nicht mehr als eine Körperlänge von 3,2 bis 3,7 cm und wird daher gelegentlich auch „Zwergstichling“ genannt (Leiner 1931, Kourist 1923). Aber auch „eightspine stickleback“ (Ishigaki 1967, Park et al. 2001) oder „tenspined stickleback“ (Berg 1907, Morris 1952, 1958, Igarishi 1969b) sind durchaus gebräuchliche und ebenso zutreffende Bezeichnungen für diesen Stichling, weil längst nicht bei allen Populationen die überwiegende Zahl der Tiere neun Rückenstachel besitzt. Der Schwarzgefleckte Stichling wird unter der Bezeichnung „black spotted stickleback“ oder seinem wissenschaftlichen Namen *Gasterosteus wheatlandi* beschrieben. Lediglich McAllister (1960) benutzt den Namen „two spined stickleback“, dieser ist auch in Paepke (1996) so übernommen worden, weil besonders bei dieser Art der letzte (vergleichsweise nur sehr schwach ausgebildete Rückenstachel) kaum sichtbar ist.

Etwas anders verhält es sich beim Bachstichling. Dieser ausschließlich im Süßwasser lebende Stichling wird entweder als „brook stickleback“ oder *Culaea inconstans* beschrieben. Der Artnamen „inconstans“ (= sehr variabel) ist hier sehr treffend gewählt, weil er auf die große Varianz der Dorsalstachelzahlen dieser Spezies hinweist. Auch bei der Gattung *Apeltes* beschränkt man sich allgemein auf den Gebrauch der wissenschaftlichen Bezeichnung oder benutzt den Namen „Vierstachliger Stichling“, weil sich der Artnamen „quadracus“ auf die meist vier Rückenstacheln dieses Stichlings bezieht. Die tatsächlich vorgefundene Dorsalstachelzahl bewegt sich aber zwischen 1 und 7 und in manchen Jahren kann der Anteil von 5-stachligen Individuen in einigen Populationen bis zu 41,5 % erreichen (Blouw & Hagen 1987). Auch wenn insgesamt gesehen der Anteil von 4-stachligen Tieren mit durchschnittlich etwa 70 % überwiegt, ist die Bezeichnung „Vierstachliger Stichling“ nicht wirklich treffend. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir auch bei *Spinachia* vor. Diese Gattung wird aufgrund ihrer ausschließlich marinen Verbreitung als „Seestichling“ oder „fifteenspined stickleback“ bezeichnet. Die Dorsalstachelzahl dieses Stichlings bewegt sich jedoch zwischen 10 und 17 und in der Ostsee (im Bereich der Fehmarn-Sund Brücke) besitzen nach eigenen Erhebungen gerade einmal 38,9 % der Tiere 15 Rückenstacheln.

In dieser Arbeit möchte ich die Vielfältigkeit des Stacheldimorphismus innerhalb der Familie der Stichlinge erörtern und die bisherigen Untersuchungen um die möglichen Ursachen durch eigene Forschungsbeiträge (im Text mit grüner Hintergrundfarbe) ergänzen und diskutieren.

2 Methodik

Zur Ergründung der bis heute nicht abschließend geklärten Frage, ob der Stacheldimorphismus der Stichlinge erblich ist, habe ich Zuchtpaare der Spezies *C. inconstans* und *G. aculeatus* zusammengestellt, die sich in der Stellung und Anzahl ihrer Dorsalstacheln unterschieden. Je nach Verfügbarkeit der einzelnen „Dorsalstachel-Phänotypen“ bestanden die Stämme aus ein bis maximal drei Männchen und der etwa doppelten Anzahl an Weibchen. Jeder dieser Zuchtstämme wurde in jeweils separaten Gartenteichen ohne weiteren Fischbesatz gehalten. Bei der Zusammenstellung der Zuchtpaare von *G. aculeatus* wurde neben der Anzahl auch die Position des zusätzlichen bzw. der verbliebenen Rückenstachels/n auf der Basalplattenreihe berücksichtigt.

Auf diese Weise konnte ich über einen Zeitraum von drei Jahren insgesamt neun verschiedene Paarungskonstellationen an „Dorsalstachel-Phänotypen“ der Art *Gasterosteus aculeatus* durchführen. Aus diesen Paarungen gingen insgesamt 922 Nachkommen hervor, die zum Herbstanfang durch Ablassen der Teiche gesammelt und anschließend hinsichtlich der oben genannten Kriterien untersucht wurden. Bereits in den 1990er Jahren hatte ich in gleicher Weise ebenfalls neun verschiedene Zuchtansätze mit dem Bachstichling (*Culaea inconstans*) durchgeführt. Dabei konnten insgesamt 1856 Nachkommen erzeugt werden. Die Häufigkeit der aus diesen Nachkommenschaften hervorgegangenen Phänotypen vermitteln erste Ergebnisse zur Erbllichkeit des Stacheldimorphismus bei den Stichlingen. Ferner habe ich bei einer isolierten Binnenlandpopulation des Dreistachligen Stichlings 10 Jahre lang regelmäßig im Herbst und im Frühjahr Reusen- und Kescherfänge durchgeführt. Dabei konnte ich die jeweiligen Anteile der in ihrer Anordnung und Zahl der Dorsalstacheln von der „Normalform“ abweichenden Typen erfassen sowie die sich in diesem Zeitraum ereignenden Wechsel ihrer Morphhäufigkeiten.

Für die genaue Erkennung der Zahl und Anordnung der vor der Rückenflosse befindlichen Basalplatten wurden die in 96 %-igen Alkohol präparierten Tiere nach vorherigem Bleichen durch Wasserstoffperoxyd mit Alizarin rot S Mononatriumsalz (C.L. 580065) angefärbt. Größere Exemplare wurden lediglich angetrocknet, wodurch sich die Basalplatten dann visuell deutlich abhoben. Die Ergebnisse wurden tabellarisch erfasst. Ferner wurden die in den bisher zu den Erscheinungsformen und Ursachen für den Dorsalstacheldimorphismus erschienenen Literaturbeiträge bis Ende 2021 gründlich recheckiert. Sie bilden – zusammen mit meinen eigenen Ergebnissen langjähriger Feldforschung und Kreuzungsexperimenten mit verschiedenen Dorsalstacheltypen der Arten *C. inconstans* und *G. wheatlandi* – die Grundlage dieser Abhandlung.

3 Allgemeine Stachelmorphologie

Die für die Stichlingsfamilie namensgebenden Stacheln sind umgewandelte Hartstrahlen ehemaliger Flossen und dienen den Tieren zu ihrer Verteidigung als Defensivbewaffnung. Das betrifft sowohl die Rücken- und Dorsal- als auch die Bauch- und Ventralstacheln. Die Stacheln sind also umstrukturierte „Überbleibsel“ ehemaliger Flossen und haben sich aus der Verschmelzung mehrerer Hartstrahlen entwickelt. Heute sind sie nicht mehr durch einen Flossensaum miteinander verbunden, sondern stehen vielmehr einzeln hintereinander gereiht auf dem vorderen Teil des Rückens. Die Rückenstacheln haben ihren Sitz auf knöchernen Basalplatten oder dorsalen Pterygophoren, die über die Dornfortsätze der Wirbelkörper mit der Wirbelsäule in Verbindung stehen. Dadurch sind sie durch Muskelkraft einzeln aufstellbar und können durch spezielle Sperrgelenke dauerhaft abgespreizt getragen werden. Die Stachellänge ist grundsätzlich abhängig von der Stachelzahl, denn niedergelegte, kurze und letztlich wenig effek-

tive Stacheln benötigen weniger Platz als lange, deutlich wehrhaftere Stacheln. Bei den Gattungen *Spinachia*, *Pungitius* und *Apeltes* hat die Evolution einen Kompromiss gefunden, indem die Stachel mal nach links und mal nach rechts alternieren, während sie bei der Gattung *Culaea* und den beiden *Gasterosteus*-Arten in gerader Linie auf dem Rücken stehen. Die beiden ersten großen Rückenstacheln sind besonders bei vorübergehend im Meer lebenden Populationen des Dreistachligen Stichlings häufig mit mehr oder weniger ausgeprägten Widerhaken ausgerüstet und bilden somit eine wirkungsvolle Verteidigungswaffe gegen zahlreiche Formen von Raubfischen. Entgegen der Behauptung von Wunder (1930), der in Bezug auf die Territorialkämpfe zwischen Reviernachbarn meinte „Neben den Bissen in die Kopf-, Kehl- und Bauchregion, stellen die mit den Bauchstacheln zugefügten Wunden die gefährlichsten Verletzungen dar“ – werden die Stacheln nach meinen in fünf Jahrzehnten erlebten Beobachtungen innerartlich immer nur verteidigungsstrategisch, d.h. in Form ritualisierter Drohgebärden, eingesetzt.

4 Die Gattungen und ihr Stacheldimorphismus

4.1 *Spinachia* CUVIER, 1916

Die in der Fachliteratur angegebenen Daten zur Dorsalstachelzahl des in seiner Verbreitung auf die nordwesteuropäischen Küstengebiete beschränkten Seestichlings (*Spinachia spinachia*) stimmen nicht überein. Nach Nelson (1971) besitzt der Seestichling 15 (selten 14 oder 16) Dorsalstacheln. Laut Paepke (1996) rangiert ihre Zahl zwischen 13 und 17, während Östlund-Nilsson & Mayer (2007) eine Varianz von 10 bis 15 Rückenstacheln angeben. Daraus ergibt sich für die Gattung *Spinachia* eine Variationsbreite von insgesamt 10 bis 17 Dorsalstacheln, die entsprechend ihrer Zahl proportional recht klein (Abb. 1) und alternierend angeordnet sind. Die unterschiedlichen Angaben beruhen vermutlich darauf, dass die jeweils untersuchten Individuen aus verschiedenen Herkunftsgebieten stammen. Es liegt nahe, dass die von der Schwedin Dr. Sara Östlund-Nilsson begutachteten Tiere aus den skandinavischen und die von Dr. Hans Joachim Paepke aus dem südlichen Verbreitungsgebiet der Ostsee kommen.

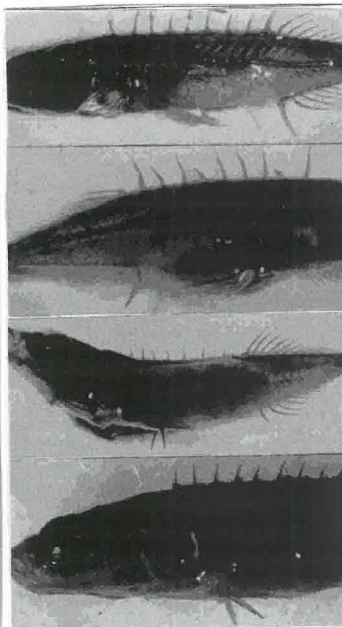
Abb. 1:
Die Dorsalstachel des Seestichlings sind proportional sehr klein und tragen nur wenig zur Wehrhaftigkeit bei. Zeichnung aus Banister (1986).



Von meinen 18 untersuchten und ebenfalls aus der Ostsee stammenden Tieren besaßen zwei Individuen 13 (11,1 %), drei 14 (16,7 %), sieben 15 (38,9 %), fünf 16 (27,8 %) und ein Exemplar trug 17 Dorsalstacheln (5,6 %). Auch die Angaben zum Verhältnis von ausgebildeten Basalplatten vor der Rückenflosse (D2) zur Stachelzahl stimmen nicht überein. Laut Nelson (1971) stehen sie im Verhältnis 1:1. Nach meinen Untersuchungen sind die ersten beiden Basalplatten gewöhnlich stachelfrei, können aber gelegentlich auch kleine, kaum sichtbare, verknöcherte Höcker tragen.

4.2 *Pungitius* COSTE, 1848

Die Dorsalstachelzahl des in der nördlichen Hemisphäre beinahe lückenlos zirkumpolar verbreiteten Neunstachligen Stichlings (*Pungitius pungitius*) variiert laut Nelson (1971) zwischen 7 und 12 Stacheln, gewöhnlich aber zwischen 8 und 10. Nach den Angaben von Paepke (1996) besitzt der Großteil der ostdeutschen Populationen 10 Rückenstacheln (63,5 %, n = 318), gefolgt von 19,8 % mit 9, 16,1 % mit 11 und lediglich 0,6



% mit 8 Dorsalstacheln. Nach eigenen Untersuchungen von 183 Individuen (einer F1-Nachzucht-Population aus dem Raum um Hamburg) liegen die Werte hier mit 91 9-stacheligen (49,7 %), 78 10-stacheligen (42,6 %), 12 8-stacheligen (6,5 %) und 2 7-stacheligen (1,1 %) deutlich zu Gunsten einer im Durchschnitt niedriger bestachelten *Pungitius*-Population. In Irland soll die Dorsalstachelzahl einiger Populationen laut Ure (1962) im Schnitt sogar noch geringer sein.

Nach meinen Untersuchungen sind – wie bei *Spinachia* – gewöhnlich zwei stachelfreie Basalplatten vor der Stachelreihe angelegt. Auch beim Neunstacheligen Stichling sind die Dorsalstacheln wechselständig mal nach links und mal nach rechts geneigt. Ihre Länge kann je nach Fundort stark variieren (Abb. 2). Sie beträgt laut Paepke (1996) 19,1 bis 28,7 (im Mittel 23,7 %) der Standardlänge. Die Wehrhaftigkeit der Dorsalstachel von *Pungitius* sind vergleichsweise immer noch gering, aber letztlich als effektiver anzusehen als die des Seestichlings.

Abb. 2:
Unterschiedliche Stachellängen von Vertretern der Gattung *Pungitius* aus kanadischen Gewässern. Foto: D.M. Blouw.

4.3 *Culaea* WHITLEY, 1950

Der weitaus größte Teil der Individuen des Bachstichlings (*Culaea inconstans*) trägt 5 verhältnismäßig kurze Rückenstacheln. Nach Lawler (1958), Nelson (1968a, 1969, 1983), Moodie (1977) und Paepke (1996) kommen in verschiedenen Prozentsätzen aber auch Tiere mit 3 oder 4, aber auch 6 oder 7 Dorsalstacheln innerhalb ein und derselben Population vor (Abb. 3). Bei einer kanadischen Population fanden Edge & Coad (1983) sogar Tiere mit nur 1 oder 2 Dorsalstacheln.

Abb. 3:
Unterschiedliche Dorsalstacheltypen bei Nachkommen einer aus Montreal (Kanada) stammenden Population des Bachstichlings (*Culaea inconstans*). Foto: W. Paulin.

Die Varianzbreite des Phänomens der unterschiedlichen Dorsalstachelzahl ist bei der Gattung *Culaea* fraglos am größten. Nach eigenen Untersuchungen können alle Varianten der Dorsalstachelzahl-Typen in von Jahr zu Jahr unterschiedlichen Prozentsätzen auftreten. Nach Hansen (1939), Lawler (1958), Nelson (1969), Moodie (1977) und Edge & Coad (1983) sind die meisten Populationen des Bachstichlings zumindest in der Zahl von 4 bis 6 Dorsalstacheln polymorph. Dabei kann der Sitz des oder der zusätzlichen Rückenstacheln an unterschiedlichen Stellen der Dorsalplattenreihe ohne eine erkennbare Trendfolge auftreten.

Aus der Auswertung einer Probe von 162 Individuen der 31sten Folgegeneration einer

ursprünglich nur aus zwei Männchen und drei Weibchen bestehenden Elterngeneration aus der Umgebung von Montreal (Kanada) konnte ich 83,3 % 5-stachelige, 14,8 % 4-stachelige Exemplare und 1,9 % (ein Tier) mit 3 Dorsalstacheln ermitteln. Noch in den 1990er Jahren bewegte sich der Anteil von 5-stacheligen Tieren zwischen 60 und 70 %. Außerdem war immer eine gewisse Quote von 6- und/oder 7-stacheligen Exemplaren vertreten. Die Verhältnisse veränderten sich innerhalb von rund 30 Jahren deutlich zu Gunsten eines vorherrschend 5-stacheligen Phänotyps. Möglicherweise hängt dieser Effekt mit der hier vorliegenden genetischen Verarmung zusammen.

Nach Nelson (1971) sind gewöhnlich 2 freie Basalplatten vor der Dorsalstachelreihe angelegt. Eigene Untersuchungen dazu an 1023 adulten Individuen zeigen, dass bei der Gattung *Culaea* maximal 2 Dorsalplatten zu mehr als die Zahl der ausgebildeten Stacheln angelegt sind. Diese sind in ihrer Größe allgemein um etwa drei Viertel kleiner als die ohnehin vergleichsweise schon bemerkenswert kleinen Platten, die die Stacheln tragen. Sie sind so klein, dass sie ohne Anfärben des Materials mit Alizarin sehr leicht übersehen werden können.

Trotz der diversen – aus morphologischer Sicht scheinbar trendlosen – Kombinationen von Anordnungen an Dorsalstacheln auf den Basalplatten konnte ich feststellen, dass 36,6 % der Individuen dieser Sammlung 5 Stachel verteilt auf 6 angelegten Basalplatten besaßen und dass bei 56,6 % dieser Tiere nur eine freie Basalplatte vor der Stachelreihe angelegt war. Das bedeutet, dass nur 5,8 % der 5-stacheligen Exemplare eine deutlich erkennbare freistehende Basalplatte innerhalb der Stachelreihe aufwiesen. Im Vergleich dazu wiesen 25 % der 4-stacheligen Tiere zu 30 % eine freie Platte in der Stachelreihe auf. Gleichzeitig erhöhte sich auch die Zahl derjenigen Tiere mit einer freien Platte vor der Stachelreihe von 56,6 auf 60,1 %. Nach diesen Befunden scheint das Verhältnis von der Anlage der Basalplatten- zur Stachelzahl bei *Culaea* nur geringfügig mit der Reduktion der Dorsalstachelzahl zu korrelieren.

Die Gesamtheit der Strukturen von nur punktförmig angelegten 30 bis 36 Lateralschilden entlang der Flanken (Nelson 1971), die proportional kurzen Rückenstacheln und die nur schwach ausgebildeten Elemente der Beckenknochen, deuten darauf hin, dass *Culaea* gegenüber den anderen Gattungen der Familie weniger Energie in die Entwicklung ihrer Defensivbewaffnung zu investieren scheint. Nach eigenen Beobachtungen ist der Bachstichling andererseits aber gerade aufgrund seiner nur schwach ausgebildeten Defensivbewaffnung und dadurch vergleichsweise recht „schlüpfrigen“ Körperoberfläche in der Lage, Distanzen von mehr als 30 Meter über stark verkrautete Ablaufsysteme mit geringem Gefälle und ohne durchgängigen Wasserfluss zu überwinden. Genau diese Fähigkeit ist für den Bachstichling in seinen kanadischen Heimatgebieten auch Teil seiner Überlebensstrategie. Denn die Tiere besiedeln zu Beginn der Laichzeit durch die von Schmelzwasser ausgelösten Überflutungen auch viele isolierte Kleingewässer (Winn 1960, Reisman & Cade 1967, MacLean & Gee 1971, Becker 1983).

4.4 *Apeltes* DEKAY, 1842

Nach Eigenuntersuchungen einer von Dr. D.M. Blouw freundlicherweise überlassenen Sammlung von 40 Tieren aus dem Daigle Inlet in New Brunswick (Kanada) besitzt der nur an der Nordwestküste von Nordamerika beheimatete Vierstachelige Stichling (*Apeltes quadracus*) 9 bis 11, gewöhnlich aber 9 Basalplatten vor der D2. Davon trägt die zweite, dritte und vierte je einen Stachel. Die fünfte, sechste, siebte und achte sind gewöhnlich stachellos und erst die neunte – direkt vor dem Ansatz der Dorsalflosse befindliche Platte – trägt wieder einen Stachel. Es bleibt also immer eine Lücke zwischen den ersten drei Rückenstacheln und dem vierten Stachel bestehen. Diese Lücke ist

charakteristisch für die Gattung (Abb. 4). Die verhältnismäßig langen, aber fragilen Dorsalstacheln sind stark nach links und rechts geneigt, müssen aber keineswegs immer wechselständig stehen.

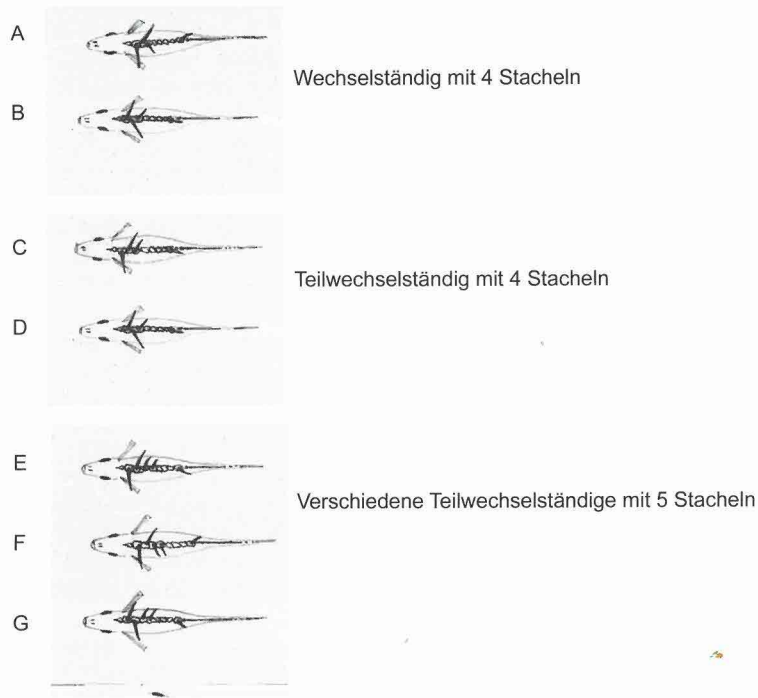
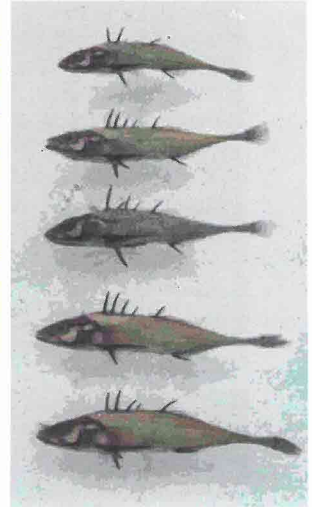


Abb. 4:
Variabilität der Dorsalbestachelung *Apeltes quadracus* nach eigenen Untersuchungen.
Unter 40 Exemplaren war Variation A 17, B 4, C, 6, D 8, E 3, F und G je 1 mal vertreten.
Zeichnungen: L. Drifte.

Reisman (1963) und Rowland (1979) berichten, dass der weitaus größte Teil der Individuen 4 oder 5 Dorsalstacheln trägt, dass die 4-stacheligen Tiere aber eindeutig überwiegen sollen. Krüger (1961) gibt für die Gattung eine Varianz von 2 bis 6 Dorsalstacheln an. Nelson (1971) bemerkt, dass 3- und 6-stachelige Tiere als Seltenheit betrachtet werden können. Nach Blouw & Hagen (1984a-d) variiert die Stachelzahl von 1 bis 7, wobei die 4-, 5- und 6-stacheligen Tiere einen Anteil von 98 % ausmachen sollen. 76,4 % der umfangreich gesammelten Proben aus küstennahen Habitaten von Nova Scotia, New Brunswick und Prince Edward Island in Kanada waren 4-stachelig, 20,6 % 5-stachelig und nur 2,8 % 6-stachelig. In New Brunswick und auf Prince Edward Island war der Anteil von 5-stacheligen Tieren sehr hoch, wohingegen 3-stachelige Individuen nur sehr selten oder gar nicht vorgefunden wurden. Dagegen wurde im Bras d'Or Lake auf Cape Breton Island mit durchschnittlich 15 % ein ungewöhnlich hoher Anteil von 3-stacheligen Individuen gefunden. In einem Bereich betrug dieser Anteil sogar 51 %, der mit einer deutlichen Abnahme der 5-stacheligen Individuen – nur noch 5 % – gekoppelt war. Insgesamt konnten 46 Fundorte in 9 verschiedenen geografischen Lagen nachgewiesen werden, in denen die 5-stacheligen *Apeltes quadracus* vorherrschten.

Interessant ist noch die Stellung des/der zusätzlichen Dorsalstachels/n: Bei den insgesamt fünf 5-stacheligen Präparaten des von Dr. D.M. Blouw überlassenen Probematerials stand der zusätzliche Rückenstachel immer direkt hinter den ersten drei aufeinander folgenden Stacheln. Er hatte seinen Sitz also auf der fünften Basalplatte. Die für die Gattung charakteristische Lücke zwischen den hier ersten vier und bei diesen Exemplaren dann fünften Dorsalstachel bleibt also bei den 5-stacheligen Tieren bestehen und wird nicht etwa durch eine vermittelnde Stellung des zusätzlichen Stachels geschlossen (Abb. 5). Der zusätzliche Stachel erwies sich bei allen Individuen in keiner Weise als verkümmert, wie das bei einigen Konstellationen der Stachelfolge bei 4-stacheligen Exemplaren des Dreistacheligen Stichlings häufiger der Fall ist (siehe dort: Abb. 10).

Abb. 5:
5-Stachelige Exemplare des Vierstacheligen Stichlings (*A. quadracus*) aus dem Dingle Inlet in New Brunswick, Kanada. Foto: W. Paulin.



4.5 Gasterosteus LINNAEUS, 1758

Diese Gattung wird in die beiden Arten *G. aculeatus* und *G. wheatlandi* unterschieden (zum Artstatus von *G. wheatlandi* siehe Drifte 2021). Diese weisen jeweils eine Reihe von morphologischen Eigenständigkeiten auf und können daher im Hinblick auf ihren Stacheldimorphismus nur jede für sich betrachtet werden.

4.5.1 *G. wheatlandi* PUTNAM, 1866

Der nur an der Nordwestküste von Nordamerika beheimatete Schwarzgefleckte Stichling (*G. wheatlandi*) besitzt gewöhnlich 3 Dorsalstachel, wovon der letzte jedoch noch deutlich kleiner ist als ohnehin schon beim Dreistacheligen Stichling (*G. aculeatus*). Die beiden ersten Rückenstacheln sind auffällig lang, aber in ihrer Gesamtheit vergleichsweise dünner und insgesamt fragiler. Der letzte, kleine, direkt vor der Rückenflosse stehende Stachel wirkt daher wie ein kurzer, einzeln stehender Flossenstrahl, was zu der Bezeichnung „two spined stickleback“ führte (Abb. 6).



Abb. 6:
Weibchen von *G. wheatlandi* mit den beiden ersten fragilen Dorsalstacheln und einem sehr kleinen dritten Dorsalstachel.
Foto: L. Drifte.

Abb. 7:
Varianten der Anordnung einer neunten Basalplatte (rot) bei *G. wheatlandi* nach eigenen Untersuchungen.
Zeichnung: L. Drifte.

Wie beim Dreistachligen Stichling stehen auch beim Schwarzgefleckten Stichling die beiden großen Dorsalstacheln auf je einer Basalplatte (Abb. 7). Nach meinen Untersuchungen an 312 von Dr. D.M. Blouw überlassenen Alkoholpräparaten tragen 41 % der Tiere 8 und 59 % tragen 9 Basalplatten. Die neunte Basalplatte reiht sich bei fast allen Exemplaren zwischen

dem Sitz des zweiten und dritten Rückenstachels ein. In seltenen Fällen (2,5 %) hat die neunte Basalplatte ihren Sitz zwischen den beiden großen Dorsalstacheln (Abb. 7). Das einzige 4-stachelige Exemplar (Abb. 8) trug den zusätzlichen vierten Rückenstachel auf der siebten Basalplatte hinter den beiden großen Dorsalstacheln.

Abb. 8:
4-stacheliger *G. wheatlandi*.
Foto: V. Wagner.



4.5.2 *G. aculeatus* LINNAEUS, 1758

Beim Dreistachligen Stichling (*G. aculeatus*) sind gewöhnlich 6 präcaudale Basalplatten ausgebildet, von denen die ersten beiden keinen Stachel tragen. Sie schützen die Lücke zwischen dem Schädel und dem ersten Rückenstachel. Die dritte und vierte Basalplatte ist meist mehr als doppelt so groß wie die übrigen. Sie tragen die beiden langen Dorsalstacheln (siehe Typ A in Abb. 19 auf S. 45). Es wird vermutet, dass die beiden großen Basalplatten durch die Verschmelzung von je zwei kleinen Einzelplatten entstanden sind, um eine entsprechend breite Basis für den Sitz der großen Rückenstacheln zu bilden (Paepke 1996). Demnach besaß *G. aculeatus* also ursprünglich insgesamt 8 Basalplatten. Nach den beiden großen Basalplatten folgt gewöhnlich wieder eine freie kleine Platte und die sechste – direkt vor der D2 befindliche – trägt den dritten Rückenstachel. Dieser erreicht meist nur ein Drittel und häufig auch nur ein Viertel der Länge der ersten beiden Stacheln.

Laut Heincke (1889) und Paepke (1996) besitzt der Dreistachlige Stichling gewöhnlich 8 Basis- oder Basalplatten vor der Rückenflosse. Nach meinen Untersuchungen an 322 adulten Individuen aus sieben verschiedenen Populationen trifft das aber nur auf etwas mehr als die Hälfte der Tiere zu, während 42,9 % der untersuchten Exemplare entweder 7 (= 16,2 %), 9 (= 18,3 %), 10 (= 7,1 %) oder 12 (= 1,2 %) Basalplatten tragen (siehe Tab. 1). Außer der gewöhnlichen Variante mit 8 Basalplatten (Basalplatten-Morphotyp Nr. 1 in Tab. 1) konnten insgesamt 13 weitere davon in ihrer Reihenfolge oder Anzahl abweichende Basalplatten-Morphotypen bei *G. aculeatus* festgestellt werden. Die Daten in

Tab. 1 machen ferner deutlich, dass die geringste Variabilität mit fünf Morphotypen unter den Individuen der monomorphen *Trachurus*-Population bei Kappeln an der Schlei gefunden wurde. Dagegen nimmt die Häufigkeit von Basalplatten-Morphotypen unter den *Semiarmatus*-Vertretern der Eider-Mischpopulation und den fünf voneinander unabhängigen stationären *Leirus*-Populationen deutlich zu. Auch wenn bei den stationären *Leirus*-Populationen eine durch die dauerhafte Isolation in mancher Hinsicht genetische Verarmung festgestellt werden konnte (Malhi et al. 2006), bleibt nach den oben aufgeführten Untersuchungsergebnissen jedoch festzuhalten, dass sich im Hinblick auf die Vielfältigkeit der Basalplatten-Morphotypen gegenüber den marinen Formen (hier Schleipopulation) eine erstaunliche Varianz entwickelte.

Tab. 1:
Häufigkeiten von 14 Basalplatten-Morphotypen in 7 Populationen, eigene Erhebungen.
Blau: *Trachurus*; Blau schraffiert: Mischpopulation mit *Trachurus*; Rot: *Semiarmatus*; Grün: *Leirus*.
Layout und Zeichnungen: L. Drifte.

Basalplatten-Morphypen	Seibel Trachurus monomorph		Eider Misch-Popul. Trachur. Semiarm			Friedenthal Leirus monom.		Dürentup Leirus monom.		Fischbude Leirus monom.		Hillentrup Leirus monom.		Externsteine Leirus monom.		Verhältnis C numerisch prozentual insgesamt		
	♀	♂	♀	♂	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂			
	18	29	9	10	7	5	13	8	21	8	4	1	16	8	5	9	93 28,88 %	78 24,22 %
	3	8	2	1	2		1	1	8	6	4	1	2	5	3	5	22 6,83 %	30 9,32 %
	1	3	6	1	2		5		6	3			4	2	1	1	25 7,76 %	10 3,11 %
			1	3	3	2	2	1	2		1	2	1		1		13 4,04 %	9 2,88 %
			1		1		1	2					1				2 0,62 %	5 1,55 %
					1										1		0 0,0 %	7 2,17 %
						4					1					1	0 0,0 %	7 2,17 %
							1	1	1	3							2 0,62 %	4 1,24 %
													2	1		2	2 0,62 %	3 0,93 %
											1						2 0,62 %	2 0,62 %
							1	2							1		1 0,31 %	3 0,93 %
																	2 0,62 %	1 0,31 %
																	2 0,62 %	0 0,0 %
													1				0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	0 0,0 %	2 0,62 %
																	99,98 % gesamt = 166 : 156 gesamt = 322	
	23 : 42 n = 63		18 : 18 n = 36	14 : 17 n = 31		27 : 15 n = 42		38 : 24 n = 62		10 : 5 n = 15		27 : 16 n = 43		10 : 19 n = 29				

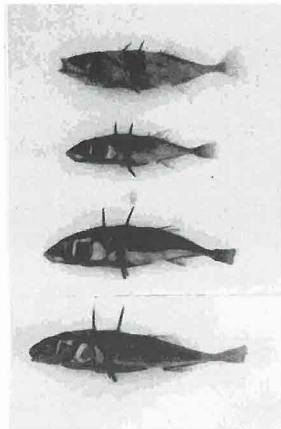


Abb. 9:
Proportional unterschiedliche
Stachelnängen bei *G. aculeatus*. Von oben nach unten:
isoliertes Binnengewässer bei
Lemgo (NRW); F5-Bastard ei-
ner Kreuzungspopulation in
Friedenstal; anadrome Wan-
derform aus der Elbe; Ostsee
bei Fehmarn-Sund.
Foto: W. Paulin.

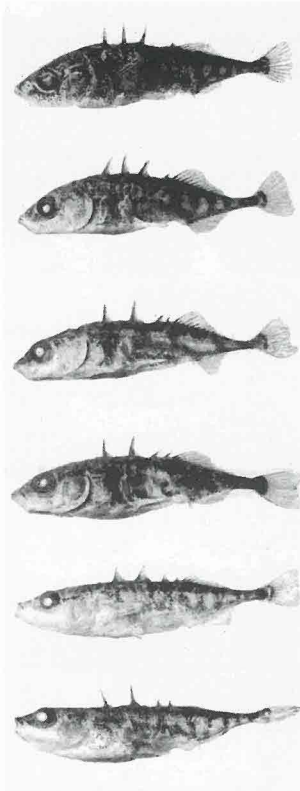


Abb. 10:
Varianten von 4-stacheligen In-
dividuen von *G. aculeatus* aus
dem Friedenstal bei Detmold.
Foto: V. Wagner.

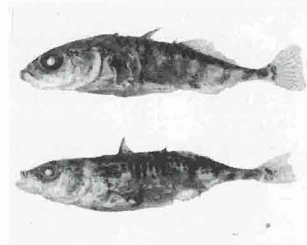


Abb. 11:
Verschiedene Formen einer re-
duzierten Dorsalstachelzahl von
G. aculeatus aus dem Frieden-
stal.
Foto: V. Wagner.

Die Stachellänge ist populationsabhängig (Abb. 9) und wird in einem hohen Maß von den jeweilig vorherrschenden Raubfeindverhältnissen geprägt. Nach Hagen & Gilbertson (1972) sind sowohl die Dorsal- als auch die Ventralstacheln in Gebieten mit Raubfischvorkommen signifikant länger als in solchen, in denen diese Räuber nicht vertreten sind.

Auch beim Dreistacheligen Stichling treten hin und wieder Individuen mit 4- (Abb. 10) oder auch weniger als 3- (Abb. 11) Dorsalstacheln auf (Heincke 1889, Penczak 1965, 1968, Gross 1978a, Paepke 1981, Ahnelt et al. 2005, Leah & Van Hippel 2017). Die Variationsbreite bewegt sich bei *G. aculeatus* laut Nelson (1971) zwischen 1 und 4 Dorsalstacheln. Gewöhnlich sind solche Tiere eher selten. Sie kamen auch schon in der frühen Entwicklungsgeschichte dieses Stichlings vor. Nazarkin et al. (2012) beschreiben das aus dem Miozän stammende Fossil *Gasterosteus kamoensis* als vollbeschildete marine Form mit 4 Dorsalstacheln. Heincke (1889) fand unter 10.000 Individuen etwa 60 (also 0,06 %) 4-stachelige Exemplare. Nach Ahnelt et al. (2006) liegen die Vorkommen im westösterreichischen Rheintal und Nebenflüssen des Bodensees bei 6 %.

Bei einer isolierten Population im Friedenstal bei Detmold (NRW) schwankte die Zahl 4-stacheliger Individuen nach eigenen Untersuchungen in den Jahren von 2011 bis 2013 von 2,54 über 2,48 bis 3,1 %. In einer anderen ebenfalls isolierten Population bei Pivitsheide im Regierungsbezirk Detmold fand ich im Jahr 2013 unter 64 Individuen sogar 10 4-stachelige Exemplare des Typs F (siehe Abb. 9), was einem Anteil von 15,6 % entspricht. Auf verschiedenen Inseln des Aleuten-Archipels (Alaska) fanden Leah & Van Hippel (2017) bei isolierten See- und Flusspopulationen bis zu 30 % 2-stachelige und bis zu 12 % 4-stachelige Exemplare des Dreistacheligen Stichlings. Vereinzelt traten bei der „Friedenstal-Population“ in den Jahren 2012 und 2013 auch Individuen mit in der Länge deutlich reduzierten, z.T. auch vollkommen rudimentär gewordenen Dorsalstacheln auf (Abb. 12). Im Jahr 2012 fand ich unter 418 Individuen 2 2-stachelige Exemplare (0,5 %) und im Jahr 2013 bei 778 untersuchten Tieren insgesamt 6 solcher Tiere (0,8 %).

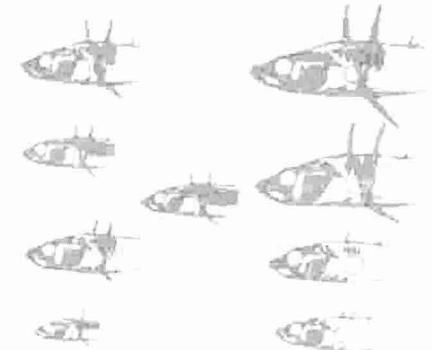


Abb. 12:
Repräsentative Phänotypen von *G. aculeatus*
aus Seen von Haida Gwaii, Br. Columbia, Ka-
nada. In der Mitte ein ästuarines Exemplar zum
Vergleich. Nach: Reimchen et al. 2013).

Und auch an der Ostküste Nordamerikas wurden von Moodie & Reimchen (1973) und Reimchen (1984) von der Insel Haida Gwaii (siehe Abb. 12) und auf Texada Island von Hagen & McPhail (1970) mehrere Populationen von *G. aculeatus* mit sehr rudimentären oder zum Teil auch gänzlich fehlenden Dorsalstacheln beschrieben. Diese Tiere sind aber nicht mit den von mir bei der „Friedenstal-Population“ vorgefundenen 2-stacheligen Exemplaren vergleichbar, weil die Individuen der besagten Populationen auf Haida Gwaii und Texada Island häufig auch erhebliche Reduktionserscheinungen in der Ausprägung ihrer gesamten Defensivbewaffnung zeigen, einschließlich der Dorsal- und Ventralstacheln. Dagegen sind diese Erscheinungen bei den Individuen der „Friedenstal-Population“ ausschließlich auf die Dorsalstacheln beschränkt und die Anzahl dieser Tiere ist mit einem Anteil von weniger als einem Prozent als Ausnahmeerscheinung zu betrachten.

Die hier angegebenen Zahlen zur Häufigkeit von 4-stacheligen Individuen der Art *G. aculeatus* vermitteln vielleicht den Eindruck, dass solche Tiere gar nicht so selten vorgefunden werden. Tatsächlich aber waren die Jahre 2011 bis 2013 aber wirkliche Ausnahmejahre, denn danach schrumpfte der Anteil dieser Tiere wieder gegen Null und nur gelegentlich traten vereinzelt noch 4-stachelige Typen bei den alljährlich vorgenommenen „Kontroll-Fängen“ der Friedenstal-Population auf. Diese nach 2013 gefundenen Tiere entsprachen immer den Typen „C“ und „F“ in Abb. 19, siehe S. 45. Wie selten 4-stachelige Exemplare des Dreistacheligen Stichlings tatsächlich sind, zeigt der Befund, dass ich in meiner etwa 50-jährigen Feldforschungsarbeit unter geschätzten 4000 bis 5000 untersuchten Individuen bis zum Jahr 2011 nur ein einziges 4-stacheliges Exemplar des Typs „G“ (Abb. 19, S. 45) gefunden habe. Die zu diesen Befunden beigetrage-

nen Erhebungen beruhen auf zahlreichen Sammlungen aus verschiedenen Fließgewässern, Weihern und Teichen Nordrhein-Westfalens und Hamburgs. Auch einige hundert Stichlinge der nordwesteuropäischen Wanderpopulation aus Gebieten der Unterelbe und Eider waren Teil dieser Untersuchungen.

5 Die Suche nach den Ursachen

5.1 Umweltbedingte Modifikatoren

Beeinflussung von Prädatoren oder bestimmten Umweltfaktoren? Bei allen Spezies der Familie der Stichlinge variieren die Dorsalstacheln in der Zahl, ihrem Sitz auf den Basalplatten, in ihrer Länge und dem Grad ihrer Auszackung (Bell & Foster 1994). Speziell bei *G. aculeatus* wurde nach den Ursachen jeder dieser variablen Eigenschaften gesucht (Gross 1978), aber nur die bezüglich der Stachelnlänge wurden umfassend studiert (Hoogland 1951, Hagen & Gilbertson 1972, Moodie 1972, 1977, Gross 1978). Dabei stellte sich heraus, dass Populationen in Regionen mit Raubfischen dazu tendieren, längere Dorsal- und Ventralstacheln zu entwickeln. Für die Raubfische mögen lange Stacheln abschreckend wirken. Hoogland et al. (1957) fanden auf experimentellem Wege heraus, dass Hechte und Barsche die kürzer bestachelten „*Pungitius*-Typen“ gegenüber den auch optisch wehrhafter erscheinenden Dreistachligen Stichlingen unter Aquarienbedingungen als Beute bevorzugten. Nach eigenen Freiland-Beobachtungen selektieren auch Forellen (hier *Salmo trutta fario*) die Stichlingsbestände nach diesem Beuteschema. Für Fisch fressende Vögel hat diese Entwicklung aber einen umgekehrten Effekt, da sie Beutetiere mit langen Stacheln mit ihren Schnäbeln besser fassen können. In Regionen, in denen sowohl Fische als auch Vögel jagen, sind die Stachelnlängen bei den Individuen solcher Gewässer daher meist durchmischt (Hoogland et al. 1957, Reimchen 1983, 1991). Denkbar sind auch andere Umweltfaktoren (wie etwa Wasserhärte und pH-Werte, Salinitätsverhältnisse, Jahresdurchschnittstemperaturen, Nahrungsangebote, Trübheitsgrade und Fließgeschwindigkeiten), die einen Einfluss auf die Ausprägung der Defensivbewaffnung der Stichlinge haben können. Laut Blouw & Boyd (1992) wird die Ausprägung der Stacheln bei den Stichlingen nur in einem sehr geringen Maß durch Variationen der pH- und Kalziumwerte sowie dem Salzgehalt der Wohngewässer beeinflusst. Die selektive Wirkung der jeweils vorherrschenden Raubfeindverhältnisse ist demnach fraglos größer. Aber alle Kräfte zusammen können eine Fülle von spezialisierten Anpassungsformen oder morphologisch differenzierten Erscheinungsvarianten erwirken. Ein Beispiel dafür liefert die Abb. 12 mit repräsentativen Individuen von *G. aculeatus* aus verschiedenen Lokalitäten eines einzigen Systems auf Haida Gwaii in British Columbia (Kanada).

Trotz ihrer Wehrhaftigkeit sind die Stichlinge aufgrund ihrer geringen Körpergröße von nur gut 30 (*G. wheatlandi*) bis zu ca. 110 (*G. aculeatus*) und 135 bis 191 Millimeter (*Spinachia spinachia*), ihrer relativ langsamen Schwimmweise, ihres auffälligen Brutpflegeverhaltens und ihres gebietsweise massiven Auftretens bevorzugte Beutetiere zahlreicher Raubfeinde. Hinzu kommt, dass die Stichlinge in einer vergleichbar sehr viel größeren Diversität von Habitaten leben als die meisten anderen Fische. Sie sind in Moortümpeln, littoralen-, limnischen- und benthischen Gewässerzonen von Seen, in großen Stromläufen, Flüssen, Bächen, Wiesengraben, brackigen Mündungsgebieten, Gezeitentümpeln und im offenen Meer etwa 1000 Kilometer von der Küste entfernt zu finden (Reimchen 1994).

Die Prädatoren. Die Raubfeinde der Stichlinge variieren in den Größenordnungen von 0,3 Gramm leichten Rückenschwimmern (Hemiptera) bis zu 300 Kilogramm schweren

Robben. Reimchen (1994) führt für das Raubfeind-Regime allein für *G. aculeatus* 68 Spezies an. Dazu gehören Nesseltiere, Egel, räuberische Insektenlarven, diverse Fisch- und Vogelarten sowie einige Säugetiere und verschiedene Nattern. Nach Eigenbeobachtungen rauben auch unsere heimischen Schwanzlurche (Faden-, Berg-, Teich- und Kammmolch) eine nicht unbedeutende Zahl von Jungfischen bis zu einer Größe von knapp einem Zentimeter. Die Hauptprädatoren stellen aber eindeutig die Fische und Vögel. Flussbarsche, Steinbarsche, Forellenbarsche, Zander, Saiblinge, Forellen, Lachse, Quappen, Äschen, Hechte, Aale und Schwarzgrundeln ernähren sich regelmäßig auch von Stichlingen (Hartley 1948, Frost 1954, Nikolski 1957, Greenbank & Nelson 1969, Daniel 1968, McPhail & Lindsey 1970, Scott & Crossman 1973, Newsome & Gee 1978, Reist 1980, Robinson & Tonn 1989, Zimmerman 2006, Stewart et al. 2007).

Fisch fressende Vögel (wie Taucherarten, Gänsesäger, Reiher, Rohrdomeln, Eisvögel, Seeschwalben- und Möwenarten) sind weit verbreitet und erbeuten besonders in ihrer Brutzeit eine beträchtliche Menge von Stichlingen (Munro & Clemens 1937, Creutz 1965, Daniel 1968, Penczak 1965, Huntingford 1974, Gross 1978, Reimchen 1980, FitzGerald & Dutil 1981, Giles 1981, Giles & Huntingford 1984, Whoreskey & FitzGerald 1985, Paepke 1996). Nach einer persönlichen Mitteilung von Walter Daniel (Tönning) wird der Zug der in die Eider einwandernden anadromen Schwärme des Dreistachligen Stichlings von Scharen an Lachmöwen begleitet, die die Stichlinge im Flug aus dem Wasser fischen. Der Laienforscher berechnete aus den Gewöllen der Lachmöwen einen Bestandsverlust von jährlich etwa 120.000 Stichlingen. Auch Egel, Libellenlarven, Wasserwanzen und einige Schwimmkäfer sind als Fischräuber bekannt (Moodie 1972, Reimchen 1980, Foster et al. 1988).

Ferner ist auch der Laich der Stichlinge eine begehrte Nahrungsquelle, z.B. des Aals (Daniel 1968), von gründelnden Enten (Eigenbeobachtungen), verschiedenen Süßwasserkrebsen (Foster et al. 2003, Taylor et al. 2006) und die Hundsfischart *Novumbra hubbsi* raubt laut McPhail (1969) die Brut aus den Nestern des Dreistachligen Stichlings. Darüber hinaus ist der Raub von artemisartigen Eiern sowie der Verzehr von artemisartiger Brut (Filial-Kannibalismus) bei den Stichlingen weit verbreitet. Beim Dreistachligen Stichling wurde diese Form des Kannibalismus-Verhaltens (Abb. 13) von Hynes (1950), Daniel (1965), Walkey (1967), Van dem Assem (1967), Black & Wootton (1970), Semler (1971), Hagen & Moodie (1982), Paepke (1983), Belles-Isles & FitzGerald (1992), Largiader et al. (2001) und Mehlis et al. (2009) nachgewiesen. Für den Schwarzgefleckten Stichling (*G. wheatlandi*) liegen dazu Berichte von McInerney (1969), Whoreskey & FitzGerald (1985), Vickery et al. (1988) vor, für den Neunstachligen Stichling (*P. pungitius*) (Abb. 14) von Blegvad (1917), Johnes & Hynes (1950), Morris (1952), für den Bachstichling (*C. inconstans*) von Salvert & Moodie (1985), Moodie (1986), Beaudoin et al. (2001), Zimmerman (2006), Stewart et al. (2007) und für den Seestichling (*Sp. spinachia*) von Jones et al. (1998), Östlund-Nilsson (2001) und von Östlund-Nilsson & Mayer (2007). Bisher ist nur bei dem Vierstachligen Stichling (*Apeltes quadracus*) noch kein Filial-Kannibalismus beobachtet worden (Rowland 1979, Willmott & Foster 1995).

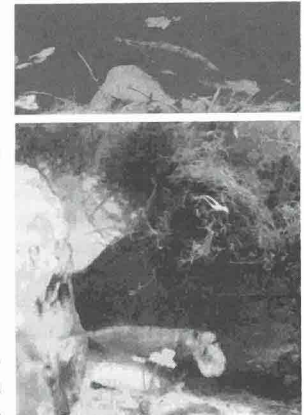


Abb. 13, 14:
Ein M. des Dreistachligen Stichlings hat sich den zuvor in einem fremden Nest befruchteten Laich zurückerobert und versucht den Laichballen in seinem Nest zu verstauen. Und: Ein als W. getarnter Neunstachliger Stichling bringt den vom Nachbarn erbeuteten Laichballen in sein Territorium und anschließend in sein Nest.
Fotos: L. Drifte.

Direkte Wirkung durch Prädatoren? Alle obig genannten Jäger – einschließlich des filialen Kannibalismus-Verhaltens – müssen als mögliche „Selektionsfaktoren“ aufgefasst werden, die die Dorsalstachelzahl beeinflussen können. Je nachdem, welche Art von Fischen, Vögeln oder räuberischen Insekten und deren Larven in welcher Häufigkeit selektiv auf eine Population wirken, werden ganz unterschiedliche und oft sehr spezifische Einflüsse auf die Ausprägung der Defensivbewaffnung der Mitglieder einer Populationsgemeinschaft ausgeübt. Ob und in wie weit exakt einzelne oder mehrere Faktoren für eine direkte Wirkung auf den Stacheldimorphismus hinsichtlich der unterschiedlichen Zahl von Dorsalstacheln verantwortlich gemacht werden können, ist noch nicht ausreichend erforscht. Beiträge dazu liegen über den Seestichling und den Schwarzgefleckten Stichling meines Wissens noch nicht vor. Beim Neunstacheligen Stichling scheinen die Länge der Ventralstacheln, die Zahl der Kiemenreusenzähne und die Körperproportionen nach Gross (1979) eher von habitatspezifischen Besonderheiten abhängig zu sein – wie dem Nahrungsspektrum und dem Druck von lokal vorhandenen Arten an Prädatoren.

Dagegen lassen die Zahl der Basalplatten und Dorsalstacheln ein geografisches Variationsmuster erkennen. Nach den Forschungen von Ure (1962), Paepke (1996) und den in Kap. 4.2 erwähnten Eigenuntersuchungen ist bezogen auf die Populationen in Europa ein Trend in der Abnahme der Dorsalstachelzahl von Ost nach West zu erkennen. Für die norddeutschen *Pungitius*-Populationen konnte Buchholtz (2013) nachweisen, dass Populationen, die einem hohen Fraßdruck durch Raubfeinde ausgesetzt sind, insgesamt körperlich größer sind und eine stärkere Ausprägung ihrer Defensivbewaffnung entwickeln. Aus diesen Ergebnissen lässt sich schließen, dass ein hoher Fraßdruck durch Raubfische die Ausprägung von Körperform und morphologischen Merkmalen erheblich beeinflusst. Blouw & Hagen (1984d) konnten zeigen, dass sowohl bei der Gattung *Apeltes*, als auch bei den im ostkanadischen Verbreitungsgebiet beheimateten Vertretern des Neunstacheligen Stichlings eine positive Wechselbeziehung zwischen der Länge und der Anzahl ihrer Dorsalstacheln besteht (siehe Abb. 2, S. 24). Beide Gattungen reagieren auf das Vorkommen von Raubfischen mit der Entwicklung einer größeren Zahl und Länge der Rückenstacheln. Dieses Muster einer „KO-Variation“ innerhalb einer Spezies und zwischen verschiedenen Spezies ist nach Ansicht der Autoren als Zeugnis einer natürlichen, selektiven Kraft anzusehen, die eine höher bestachelte Morphologie begünstigt.

Die morphologische Variabilität des Bachstichlings (*C. inconstans*) beschränkt sich nicht allein auf die Zahl der Dorsalstacheln, sondern schließt ebenso die Stachelgröße, die Ausprägung der Beckenknochenelemente und unterschiedliche Körperproportionen ein. Die Ausprägung und Kombination der aufgeführten Merkmale sind mannigfaltig und führen zu einer Vielzahl von mehr oder weniger deutlich voneinander zu unterscheidenden Erscheinungstypen. Es gibt gedrungene oder gestreckte Formen mit unterschiedlich vielen, mehr oder weniger langen oder kurzen Dorsalstacheln.

Obwohl sich die Suche nach den möglichen Ursachen dafür bei *Culaea* weniger auf die Zahl der Rückenstacheln bezieht, konnte Nelson (1969, 1971) am Beispiel einiger Populationen dieses Stichlings zeigen, dass Reduktionserscheinungen der Beckenknochenelemente oft mit der Abnahme der Dorsalstachelgröße gekoppelt sind. Solche Populationen wurden vornehmlich in Alberta und Saskatchewan, also im Nordwesten des Verbreitungsareals dieser Gattung gefunden. Dagegen sind bei den weiter östlich lebenden Populationen in Wisconsin und Ohio besonders viele Individuen mit proportional langen Dorsalstacheln vertreten. Extreme Stachelgrößen wurden von Andraso & Barron (2002) im Macoche Creek in Ohio nachgewiesen. Demnach besitzen die hoch-

rückigen Formen im Osten vergleichsweise längere Rückenstacheln als die schlanken Formen im Westen. Nach Moodie (1977) ist dabei jedoch zu berücksichtigen, dass es sich bei diesen Untersuchungen lediglich um eine auf dieses Merkmal bezogene Tendenz handelt, denn in den jeweiligen Populationen sind in prozentual unterschiedlicher Häufigkeit auch andere Phänotypen vertreten, die diesem Bild nicht entsprechen. Wie auch immer, diese geografischen Strukturen einer von Ost nach West verlaufenden Tendenz der Abnahme von gekoppelt auftretender Körpergröße und Stachelgröße sind weitgehend deckungsgleich mit den Verbreitungsstrukturen zweier von Mattern (2006) durch mtDNA-Analysen nachgewiesenen, genetisch, kladistisch getrennten Linien innerhalb des Verbreitungsgebiets des Bachstichlings (Abb. 15, 16). Nach Gach (1996) und Mattern (2006) sind die beiden Linien vor etwa 36.000 bis 48.000 Jahren durch die Ausdehnung des Laurentischen Eisschildes während der Wisconsin- bzw. Würmkaltzeit getrennt worden und erst im Verlauf der postglazialen Wiederausbreitung genetisch erneut in Kontakt geraten.

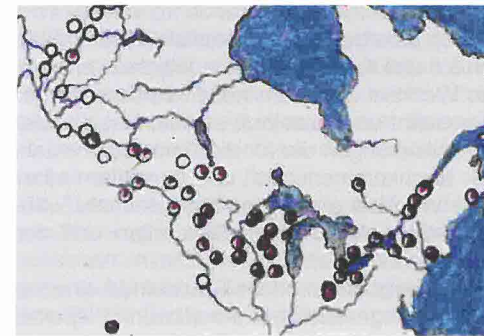


Abb. 15:
Zur Stachelgröße von *C. inconstans*. Offene Kreise stellen Populationen mit proportional zur Körpergröße kurzen Dorsalstacheln dar. Die unterschiedlich mit Rot gefüllten Kreise zeigen nach Nelson (1969) im Verhältnis zunehmende Stachelgröße an.
Zeichnung L. Drifte.

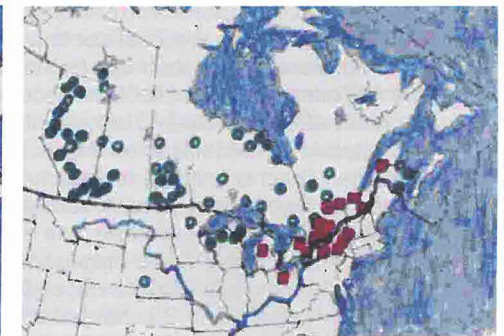


Abb. 16:
"Atlantische Linie" (rot) und "Mississippi-Linie" (grün) von *C. inconstans* nach Ward & McLennan (2008). Offene Kreise stehen für Populationen aus Seen, geschlossene für solche aus Fließgewässern.
Zeichnung L. Drifte.

Mit der Methode der geometrischen Morphometrie (Charakterisierung von Formen durch quantifizierbare Maßzahlen) untersuchten Ward & McLennan (2008) insgesamt 1420 Individuen des Bachstichlings aus 80 Lokalisationen. Die Ergebnisse zeigen ein Muster von einer strukturierten, phänotypischen Verschiedenheit innerhalb des gesamten Verbreitungsareals mit extremen Typen innerhalb beider „Grenzräume“, wobei die „Formvariation“ mit den beiden mtDNA-Linien allgemein deckungsgleich ist. Laut den Autorinnen sind die beiden Formen nicht unbedingt „linienspezifisch“ und daher erwägen sie, dass das gegenwärtig phänotypische Verbreitungsbild von *C. inconstans* wahrscheinlich hauptsächlich durch Faktoren wie Klima, kontinuierlich variierende Selektion und lokalen Genaustausch geprägt wird.

Es bleibt festzuhalten, dass bei *C. inconstans* eine von Ost nach West verlaufende Tendenz in der Abnahme der Stachelgröße zu verzeichnen ist. Dieser Befund zeigt Parallelen zur Morphologie bei *P. pungitius* bei der in Europa ebenfalls eine von Ost nach West abnehmende Dorsalstachelzahl erkannt wurde. Beide Ergebnisse sind aber unabhängig voneinander zu betrachten.

Über die möglichen Ursachen für den Stacheldimorphismus bei der Gattung *Apeltes* liegen deutlich konkretere Ergebnisse vor. Bei seinen Forschungen zur Variation der Dorsalstachelzahl von *Apeltes quadracus* konnte bereits Cox (1923) eine Wechselbeziehung zwischen dem Verhältnis von 5-stacheligen Individuen zur Salinität der Wohnge-wässer und den vorherrschenden Sommertemperaturen nachweisen. Generell wurden mehr Individuen mit fünf Dorsalstacheln bei Populationen in Habitaten mit einer höhe-ren Salinität und niedrigen Sommertemperaturen gefunden. Diese Verhältnisse konn-ten von Krueger (1961) bestätigt werden. Andererseits zeigt der Vergleich von Popula-tionen aus sehr unterschiedlichen Gewässern keine bedeutenden Differenzen hinsicht-lich der Stachelzahl ihrer Bewohner. Die Untersuchungen umfassten 117 Süßwasser- und 453 Seewasserhabitate mit klarem, kalten Seewasser und wärmerem trübem Süß- wasser, gebietsweise auch mit starken Strömungsverhältnissen (Mattern 2007).

Lokal wechselnde Verhältnisse in der Zeit. Nach den Ergebnissen einer Langzeit- studie von Blouw & Hagen (1987) an einer Großpopulation von *Apeltes quadracus* im Daigle Inlet in New Brunswick (Kanada) ereignete sich im Verlauf der Jahre von 1974 bis 1983 ein mehrfacher Wechsel der hauptsächlich anzutreffenden Dorsalstachelanzahlen je Tier im Bereich zwischen durchschnittlich 3,5 und 4,9. Nach einem Wechsel erfolgte eine Umkehrung und schließlich wieder ein Wechsel zu einem neuen Höhepunkt der durchschnittlich erreichten Stachelzahl. Interessant und rätselhaft zugleich ist der Befund, dass keine bedeutsamen unmittelbaren Änderungen der für die Dorsalstachelzahl ermittelten Durchschnittswerte zwischen der Nachkommenschaft und den Eltern einer Generation beobachtet werden konnten. Die Wechsel ereigneten sich vielmehr wäh- rend des Übergangs zwischen den reproduktiven Adulti einer Generation und der Nachkommenschaft (F2) der Folgegeneration.

Aus den Arbeiten von Blouw & Hagen (1984b-d) geht hervor, dass Raubfeinde eine selektive Wirkung auf die Stachelzahl und Stachellänge auch bei erwachsenen *Apeltes* ausüben und somit den Stacheldimorphismus dieser Spezies wesentlich beeinflussen. Experimentelle Analysen von Blouw & Hagen (1984c) zeigen, dass die Stachelzahl und Stachellänge bei Populationen in Gebieten mit Raubfischen allgemein größer ist, die beiden Formen des Stacheldimorphismus aber unabhängig voneinander selektiert wer- den. Nach diesen Untersuchungen haben Individuen von Populationen mit einer grö- ßeren Hauptstachelzahl zudem längere und höhere Körper und somit einen größeren „defensiven Körperrumfang“. Die Arbeiten der Autoren machen deutlich, dass *Apeltes* immer eine größere Dorsalstachelzahl entwickelt wenn mit Raubfischen konfrontiert, welche die selektive Wirkung auf den Stacheldimorphismus fördern und die höher be- stachelten Morphen letztlich begünstigen.

Die Beziehung zwischen der Fitness der Morphotypen und den Prädatoren ist komplex (Blouw & Hagen 1984c). „Daher könne“ (so die Autoren) „die zeitliche Variation der Sta- chelzahl-Typen möglicherweise auch als eine Reflektion der selektiv wirkenden Kräfte angesehen werden“. Die Ergebnisse von Cox (1923) und Krueger (1961) – nach denen 5-stachelige Tiere häufiger im Salzwasser vorkommen – könnten nach der Ansicht von Blouw & Hagen darauf hinweisen, dass *Apeltes* im Süßwasser möglicherweise einem anderen Druck von Raubfeinden ausgesetzt ist.

Da sich der Stacheldimorphismus bei *Apeltes* laut Blouw & Hagen (1984a) aber über weite Gebiete des ostkanadischen Verbreitungsraums erstreckt, ist es für die Autoren gegeben, dass die räumliche Variation möglicherweise keinen genetischen Ursprung haben könne. Diese könne eventuell auch schon während des frühen Entwicklungs- Stadiums im Ei durch eine Reihe von anderen Modifikatoren beeinflusst werden. Tat- sache jedenfalls ist, dass die sich im Verlauf der Reproduktion ereignenden Vorfälle die

Morphhäufigkeit der Dorsalstachelzahl bei *Apeltes* bedeutend beeinflussen, „die“ (so die Schlussfolgerung von Blouw & Hagen 1987) „durch lokal genau bestimmte Gewichte erzwungen wird“.

Vor- und Nachteile von Stachelvarianten. Varianten der Dorsalstachelzahl beim Dreistacheligen Stichling (*G. aculeatus*) sind gewöhnlich zwar selten, aber sie wur- den in Europa von Heincke (1889), Ahnelt et al. (1994, 2006) aus Österreich, von Paep- ke (1981) aus dem Osten der BRD, aus Polen von Penczak (1965), der Ukraine von Gross (1978), aus Kroatien von Zanella et al. (2009), aus Schottland von Campbell (1979), von Klepaker (1995) aus Norwegen und von Lobon-Cervia et al. (1988) aus Span- nien beschrieben. Aus British Columbia (Kanada) gibt es Nachweise von Moodie & Reimchen (1976), Reimchen (1980, 1984) und Reimchen & Nosil (2002), von der West- küste Nordamerikas von Nelson & Harris (1987) aus Alberta (Kanada) und von Leah & Van Hippel (2017) von den Aleuten Inseln in Alaska sowie von Miller (1960) aus Kalifornien. Allein auf Haida Gwaii in British Columbia sind vier polymorphe „Dorsalstachel- Populationen“ (Moodie & Reimchen 1973) bekannt und nur wenige Kilometer weiter südlich auf Texada Island eine weitere (Bell 1974, Larsen 1976).

Aufgrund der gegenüber den Gattungen *Spinachia*, *Pungitius* und *Culaea* nur geringen Dorsalstachelzahl ist die Reduktion oder Zunahme von einem oder mehreren Stacheln bedeutsamer als beispielsweise bei *Spinachia* mit bis zu 17 Dorsalstacheln. Daher ist es bei *G. aculeatus* sinnvoll, die Reduktion und Zunahme der Rückenstacheln getrennt zu betrachten.

Die Abnahme der Dorsalstachelzahl wird beim Dreistacheligen Stichling in erster Linie mit dem Vorkommen von rä- berischen Insektenlarven, insbesondere die der Libellen- gattung *Aeshna*, in Zusammenhang gebracht (Reimchen & Nosil 2002). Die in der Vegetation gut getarnten Libellenlar- ven besitzen eine Fangmaske, die durch einen Schnapp- mechanismus blitzschnell ausgefahren werden kann und so die Beute aus einer gewissen Distanz ohne weitere Fortbewegung des eigenen Körpers zielgenau ergreifen können. Je „glatter“ oder „reibungloser“ die Beute, um so weniger erfolgreich sollen die Larven im Festhalten ihrer Beute mit der Fangmaske sein. Da die gesamte Defensiv- bewaffnung der Stichlinge aus knöchernen Elementen mit teilweise gegabelten oder gezackten Fortsätzen besteht (Abb. 17), die sich obendrein noch mehr oder weniger von der Körperoberfläche abhe- ben, bieten intensiv ausgeprägte Strukturen mehr Angriffspunkte als weniger deutlich hervortretende oder gänzlich fehlende Elemente.

Dorsalstacheln im Zusammenhang mit Beckenknochen und Ventralstacheln. Die Reduktion von Dorsalstacheln tritt bei einigen Populationen von *G. aculeatus* häufig ge- koppelt mit dem Verlust von Teilen oder der gesamten Beckenknochelemente auf. Populationen mit rudimentären oder gänzlich fehlenden Beckenknochen sind auch bei den Gattungen *Pungitius* und *Culaea* (Nelson 1969, Nelson & Atton 1971, Nelson & Paetz 1974, Reist 1980) bekannt. Die Ursachen dafür sollen ebenfalls in einer direkten Beziehung mit der Beraubung durch Libellenlarven stehen (Reist 1980).

Die Wahrscheinlichkeit, dass der Verlust von Beckenknochelementen in einen un- mittelbaren Zusammenhang mit dem Vorkommen von Libellenlarven gebracht werden kann, ist jedoch umstritten. Marchinko (2009) führte Experimente mit juvenilen *G. aculeatus* und verschiedenen Arten kleiner wirbelloser Prädatoren durch und fand her-



Abb. 17:
Linker Ventralstachel mit
dem aufsteigenden Teil des
Beckenknochens einer sta-
tionären Flusspopulation
von *G. aculeatus*.
Foto: V. Wagner.

aus, dass die Individuen mit gut ausgebildeten Beckenknochenelementen insgesamt empfänglicher für die Angriffe waren. Zu etwa den gleichen Ergebnissen kommen Ziganov & Zotin (1996) bei ihren ganz ähnlich aufgebauten Experimenten mit der Gattung *Pungitius*. Reist (1980) benutzte Individuen der Gattung *Culaea* mit und ohne Beckenknochenskelett. Auch in diesem Fall erbeuteten die Libellenlarven eine signifikant höhere Rate von Exemplaren mit gut ausgebildeten Beckenknochenstrukturen. Aber bei einem Parallelversuch konnte kein phänotypisch verschiedener Konsum festgestellt werden. In einem anderen Experimentaufbau von Lescak et al. (2012) wurde offenkundig, dass Libellenlarven mehr *G. aculeatus* mit Ventralstacheln erbeuten, die kleiner sind als sie selbst. Die Studie von Lescak et al. konnte darüber hinaus zeigen, dass sich die Beraubung durch die Libellenlarven bis in das Adult-Stadium fortsetzt. Das trifft interessanterweise auf Individuen ohne Ventralstacheln zu, wobei die ausgewachsenen Tiere bis zu 15 Millimeter größer sein können als die Larven der Raubinsekten. Zudem konnte eine Studie zum Ausgleich zwischen „defensiver Morphologie“ und der „Leistung von Fluchtantworten“ von Andraso (1997) an einer polymorphen Population von *C. inconstans* deutlich machen, dass Individuen ohne Beckenknochenelemente insgesamt schneller auf Schreckmomente reagieren und somit weniger häufig zu einer vermeintlich leichteren Beute für die Libellenlarven werden.

Auch bei Experimenten von Mobley et al. (2013), in denen *P. pungitius* mit und ohne Ventralstachel in verschiedenen Besatzdichten zusammen mit einer unterschiedlich großen Zahl von Libellenlarven gehalten wurden zeigte sich, dass der selektive Vorteil von stachellosen Beckenknochenelementen nur sehr gering ist. Ob der Verlust von Beckenknochenelementen somit tatsächlich als eine evolutive Antwort auf die Beraubung durch Libellenlarven verstanden werden kann, bleibt daher zunächst fraglich. Denn auch Miller et al. (2017) fanden wenig Beweise dafür, dass räuberische Insekten eine Reduktion der Ventralstachel bei *G. aculeatus* begünstigen. Nach der Ansicht von Lescak et al. (2012) könnte eine differenzierte Beraubung von kleinen Stichlingen mit Ventralstacheln und größeren Stichlingen ohne Bauchstacheln möglicherweise demographische Konsequenzen haben, wenn jüngere Populationsmitglieder mit Ventralstacheln weitgehend ausgemerzt werden, noch bevor diese sich reproduzieren können.

Dass bei *G. aculeatus* ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Verlust von Beckenknochenelementen und der Reduktion von Dorsalstacheln besteht, zeigt eine Studie von Reimchen (1980) über den Stacheldimorphismus im Boulton Lake auf Haida Gwaii in British Columbia, Kanada. Etwa 80 % der Individuen in diesem Biberstausee fehlt meist der zweite Dorsalstachel und 68 % der Tiere fehlen die Ventralstacheln. Exemplare mit allen für die Art unter Süßwasserbedingungen typisch ausgebildeten Stacheln sind hier mit nur 4,3 % außergewöhnlich selten. Der Bereich von mangelhafter Stachelausprägung und ihrer Häufigkeit zwischen den Populationen im Boulton Lake auf Haida Gwaii und dem Paxton Lake auf Texada Island ist recht ähnlich (Hagen & Gilbertson 1972, Moodie & Reimchen 1976). In beiden Populationen fehlt den Individuen gewöhnlich einer der beiden großen Dorsalstacheln. Im Boulton Lake ist dies der zweite Stachel mit etwa 80 % und im Paxton Lake der erste mit ca. 50 % der Tiere. Die Ausprägung der Beckenknochenelemente bewegt sich in einem Rahmen von „Komplett-Verlust“ (Boulton 65 %, Paxton 60 %) bis zur vollen Ausbildung mit einer zweiseitigen Asymmetrie und diversen Zwischenstufen.

Dorsalstachelverhältnisse in verschiedenen Habitaten, insbesondere zur 2-Stacheligkeit von *G. aculeatus*. Im Boulton Lake ist der Anteil von Weibchen mit mehr als zwei Dorsalstacheln größer, während unter den Männchen mehr Tiere mit weniger als drei Rückenstacheln vertreten sind. Ausgewachsene Weibchen und Jungfische mit

Ventralstacheln bewegen sich bevorzugt im Gewässerfreiraum, während sich adulte Männchen und Jungfische ohne Ventralstacheln eher in der Uferregion aufhalten. Diese Räume stimmen mit den Jagdstrategien der vorkommenden Prädatoren überein, denn hier wurden insgesamt fünf Fisch fressende Vogelarten und Libellen der Gattung *Aeshna* beobachtet. Nach Reimchen (1980) sind es vor allem die Eis- und Lappentaucher (*Gavia immer* und *Polidiceps ssp.*), die einen selektiven Druck auf die Population ausüben, indem die Vögel die meist höher bestachelten weiblichen Individuen in den Gewässerfreiräumen erbeuten. Für diese Räuber kommt erleichternd hinzu, dass die Stichlinge (die Weibchen deutlich häufiger als die Männchen) in diesem Gewässer von dem Bandwurm *Schistocephalus solidus* befallen sind. Im Reifestadium einer Zwischenstufe veranlasst dieser Bandwurm die befallenen Tiere sich möglichst auffällig zu verhalten, um einen Vogel als Endwirt zu erreichen (Giles 1983b). Die Libellenlarven jagen dagegen bevorzugt in den Uferzonen und selektieren hier zwischen den Männchen und Jungfischen.

Nach den Untersuchungen von Leah & Van Hippel (2017) (an fünf stationären See- und einer Flusspopulation von *G. aculeatus* auf vier Inseln des Aleuten-Archipels in Alaska) liegen die Anteile von 2-stacheligen Tieren dort zwischen 0 und 30 %. Zwar erreichen diese Individuen hier nicht die Quoten von 80 % wie im Boulton- und 50 % wie im Paxton Lake, aber im Vergleich zu allen anderen bisher dazu untersuchten Lebensräumen dieses über weite Teile der nördlichen Halbkugel verbreiteten Stichlings, ist ihr Anteil immer noch auffällig hoch. In dieser Region sind allgemein nur wenige Süßwasserfischarten vertreten und in den untersuchten Gewässern wurde neben *G. aculeatus* nur noch eine bis zu 45 cm große Saiblingsart oder „Dolly-Verden-Forelle“ gefunden. Die Art raubt Laich, Brut und ausgewachsene Tiere des Dreistacheligen Stichlings (Reimchen 1994) und diese stellen aufgrund des Mangels an anderen gleichwertigen Beutetieren einen bedeutenden Anteil der Nahrung dieses Raubfisches. Außerdem wurden noch wie bereits erwähnt jagende und brütende Sterntaucher und Eistaucher beobachtet. Den Autoren erscheint es unwahrscheinlich, dass die Reduktion der Dorsalstachelzahl bei diesen Populationen mit dem Vorkommen von Libellenlarven im Zusammenhang steht, da diese Raubinsekten auf den Aleuten noch nicht dokumentiert worden sind.

Aus diesen Informationen lässt sich schließen, dass in den von Leah & Van Hippel (2017) untersuchten Gewässern die „Dolly-Verden-Forelle“ der Hauptprädatör ist. Viele andere Untersuchungen haben aber zeigen können, dass Raubfische die weniger wehrhaften Beutetiere bevorzugen (Hoogland et al. 1957). Im Mayer Lake auf Haida Gwaii konnte Moodie (1972) durch Untersuchungen von Mageninhalten der Cutthroat Forelle (*Oncorhynchus clarki*) nachweisen, dass die Räuber bevorzugt Individuen mit proportional kürzeren Stacheln fressen. Übertragen auf die Süßgewässer auf den Aleuten-Inseln sind die 2-stacheligen Individuen die weniger wehrhafte Beute. In Anbetracht der in diesen Lebensräumen ohnehin nur wenigen alternativ verfügbaren Beutetiere bleibt es rätselhaft, warum die 2-stacheligen Individuen dort Quoten von 0 bis 30 % erreichen. Umgerechnet auf die insgesamt 11 in dieser Studie untersuchten Gewässer ergibt das einen Durchschnittswert von immerhin 5,5 %.

Stachellänge und Lateralschilde. Reimchen (1994) sieht die Ausprägung der Beckenknochenelemente, die Anzahl von Lateralschilden und die Länge der Dorsalstachel als nicht immer Raubfeindabhängiges Zusammenspiel (Abb. 18). Laut Reimchen (1983, 1984) sind bei einigen Populationen des Dreistacheligen Stichlings auf Haida Gwaii häufig besonders kurzstachelige Typen und/oder auch vollkommen schildlose Formen vertreten (siehe Abb. 12, S. 31). Die Anlage der Lateralschilde Nr. 1 bis 8 steht in ei-

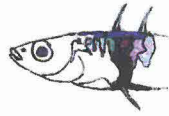
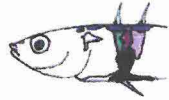


Abb. 18:

Wechselwirkung zwischen Variationen von Lateralschildzahlen und Stacheln bei Populationen von *G. aculeatus* aus verschiedenen Seen auf Haida Gwaii, Br. Columbia, Kanada. Erläuterungen im Text
Zeichnung: L. Drifte nach Reimchen (1994).



nem engen Zusammenhang mit der Stachelnlänge, denn genau diese Lateralschilde wirken stützend auf die stacheltragenden Basalplatten (dunkelblau in Abb. 18). Individuen mit langen Dorsalstacheln besitzen daher in diesem Rumpfbereich auch gut entwickelte Schilde (hellblau, grün, violett und rot in Abb. 18) und ausgeprägte Formen des lateralen Pubifortsatzes des Beckenskeletts (schwarz in Abb. 18). In ihrem Zusammenwirken schützen und stabilisieren sie die Flankenregion besonders gut gegen die scharfkantigen Schnäbel von Vögeln. Bei Populationen mit einer reduzierten Stachelzahl und Stachelnlänge verringert sich in manchen Habitaten gleichzeitig auch die Zahl und Ausprägung der stützenden Knochenelemente, die in der Reihenfolge der in der Abb. 18 wiedergegebenen Typen rudimentär und letztlich nur noch ansatzweise ausgebildet werden.



Diese Wechselwirkung wirft die Frage auf, ob neben den verschiedenen Raubfeindsystemen nicht vielleicht auch chemische Elemente –

wie unterschiedliche Konzentrationen von gelöstem Kalzium – einen selektiven Einfluss auf die Ausprägung der äußeren Knochenelemente haben könnten. Auf der Insel Uist der Äußeren Hebriden an der Westküste Schottlands wurden von Giles (1983) zehn ungenügend bestachelte Populationen von *G. aculeatus* beschrieben. Alle diese Populationen wurden in sauren, nährstoffarmen (oligotrophen) Heidemoor-Seen gefunden, wo der Kalziumgehalt kleiner als 2,5 mg pro Milliliter ist. Obwohl auch dort verschiedene Fisch- und Vogel-Räuber jagen, wird angenommen, dass neben den Prädatoren möglicherweise hier der Kalziummangel eine bedeutende selektive Wirkung auf die Entwicklung von skelettartigen Reduktionen bei diesen Populationen hat. Smith et al. (2014) gingen dieser Frage experimentell auf den Grund und erfaßten den Effekt von gelöstem Kalzium und der Salinität auf das Wachstum von Stichlingen. Sie entdeckten eine Wechselwirkung von beiden Stoffen in Bezug auf die Lateralschild-Morphe. Es wurde deutlich, dass Tiere mit intensiver Stachel- und Schildausprägung ein signifikant geringeres Wachstum zeigten, wenn sie einer hohen Konzentration von Kalzium ausgesetzt waren. Dagegen konnte bei Individuen mit einer geringeren Stachel- und Schildentwicklung keine Einbuße des Wachstums festgestellt werden. Die Daten der Experimente von Smith et al. deuten außerdem darauf hin, dass es eine Schwelle der Kalziumkonzentration gibt, unterhalb derer sich Lateral- und Ventralschilde nicht entwickeln können. Entgegen der Meinung von Blouw & Boyd (1992) legen die Befunde von Smith et al. nahe, dass die Konzentration von gelöstem Kalzium zumindest einen limitierenden Effekt auf das Skelettwachstum von Stichlingen haben kann. Damit ist jedoch nicht bewiesen, dass diese Einflüsse wirklich entscheidend auf die hier diskutierten Reduktionserscheinungen der Dorsalstachelzahl bei den Stichlingen wirken. Trotz vieler Bemühungen und Klärungsversuche bleibt festzustellen, dass es bisher nicht gelungen ist, die Ursachen für die Reduktion der Dorsalstachelzahl beim Dreistachligen Stichling vollständig aufzuklären.

2- und 4-stacheligkeit von *Gasterosteus aculeatus*. Im Vergleich zu den hohen Quoten 2-stacheliger Tiere von bis zu 80 % der Individuen einer Population ist die Zunahme von Dorsalstacheln beim Dreistachligen Stichling eher selten. Aber wie unter 4.5.2 be-

reits vermerkt, können 4-stachelige Typen dieser Stichlingsart in manchen Jahren auch recht hohe Anteile erlangen. Aus der Arbeit von Ahnelt et al. (1994) lässt sich aus fünf im westösterreichischen Rheintal gesammelten Proben von insgesamt 130 Tieren ein Mittelwert von 17,7 % 4-stacheliger Individuen errechnen, wobei in einer Probe mit 37 Tieren gar kein 4-stacheliges Exemplar gefunden wurde. Die Anteile der übrigen Proben schwanken zwischen 2,3 und 33,3 %, wobei sich die höheren Quoten von 33,3 und 25,0 % aus Sammlungen von nur 3 bzw. 4 Tieren ergeben und damit wenig aussagekräftig sind. Letztlich liegen die Vorkommen in diesem Gebiet (einschließlich der Nebenflüsse des Bodensees) nach Ahnelt et al. (2006) bei ungefähr 6 %. Das entspricht in etwa auch den für den Harder Dorfteich in Vorarlberg (Österreich) ermittelten Vorkommen von 8 % 4-stacheliger Individuen.

Dagegen fanden Nelson & Harris (1987) unter 1338 Tieren einer Population in Kanada nur 22 (1,6 %) 4-stachelige Phänotypen. Nach Zanella et al. (2009) liegt der Anteil von juvenilen 4-stacheligen Exemplaren im Mirna River in Kroatien bei 9,4 %. Unter 75 Individuen einer Sammlung wurden 8 (3 adulte und 5 juvenile, 10,6 %) 4-stachelige Tiere gefunden. Gewöhnlich ist hier der vierte zusätzliche Stachel gut entwickelt und etwas kleiner als der eigentlich dritte Dorsalstachel. Die in der Arbeit abgebildeten Tiere entsprechen den Typen „B“ bis „F“ der in Abb. 19 dargestellten Varianten. Weitere fünf ausgewachsene Exemplare dieser Sammlung zeigten Spuren vom Verlust eines zusätzlichen Dorsalstachels, wodurch sich die Quote für 4-stachelige Tiere im Mirna River auf 17,3 % erhöht. Es konnte jedoch bei keinem der Jungfische ein Verlust eines zusätzlichen Stachels festgestellt werden. Die Autoren halten es für möglich, dass der vierte – verlorene – Stachel eventuell strukturell unzureichend oder vielleicht auch niemals voll entwickelt wurde. Die Autoren weisen darauf hin, dass der Verlust dieses Stachels ohne Anfärben mit Alizarin rot kaum zu erkennen ist und sehr leicht übersehen wird.

Bei der Population im Mirna River handelt es sich um eher kurzstachelige Typen der Leiurus-Form, die zu 27 % eine zu gleichen Teilen linksseitige oder rechtsseitige Asymmetrie der Lateralschilde mit der Differenz von jeweils einem Schild aufweisen. Nach den Angaben der Autoren ist hier der Döbel (*Squalius cephalus*) als Hauptprädatör zu betrachten. Nach meinen Erfahrungen ist der Döbel ein räuberischer Weißfisch, der schon in einer Größe von 10 bis 15 cm selbst in geräumigen Gartenteichen keinen einzigen jungen Stichling hochkommen lässt. Ferner jagen in der Region des Mirn Rivers vier Spezies von Libellen und auch Fisch fressende Vögel.

Die Quoten von 4-stacheligen Individuen auf den Inseln Atta, Nizki, Agutta und Adak des Aleuten-Archipels schwanken laut Leah & Van Hippel (2017) nur zwischen 0 und 12 %, aber immerhin wurden in 5 von 11 untersuchten Gewässern ein Minimum von 2 % 4-stachelige Exemplare gefunden (Tab. 2, S. 42). Ein Blick auf die Tabelle 2 macht deutlich, dass in den Gewässern der vier Aleuten-Inseln jeweils immer nur eine der von der „Normalform“ abweichenden Stachelvarianten des Dreistachligen Stichlings gefunden wurde. Auch in zahlreichen anderen hierzu untersuchten Gebieten konnte jeweils nur eine der beiden Dorsalstachelvarianten gefunden werden. Ich selbst fand aber im Jahr 2012 bei einer isolierten Population im Friedenstal (bei Detmold) unter 402 Individuen 2 2-stachelige (0,5 %) und 10 4-stachelige (2,5 %) Exemplare und im Jahr 2013 fanden sich unter 742 Tieren 6 2-stachelige (0,8 %) und 23 4-stachelige (3,1 %) Individuen. In den Jahren von 2007 bis 2011 und 2014 bis 2019 habe ich dort – wenn überhaupt – immer nur einen geringen Prozentsatz zwischen 0 und 0,63 % an 4-stacheligen Phänotypen vorgefunden (siehe Tab. 3, S. 44). Diese Befunde legen nahe, dass es vermutlich verschiedene Gründe für eine in der Dorsalbestachelung abnehmende und zunehmende Zahl von Stacheln bei *G. aculeatus* gibt.

Tab. 2:
Prozentuale Anteile von 2- und 4-stacheligen Individuen von *G. aculeatus* auf vier Aleuten-Inseln.
Nach Leah & Van Hippel (2017).

	Gewässer	2-stachelig (%)	4-stachelig (%)
Atta-Inland	Lake No. 1	20	-
	Lake No. 2	4	-
	Lake No. 3	-	2
	Lake No. 4	-	6
Nizki-Inland	Lake No. 1	2	-
Agattu-Inland	Lake No. 1	30	-
	River No. 1	2	-
	Lake No. 3	-	12
Adak-Inland	Lake No. 1	2	-
	Lake No. 2	-	12
	Lake No. 3	2	-
Durchschnitt		5,5	3,1

Wie schon Blouw & Hagen (1984c) für die Gattung *Apeltes* feststellen konnten, haben Exemplare mit einer höheren Hauptstachelzahl auch längere und größere Körper und vergrößern dadurch ihren „defensiven Körperrumfang“. Der Vergleich von Analysen morphologischer Meßpunkte an 3- und 4-stacheligen ausgewachsenen Tieren der Spezies *G. aculeatus* von Zanella et al. (2009) konnte zeigen, dass 4-stachelige Exemplare längere Dorsal- und Ventralstachel haben. Dadurch vergrößern auch sie beim Spreizen ihrer Stacheln ihre Körperfläche. Das mag für einen Räuber wie den Döbel im Mirna River oder die Dolly-Verden-Forelle in den Gewässern auf den Aleuten-Inseln vielleicht abschreckend wirken und die 4-stacheligen Tiere dort selektiv begünstigen. Fischfressende Vögel (wie der Sterntaucher und die Beringmöwe) wurden von Leah & Van Hippel (2017) nur an einer der vier untersuchten Lokalitäten beobachtet, wo 4-stachelige Individuen von *G. aculeatus* gefunden wurden.

Im Friedenstal-Weiher leben außer den Stichlingen keine anderen Fische. Als potentielle Raubfeinde wurden von mir dort relativ regelmäßig Graureiher (*Ardea cinerea*) und der Eisvogel (*Alcedo atthis*) gesehen. Libellenlarven habe ich dort nur äußerst selten gefunden. Vermutlich finden die jüngeren Libellenlarven nicht genügend Nahrung. Denn Frösche und Kröten, deren Larven den Hauptanteil der Nährtiere der Libellenlarven stellen, laichen dort nur sehr vereinzelt und Molche habe ich dort noch nie gefunden, die in meinen Gartenteichen immer sehr schnell in mit Futter versehene Reusen gehen. Für die Bejagung durch den Reiher oder Eisvogel ist eine höhere Bestachelung aber wenig effektiv. Nach meiner Ansicht erleichtert es diesen Räubern eher den Zugriff, weil eine Beute mit mehr Reibungspunkten mit den Schnäbeln besser zu greifen und festzuhalten ist und darüber hinaus auch bei der Flucht leichter in Pflanzen oder Algen hängen bleibt. Die somit für die Friedenstal-Population verbleibenden Hauptprädatoren beschränken sich weitgehend auf den Graureiher und den Eisvogel. Beide kommen aber (sofern sie überhaupt eine selektive Wirkung auf den Stacheldimorphismus dieser Population ausüben) in kalten und schneereichen Wintern aufgrund der dann geschlossenen Eisdecke zumindest in diesem Zeitraum als Beutejäger nicht in Betracht.

Winterwetter-Einfluss? Ein Abgleich zwischen den Daten zum vorherrschenden Winterwetter und dem Vorkommen von 4-stacheligen Exemplaren der Art *G. aculeatus* in Europa offenbart, dass vielen der beschriebenen Funde ein kalter Winter vorausging; häufig

verbunden mit über Wochen vorhandenen und geschlossenen Schneedecken (Penczak 1965 in Polen, Campbell 1979 in Schottland, Paepke 1981 in Ostdeutschland, Ahnelt et al. 2008 in Österreich, Zanella et al. 2009 in Kroatien). Dazu passen aber nur bedingt die Funde von Gross (1978) in der Ukraine, Lobon-Cervia et al. (1988) in Spanien, Ahnelt et al. (1994) in Westösterreich und Klepaker (1995) in Norwegen, denn diesen Funden ging nach den Wetterangaben (Tab. 3) ein verhältnismäßig milder Winter voraus.

Auch meine von 2006 bis 2018 regelmäßig zur Friedenstal-Population (bei Detmold) gesammelten Daten lassen nicht darauf schließen, dass ein direkter Zusammenhang zwischen dem Winter-Wetter und dem Vorkommen von 4-stacheligen Phänotypen des Dreistacheligen Stichlings besteht. Denn sowohl in den strengen Wintern 2005/06 und 2008/09 als auch in den warmen Wintern 2006/07 und 2007/08 fand ich gar keine 4-stacheligen Individuen unter insgesamt 667 gesammelten Tieren. Auslöser für das beinahe lückenlose Auftreten von 4-stacheligen Individuen – ab 2011 bis zum Aussterben der Friedenstal-Population im Rekordhitze-Sommer 2018 – ist in diesem Fall offensichtlich die Einkreuzung von 26 vollbeschildeten Männchen der anadromen Eider-Mischpopulation in die zuvor seit Jahrzehnten bestehende reine Leiurus-Friedenstalpopulation im Frühjahr 2009 (siehe Tab. 3, S. 44). Sicherlich hatten die „Eider-Männchen“ durch ihre körperliche Überlegenheit und deutlich intensiveren Brutfarben fortpflanzungsbiologisch einen selektiven Vorteil, wie zahlreiche Literaturbelege stark vermuten lassen (McLennan & McPhail 1989, 1990; Milinski & Bakker 1990, Frischknecht 1993, Rowland 1984, 1989, Bakker & Mundwiler 1994, McKinnon 1996, Olson & Owens 1998, Barber et al. 2000, Blount et al. 2001, Lozano 2001, Alonso-Alvarez et al. 2004, McKinnon et al. 2004, Östlund-Nilsson et al. 2007). Dadurch wurde eine schnelle Ausbreitung einiger vorher nie dagewesener Genkombinationen ermöglicht, die unter anderem auch die Anordnung und Anzahl der Basalplatten bestimmen (siehe Tab. 1, S. 29). Allerdings konnte bisher kein direkter Zusammenhang zwischen der Anordnung und Anzahl der Basalplatten und der Zahl der ausgebildeten Dorsalstacheln festgestellt werden (siehe dazu Abb. 19 und Abb. 20, S. 45). Dass aber zweifelsfrei neue Genkonstellationen durch die Einkreuzung der „Eider-Männchen“ wirksam wurden, zeigt das Auftreten einer ungewöhnlichen Lateralschildvariante, die als „Leiurus mit Kiel“ bezeichnet wird. Dieser Morphotyp tritt auch in anderen Mischpopulationen auf (Drifte 2019). Jenck et al. (2020) bezeichnen solche Typen als „intermediär beschildete Individuen“, weil sie sich in keine der drei für den Dreistacheligen Stichling definierten morphologischen Hauptbeschildungsgruppen (das sind „Trachurus“ für voll beschildet, „Semiarmatus“ für partiell beschildet und „Leiurus“ für niedrig beschildet) einordnen lassen. Bell et al. (2004) entdeckten solche intermediären Beschildungsformen im Loberg Lake, Alaska. Die Autoren bekunden, dass diese Morphotypen in älteren polymorphen Populationen nicht vorkommen und hypothesieren, dass das vermutlich das Ergebnis von neuen Allel-Konstellationen ist.

Wie auch immer, die Anteile von 4-stacheligen Phänotypen schrumpften bei der Friedenstal-Population jedoch deutlich nach den warmen Wintern 2013/14 und nahmen bis zum Aussterben der Population im Sommer 2018 kontinuierlich ab. Dagegen liegt der Wert der Externsteine-Population bei Horn-Bad Meinberg im Frühjahr 2017 mit 5,9 % gegenüber der Friedenstal-Population mit 0,3 % um ein Vielfaches höher. Dieser enorme Unterschied mag mit der Lage der beiden Weiher zusammenhängen. Denn die Externsteine-Population lebt in einem ähnlich großen, aufgestauten Teich direkt an einem stark frequentierten Wanderweg, der eine Bejagung durch Reiher und Eisvogel verhin-

dert, während der Friedenstal-Weiher versteckt in einem weitgehend unberührten Schutzgebiet liegt.

Tab. 3:

Abgleich der Winterwetterdaten mit dem Vorkommen 4-Stachliger *G. aculeatus* nach eigenen Erhebungen (Quellenangaben zum Winterwetter siehe in Teil 2 dieses Artikels).

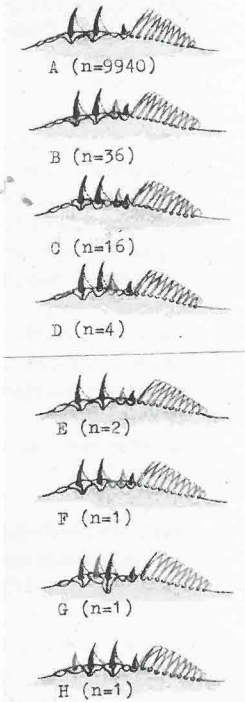
Winterwetter in Europa	Vorkommen 4-stacheliger Exemplare von <i>G. aculeatus</i> (in %)
2005/06 einer der strengsten der letzten Jahrzehnte mit viel Frost und Schnee und ungewöhnlich lang.	Friedenstal 2006: 0 von n=114
2006/07 einer der wärmsten seit Beginn der Aufzeichnungen	Friedenstal 2007: 0 von n=209
2007/08 kaum Schnee und sehr mild, sechswärmster Winter	Friedenstal 2008: 0 von n=246
2008/09 sehr früher Beginn und im Januar bis unter -20 °C und viel Schnee	Friedenstal 2009: 0 von n=98
2009	Gründung einer Mischpopulation in Friedenstal
2009/10 über lange Strecken bitterkalt bis zu -20 °C und schneereich	Friedenstal 2010: nicht überprüft
2010/11 schneereich und kalt, insgesamt kälter als im Durchschnitt	Friedenstal 2011: 0,6 von n=508
2011/12 Kältewelle in Europa	Friedenstal 2012: 2,5 von n=418 0,5 2-stachelig
2012/13 wenig Sonne, bis -22 °C und viel Schnee	Friedenstal 2013: 3,1 von n=778 0,8 2-stachelig Privatsheide 2013 15,6 von n=64
2013/14 wärmster Winter seit 1881	Friedenstal 2014: 0 von n=203
2014/15 1,8 °C i.D., zweiter zu milder Winter in Folge	Friedenstal 2015: 0,4 von n=242
2015/16 einer der wärmsten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen von 1881	Friedenstal 2016: 0,3 von n=303
2016/17 zu mild, aber im Januar bis zu -20 °C	Friedenstal 2017: 0,3 von n=388 Externsteine 2017: 5,9 von n=43
2017/18 mit rund 1,4 °C waren alle 3 Monate zu mild, aber im Febr. um -2,1 °C gegenüber dem Mittelwert kälter	Friedenstal 2018: 0,2 von n=328
2018	Aussterben der Friedensta'schen Mischpopulation. Aufgrund der Hitzewelle in Europa mit einem neuen Rekordwert der Lufttemperatur mit über 40 °C

Lage des vierten Dorsalstachels auf Basalplatten. Wenn nach den obig dargelegten Befunden die für die einzelnen Gebiete aufgeführten Prädatoren einen allem Anschein nach nur geringen (aber bislang nicht wirklich konkret gemessenen) selektiven Einfluss auf das Vorkommen von 4-stachligen Individuen von *G. aculeatus* haben, erhebt sich die Frage: Welche Ursachen kommen für das Auftreten einer prozentual schwankenden, aber insgesamt gar nicht so geringen Anzahl von Individuen dieses 4-Stachlertyps außerdem noch in Betracht?

Beim Vergleich einer größeren Zahl von 4-stachligen Individuen fällt auf, dass der zusätzliche Dorsalstachel nicht immer den gleichen Platz auf der Dorsalplattenreihe einnimmt. Heincke (1989) und Paepke (1981) fanden insgesamt 7 von 8 durch die Basalplatten vorgegebene Positionen, auf dem der zusätzliche Stachel seinen Sitz haben kann (Abb. 19). Nach den Untersuchungsergebnissen von Heincke steht der zusätz-

Abb. 19:

Stellungsvarianten des vierten zusätzlichen Dorsalstachels bei *G. aculeatus*, kombiniert gezeichnet nach Heincke (1889) und Paepke (1981), übernommen aus Paepke (1996). Zeichnungen: L. Drifte

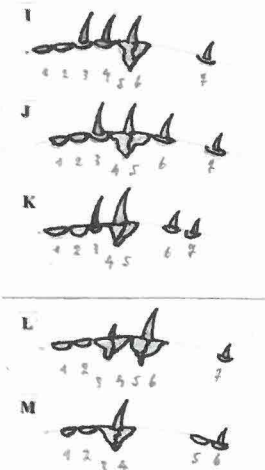


che Stachel auf der gewöhnlich freien Basalplatte zwischen dem zweiten und dritten Rückenstachel (Beispiel „B“ in Abb. 19). In anderen Fällen kann sich aber aus der Verschiebung, bzw. der Trennung der großen (im Normalfall „A“ median verwachsenen Basalplatten), eine geringfügig abweichende Position („C“ bis „F“) ergeben. Solche Tiere sollen laut Paepke (1996) jedoch ähnlich selten auftreten, wie die in „G“ und „H“ wiedergegebenen Varianten in der Abb. 19. Dagegen berichten Ahnelt et al. (2006), dass sich der zusätzliche Stachel bei den Individuen der von in Österreich untersuchten Populationen zwar nicht immer auf der gleichen Basalplatte, aber grundsätzlich zwischen den beiden großen Dorsalstacheln befindet. Diese Typen müssten demnach etwa der Variante „G“ in Abb. 19 entsprechen.

Im Unterschied dazu fand ich bei meinen Untersuchungen der 4-stachligen Individuen der „Friedenstal-Population“ nur 3 Exemplare der Variante „G“ und eines der Variante „D“, während die übrigen 29 in den Jahren 2011 bis 2013 vorgefundenen Tiere den Typen „C“ oder „F“ zugeordnet werden konnten. Das entspricht einer Quote von knapp 88 %. Wie erwähnt, entsprechen auch die in der Arbeit von Zanella et al. (2009) abgebildeten Exemplare aus dem Mirna River in Kroatien den Typen „C“ oder „F“. Auch bei Paepke (1996) ist zu lesen: „Der vierte zusätzliche Stachel ist meist klein und steht gewöhnlich zwischen dem zweiten und letzten, also an dritter Stelle.“

Abb. 20:

Noch unbeschriebene Stellungsvarianten „I“ bis „K“ von 4-stachligen Individuen und zwei Typen „L“ und „M“ von 2-stachligen *G. aculeatus*. Zeichnungen: L. Drifte.



Außer den von Heincke (1989) und Paepke (1981, 1996) beschriebenen „Stellungsvarianten“ des vierten Dorsalstachels (Abb. 19), fand ich in den Jahren 2011 bis 2013 noch jeweils ein Exemplar von drei weiteren Varianten der Typen „I“ bis „K“ (Abb. 20). Insgesamt können beim Dreistachligen Stichling also nicht weniger als 10 verschiedene Positionen des zusätzlichen Rückenstachels verzeichnet werden. Die Typen „I“ bis „K“ unterscheiden sich von den bisher beschriebenen Typen „B“ bis „H“ dadurch, dass die vier Dorsalstacheln hier auf jeweils nur 7 ausgebildeten Basalplatten stehen. Dennoch bleibt festzustellen, dass alle bisher beschriebenen 4-stachligen Typen bei der Art *G. aculeatus*, trotz der Ausbildung eines zusätzlichen Dorsalstachels, nur 8 (Abb. 19) oder sogar nur 7 Basisplatten besitzen, obwohl nach meinen Untersuchungen 26,7 % (von n = 322 3-stachligen Individuen) mehr als 8 Basalplatten tragen (s. Tab. 1, S. 29). Nach diesem Befund besteht offenbar kein direkter Zusammenhang zwischen

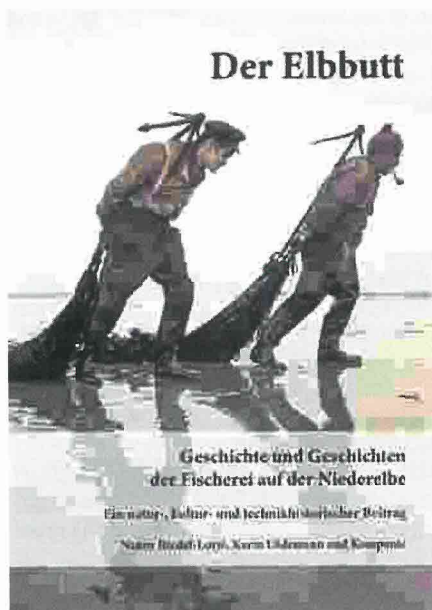
der Anzahl der ausgebildeten Basalplatten und der Dorsalstachelzahl, wie bereits für die Gattung *Culaea* in Kap. 4.3 festgestellt.

Das Auftreten eines zusätzlichen Dorsalstachels auf unterschiedlichen Positionen der Basalplattenreihe weist nach Ansicht von Ahnelt et al. (2006) darauf hin, dass der zusätzliche Stachel nicht auf eine einheitlich genetische Information zurückgeführt werden kann. Oder wie Paepke (1996) es formuliert: „...auf Grund der unterschiedlichen Position nicht immer den gleichen morphologischen und damit phylogenetischen Wert hat – und das deutet darauf hin, dass die Art von Vorfahren abstammt, die mehr als drei Stacheln gehabt haben.“ Paepke deutet den zusätzlichen Dorsalstachel also als „Überbleibsel“ eines ursprünglich höher bestachelten Vorfahren der Gattung *Gasterosteus*. Für Wootton (1976) und Paepke (1996) steht diese Gattung am Ende einer evolutiven Entwicklungskette, „die“ – so Paepke – „durch eine kontinuierliche Verringerung der Dorsalstachelzahl charakterisiert ist.“ „So gesehen, könne der zusätzliche Dorsalstachel“ (laut Ahnelt et al. 1994) „auch als Ausdruck eines Rückfalls in die Ahnenstufe interpretiert werden.“ Diese Interpretation wirft die Frage auf, ob die Zunahme der Dorsalstachelzahl bei *G. aculeatus* dann als eine „Laune der Natur“ bzw. möglicherweise als eine von Zeit zu Zeit immer wieder einmal willkürlich auftretende Mutation aufzufassen ist?

Wird im zweiten und letzten Teil fortgesetzt mit der Suche nach den genetisch bedingten Ursachen der Stacheldimorphismen, mit einer unbeschriebenen Variante, einem Resümee und Literaturangaben einschließlich zum Teil 1.

Anschrift des Autors

Lothar Drifte, (-), Horn - Bad Meinberg



Redaktion:

Buchtipps

536 Seiten und fast 2,5 kg schwer, mehr als 2000 ausgewertete Texte, 1600 Fotos!

Die Veränderungen am unteren Elbstrom und die Ursachen für den Niedergang der Elbfischerei werden beschrieben ohne überzogene Wertungen. Der Streit von Experten, wieviel Abwasser die Elbe verträgt, ob es die Hamenfischer gewesen sind, die zuviel Jungfisch vernichtet haben, ob sich mit fischereipolitischen Maßnahmen Probleme lösen lassen? Die Autorinnen bleiben in der Rolle von Dokumentatoren.

Für alle, die Fisch und die nordwestdeutsche Region lieben und Sympathie für die Fischerei haben.

ISBN 9783749485895, 80,-- € (Stand 9/23).



Redaktion

AKFS vertreten bei Vivaristik-Tagen 2023 in Ibbenbüren

Einleitung

Dies ist ein Bericht in Anlehnung an www.zierfischfreunde-warendorf.de/Vivaristik-Tage.html (gekürzt und geändert durch die Redaktion des AKFS).

Viele Aquarien- und Terrarienvereine blicken bereits auf eine lange Geschichte zurück und sind nachwievor oder in neuer Form wieder Communities in denen sich erfahrene Hobbyisten mit Neulingen austauschen. Die Einsteiger profitieren von der jahrzehntelangen Erfahrung und dem gesammelten Fachwissen und Neulinge bringen neue Impulse und erleichtern den Einstieg in neue Techniken. Leider haben Vereine den Ruf als angestaubte Institutionen, in denen sich alte, weiße Männer treffen, um sich lediglich die guten, alten Zeiten zu bewahren. Kaum jemand wagt den Schritt aus der anonymen, digitalen Welt hinein in die Realität persönlicher Kontakte ... und wenn der Mensch nicht zum Vereine geht, muss der Verein zum Menschen gehen.

Die Organisatoren

Die **Zierfischfreunde Warendorf** zeigten Guppys und Endler-Guppys in verschiedenen Farbformen, ein Aquarium mit Nicaragua-Traubarschen und Panzerwelsen und ein Asien-Becken mit Bettas, Glühkohlen- und Messingbarben (letztere sind ja AKFS-relevant). In einem unterteilten Aquarium wurden vier verschiedene Killifischarten präsentiert. In verschiedenen Terrarien und Boxen konnten sich die Besucher außerdem Achatschnecken, Malayische Riesengespenstschrecken und Asseln ansehen. Es wurde über die Jugendarbeit am Mariengymnasium und das Angebot der Zierfischfreunde der Jugendarbeit auf Facebook und Instagram informiert. Vertreten wurde der Verein von Cord Hildebrand und Maike Wilstermann-Hildebrand. Am Sonntag unterstützte Hubert Kottmann die Veranstaltung mit seiner Button-Maschine und als Kassierer der Börse.

Cord Hildebrand ist bereits seit über 40 Jahren aktiver Aquarianer. Er ist Mitglied im Arbeitskreis Wasserpflanzen, bei der Deutschen Killifisch-Gesellschaft und Erster Vorsitzender der Zierfischfreunde Warendorf. Cord war fast zehn Jahre Produktionsleiter in einer Aquarienpflanzengärtnerei. Auf vielen Reisen zu den Zulieferern hat er die Produktion von Aquariumpflanzen und die Zucht von Zierfischen in Asien kennengelernt. Privat bereiste er Regionen in Südamerika, Afrika und Australien um sich die natürlichen Lebensräume von Pflanzen und Tieren anzusehen. In seinem Aquarienkeller hatte er zeitweilig bis zu 140 Aquarien. Cord liebt den Erfahrungsaustausch mit Gleichgesinnten. Im Hobby beschäftigt er sich hauptsächlich mit Wasserpflanzen, westafrikanischen Cichliden und Eierlegenden und Lebendgebärenden Zahnkarpfen.

Maike Wilstermann-Hildebrand ist seit 35 Jahren Aquarianerin, Mitglied im Arbeitskreis Wirbellose der Binnengewässer, Geschäftsführerin der Zierfischfreunde Warendorf, ehemalige Vizepräsidentin Kommunikation im VDA, aktuell Geschäftsführerin des VDA-Bezirks 24 Ostwestfalen-Lippe und Mitglied im BNA. Außerdem betreut Maike die Aquarien-, Terrarien und Umwelt AG am Mariengymnasium in Warendorf und ist in dieser Funktion Mitglied im Ring der Vivarienschulen. Seit 2018 fördert Maike aktiv die Öffentlichkeitsarbeit und die Digitalisierung von Vereinen. Sie hat Blogbeiträge zum Thema Öffentlichkeitsarbeit für den VDA geschrieben und den Leitfaden "Öffentlichkeitsarbeit für Aquarien-Vereine" zusammengestellt. Bei den Zierfischfreunden ist sie