

# Kaltwasserfische und Fische der Subtropen



**A K F S aktuell**  
**Nr. 44 – Oktober 2021**



**Zu Gast in Weinzierl**  
**Neues vom Schrätzer**  
**Die Aalmutter**  
**Albinismus bei Stichlingen**  
**Bau einer Fischreuse**

- Paepke, H.J. (1996): Die Stichlinge.- Neue Brehm Bücherei Bd. 10, 2. überarb. Auflage.
- Reimchen, T.E. (1988): Inefficient predators and prey injuries in a population of giant sticklebacks.- Can. J. Zool. 66: 2036–2044.
- Reimchen, T.E. (1989): Loss of nuptial colour in threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*).- Evolution 43 (2): 450–460.
- Reimchen, T.E., Stinson, E.M. & Nelson, J.S. (1985): Multivariate differentiation of parapatric and allopatric populations of threespine stickleback in the Sangan River watershed, Queen Charlotte Islands.- Can. J. Zool. 63: 2944-2982.
- Schülerlexikon Biologie (2021): Albinismus – Sinne und Signale einfach erklärt.- <https://learnattack.de/schuelerlexikon/biologie/albinismus>. Gesehen: 12.03.21.
- Scott, R.J. (2001): Sensory drive and nuptial colour loss in the threespine stickleback.- J. Fish Biol. 59: 1520 – 1528.
- Searle, A.A. (1968): Comparative genetics of coat colour in mammals.- Logos Press, London, England.
- Semler, D.E. (1971): Some aspects of adaption in polymorphism in breeding colours in the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*).- J. Zool. Lond. 165: 291–302.
- Stevens, M. (1987): Über eine Farbanomalie beim Dreistachligen Stichling.- DATZ 40 (5): 212–213.
- Von Hippel, F.A. (1999): Black male bellies and red female throats: Color changes with breeding status in a threespine stickleback.- Environ. Biol. Fish. 39: 195–217.
- Wikipedia (2021a): Albinismus.- <https://de.wikipedia.org/wiki/albinismus>. Gesehen: 12.03.21.
- Wikipedia (2021b): Okulokutaner Albinismus Typ 2.- [https://de.wikipedia.org/wiki/Okulotaner\\_Albinismus\\_Typ\\_2](https://de.wikipedia.org/wiki/Okulotaner_Albinismus_Typ_2). Gesehen: 12.03.21
- Wikipedia (2021c): Leuzismus.- <https://de.wikipedia.org/wiki/Leuzismus>. Gesehen: 13.03.21.

## Anschrift des Autors

Lothar Drifte, Alte Treppe 1, 32805 Horn-Bad Meinberg



Lothar Drifte – Horn-Bad Meinberg

# Albinismus bei Stichlingen (Gasterosteidae) Teil 2: Vierstachliger Stichling (*Apeltes quadracus*)

## Einleitung

Im Artikel „Albinismus bei Stichlingen (Gasterosteidae), Teil 1: Dreistachliger Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) (Drifte 2021, in diesem Heft) habe ich eine Einführung in das Thema „Albinismus“ und andere Farbvarietäten gegeben, wobei ich dort speziell auf Albinismus beim Dreistachligen Stichling, *Gasterosteus aculeatus*, eingegangen bin. Bisher ist Albinismus bei den Stichlingen nur bei der Art *Gasterosteus aculeatus* beschrieben worden (Bakker et al. 1988, Anon. 2020). Hier folgt ein erster Beitrag zum Albinismus beim Vierstachligen Stichling, *Apeltes quadracus*. Damit stellt *Apeltes* die zweite Gattung innerhalb der Familie der Stichlinge, bei der Albinismus nachgewiesen werden konnte. Im Jahr 1986 gelang es mir mit der freundlichen Unterstützung von Dr. D.M. Blouw von der Francis Xavier University in Kanada an etwa 20 adulte Exemplare dieser nordamerikanischen Stichlingsgattung zu gelangen. Von den Tieren dieser Population habe ich aus forschersischem Interesse (non-institutionell) einen Teil der Brut künstlich erbrütet und unter Aquarienbedingungen aufgezogen.

### **Erste Albinos bei der Gattung *Apeltes***

Im Jahr 1991 entstanden aus der Paarung eines Männchens der „Original-Population“ aus dem Daigle Inlet in Kanada mit zwei Weibchen der ersten (Weibchen Nr. 1) und zweiten Folgegeneration (Weibchen Nr. 2) mehrere Albino-Larven. Von Weibchen Nr. 1 erhielt ich neben 72 wildfarbigen auch 27 Albinos (26 %). Aus den 68 Eiern von Weibchen Nr. 2 gingen 51 normal pigmentierte und 17 Albinos (25 %) hervor.

Dass beide Weibchen und das zur Zucht aus der „Originalpopulation“ stammende Männchen offenbar heterozygotisch (spalterbig) im Hinblick auf die Vererbung von Albinismus sind, ist zwar durchaus denkbar, aber dass mir in Anbetracht der verhältnismäßig wenigen mir verfügbaren Tiere ein solcher „Zufall“ begegnen würde, erschien mir doch ein wenig suspekt. Dazu möchte ich bemerken, dass das Wasser für den täglichen Wasserwechsel in den Aufzuchtgefäßen für die Brut aus einem Becken entnommen wurde, in dem ich andere Stichlinge gegen die Pünktchenkrankheit behandelte, welches auf 100 ml 60 mg Malachitgrün-Oxalat und 80 mg Methyltitioniumchlorid enthielt, die beide auf der Basis von Zinkchlorid und/oder Kupfersulfat bestehen – und derlei Schwermetalle können laut Wikipedia (2021) bei der Behandlung von Fischeiern Albinismus bewirken. Es bleibt somit offen, ob diese bei mir aufgetretenen Albino-Stichlinge auf einem natürlichen Weg entstanden. Die 26 bzw. 25 % Quoten albinotischer Nachkommen sprechen aber eher für eine Entstehung auf natürlichem Wege., da diese Zahlen exakt mit den für die Vererbung von Albinismus bekannten Regeln übereinstimmen (siehe Drifte 2021 in diesem Heft).

### **Aufzucht**

Bei einem guten Nahrungsangebot (hier Nauplien des Salinenkreb- ses) ist bei der Aufzucht der Larven und Jungfische zunächst keinerlei Entwicklungsunterschied zwischen den albinotischen und den normal gefärbten Tieren zu verzeichnen. Im Unterschied zu *Gasterosteus aculeatus* konnte ich bei den Albinolarven von *Apeltes quadracus* keinerlei Hinweise auf einen Schwimmblasendefekt oder eine Schwimmunfähigkeit bei den insgesamt 44 Albino-Larven erkennen. Bei der Umstellung von Lebendfutter auf Frostfutterpräparate ist ein deutlich geringeres Wachstum der Albinos erkennbar. Die Ursache dafür ist nach meinen Beobachtungen eine klare Beeinträchtigung des Sehvermögens. Je mehr Nahrungskonkurrenten sich in den Aufzuchtbecken befinden, um so mehr bleiben die Albinos entwicklungs- mäßig hinter ihren Geschwistertieren zurück. So erreichten die normal gefärbten Weibchen bei Hälterungstemperaturen von 18 bis 22 °C nach 175 bis 177 Tagen, d.h. mit dem Eintritt der Ge-

schlechtsreife, eine Gesamtlänge von 3,5 bis 4,5 cm (n = 8), die Männchen zwischen 2,8 und 3,2 cm (n = 5). Bei den Albinos lagen die Werte bei den Weibchen zwischen 3,0 bis 3,2 cm (n = 4), bei den Männchen zwischen 2,0 und 2,2 cm (n = 2). Nach rund 6 Monaten war bei beiden Geschlechtern somit ein Größenunterschied zu den wildfarbigen Geschwistertieren von etwa einem Zentimeter zu verzeichnen. Darüber hinaus bleibt festzustellen, dass sich die Beeinträchtigung des Sehvermögens mit zunehmender Reife der Tiere allgemein zu verschlechtern scheint. Diese Vermutung basiert vornehmlich auf Beobachtungen zum Fortpflanzungsverhalten im Jahr 1992. Zu diesem Zeitpunkt war der Bestand meiner Albino-Stichlinge durch einen technischen Unfall auf genau ein Pärchen geschrumpft!

### **Territorialverhalten**

Für die Beobachtungen zum Territorial- und Paarungsverhalten wurde das verbliebene Albino-Pärchen zunächst zusammen mit zwei normal gefärbten Geschwister-Männchen und drei wildfarbigen Geschwister-Weibchen in einem gut strukturierten Aquarium mit einer Grundfläche von 120x35 cm gehalten. Dabei fiel zunächst auf, dass die albinotischen Individuen für normal gefärbte Männchen offenbar eine „Sonderstellung“ einnahmen und nach meinen Einschätzungen nicht direkt als artspezifisch erkannt werden. So werden sowohl das Albino-Männchen als auch das Albino-Weibchen deutlich weniger attackiert als die normalfarbigen Artgenossen. Daher kann sich das erheblich kleinere Albino-Männchen trotz des schlechten Sehvermögens zunächst neben der Konkurrenz von zwei normal gefärbten Geschwister-Männchen recht gut behaupten. Nachdem eines der wildfarbigen Männchen mit dem Nestbau begann, wurde das zweite naturfarbene Männchen entfernt, um auch dem Albino-Männchen genügend Platz für die Etablierung eines Territoriums einzuräumen. Das schlechte Sehvermögen macht sich vor allem dadurch bemerkbar, dass das Albino-Männchen in seinem Revier Eindringlinge zumeist erst spät bemerkt. Es reagiert – wie die wildfarbigen Männchen – aber deutlich aggressiver in Begegnungen mit wildfarbigen Weibchen, obwohl das Albino-Weibchen in seiner Umgebung weniger gut getarnt ist. Diese Beobachtungen lassen auf ein tiefes Prägungsmuster mit einer Priorität für die Wildfarbigkeit vor der Formerkennung schließen. Nur selten – etwa bei einer von fünf Begegnungen – wird auch das Albino-Weibchen von allen Männchen angebalzt. Weiterhin hat sich bei meinen Beobachtungen gezeigt, dass das Albino-Männchen offenbar nicht in der Lage gewesen ist, männliche Eindringlinge von potentiellen Laichpartnerinnen zu unterscheiden. Erst im Abstand von etwa acht Zentimeter schien das Albi-

no-Männchen die geschlechtsspezifische Farbe Rot zu erkennen.

Dadurch wird ihm die Entscheidung für ein eindeutiges Verhalten in Form von Droh- oder Werbegebärden sichtlich erschwert, was den reproduktiven Erfolg von Albino-Männchen – neben den vielen in Drifte (2021) bereits erörterten Nachteilen – noch weiter einschränken dürfte. Überhaupt scheinen normal gefärbte Artgenossen erst auf eine Distanz von ca. 10 bis 15 Zentimeter wahrgenommen zu werden, was in etwa deutlich macht, wie schlecht das Sehvermögen von albinotischen Stichlingen tatsächlich ist.

### **Färbung**

Die Färbung der beiden oben erwähnten, nun adulten Albino-Stichlinge, war durchaus unterschiedlich. Beide Tiere erschienen aber insgesamt sehr transparent, so dass die Wirbelsäule und teilweise auch die Gräten gut erkennbar waren. Ein angedeutetes Zeichnungsmuster – wie es die wildfarbigen Tiere zeigen – war nicht erkennbar. Das Weibchen war creme-blau-weiß mit einem minimalen Blauschimmer. Nur die Iris war hellrot (Abb. 1 oben). Das Männchen war dagegen weiß mit einem deutlichen Gelbstich (Abb. 1 unten). Die Augen und die Ventralstacheln einschließlich der Ventralstachelmembranen waren hellrot (Abb. 2). Die geschlechtsspezifischen Merkmale (rote Ventralstacheln bei den Männchen) werden bei den Albinos der Gattung *Apeltes* zwar ausgebildet, aber die Farbe der Ventralstacheln und Ventralmembranen ist bei den normal gefärbten Männchen leuchtend blutrot und damit deutlich dunkler (Abb. 3). Da bei den Albinos der Gattung *Apeltes* die roten und gelben Pigmente – zumindest beim männlichen Geschlecht – in abgeschwächter Form ausgebildet werden, müsste hier demnach die Albinoform des Xanthismus vorliegen, wie das auch für die Albinos des Dreistachligen Stichlings von Bakker et al. (1988) wahrscheinlich gemacht werden konnte (siehe Drifte 2021). Unterstützt wird diese Meinung durch die Erkenntnis von Hart & Miller (2017), nach der bei dem okulotanen Albinismus-Typ „caspar“ – der als Ursache für den Albinismus bei *G. aculeatus* erkannt wurde – nicht nur eine reduzierte Pigmentierung von Melanosomen in den Melanophoren vorliegt, sondern auch eine Verminderung der irisierenden Silberfärbung von Iridophoren, während die gelbe Pigmentierung von den Xanthophoren offenbar nicht betroffen ist.

### **Beobachtungen zum Paarungsverhalten**

Auch nachdem das wildfarbige und das Albino-Männchen bereits ein Nest gebaut hatten, zeigten beide Männchen ein deutlich größeres Interesse für normal gefärbte Weibchen. Das Albino-Weibchen konnte gelegentlich bis auf eine Distanz von fünf Zentimeter an ein Nest



Abb.1: Bei dem Vierstachligen Stichling, *Apeltes quadracus*, sind die Albino-Weibchen (oben) deutlich blasser und insgesamt weißer als die eher gelblich erscheinenden Albino-Männchen (unten). Foto: L.Drifte.

herankommen, ohne bis dahin attackiert worden zu sein. Die bereits geäußerte Vermutung, dass die albinotischen Artgenossen offenbar nicht als artspezifisch betrachtet werden, scheint sich auch im Stadium der Reproduktionsphase fortzusetzen.

Nachdem das naturfarbene Weibchen Nr. 1 bereits zweimal im Nest des wildfarbenen Männchens gelaicht hatte, wurde das Becken nun durch Glasscheiben in drei Abteile aufgeteilt, von denen die beiden äußeren je mit einem der beiden Männchen besetzt wurden. Wenn laichwillige Weibchen verfügbar waren, wurden diese zunächst in das mittlere Abteil gesetzt. Auf diese Weise kann man gut beobachten, welchen Männchen die Weibchen bevorzugt folgen würden. Dabei hat sich gezeigt, dass die naturfarbenen Weibchen sowohl von dem Albino-Männchen als auch von dem wildfarbenen Männchen weitaus häufiger angebalzt wurden. Obwohl alle Weibchen – auch das Albino-Weibchen – keine eindeutige Bevorzugung für eines der Männchen zeigten, war zumindest bei der Ausführung der Balzrituale eine leicht erhöhte Aufmerksamkeit gegenüber dem Albino-Männchen zu verzeichnen. Hätte man aber eine Strichliste geführt, dann



Abb.2: Die Ventralstacheln einschließlich der Stachelmembranen der männlichen Albinos bei *A. quadracus* sind hellrot. Hier ein Albino-Männchen mit einem wildfarbigen Weibchen. Foto: L. Dripte.

wäre sie sicher zu Gunsten des Albino-Männchens ausgefallen. Das liegt vermutlich daran, dass der eigentliche Werbetanz, der in einer sehr schnellen, spiralartigen Bewegung vorgetra-

gen wird (Rowland 1974), durch die kontraststarke helle Färbung des Albino-Männchens vor einem (wie dem meinigen) Becken vorwiegend grüngrauen Hintergrund von den Weibchen deutlicher wahrgenommen wird. Denn während die naturfarbenen Männchen bei ihrem Werbetanz mit dem Auge kaum zu verfolgen sind (Rowland 1974), trifft das auf das Albino-Männchen nicht zu. Der Körper des Albino-Männchens erscheint dann wie ein „Blitz“, bleibt aber dennoch in jeder Phase sichtbar. Im Hinblick auf das Balzgeschehen müssten die Albino-Männchen des Vierstacheligen Stichlings demnach erfolgreicher sein als ihre naturfarbenen Artgenossen.

Gegen einen möglicherweise größeren Bruterfolg spricht allerdings die vermutlich geringere Fitness des Albino-Männchens. Nach diversen Untersuchungen (Hay & McPhail 1975, FitzGerald 1983, Mori 1987, Ward & FitzGerald 1987, McLennan & McPhail 1989a, McLennan & McPhail 1989b, Rowland 1989, Milinski & Bakker 1990, Bakker & Mundwiler 1994, Ishikawa & Mori 2000, Östlund-Nilsson 2000, Östlund-Nilsson 2001, McKinnon et al. 2004) ist aber gerade die Fitness ein entscheidender Faktor für die Wahl der Weibchen bei ihrer Suche nach einem für die Aufzucht ihrer Brut möglichst vitalen potentiellen Geschlechtspartner. Eine nach meiner Ansicht vermutlich geringere Fitness dieses Albino-Männchens zeigt sich in einem insgesamt zaghafteren Verhalten in beinahe jeder Situation des Aufeinandertreffens mit Artgenossen gleich welchen Geschlechts. Für die Weibchen vollkommen verborgen blieb darüber hinaus der Befund, dass das Albino-Männchen innerhalb des Zeitraums von 62 Tagen nur ganze zwei Nester baute – und dies trotz diverser Eingriffe

durch Laichentnahmen und obendrein verursachten fehlgeschlagene Einkriechversuche der Weibchen erhebliche Folgeschäden am Nest. Im Kontrast dazu errichtete das wildfarbige Männchen in diesem Zeitraum bei etwa gleicher Beanspruchung sieben Nester. Außerdem habe ich beobachten können, dass das Albino-Männchen beinahe die doppelte Zeit für die Errichtung eines Nestes benötigt und der Laich vergleichsweise nur dürtig mit Nestmaterial und Sekretfäden bedeckt wurde. Diese Beobachtungen deuten meines Erachtens darauf hin, dass das gesamte Urogenitalsystem des Albino-Männchens nur unzureichend entwickelt war.



Abb. 3: Bei den naturfarbenen Männchen von *A. quadracus* sind die Ventralstacheln leuchtend blutrot. Bei vielen Männchen dieser Gattung sind die Spitzen (wie auf diesem Foto) oft auch weiß gefärbt. Die Weibchen der Wildform haben dagegen meist gelbliche oder blass orangefarbene Bauchstacheln. Foto: Dr. W.J. Rowland .

Wenn ich laichbereite wildfarbige Weibchen zu dem Albino-Männchen setzte, waren erstaunlicherweise keinerlei Anzeichen für eine etwaige Ablehnung gegenüber dem Albino-Männchen festzustellen, obwohl in anderen Situationen der Eindruck entstand, dass die albinotischen Tiere von den wildfarbigen Artgenossen nicht unbedingt als artspezifisch erkannt werden. Insgesamt laichte ein normal gefärbtes Weibchen (Nr. 3) viermal im Nest des Albino-Männchens, ohne dass dabei irgendwelche Komplikationen aufgefallen wären. In allen vier Fällen wurde der Laich vom Männchen befruchtet, unmittelbar nachdem das Weibchen das Nest verlassen hatte. Dass bei der Paarung von Albinos mit wildfarbigen Artgenossen – zumindest bei dieser Gattung – keinerlei Komplikationen auftreten, ist nach meiner Ansicht darauf zurückzuführen, dass dem reibungslosen Ablauf der einzelnen hochsensiblen Rituale bei der Balz, der Führung der

Weibchen und der Nesteinweisung offenbar eine größere Bedeutung zufällt als dem veränderten Farbbild des Geschlechtspartners. Für die Bestätigung dieser Annahme wäre ein Vergleich von Paarungen zwischen Albino-Weibchen und wildfarbigen Männchen der Art *G. aculeatus* interessant, weil die Männchen des Dreistachligen Stichlings zur Zeit der Balz eine cremeweiße oder bläulich-weiße Rücken- und Flankenpartie zeigen und die Art daher so geprägt sein müsste, dass das Auftreten eines weißen Stichlings vermutlich automatisch mit einem männlichen Konkurrenten assoziiert würde.

### **Reproduktivität**

Im Sommer 1992 belief sich die Laichzeit des naturfarbenen *Apeltes*-Männchens auf 83 Tage. In dieser Zeit paarte sich das Männchen zweimal mit dem wildfarbigen Weibchen Nr. 1 und sechsmal mit dem naturfarbenen Weibchen Nr. 3. Die Gelege von Weibchen Nr. 2 erbrachten 42 normalfarbige Larven und aus den Gelegen von Weibchen Nr. 3 gingen 73 normalfarbige Larven hervor. Mindestens ein Elternteil muss demnach reinerbig für die Wildfarbigkeit gewesen sein. Die Laichzeit des Albino-Männchens betrug dagegen ganze 14 Tage, in denen sich das Männchen viermal mit dem naturfarbenen Weibchen Nr. 3 paarte. Bei diesen vier Paarungen wurden insgesamt 84 Eier hinterlassen, die immer direkt, nachdem das Weibchen das Nest verlassen hatte, besamt wurden. Dennoch erwies sich keines der Eier als befruchtet. Da bei den Gelegen von Weibchen Nr. 3 mit dem naturfarbenen Männchen insgesamt nur zwei abgestorbene Larven, aber keine unbefruchteten Eier zu verzeichnen waren, kann daraus nur geschlossen werden, dass das Albino-Männchen offenkundig steril war. Zur Reproduktivität des Albino-Weibchens bleibt zu sagen, dass dieses Weibchen über den gesamten Sommer nicht in Laichstimmung kam bzw. keine Eier produzierte.

### **Abschließende Gedanken**

Interessant ist nun der Vergleich der Ergebnisse von Bakker et al. (1988) für die Albinos des Dreistachligen Stichlings mit meinen Resultaten bei den Albinos des Vierstachligen Stichlings. Der Albinismus bei *Gasterosteus aculeatus* ist nach den bisherigen Erkenntnissen scheinbar mit zwei Nebeneffekten gekoppelt:

- a) mit einem Schwimmblasendefekt bei zwei voneinander unabhängigen Populationen und
- b) mit einer – wie auch immer gearteten – Verhinderung für das Erreichen der sexuellen Reife.

Leider fehlen Angaben zur Schwimmfähigkeit von Albinos bei einer dritten *Gasterosteus aculeatus*-Population, die in Anon. (2020) erwähnt wird, so dass eine abschließende Aussage dazu, ob Albinis-

mus bei *Gasterosteus aculeatus* tatsächlich immer gekoppelt mit einem Schwimmblasendefekt auftritt, hier nicht getroffen werden kann (siehe Drifte 2021).

Bei *Apeltes quadracus* konnte dagegen bei keinem der insgesamt 44 Albino-Jungfische ein Schwimmblasendefekt erkannt werden. Meine Beobachtungen legen außerdem nahe, dass die sexuelle Reife zumindest im männlichen Geschlecht erreicht werden kann. Diese scheint sich hier allerdings nur auf die Ausprägung der Geschlechtsmerkmale, geschlechtsspezifische Verhaltensweisen (d.h. Nestbau und Balz - und einen normal ausgeführten Befruchtungsvorgang) zu beschränken, während eine Verschmelzung der Geschlechtsprodukte offenbar nicht möglich ist. Ein solches Muster legt nahe, dass die Hoden dieses Männchens zwar voll entwickelt waren, aber keine normale Spermatogenese stattfand. Dieser Zustand wird als „Gametische Sterilität“ bezeichnet (Takahashi et al. 2005), während bei dem Weibchen eine Form der Sterilität vorlag, bei der zumindest keine reifen Eizellen ausgebildet wurden. Von solchen sterilen Typen wurde von Leiner (1940) und Kobayashi (1962) bei männlichen und weiblichen Hybriden aus Kreuzungen zwischen den Stichlingsgattungen *Gasterosteus* und *Pungitius* berichtet. Letztlich bietet aber die geringe Zahl von nur zwei adulten Albinos jedenfalls keine ausreichende Grundlage für eine abschließende Aussage dazu, ob Albinismus bei *Apeltes quadracus* (ähnlich wie bei *Gasterosteus aculeatus*) ebenfalls zwingend mit einer Unfruchtbarkeit bei beiden Geschlechtern verknüpft ist.

Ein möglicher Grund für die unterschiedlichen Auswirkungen des Albinismus auf diese beiden Stichlings-Gattungen mag mit ihren verschiedenartigen Chromosomensätzen und Geschlechts-Bestimmungssystemen zusammenhängen (Chen & Reisman 1970). Bei *G. aculeatus* liegt gewöhnlich ein XX x XY- und bei *A. quadracus* ein ZW-Geschlechts-Bestimmungssystem vor. Das heißt, beim Dreistachligen Stichling haben die Eizellen der Weibchen gewöhnlich zwei X-Geschlechts-Chromosomen, während sich bei den Männchen der meisten Populationen ein XX- und ein XY-Geschlechts-Chromosom entwickelte. Jedes Spermium besitzt also entweder ein XX- oder ein XY-Geschlechts-Chromosom. Trifft bei der Befruchtung ein Spermium mit einem XY-Chromosom auf eine weibliche Eizelle, die immer ein XX-Chromosom besitzt, dann entwickelt sich der Embryo zu einem Männchen. Das bedeutet, dass das jeweilige Geschlechts-Chromosom des Spermiums das Geschlecht der Nachkommenschaft bestimmt. Bei einem ZW-Geschlechtsbestimmungssystem verhält es sich genau umgekehrt. Hier besitzen die Eizellen der Weibchen ein ZZ- oder ein ZW-Geschlechtschromosom, während sich bei den Männchen ein ZZ-Chromosomenpaar entwickelte.

Bei *Apeltes* wird das Geschlecht somit durch die weibliche Eizelle determiniert. Bei *G. aculeatus* steht das X-Chromosom in direkter Verbindung mit der rezessiven Mutation „caspar“, die von Hart & Miller (2017) als Ursache für den okulotanen Albinismus dieser Stichlingsart erkannt wurde. Mit dieser Feststellung konnte – zumindest *G. aculeatus* betreffend – ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Albinismus und einer damit aller Wahrscheinlichkeit nach bei den Stichlingen einhergehenden Unfruchtbarkeit dargelegt werden, weil die Albino-Mutation „caspar“ mit einem Geschlechtsbestimmungs-Chromosom verknüpft ist. Ähnliche Symptome werden bei durch Gattungskreuzungen beeinflussten Veränderungen bei der Zusammenfügung der in solchen Fällen dann meist verschiedenartigen Geschlechtsbestimmungs-Chromosomen verursacht. Hier treten bei allen Bastarden – ganz gleich, ob bei Säugetieren, Vögeln oder Fischen – vergleichbare Verzerrungen bei der Geschlechtsentwicklung auf, die nur in Ausnahmefällen nicht zur Sterilität der ansonsten vitalen Bastarde führt (siehe Drifte 2022).

Sicher ist jedenfalls, dass bestimmte Formen von Albinismus in einem direkten Zusammenhang mit Unfruchtbarkeit stehen. So ist beispielsweise nach einer Literaturobwohlwertung in Siebel (2002) bei manchen Stämmen von albinotischen Mäusen nachgewiesen, dass das „P-Locus“ (p-sterile) bei vorliegender Reinerbigkeit unter anderem zur Sterilität der Männchen führt; und bei Mäusen sind - wie schon bei Drifte (2021) erwähnt - rund 100 Gene bekannt, die Albinismus beeinflussen können (Schülerlexikon 2021). Der Zusammenschluss der hier dargelegten Befunde legt nahe, dass es sich bei dem Albinismus von *G. aculeatus* und *A. quadracus* um zwei verschiedene Varianten einer Albino-Mutation handelt, die bei *G. aculeatus* neben einer möglichen Unfruchtbarkeit scheinbar zusätzlich einen Defekt der Schwimmblase bewirkt.

### Danksagung

Für die tatkräftige Unterstützung geht mein Dank an meinen Schulfreund Volker Wagner für die Bearbeitung des Fotomaterials und an Herrn Dr. W.J. Rowland von der Indiana University in Bloomington, Indiana (USA) für überlassene Fotos von *Apeltes quadracus*.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. D. Max Blouw von der St. Francis Xavier University auf Nova Scotia in Kanada, der mir mit der Beschaffung einiger lebender Exemplare von *A. quadracus* die Gelegenheit zu einer ganzen Reihe von eigenen Forschungsarbeiten ermöglicht hat.

Nicht zuletzt danke ich meinem Cousin, Peter Grabe, der mir über viele Jahre bei meinen Forschungen über die Stichlinge und bei der

Korrektur meiner Manuskripte immer zuverlässig zur Seite gestanden hat.

Dank auch an Herrn Hans Joachim Scheffel vom „Arbeitskreis Kaltwasserfische und Fische der Subtropen“ (AKFS) für die kritische Durchsicht meines Manuskripts.

### Zitierte Literatur

- Anon. (2020): Arbeitsblatt für Biologie des Giebichenstein-Gymnasiums (2020) – Veränderungen von Merkmalen.- <https://tmghalle.de/wp-content/uploads/2020/03/Text Mutation 2020>. Gesehen in 2020, in 2021 nicht mehr aufrufbar.
- Bakker, T.C.M. & Mundwiler, B. (1994): Female mate choice and male red coloration in a natural threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) population.– Behav. Ecol. 5: 74–80.
- Bakker, T.C.M., Feuth-De-Brujin, E. & Sevenster, P. (1988): Albinism in threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*.– Copeia 1988 (1): 236–238.
- Chen, T.R. & Reisman, H.M. (1970): A comparative chromosome study of the North American species of sticklebacks (Teleostei, Gasterosteidae).– Cytogenetics 9: 321–332.
- Drifte, L. (2021): Albinismus bei Stichlingen (Gasterosteidae), Teil 1: Dreistachliger Stichling (*Gasterosteus aculeatus*)–AKFS-aktuell 44 (in diesem Heft).
- Drifte, L. (2022): Kreuzungen zwischen Gattungen innerhalb der Gasterosteidae.– AKFS aktuell 45 (in Vorbereitung).
- FitzGerald, D.J. (1983): The reproductive ecology and behaviour of three sympatric sticklebacks (Gasterosteidae) in a saltmarsh. – Biol. Behav. 8: 67–69.
- Hart, J.C. & Miller, C.T. (2017): Sequence based mapping and genome editing reveal mutations in stickleback Hps5 cause oculocutaneous albinism and the caspar phenotype.– G3 Genes Genome Genetics (Bethesda) 7: 3123–3131.
- Hay, D.E. & McPhail, J.D. (1975): Mate selection in threespine sticklebacks. – Can. J. Zool. 52: 441 – 450.
- Ishikawa, M. & Mori, S. (2000): Mating success and male courtship behaviours in three populations of the threespine stickleback.– Behaviour 137: 1065–1080.
- Kobayashi, J. (1962): Morphological and genetical observations in hybrids of some teleost fishes 1.– J. Hokkaido Gakugai Univ. (Sect. 2B) 13: 1–122.
- Leiner, M. (1940): Kurze Mitteilung über den Brutpflegeinstinkt von Stichlingsbastarden.– Zeitschr. Tierpsychol. 4: 167–169.
- McLennan, D.A. & McPhail, J.D. (1989a): Experimental investigations of the evolutionary significance of sexually dimorphic nuptial coloration in *Gasterosteus aculeatus* L.: temporal changes in the structure of male mosaic signal.– Can. J. Zool. 67: 1767–1777.
- McLennan, D.A. & McPhail, J.D. (1989b): Experimental investigations of the evolutionary significance of sexually dimorphic nuptial coloration in *Gasterosteus aculeatus* L.: the relationship between male colour and male behaviour.– Can. J. Zool. 67: 1778–1782.
- McKinnon, J.S., Mori, S., Blackman, B.K., David, L., Kingsley, D.M., Jamieson, T., Chou, J. & Schluter, D. (2004): Evidence for ecology's role in speciation.– Nature 429: 294–298.
- Milinski, M. & Bakker, T.C.M. (1990): Female sticklebacks use male coloration in male choice and hence avoid paratized males.– Nature 344: 330–333.
- Mori, S. (1987): Divergence in reproductive ecology of the threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*.– Jap. J. Ichthyol. 34: 165–175.
- Östlund-Nilsson, S. (2000): Female choice and paternal care in the fifteen-spined stickleback, *Spinachia spinachia*.– Diss. Univ. Uppsala, 30pp.
- Östlund-Nilsson, S. (2001): Fifteen-spined stickleback (*Spinachia spinachia*) females prefer males with more secretional threads in their nests: an honest condition display by males.– Behav. Ecol. Sociobiol. 50: 263–269.
- Rowland, W.J. (1974): Reproduction behaviour of the four-spine stickleback, *Apeltes quadracus*.– Copeia 1974 (1): 183 – 194.
- Rowland, W.J. (1989): Mate choice and the super normality effect in female sticklebacks. – Behav. Ecol. Sociobiol. 24: 433 – 438.
- Siebel, K. (2002): Analyse genetischer Varianten von Loci für die Fellfarbe und ihre Beziehungen zum Farbphänotyp und zu qualitativen Leistungsmerkmalen beim Schwein.– Diss. FU Berlin, Veterinärmedizin, 201 S.
- Takahashi, H., Nagai, T. & Goto, A. (2005): Hybrid male sterility between the fresh- and brackish-water types of ninespine stickleback, *Pungitius pungitius* (Pisces, Gasterosteidae).– Zool. Sci. 22: 35–40.
- Ward, G. & FitzGerald, G.J. (1987): Male aggression and female mate choice in threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L.– J. Fish Biol. 30: 679 – 690.
- Wikipedia (2021): Albinismus.- <https://de.wikipedia.org/wiki/albinismus>. Gesehen: 12.03.21.

### Anschrift des Autors

Lothar Drifte, Alte Treppe 1, 32805 Horn-Bad Meinberg

