



ABB. 2 Moduläre Struktur des mechanosensitiven Ionenkanals Piezo1. Das Kanalprotein besitzt 38 Transmembrandomänen, wovon 36 in 9 „transmembrane helical units“ (THU) mit jeweils 4 Transmembranhelices strukturiert sind. Am C-Terminus befindet sich die Ionenpore sowie die Domäne, die zur Signaltransduktion dient (CTD, intracelluläre C-terminale Domäne).

In weiteren Arbeiten von Julius und Patapoutian wurden unabhängig voneinander der temperatursensitive TRPV8-Kanal identifiziert, der durch Kälte oder kühlend wirkende Verbindungen wie Menthol oder Eucalyptol aktiviert wird, und der TRPA1-Kanal, der durch chemische Verbindungen aus Meerrettich, Knoblauch, Senf und Wasabi stimuliert wird. Genauso wie die TRPV1- und TRPM8-Kanäle dient der TRPA1-Kanal zur Temperaturdetektion. TRPM8 wird auch als Mentholrezeptor bezeichnet, TRPA1 als Wasabi-rezeptor. Insgesamt dokumentieren die exzellenten Arbeiten von Julius

und Patapoutian, wie thermische, mechanische und chemische Stimuli von Ionenkanälen perzeptiert und in Nervenimpulse umgewandelt werden. Transgene Mausmodelle sowie molekulargenetische Studien zeigen das translationale Potenzial dieser Forschung.

Literatur

- [1] G. Thiel, T. M. Backes, O.G. Rössler (2020). Chili und der Capsaicinrezeptor TRPV1: Some like it hot – and spicy, *Biologie in unserer Zeit* 50, 246–252.
- [2] M. Tominaga et al. (1998). The cloned capsaicin receptor integrates multiple pain-producing stimuli, *Neuron* 21, 531–543.

- [3] M. M. Moran, A. Szallasi (2018). Targeting nociceptive transient receptor potential channels to treat chronic pain: current state of the field, *Brit J Pharmacol* 175, 2185–2203.
- [4] B. Coste et al. (2010). Piezo1 and Piezo2 are essential components of distinct mechanically activated cation channels, *Science* 330, 55–60.
- [5] B. Xiao (2020). Levering mechanically activated Piezo channels for potential pharmacological intervention, *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 60, 195–218.

Tobias M. Backes, Oliver G. Rössler, Gerald Thiel, *Medizinische Biochemie und Molekularbiologie, Universität des Saarlandes, E-mail: gerald.thiel@uks.eu*

TAXONOMIE

Salzkrebschen der Gattung *Artemia*: Who's who?

Artemien spielen eine überaus wichtige Rolle in Aquakultur und Forschung. Über ihre Systematik jedoch herrscht traditionell Uneinigkeit. Eine aktuelle Studie versucht, per Erbgutanalyse Klarheit zu bringen – und wirft einen der bislang wichtigsten wissenschaftlichen Artnamen über Bord.

Die einen kennen sie noch aus den Yps-Heften, die anderen verfüttern täglich ihre Naupliuslarven an Aquarienfische, wieder andere beschäftigen sich wissenschaftlich mit ihnen. Unter den „Urzeitkrebse“ der Klasse Branchiopoda nehmen die Salzkrebschen oder Artemien eine ganz besonders prominente Rolle ein.

Ab den 1930er Jahren wurden ihre nur 0,2 bis 0,3 mm messenden „Dauereier“, die Zysten, in Salzseen Kaliforniens und dem Great Salt Lake in Utah geerntet, zunächst vorwiegend für Aquarianer. Vorteil: Die trocken aufbewahrten oder eingefrorenen Zysten lassen sich preiswert versenden (eine Million davon wiegt gerade einmal 4 g),

sind jahrelang haltbar, und bei Bedarf werden sie einfach in Salzwasser inkubiert. Etwa 24 bis 48 Stunden später stehen unzählige winzige Larven als nahrhaftes Futter für Fischbrut zur Verfügung. Da die Larven unselektiv alles in sich hineinstrudeln, was eine passende Partikelgröße hat, lassen sich über sie auch Medikamente oder besondere Nährstoffe verabreichen.

Mit der bis heute stetig boomenden Aquakultur wuchs der Bedarf rasant, denn unzählige Mäuler von Fischen und Krebstieren wollten gestopft sein. Weltweit stiegen immer mehr Produzenten in das lukrative Geschäft ein. Von weniger als 100 t jährlich in den 1980er Jahren stieg die Erntemenge auf 2.000 t um die Jahrhundertwende und bis



ABB. 1 Ein männliches Salzkrebschen der Art *Artemia monica* aus dem Mono-Lake in Utah. Foto aus Wikipedia, CC BY 2.0.

auf 3.000 t aktuell. Somit ist *Artemia* der Motor für eine milliarden-schwere Industrie [1, 2]. Neben der Verwendung als Futter für Aquakulturen für den menschlichen Verzehr ist *Artemia* nach wie vor auch unentbehrlich in der Aquariefischzucht – einem Industriezweig, der jährlich hunderte Millionen Dollar umsetzt. Parallel entwickelte sich *Artemia* zu einem wichtigen Studienobjekt für die Grundlagenforschung von Physiologen, Biologen, Biochemikern, Ökotoxikologen und Genetikern [3]. Sogar als eine hervorragende Proteinquelle, reich an β -Karotin und Riboflavin, werden Salzkrebschen entdeckt oder besser wiederentdeckt [4].

Wo viel Licht ist, kann aber auch Schatten nicht ausbleiben. Durch absichtliche Einführung oder unabsichtliche Verschleppung machen sich manche Artemienarten bereits als invasive Neozoen breit, die heimische Arten verdrängen, beispielsweise im Mittelmeerraum [5].

Schwierige Bestimmung

Angesichts einer solchen kaum zu überschätzenden Wichtigkeit für Wissenschaft und Forschung, aber auch für die Welternährung aus Aquakultur, mag es überraschen, dass sich Experten noch immer darüber streiten, wie viele und welche Arten die Gattung *Artemia* überhaupt umfasst. Schließlich ist

es doch für Publikationen, aber auch für den konkreten Einsatz als Fischfutter essenziell, darüber Bescheid zu wissen, mit welcher Spezies man es eigentlich zu tun hat – beispielsweise unterscheiden sich die Schlupfgrößen der Naupliuslarven verschiedener Arten.

Bei genauerem Hinsehen allerdings werden die Schwierigkeiten der Systematiker und Taxonomen verständlich, denn die für eine Bestimmung relevanten Merkmale können je nach Umweltbedingungen erheblich variieren [6]. So geisterten im Lauf der Zeit über 50 Namen durch die Literatur, und es wurden mal mehr, mal weniger Arten anerkannt. Allgemeine Einigkeit bestand dagegen bis vor Kurzem darüber, welchen Namen das weltweit am meisten gezüchtete Salzkrebschen trägt: *Artemia franciscana*.

Neue Einsichten

Mittels neuester genetischer Methoden versuchte nun ein Forschungsteam, Licht ins Dunkel zu bringen – und sorgte für eine faustdicke Überraschung [6]! Tatsächlich konnten die Wissenschaftler lediglich fünf „evolutionäre Einheiten“ nachweisen. Als korrekte Namen stufen sie ein: *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968 für die Linie des Südkegels Südamerikas, *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) für die Linie Mittelmeerraum-Südafrika, *Artemia urmiana* Günther, 1899 für die Linie Westasiens sowie *Artemia sinica* Cai, 1989 für die Linie Ostasiens.

Für die Linie aus nördlicheren Gefilden der Neuen Welt, die heute für die *Artemia*-Ernte weltweit die Nummer 1 stellt, versenken die Forscher jedoch den bislang in aller Regel verwendeten Namen *Artemia franciscana* in der Synonymie: Ihnen zufolge hat der Name *Artemia monica* Verrill, 1869 Vorrang. Es stellte sich nämlich heraus, dass die verfügbare DNA der als bedroht angesehenen *Artemia monica* (Abbildung 1), die bislang als Endemit

des Mono-Sees in Kalifornien betrachtet wurde, weitgehend unter anderem mit derjenigen von Salzkrebschen aus dem Westen der USA übereinstimmt, darunter die Populationen aus dem *Great Salt Lake* und der Bucht von San Francisco – die jedoch Typuslokalität von *Artemia franciscana* ist. Genetische Unterschiede zwischen diesen Salzkrebschen fallen in den Bereich normaler Variationsbreiten einer Art.

Die Autoren weisen darauf hin, dass früher etliche Autoren der Mono-Population einen eigenen Artstatus abgesprochen haben, etwa aufgrund von Experimenten, die ergaben, dass sich Exemplare von *Artemia monica* und *Artemia franciscana* problemlos miteinander verpaaren ließen und für Nachkommen sorgten – auch dies bereits ein Hinweis darauf, dass es sich nur um eine einzige Art handelt.

Strenge Regeln

Für die Benennung von Tierarten gelten strikte Vorgaben, die in den „Internationalen Regeln für die Zoologische Nomenklatur“ zusammengefasst sind. Normalerweise hat jeweils der älteste gültig publizierte Name einer Art Vorrang über später veröffentlichte. Im Fall von *Artemia franciscana* existieren gleich mehrere ältere Namen, von denen die Forscher *A. monica* Priorität einräumen. Zwar sehen die nomenklatorischen Regeln Ausnahmen für Fälle vor, in denen jüngere Namen bereits sehr stark verankert sind. So muss ein vorherrschend gebrauchter jüngerer Namen unter anderem dann beibehalten werden, wenn der ältere Name nach 1899 nicht als gültig verwendet wurde. Dies ist aber bei *Artemia monica* nicht der Fall, denn diese Bezeichnung wurde vielfach im 20. und 21. Jahrhundert benutzt.

Die Autoren betonen, der Vorrang von *Artemia monica* über *Artemia franciscana* könne somit durch den nomenklatorischen Code nicht außer Kraft gesetzt werden. Somit sei *Artemia monica* ab sofort

der gültige Name für die nördliche neuweltliche Linie von *Artemia*. Alle früher als *Artemia franciscana* angesprochenen Populationen seien daher als *Artemia monica* einzustufen. Sollte sich diese Ansicht durchsetzen, hätte dies gewaltige Konsequenzen für die wissenschaftliche Literatur. Allein bei der auf derartige Publikationen ausgelegten Suchseite „Google Scholar“ erzielt „*Artemia franciscana*“ rund 13.700 Treffer.

Literatur

- [1] J. White: *Artemia*, the 'magic powder' fueling a multi-billion-dollar industry. Online unter <https://www.globalseafood.org/advocate/artemia-the-magic-powder-fueling-a-multi-billion-dollar-industry/>, Download: 28.10.2021.
- [2] P. Sorgeloos, R. Roubach (2021). Past, present and future scenarios for SDG-aligned brine shrimp *Artemia* aquaculture. *FAO Aquaculture Newsletter*, 63, 56–57.
- [3] J. Dhont, P. Sorgeloos (2002): Applications of *Artemia*. S. 251–277 in: *Artemia: Basic and Applied Biology*.

- [4] N. Van Hoa, P. Sorgeloos (2020): Brine Shrimp *Artemia* as a Direct Human Food. *World Aquaculture*, September, 24–25.
- [5] F. Amat et al. (2005). The American brine shrimp as an exotic invasive species in the western Mediterranean. *Biological Invasions* 7, 37–47.
- [6] L. Sainz-Escudero et al. (2021): Settling taxonomic and nomenclatural problems in brine shrimps, *Artemia* (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca), by integrating mitogenomics, marker discordances and nomenclature rules. *PeerJ* 9: e10865, <https://doi.org/10.7717/peerj.10865>

Kriton Kurz, Speyer

ZOOLOGIE

Milane: Stabile Bestände bei Langzeitmonitoring in Westpolen

Der Rotmilan steht auch als „Konfliktart“ immer wieder im Spannungsfeld der Interessen, z. B. wenn es um die Landschaftsentwicklung geht. Seine Eignung als Bioindikator zur Bewertung der Qualität von Räumen lässt sich vor allem durch Langzeituntersuchungen in unterschiedlichen Regionen untermauern. Dies gilt auch für die Zwillingart Schwarzmilan und das Verhältnis beider Arten zueinander.

ABB. 1 Der Rotmilan steht als „Symbolvogel“ einer historisch gewachsenen Kulturlandschaft immer wieder im Fadenkreuz.



Auf gezielte Naturschutzmaßnahmen – sowohl, was die Neststandorte als auch was den gesamten Waldbestand angeht – sowie auf die Tatsache, dass größere Habitatstrukturen erhalten geblieben sind, führen polnische Ornithologen die stabilen Milanbestände im Westen des Landes zurück. Auf zwei Untersuchungsflächen – einem Mosaik aus verschiedenen Habitaten (Fläche A) und bewirtschaftetem Ackerland (Fläche B) –

hatten sie in zwei Untersuchungszeiträumen (in den Jahren 1996–2001 und 2012–2017) annähernd stabile Bestände (Bruterfolg und Habitatstruktur der Territorien beider Arten) feststellen können. Die Anzahl an Territorien des Rotmilans in der Untersuchungsfläche A (Habitatmosaik) betrug in den beiden Zeiträumen 35 (3,65 Paare/100 km²) und 38 (3,97 Paare/100 km²), während diese für den Schwarzmilan bei 39 (4,07 Paare/

100 km²) und 41 (4,28 Paare/100 km²) lagen, berichten die Forscher im „Journal für Ornithologie“. Der Bruterfolg betrug beim Rotmilan 77,4 und 67,5 Prozent in den beiden untersuchten Zeiträumen und beim Schwarzmilan 63,9 und 74,6 Prozent.

Auf der Probefläche B (intensiv bewirtschaftetes Ackerland) identifizierten die Forscher in den beiden Zeiträumen 10 (1,35 Paare/100 km²) und 8 (1,08 Paare/100 km²) Territorien des Rotmilans, während die Zahlen beim Schwarzmilan bei 3 (0,41 Paare/100 km²) bzw. 5 (0,68 Paare/100 km²) lagen. Der Bruterfolg des Rotmilans machte in den beiden Zeiträumen 87,5 bzw. 78,6 Prozent aus. „Das Ausbleiben jeglicher Veränderungen der Populationszahlen beider Arten und der hohe Bruterfolg lagen wahrscheinlich daran, dass die Neststandorte und der ausgewachsene Waldbestand Gegenstand von Naturschutzmaßnahmen sind, die durch die staatliche Forstverwaltung Polens eingeführt wurden, sowie daran, dass größere Veränderungen der Habitatstrukturen fehlen,“ so das abschließende Fazit der Autoren.

Literatur

- [1] G. Maciorowski et al. (2021). Breeding habitats and long-term population numbers of two sympatric raptors – Red Kite *Milvus milvus* and Black Kite *M. migrans* in the mosaic-like landscape of western Poland. *J. Ornithol.* 162, 125–134.

Wilhelm Irsch,
Rebblingen-Siersburg