

Der Axolotl – ein Regenerationskünstler

Der Axolotl dient als Modellorganismus in der Stammzellforschung. Die wichtigsten Fakten zum „Wunderlurch“.



Abbildung 1: Albinoaxolotl, Bild: Orizatriz, Wikimedia Commons
(CC BY-SA 3.0; <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albinoaxolotl3.jpg>)

Was wissen wir?

Der zu den Schwanzlurchen zählende Axolotl stammt aus Mexiko. Dort verehrten ihn die Azteken als heiliges Tier und gaben ihm auch seinen Namen „Axolotl“: „Alt“ bedeutet „Wasser“ und „xolotl“ ist der Name einer Gottheit mit Hundekopf, heißt aber auch schlicht „Hund“ – zusammengesetzt „Wasserhund“. Obwohl die Azteken den Axolotl verehrten, verspeisten sie ihn auch gerne.

Axolotl ernähren sich von kleinen Fischen und wirbellosen Tieren wie Würmern. Sie sind jedoch nicht abgeneigt, auch ihresgleichen anzuknabbern – der Hang zum Kannibalismus ist bei diesen Tieren sehr stark ausgeprägt. Der Naturforscher Alexander von Humboldt brachte den Salamander im Jahr 1804 als Erster nach Europa. Wildlebende Axolotl kommen weltweit nur an einem Ort, nämlich in und um die zwei Seen Xochimilco und Chalco in der Nähe von Mexiko Stadt vor. Sie sind aufgrund des Lebensraumverlustes und der starken Verschmutzung vom Aussterben bedroht.

Der Axolotl verharrt sein gesamtes Leben im Larvenstadium und kann bis zu 25 Jahre alt werden. Er wird ca. 28 Zentimeter lang, ist breit gedrungen und bewegt sich behäbig wie ein Krokodil. Die zwei mal drei Büschel am Kopf sind keine aztekische Federkrone, sondern Kiemen, mit denen die Tiere atmen. Auch Larven von Feuersalamander oder Molchen besitzen solche Kiemen, diese bilden sich während der Metamorphose zum erwachsenen Tier zurück und formen die Lunge aus. Axolotl behalten ihre Kiemenbüschel, obwohl auch sie letztendlich Lungen entwickeln – ein solches Beibehalten von Jungtiermerkmalen nennt man „Neotenie“.

Was macht Axolotl so interessant für die Stammzellforschung?

Axolotl sind wahre Regenerationskünstler, die beschädigte oder fehlende Körperteile nachwachsen lassen können. Dieses Phänomen wird als Regeneration bezeichnet. Verliert der Axolotl im Zweikampf ein Körperteil, wächst binnen weniger Wochen ein perfekter Ersatz mit Knochen, Muskeln und Nerven nach. Auch verletzte Augen, durchtrenntes Rückenmark, Organe und sogar Teile des Gehirns können so regeneriert werden.

Wir Menschen können im Erwachsenenalter auch einige Organe, wie beispielsweise die Leber, regenerieren. Unsere Haut wird ebenfalls regelmäßig erneuert und repariert. Jedoch können zahlreiche andere menschliche Gewebe nicht regeneriert werden.

Was untersuchen ForscherInnen?

Forscher und Forscherinnen untersuchen verschiedene Aspekte der Regeneration beim Axolotl und hoffen, so neue Erkenntnisse zu erlangen, die auch in der Medizin von Relevanz sind. Ein Durchbruch in der Axolotl-Forschung war die vollständige Entschlüsselung seines Erbgutes. Dieses ist zehnmal so groß wie das des Menschen: 32 Milliarden Basenpaare beinhalten etwa 23 000 Gene. Das ist erstaunlich, da der Axolotl etwa gleich viele Gene wie andere Wirbeltiere besitzt. Was beim Axolotl noch unbekannt ist, sind die Wiederholungssequenzen in seinem Genom (repetitive Sequenzen). Das ist ein zentraler Aspekt, um die Rolle von Genen – aber auch die von repetitiven Sequenzen – bei der Regeneration von Gewebe zu erforschen und herauszufinden, weshalb gerade der Axolotl diese Fähigkeit besitzt.

Aktuelles Forschungsziel ist es, herauszufinden, welche Gene in den Zellen des Axolotls an der Regulation beteiligt sind und welche Rolle die Genomregulation beim Nachwachsen von Zellgewebe spielt. Das sogenannte „Blastem“ ist jener Zellverband an der Stelle der Gewebsschädigung, aus dem das fehlende Glied neu entsteht. Wichtige wissenschaftliche Fragestellungen sind hier, was die Stammzellen im Axolotl dazu veranlasst, ein Blastem zu bilden, und wie es die Zellen dieses faszinierenden Tieres schaffen, zu einem früheren Stadium zurückzukehren, um Gliedmaßen zu regenerieren. Die Antwort darauf könnte für die Stammzellforschung von großer Bedeutung sein.

Weiterführende Links:

- Der Axolotl – Allgemeines: <https://www.uni-salzburg.at/index.php?id=213335>
- Regeneration: Was ist das und wie funktioniert es?
<https://www.eurostemcell.org/de/regeneration-was-ist-das-und-wie-funktioniert-es>
- Factsheet – Regeneration: https://www.eurostemcell.org/sites/default/files/documents/did-you-know/Factsheet_regeneration_DE.pdf
- Regeneration von Körperteilen beim Axolotl entschlüsselt: https://tu-dresden.de/tu-dresden/newsportal/news/ax_ent
- Neue Hinweise auf Ursachen der einzigartigen Axolotl-Regeneration:
<https://www.derstandard.at/story/2000114086943/neue-hinweise-auf-ursachen-der-einzigartigen-axolotl-regeneration>

- Gigantisches Erbgut des Axolotls entschlüsselt
<https://www.derstandard.at/story/2000072949313/gigantisches-erbgut-des-axolotls-entschluesselt>
- Der Selbstheilungs-Lurch
<https://www.sueddeutsche.de/wissen/axolotl-regenerierung-genetik-1.4309286>

Wissenschaftliche Literatur zur Regenerationsfähigkeit von Axolotl:

Mescher A.: Effects on adult newt limb regeneration of partial and complete flaps over the amputation surface (1976). The Journal of Experimental Zoology, 195, 117–128. <https://doi.org/10.1002/jez.1401950111>

Sandoval-Guzmán T., Wang H., Khattak, S. et al.: Fundamental Differences in Dedifferentiation and Stem Cell Recruitment during Skeletal Muscle Regeneration in Two Salamander Species (2013). Cell Stem Cell, 14. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2013.11.007>

Sugiura T., Wang H., Barsacchi R. et al.: MARCKS-like protein is an initiating molecule in axolotl appendage regeneration (2016). Nature, 531(7593), 237–240. <https://doi.org/10.1038/nature16974>

Gerber T., Murawala P., Knapp D. et al.: Single-cell analysis uncovers convergence of cell identities during axolotl limb regeneration (2018). Science, 362(6413), eaaq0681. <https://doi.org/10.1126/science.aaq0681>

Nowoshilow S., Schloissnig S., Fei J-F. et al.: The axolotl genome and the evolution of key tissue formation regulators (2018). Nature, 554(7690), 50–55. <https://doi.org/10.1038/nature25458>