

Felder für die Artenvielfalt und das Trinkwasser. Auch deswegen versucht man, die Fähigkeit  $N_2$ -fixierender Bakterien zu nutzen, Teile ihrer DNA in Pflanzen zu übertragen (speziell von *Rhizobium radiobacter*, ehemals *Agrobacterium tumefaciens*), um letztlich Düngung entbehrlich zu machen. Diesen Weg hat die Evolution bereits eingeschlagen, er hat aber (noch) nicht zum  $N_2$ -fixierenden Getreide geführt. Sollte es der Wissenschaft (schneller) gelingen, wäre es ein wahrer Durchbruch. Und wir gewinnen einen mikrobiellen Partner hinzu.

Harald Engelhardt, Martinsried

Literatur

[1] A. Quagliariello et al. (2022). Nat. Commun. 13, <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34416-0>

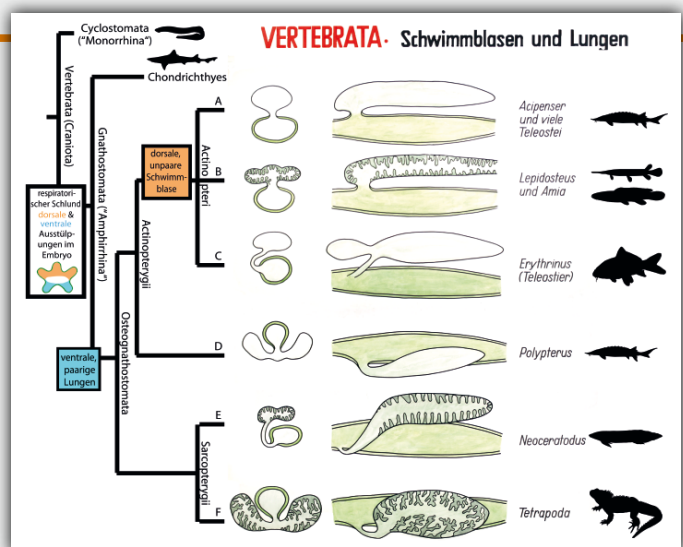
[2] G. C. Wittgenstein (1881). Die Naturgeschichte des Cajus Plinius Secundus. Band 3 (XII. – XIX. Buch), Verlag Gressner & Schramm, Leipzig.  
 [3] H. Hellriegel, H. Wilfarth (1888). Zeitschr. Ver. Rübenzuckerindustrie D R 38 (Beilageheft) 1–234.  
 [4] M. W. Beijerinck (1888). Bot. Zeitg. 46, 725–735, 741–750, 757–771, 797–804.  
 [5] H. Engelhardt (2015). Biospektrum, 21, 232–233.  
 [6] K. Wippel et al. (2019). Biologie in unserer Zeit 49, 426–434.  
 [7] U. Mathesius (2022). J. Plant Physiol. 276, <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2022.153765>  
 [8] S. Zehner, M. Göttfert (2015). Biologie in unserer Zeit 45, 296–302.  
 [9] A. Becker (2015). Biospektrum 21, 151–153.  
 [10] P. Vorony, D. Derry (2008). in: J.S. Schepers, W.R. Raun (Hrsg.). Nitrogen in Agricultural Systems. Am. Soc. Agronomy, Madison, S. 1–30.  
 [11] A. Hartmann (2005). Biospektrum 11, 191–192.  
 [12] J. C. G. Ottow (2011). Mikrobiologie von Böden. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

ABB. 3 Rhizobien in Wurzelknöllchen: Symbiose mit mehreren Nutznießern. © Joachim Czichos, www.joachim-czichos.de.

MORGENDÄMMERUNG DER EVOLUTIONSFORSCHUNG

Eine der großen Fragen der Vergleichenden Anatomie beschäftigt sich mit dem Ursprung und der Evolution der Schwimmblasen und der Lungen bei Wirbeltieren. Dem gingen nun Ingmar Werneburg (Tübingen), Uwe Hoßfeld und Georgy S. Levit (Jena) wissenschaftshistorisch nach und sind auf erstaunliche Dokumente gestoßen. Untersuchungen der 1930er Jahre zeigten, dass sich der hintere Schlundbereich der Wirbeltiere dorsal in eine unpaare Schwimmblase und ventral in eine paarige Lunge entwickelt. Beide Gasorgane können respiratorische (Atmung) als auch pneumatisch-statische Funktionen übernehmen. Dabei treten Lunge und Schwimmblase aber nie gleichzeitig auf. Ihre Bildung hängt von der Fortbewegungsweise und den damit verbundenen Körperproportionen der Tiere, also von epigenetischen Faktoren, ab. Fische, die in der Wassersäule vertikal schwimmen, haben hohe ovale Körper, die dorsal Platz für die Schwimmblase bieten. Im bewachsenen Uferbereich lebende Fische, aus denen im Oberdevon auch die Landwirbeltiere entstanden, haben eher flache Körper mit weiten Flossen und beidseitig des Herzens können sich Lungenflügel ausbreiten.

Mit diesem Thema beschäftigten sich bereits keine Geringeren als Ernst Haeckel und Charles Darwin, wie ein jüngst entdeckter Briefwechsel von 1868 belegt. Ein Mitarbeiter von Haeckel, Nikolai Miklucho-Maclay, hatte eine Ausstülpung im oberen Schlundbereich bei Haijischen entdeckt und wollte damit zeigen, dass diese vermeintliche Schwimmblase bei diesen als ursprünglich betrachteten Tieren zuerst auftrat. Haeckel und Darwin verstrickten sich in eine hitzige Diskussion über die Bedeutung des Fundes. Für die Wissenschaftsgeschichte von größter Bedeutung ist, wie die beiden Heroen der Evolutionsbiologie ihre Gedanken entwickelten. Während der Theoretiker Darwin eine schärfere Formulierung evolutionärer Mechanismen verwendete, konnte Haeckel als Morphologe erstmals ein tief durchdachtes Stammbaum-Schema der Wirbeltiere als Basis seiner Argumentationskette vorlegen. Stärken und Schwächen beider Ansätze veranschaul-



lichen eindrücklich diese Anfangsphase der Evolutionsforschung. Dabei ist vor allem Haeckels Beitrag nicht zu unterschätzen, der mit seinem morphologischen Denken „Blätter und Farbe“ in Darwins nacktes Stammbaumdiagramm einführte.

Literatur:

[1] I. Werneburg et al. (im Druck). Darwin, Haeckel, and the “Mikluskian gas organ theory”. Developmental Dynamics, <https://doi.org/10.1002/dvdy.661>  
 [2] I. Werneburg, U. Hoßfeld (2024). Die Bestimmung der Morphologie – Haeckel, Darwin und ein Homologie-Problem. Naturwissenschaftliche Rundschau 77 (1): 4-9.