

ihrem Ursprung auf. Schließlich finden Wissenschaftler im entdeckten Mechanismus eine Anregung und ein Vorbild für das Design moderner Fluggeräte, die, entsprechend intelligent ausgestattet, ähnlich fehlerfreie Flugmanöver durchführen könnten wie eine Schwebfliege. Sollte ihr Vorbild ohne Planung entstanden sein?

[WALKER SM, THOMAS ALR & TAYLOR GK (2011) Operation of the alula as an indicator of gear change in hoverflies. J. R. Soc. Interface, doi:10.1098/rsif.2011.0617; SEEGER W (1996) Auf gläsernen Schwingen: Schwebfliegen. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Nr. 40, Stuttgart.] W. Borlinghaus

■ Resistenzen – alt, nicht evolviert

Antibiotika sind aus der heutigen Medizin nicht wegzudenken. Diese „gegen das Leben“ von Bakterien gerichteten Stoffe haben schon vielen Menschen das Leben gerettet, die sonst durch Bakterien ausgelösten Infektionskrankheiten erlegen wären. Antibiotika hemmen das Wachstum von Bakterien oder töten diese ab. So segensreich Antibiotika in der Medizin eingesetzt werden können, so problematisch ist die Tatsache, dass bakterielle Krankheitskeime gegen Antibiotika resistent werden können – also sich „geschickt“ ihrer todbringenden Wirkung entziehen können –, so dass die Antibiotika wirkungslos bleiben.

Der Erwerb der Antibiotika-Resistenz spielt auch in der Diskussion um Evolution eine Rolle. Er wird oft als Beispiel für beobachtbare evolutive Veränderungen und somit als Beleg für Evolution genannt.

Nun haben Untersuchungen bestätigt, dass die genetischen Voraussetzungen für Antibiotika-Resistenzen in vielen Fällen ein Phänomen sind, das schon lange vor dem klinischen Gebrauch von Antibiotika vorhanden war. Das zeigten kanadische Wissenschaftler von der McMaster Universität in Hamilton (D’COSTA et al. 2011) durch Untersuchungen bakterieller DNS aus Permafrostböden des Yukon-Gebiets in Nordwest-Kanada, die auf 30.000 Jahre datiert wurden. Dabei wurde eine Reihe von Resistenzgenen gegen verschiedene gebräuchliche An-

tibiotika wie Penicillin und dessen Verwandte sowie gegen Tetracyclin- und Glycopeptid-Antibiotika nachgewiesen. Genauere Untersuchungen des Vancomycin-Resistenz-Elements *VanA* belegten die Ähnlichkeit zu modernen Varianten.

Bisher war man davon ausgegangen, dass Resistenzen ein modernes Phänomen sind, das durch den Einsatz von Antibiotika und damit verbundene starke Selektion neu entstanden sei. D’COSTA et al. (2011, 457) stellen dagegen fest: „Die Ergebnisse zeigen schlüssig, dass Antibiotika-Resistenz ein natürliches Phänomen ist, das modernen Selektionsdrücken durch klinischen Antibiotika-Gebrauch vorausgeht.“ Eine Kontamination mit heutigen Bakterien schließen die Wissenschaftler aufgrund von Vergleichen von DNS anderer Organismen aus den Permafrostböden aus.

[D’COSTA VM, KING CE et al. (2011) Antibiotic resistance is ancient. Nature 477, 457-461] R. Junker

■ Eiszeit-Pflanze wieder zum Leben erweckt

Russischen Wissenschaftlern ist es in einem beeindruckenden und von den Medien stark beachteten Experiment gelungen, aus eiszeitlichen Pflanzenresten blühende Pflanzen hervorgehen zu lassen (Abb. 1; YASHINA et al. 2012). Das Material stammt aus Erdhöhlen, die als Futterverstecke von Erdhörnchen (Arktischer Ziesel: *Urocitellus* = *Spermophilus parryi*) im Permafrost Sibiriens gegraben wurden und 38 m unter der heutigen Oberfläche liegen. Zur Datierung (C-14) wurde das Pflanzenmaterial selber herangezogen und ein radiometrisches Alter von ca. 32.000 Jahren (Spätes Pleistozän) bestimmt. In der Höhle herrscht eine Temperatur von -7 °C und sie war den vorgefundenen Indizien zufolge die gesamte Zeit über gefroren. Das Untersuchungsgebiet liegt in der arktischen Tundra, in der nur die oberen 30-200 cm des Bodens im Sommer auftauen, während der Rest sich im Dauerfrost befindet. Solche Permafrostböden machen etwa 20% der Erdoberfläche aus.



Abb. 1 Die wiederbelebte Lichtnelke *Silene stenophylla*. © David GILCHINSKI, PNAS.

Das Besondere an den neuen Ergebnissen ist, dass aus den Pflanzenresten vitale Pflanzen regeneriert werden konnten, die zum Blühen kamen und ihrerseits durch Samen weiter vermehrt werden konnten. Unter den gefundenen Pflanzenresten fanden sich regelmäßig solche der auch heute in diesem Bereich weit verbreiteten Schmalblättrigen Lichtnelke = Leimkraut (*Silene stenophylla*), die sich in Vorversuchen als besonders resistent gegenüber Kälteeinwirkung erwiesen hatte. Diese Art ist sehr vital und an die arktischen Verhältnisse bestens angepasst. Es ist eine ausdauernde Polsterpflanze von nur 5-22 cm Wuchshöhe und mit sehr schmalen Blättern von nur 1-2 mm Breite. Zwar waren die fossilen Samen nicht mehr keimfähig, aber es gelang den Forschern, teilungsfähiges (embryonales) Gewebe aus der sog. Plazenta von drei noch nicht ausgereiften Früchten im Reagenzglas zur Vermehrung zu bringen. Aus diesen Gewebekulturen konnten nach entsprechender Behandlung Pflanzen regeneriert werden, die sich normal entwickelten. Im zweiten Jahr kamen sie zum Blühen und nach künstlicher Bestäubung

brachten sie zu 100% keimfähige Samen hervor, aus denen sich neue Pflanzen entwickelten.

Dies stellt einen neuen Altersrekord der Überlebensfähigkeit von mehrzelligen Organismen dar. Zwar gab es Berichte über die Keimung von 10.000 Jahre alten Lupinensamen (*Lupinus arcticus*) aus einer Lemminghöhle in Yukon, Kanada. Nachuntersuchungen mit einer radiometrischen Altersbestimmung am Material selber (ZAZULA et al. 2009) ergaben aber, dass die keimenden Samen nur wenige Jahre alt waren, also nicht pleistozänen Ursprungs. Damit bleibt der derzeitige Altersrekord keimfähiger Samen mit immerhin noch erstaunlichen 2000 Jahren bei der Dattelpalme (*Phoenix dactylifera*) aus der Umgebung des Toten Meeres.

Die regenerierten Pflanzen von *Silene stenophylla* unterscheiden sich nur unwesentlich von heutigen Vertretern dieser Art. So sind etwa die Kronblätter schmaler und vor-

ne weniger eingeschnitten. Auffällig ist allerdings, dass bei den alten Pflanzen die ersten zwei bis drei gebildeten Blüten rein weiblich waren, und erst die späteren Blüten zweigeschlechtlich, während bei den rezenten Vertretern alle Blüten zweigeschlechtlich sind. Diesem Befund dürfte aber keine allzu große Bedeutung zukommen, da bei Lichtnelken durchaus zwittrige, weibliche und männliche Blüten nebeneinander vorkommen können. Die Autoren erklären denn auch die gefundenen Unterschiede mit der ökologischen Anpassung an die sehr unterschiedlichen Umweltsituationen.

Die Autoren heben hervor, wie wichtig Permafrostböden als Lagerstätte für Leben seien, das längst von der Erde verschwunden schien. Es läge ein wertvoller Genpool aus vergangenen Zeiten vor, der sowohl für die Züchtung als auch für das Studium mikroevolutiver Prozesse von Bedeutung sein könnte.

Man kennt nämlich zahlreiche solcher Erdhöhlen in Alaska, Kanada und im Norden Eurasiens. In ihnen und im benachbarten Boden liegen Überreste von Bakterien, Sporen, Pollenkörnern, aber auch ganze Pflanzen oder Insekten bis hin zu Mammuts. Daher wurde in den Medien zum Teil die Frage aufgeworfen, ob man nun bald auch Mammuts aus dem Permafrost durch Klonen wieder zum Leben erwecken könne. Doch das ist im Gegensatz zu Pflanzen mit ihrer hervorragenden Regenerationsfähigkeit Zukunftsmusik.

[YASHINA S, GUBIN S, MAKSIMOVICH S, YASHINA A, KAKHOVA E & GILICHINSKY D (2012) Regeneration of whole fertile plants from 30,000-y-old fruit-tissue buried in Siberian permafrost. Proc. Natl. Acad. Sci. 109, 4008-4013; doi: 10.1073/pnas.1118386109; ZAZULA GD, HARRINGTON CR, TELKA AM & BROCK F (2009) Radiocarbon dates reveal that *Lupinus arcticus* plants were grown from modern not Pleistocene seeds. New Phytologist 182, 788-792.] H. Kutzelnigg