

Streiflichter

„Metaplastizität“: Pflanzen können „wählen“

Eine der vielen faszinierenden Fähigkeiten der Lebewesen ist es, passend auf Umweltreize und Umweltänderungen durch Änderungen in Anatomie, Physiologie oder Verhalten reagieren zu können. Man spricht von *Plastizität*. Darunter wird die Fähigkeit von Organismen verstanden, auf der Basis desselben Genotyps (Erbguts) mehrere Phänotypen (äußere Form, Physiologie u.a.) als Reaktion auf Umweltreize ausbilden zu können. Beispiele wie die Erhöhung der Anzahl der Roten Blutkörperchen im Blut abhängig vom Sauerstoffgehalt der Luft oder die Bildung einer dickeren Hornhaut bei mechanischer Beanspruchung sind allgemein bekannt.

Plastizität ermöglicht angepasste Reaktionen bei regelmäßig, gelegentlich oder nur ausnahmsweise auftretenden Umweltänderungen. Drei Fähigkeiten sind dafür unverzichtbar: Messung von Umweltreizen, Vergleich mit Sollwerten und passende Reaktionen. WHITMAN & AGRAWAL (2009, 20) stellen zum erforderlichen Aufwand für plastische Reaktionen fest: „Zwischen der Reizaufnahme und der Ausprägung des Phänotyps können *Dutzende von Schritten* liegen, die durch *Hunderte von Genen* und zahllose Umweltfaktoren und physiologische Faktoren beeinflusst werden“ (Hervorhebung hinzugefügt). Fehlt eine von den drei genannten Voraussetzungen, ist eine plastische Reaktion nicht möglich. Jede dieser drei Fähigkeiten ist anspruchsvoll (z.B. werden „Messinstrumente“ benötigt). Die Fähigkeit zur plastischen Reaktion ist kein gewöhnliches Merkmal wie etwa die Form eines Knochens oder die Anzahl von Blütenblättern, sondern erfordert die Existenz eines Variations- und Anpassungsprogramms sowie geeignete Effektorsysteme, die im Wesentlichen in fertiger Form vorhanden sein müssen. Es ist daher gerechtfertigt, das Vorkommen von

Plastizität als Design-Indiz, also als Hinweis auf einen Schöpfer, zu interpretieren (JUNKER 2014).

Eine schon länger bekannte plastische Fähigkeit bei Pflanzen sind Strategien zur Vermeidung bzw. Verringerung von Beschattung bzw. passende Reaktionen bei unvermeidbarer Beschattung. Drei Strategien werden beobachtet: Konfrontation, Toleranz und Konkurrenzvermeidung. So erkennen Pflanzen an der Lichtmenge und an den Anteilen verschiedener Wellenlängen des Lichts sowie ggf. durch Berührungsreize und chemische Stoffe die Anwesenheit und Position von konkurrierenden Pflanzen. Reaktion durch Konfrontation erfolgt durch verstärktes Höhenwachstum, um über die Konkurrenten hinauszuwachsen. Eine „tolerante“ Reaktion besteht in der Veränderung der Blattstruktur, z.B. in der Vergrößerung der Blattfläche auf Kosten der Blattdicke, wodurch bei gleichem Materialaufwand das einfallende Licht effektiver genutzt werden kann. Zur dritten Strategie sind Pflanzen in der Lage, die Ausläufer bilden können, wie sie besonders bei der Erdbeere bekannt sind. Dadurch können die Pflanzen einfach seitlich aus dem engeren Umfeld ihrer Konkurrenten herauswachsen und somit die Konkurrenz vermeiden.

Ein Team von Forscherinnen der Universität Tübingen hat nun anhand

des Kriechenden Fingerkrauts (*Potentilla reptans*) untersucht, ob Pflanzen zwischen diesen Reaktionsmöglichkeiten je nach Situation wählen und damit passend auf Größe und Dichte der Konkurrenz reagieren können (GRUNTMAN et al. 2017). Wie der Artnamen andeutet, sind diese Pflanzen in der Lage, seitlich zu wachsen und Ausläufer zu bilden, sodass ihnen alle drei Reaktionsmöglichkeiten bei veränderter Beschattung zur Verfügung stehen. Die Wissenschaftlerinnen konstruierten verschiedene Umgebungen und variierten diese, um unterschiedlichen Lichteinfall und unterschiedliche vorrangig vorhandene Wellenlängen und auch deren Änderung zu simulieren. Ihre Ergebnisse zeigten, dass die Pflanzen zwischen den drei verschiedenen Strategien hin und her springen können, je nachdem, welche plastische Reaktion gerade aufgrund der Veränderung des Lichteinfalls am passendsten war. Das Kriechende Fingerkraut ist also gleichsam in der Lage, Entscheidungen zu treffen.

In einer Pressemeldung der Universität Tübingen werden die Ergebnisse zusammengefasst: „Es investierte ins Längenwachstum, wenn die Simulation kurz- und dichtwachsende Nachbarspflanzen vorgab – also Konkurrenten, die sich nicht seitwärts umgehen ließen, aber klein genug waren, um in der Höhe über-



Abb. 1 Das Kriechende Fingerkraut (*Potentilla reptans*). (CC BY-SA 3.0)

wachsen zu werden. Wurden hoch- wie auch dichtwachsende Nachbarspflanzen simuliert, bei denen weder Flucht noch Konfrontation möglich war, entwickelten die Testpflanzen die höchste Schattentoleranz. Bei hohen, aber licht wachsenden Nachbarpflanzen war die häufigste Reaktion ein seitwärts gerichtetes Wachstum mit Hilfe von Ausläufern“ (https://www.uni-tuebingen.de/uploads/media/17-12-21_Pflanzen_Entscheidungen_dt_02.pdf).

Aus diesen Beobachtungen kann man schließen, dass über die an sich schon bemerkenswerten plastischen Fähigkeiten hinaus die Pflanzen auch einschätzen können, wie dicht und hoch ihre Nachbarn stehen und welche Reaktion daher am besten passt. In Anlehnung an A. NOVOPLANSKY sprechen die Autorinnen von „Metaplastizität“, also eine „Plastizität der plastischen Reaktionen“ (GRUNTMAN et al. 2017, 5), und vermuten, dass es eine solche Entscheidungsfähigkeit auch bei anderen Organismen und auch in Bezug auf andere Umweltfaktoren gibt.

Die Fähigkeit, unter verschiedenen Reaktionsmöglichkeiten wählen zu können, ist in einer Umgebung, in der die Konkurrenzverhältnisse sich schnell ändern können, besonders nützlich. Sie kann kaum unterschätzt werden, denn die Pflanzen müssen zunächst über eine genetische, entwicklungsbiologische und biochemische Grundausstattung

verfügen, welche die verschiedenen Reaktionen erlauben. Darüber hinaus müssen sie zum einen in der Lage sein, komplexe Informationen über verschiedene Aspekte ihrer Umgebung aufzunehmen und zu verarbeiten, zum anderen müssen sie optimal darauf reagieren und die Reaktionen bei Bedarf immer wieder neu anpassen können. Es ist keine Frage, dass dies einen erheblichen Programmieraufwand erfordert. Die Pflanzen reagieren gleichsam intelligent, als könnten sie verschiedene Einflüsse und ihre Folgen abwägen und somit zukunftsorientiert reagieren: „Sie könnten zu alternativen plastischen Reaktionen übergehen, die entweder Toleranz oder Vermeidung von leichtem Wettbewerb bewirken, und so ihre Reaktion auf die vorherrschenden und zukünftigen Wettbewerbsbedingungen anpassen“ (GRUNTMAN et al. 2017, 2). Da man ihnen keine Denkfähigkeit unterstellen kann, sind diese programmierten und abrufbaren komplexen Fähigkeiten ein klares Design-Indiz. [GRUNTMAN M, GROSS D, MÁJEKOVÁ M & TIELBÖRGER K (2017) Decision-making in plants under competition. Nat. Comm. 8:2235, doi:10.1038/s41467-017-02147-2 • JUNKER R (2014) Plastizität der Lebewesen: Baustein der Makroevolution? Internetartikel, <http://www.wort-und-wissen.de/artikel/sp/b-14-2-plastizitaet.pdf> • WHITMAN DW & AGRAWAL AA (2009) What is Phenotypic Plasticity and Why is it important? In: WHITMAN DW & ANANTHAKRISHNAN TN (eds) Phenotypic Plasticity of Insects: Mechanisms and Consequences. Science Publishers.] R. Junker

Beide Aspekte sind mittlerweile infrage gestellt, da es starke Indizien dafür gibt, dass Artbildung auch ohne räumliche Trennung und auch in wenigen Generationen möglich ist. Da Artbildung oft auf Spezialisierung beruht, ist es fraglich, ob dieser Prozess auf lange Sicht zu weitergehenden evolutiven Änderungen bis hin zur Entstehung neuer Baupläne führen kann (JUNKER & SCHERER 2017, III.5.1). Vieles spricht dafür, dass Artbildung letztlich in evolutive Sackgassen führt bzw. auf einem Ausschöpfen einer anfangs großen Variationsbreite innerhalb einer Art beruht, was auch sehr gut zum Grundtypmodell der Schöpfungslehre passt.

Besonders gut im Freiland erforscht sind evolutive Prozesse bei den berühmten Darwinfinken der Galapagos-Inseln. Vor einigen Jahren konnte durch Langzeitbeobachtungen eine beginnende Artbildung dokumentiert werden (GRANT & GRANT 2009; vgl. JUNKER 2012). Es konnte dabei gezeigt werden, dass die Veränderungen auf dem Ausschöpfen vorhandener Variabilität beruhen.

Nun berichten LAMICHHANEY et al. (2018) über eine weitere Langzeitstudie bei Darwinfinken, durch die Artbildung durch Hybridisierung nachgewiesen werden konnte (vgl. WAGNER 2018). Von 1981 bis 2012 wurde zunächst ein Neuankömmling des Großen Kaktusfinks *Geospiza conirostris* und in den Jahren danach seine Nachkommen auf der Insel Daphne Major während sechs Generationen beobachtet und deren DNA untersucht. Die Forscher fanden heraus, dass der ungewöhnlich große eingewanderte Vogel von der über 100 km entfernten Insel Española stammen musste. Auf Daphne Major verbandelte er sich mit einem Weibchen des Mittleren Grundfinken (*Geospiza fortis*). Der daraus entstandene Mischling paarte sich erneut mit *G. fortis*, und alle weiteren Paarungen erfolgten nur noch unter den neu entstandenen Hybriden (Endogamie) (vgl. Abb. 1).

Der Grund dafür, dass die Hybridenpopulation unter sich blieb, war die ungewöhnliche Körpergröße der Mischlinge, ihr großer und spitzer Schnabel sowie ihr Gesang,

■ Artbildung live bei Darwinfinken

Einer der Grundmechanismen der Evolution ist Artbildung, also die Aufspaltung einer Art in zwei Tochterarten. Lange Zeit galt im Anschluss an Ernst MAYR als Lehrbuchwissen, dass Artbildung in der Regel eine geographische Trennung (Separation) der Elternart erfordert, damit die getrennten Populationen sich unterschiedlich verändern können, bis sie sich bei späterer Überlappung nicht mehr kreuzen und damit eine Fortpflanzungsisolierung erreicht ist. Dieser Prozess soll zudem so langsam verlaufen, dass er auch über mehrere Forschergenerationen nicht beobachtet werden kann (WAGNER 2018, 157).



Abb. 1 Die Hybride (rechts) – Big Birds – aus *Geospiza fortis* und *G. conirostris* (links). (Aus WAGNER 2018, Abdruck mit freundlicher Genehmigung)