

Entwurf eines Beitrags für *Gxqmwkqp<Gkp'lpvgtf ku/kr rkp@gu'J cpf dwej*, herausgegeben von Rj kkr r "Uctcukp"wpf "Marianne Sommer. J. B. Metzler Verlag, Stuttgart.

A.2 Anpassung

Biologische Anpassung ist zum einen ein Prozess, bei dem sich Organismen derart ändern, dass sie ihren Umweltbedingungen besser angepasst sind und damit einen höheren Überlebens- und Fortpflanzungserfolg haben. Der Begriff der Anpassung bezeichnet zum anderen aber auch ein bestimmtes Resultat dieses Prozesses. Eine Anpassung in diesem Sinne ist ein Merkmal eines Organismus (eine speziell ausgeprägte anatomische Struktur, eine physiologische Funktion, oder ein Verhaltensmuster), das zum Überlebens- und Fortpflanzungserfolg dieses Individuums beiträgt. Ein Organismus besitzt viele solche Anpassungen. In der Fachliteratur werden beide Arten von Anpassung auch als *Adaption* bezeichnet (oder auch als *Adaptation*, entsprechend dem Englischen *adaptation*).

Die Tatsache, dass unterschiedliche biologische Arten der für sie charakteristischen Lebensweise und ihren Umweltbedingungen erstaunlich gut angepasst sind, war schon seit Jahrhunderten bekannt. Zum Beispiel argumentierte der englische Theologe und Philosoph William Paley, dass die Existenz dieser zweckmäßigen Merkmale nur durch die Annahme eines planenden Schöpfers erklärt werden könne (Paley 1802). Charles Darwin stimmte zu, dass es eine zentrale Aufgabe der Biologie sei, die Existenz von komplexen Anpassungen zu erklären; er behauptete jedoch, dass ein evolutionärer Prozess diese Erklärung ohne Rückgriff auf einen Schöpfer liefere (Darwin 1859/2008). Und zwar bevorzuge die natürliche Selektion diejenigen Individuen, die Merkmale besitzen, die sie ihrer Umwelt besser angepasst machen, so dass diese Merkmale in der nächsten Generation in höherer Zahl vertreten sind. Über viele Generationen hinweg führen diese schrittweise adaptiven Änderungen zu komplexen Anpassungen. In der Biologie nach Darwin setzte sich zwar der Abstammungsgedanke durch,

Darwins spezifische Selektionstheorie hingegen blieb lange von geringer Durchschlagskraft. Oft galt die Selektion lediglich als dafür verantwortlich, dass unangepasste Merkmale aus Populationen verschwinden, aber nicht für die Entstehung neuer Merkmale und die Richtung der Evolution (siehe Beitrag B.2). Die heutige Evolutionsbiologie hingegen erkennt generell an, dass die natürliche Selektion den historischen-evolutionären Prozess der Anpassung erklärt.

Von dieser evolutionsbiologisch relevanten Form der Anpassung gilt es die sog. physiologische Anpassung zu unterscheiden. Letztere ist eine zeitweilige Anpassung eines Organismus an seine Umweltbedingungen, z.B. eine Erhöhung der Körpertemperatur oder der Herzschlagfrequenz. Das Resultat einer solchen Änderung wird nicht vererbt. Die *Fähigkeit* zur physiologischen Anpassung kann aber eine evolutionäre Anpassung sein, da bei andauernd wechselnden Umweltbedingungen die Fähigkeit zur physiologischen Anpassung (oder auch zum Lernen) vorteilhaft ist und von der Selektion bevorzugt werden kann (West-Eberhard 1982).

Der Begriff der evolutionären Anpassung wird zudem üblicherweise (jedoch nicht ausschließlich) so gebraucht, dass er Merkmale bezeichnet, die in der Vergangenheit angepasst waren und deren Existenz durch natürliche Selektion historisch zu erklären ist – unabhängig davon, ob dieses Merkmal zur Zeit noch an aktuelle Bedingungen angepasst ist (Burian 1982). Z.B. können menschliche kognitive Prozesse evolutionäre Anpassungen (an frühere Formen von Sozialleben) sein, selbst wenn dieselben kognitiven Eigenschaften und Emotionen in heutigen Gesellschaften teilweise zu nichtadaptivem Verhalten führen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass sich im Laufe der Evolution die Funktion und der Selektionsgrund eines Merkmals ändern kann. Der Vorläufer von Insektenflügeln waren kurze Körperauswüchse, die noch nicht dem Fliegen dienen konnten, sondern (wie eine Hypothese besagt) wahrscheinlich zum Zwecke der Körpertemperaturregulierung durch die

Selektion entstanden sind. Erst später (als sie länger waren) konnten die Körperauswüchse zum Gleiten benutzt und schließlich für das Fliegen selektiert werden. Als *Exaptation* wird ein funktionelles Merkmal bezeichnet, das jedoch für eine andere Funktion entstanden ist. Ein solches zweckentfremdetes Merkmal wird von manchen EvolutionsbiologInnen nicht als *Adaptation* angesehen (Gould/Vrba 1982).

Generell ist die bloße Aussage, dass ein Merkmal eine *Adaptation* ist, weniger interessant als eine evolutionäre Erklärung, die darlegt, wann in der Vergangenheit das Merkmal welche funktionellen Eigenschaften hatte und wie genau es sich in diesem historischen Umweltkontext als vorteilhaft erwiesen hatte. Auch sind Organismen nie vollständig ihrer Umwelt angepasst. Manche biologischen Merkmale sind weitgehend nichtadaptiv, und ihr Vorkommen wird evolutionär dadurch erklärt, dass sie aus weitervererbten Vorläuferstrukturen entstanden sind, wie z.B. der menschliche Blinddarm. Andere Merkmale sind bloße Nebenprodukte von adaptiver Evolution. Diesen Annahmen widersprechen Anhänger eines sog. *Adaptionismus*, der davon ausgeht, dass jedes Merkmal, das häufig in einer Art ist, eine *Adaptation* darstellt. (Weitere Erläuterungen hierzu finden sich in Beitrag B.5 im Abschnitt „*Adaptionismus*“.)

Fitness ist ein zentraler Begriff im Zusammenhang der Anpassung. Die *Fitness* eines biologischen Merkmals (eines phänotypischen Merkmals oder eines Gens) ist ein quantitatives Maß für den Beitrag dieses Merkmals zum Fortpflanzungserfolg eines Organismus (gemessen als die durchschnittliche Anzahl der Nachkommen eines Individuums mit diesem Merkmal). Eine Ausprägung eines Merkmals (z.B. einer anatomischen Struktur) weist also eine höhere *Fitness* als eine andere Ausprägung des Merkmals (in anderen Individuen derselben Art vorkommend) auf, wenn erstere von der natürlichen Selektion bevorzugt wird. Anders ausgedrückt, ein angepasstes Merkmal ist ein Merkmal mit einer hohen *Fitness*.

Hierbei ist zu beachten, dass unsere intuitive Vorstellung von „Angepasstheit“ oft nicht mit der tatsächlichen biologischen Fitness übereinstimmt. Manche Fälle von sexueller Selektion machen dies klar. Sexuelle Selektion ist die Konkurrenz um Fortpflanzungspartner zwischen Individuen desselben Geschlechts, wobei Männchen mit bestimmten körperlichen Merkmalsausprägungen oder Verhaltensweisen von den Weibchen ihrer Art bevorzugt werden können. Der Schwanz von männlichen Pfauen z.B., der sich durch äußerst lange und bunte Federn auszeichnet, ist ein Produkt der sexuellen Selektion, indem Pfauenweibchen in der Evolutionsgeschichte Männchen mit dem ‚vollendetsten‘ Federschmuck bevorzugten (aus welchem Grunde auch immer). Allerdings beeinträchtigt ein solch aufwendiger Federschwanz auch die Überlebenschancen von Männchen deutlich, da sie unter anderem eine leichte Beute für Raubtiere sind. Intuitiv scheinen männliche Pfauen nicht besonders gut angepasst zu sein. Dennoch erhöht der aufwendige Schwanz die Fitness der Männchen, da er zur Partnerwahl und Fortpflanzung notwendig ist. Ein anderes Beispiel ist das Geweih des eiszeitlichen, mittlerweile ausgestorbenen Riesenhirsches. Das enorme Geweih der Männchen ist wahrscheinlich durch sexuelle Selektion entstanden, selbst wenn es schließlich zum Aussterben der ganzen Art geführt hat. Da der Pfauenschwanz und das Riesenhirschgeweih die Fitness erhöhten und von der Selektion bevorzugt wurden, betrachten viele EvolutionsbiologenInnen diese Merkmale als evolutionäre Anpassungen. Andererseits scheuen sich manche BiologInnen, zur Fortpflanzung beitragende Merkmale als Anpassungen oder als angepasst zu bezeichnen, wenn sie nicht dem Überleben dienlich sind (Gould/Lewontin 1979). Dies war auch der Grund, warum Darwin den Begriff der sexuellen Selektion von der natürlichen Selektion unterschied (Darwin 1871/2009).

Des Weiteren können evolutionäre Anpassungen auf allen Organisationsebenen vorkommen. Ein Beispiel für eine Anpassung auf der genetischen Ebene ist meiotische Drift. Normalerweise hat bei Organismen mit doppeltem Chromosomensatz jedes Gen dieselbe

Chance in den Gameten (Eizellen und Spermien) vertreten zu sein. Bei meiotischer Drift schafft es ein Gen, diesen Prozess so zu beeinflussen, dass es mit höherer Wahrscheinlichkeit in den Gameten und damit in den nächsten Generationen vertreten ist. Dieses Gen hat damit eine höhere Fitness als andere Gene und verbreitet sich durch die natürliche Selektion, selbst wenn es den Organismus negativ beeinträchtigt. Deswegen ist dieses die Gametenbildung manipulierende Verhalten eine evolutionäre Anpassung eines Genes, nicht jedoch eines Organismus (siehe auch Beitrag A.6). Dieser und andere Fälle zeigen, dass die natürliche Selektion auf biologische Einheiten auf verschiedenen Organisationsebenen – Gene, phänotypische Merkmale, Organismen, und Gruppen von Organismen – wirkt und ein selektiver Vorteil auf einer Organisationsebene ein Nachteil auf einer anderen bedeuten kann. Ein Merkmal oder Verhaltensweise kann eine Anpassung eines Genes, oder eines Organismus, oder einer Gruppe von Individuen sein.

Literatur

Burian, Richard M. (1992): „Adaptation: Historical Perspectives“. In: Evelyn F. Keller und Elisabeth A. Lloyd (Hg.), *Keywords in Evolutionary Biology*, Cambridge, MA, 7-12.

Darwin, Charles (2008): *Über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Daseyn* [On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life, 1859]. Darmstadt.

Darwin, Charles (2009): *Die Abstammung des Menschen* [On The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex, 1871]. Frankfurt am Main.

Gould, Stephen J./Lewontin, Richard C. (1979): „The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme“. In: *Proceedings of*

the Royal Society of London B205: 581-598.

Gould, Stephen J./Vrba, Elisabeth S. (1982): „Exaptation: A Missing Term in the Science of Form“. In: *Paleobiology* 8: 4-15.

Paley, William (1802): *Natural Theology, or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity, Collected From the Appearances of Nature*. London.

West-Eberhard, Mary J. (1992): „Adaptation: Current Usages“. In: Evelyn F. Keller und Elisabeth A. Lloyd (Hg.), *Keywords in Evolutionary Biology*, Cambridge, MA, 13-18.

INGO BRIGANDT