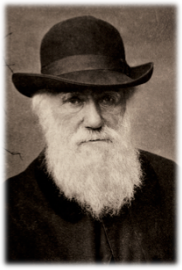
Grundbegriffe der lebens-wissenschaftlichen Forschung

Wintersemester 2015/2016
1. Vorlesung (20. Okt. 2015)

Thomas Reydon
Institut für Philosophie
Leibniz Universität Hannover
www.reydon.info
reydon@ww.uni-hannover.de

Der Plan für heute

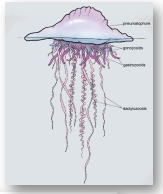
- Einführung: Hintergrund dieser Veranstaltung
- Kurze Vorstellungsrunde: Wie ist der Teilnehmerkreis zusammengesetzt?
- Inhaltliche Einführung: Inhalte & Geschichte des Faches „Philosophie der Biologie"
- Thematik und Ziele der Veranstaltung
- Organisatorisches: Literatur, Ablauf der Sitzungen, Anforderungen, Vorlesungsplan



Hintergrund der Veranstaltung

Einige besondere Aspekte der Lebenswissenschaften:

- Viele zentrale Begriffe sind nicht klar definiert, ausreichend beschrieben, oder auch nur gut verstanden
- Z. B.: 25 oder mehr Artbegriffe, 3-5 Genbegriffe, ~5 Fitnessbegriffe
- Z. B.: überhaupt keine Definition von „Leben", „Organismus", „Krankheit"
- Z. B.: Unklarheit über natürliche Selektion – ist es eine Kraft (wie die Schwerkraft), ein Prozess (wenn ja, wie verläuft der Prozess genau & was wird selektiert?), das statistische Ergebnis eines Prozesses, ...?



D. M. WALSH

BOOKKEEPING OR METAPHYSICS? THE UNITS OF SELECTION DEBATE

(*Synthese* 138, 2004)

Vorstellungsrunde

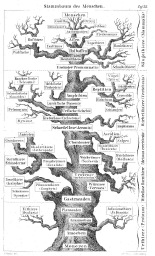
- Wer sind Sie?
- Was studieren Sie?
- Warum studieren Sie das, was Sie studieren?
- Was sind Ihre philosophischen Interessen?
- Was wissen Sie schon über die Thematik der Veranstaltung?
- Und warum sind Sie hier? (Motivation)

Frühgeschichte der Philosophie der Biologie

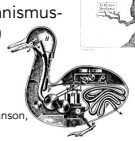
Philosophische Auseinandersetzung mit Fragen zum Bereich des Lebendigen, z. B.:

- Aristoteles (*Historia animalium*, *De generatione animalium*, *De partibus animalium*), z. B. die Annahme einer *scala naturae*
- Descartes, z. B. die These, dass Tiere keinen Geist haben und als reine Maschinen verstanden werden können
- Kant (zur Teleologie und zum Organismusbegriff in der *Kritik der Urteilskraft*)

Im Allgemeinen: Beschäftigung mit der lebendigen Welt als Teil der Naturphilosophie



Ernst Haeckel, Stammbaum des Menschen, 1874

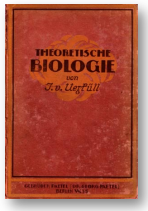


Jacques de Vaucanson, mech. Ente, 1739

Neuere Geschichte der Philosophie der Biologie (1)

Konzeptuelle theoretische Biologie – z. B.:

- Johannes Reinke (1901): *Einleitung in die theoretische Biologie*, Berlin: Gebr. Paetel
- Julius Schaxel (1919): *Grundzüge der Theoriebildung in der Biologie*, Jena: Gustav Fischer
- Jakob Johann von Uexküll (1920): *Theoretische Biologie*, Berlin: Gebr. Paetel
- Max Hartmann (1925): *Biologie und Philosophie*, Berlin: Julius Springer
- Joseph Woodger (1929): *Biological Principles*, London: Paul, Trench, Tubner
- Joseph Woodger (1937): *The Axiomatic Method in Biology*, Cambridge: CUP
- Felix Mainx (1955): *Foundations of Biology*, Chicago (IL): University of Chicago Press



Neuere Geschichte der Philosophie der Biologie (2)

Die Grenzen zwischen Philosophie und Naturwissenschaft sind flüssig. Sie sind es von jeher gewesen. Darum lassen sie sich nicht in scharfen Linien ausziehen. Was aus dem

Beide, der Biologe und der Philosoph, mühen sich oft um das gleiche Object, suchen die gleichen Probleme zu lösen; und man nennt eine Arbeit gewöhnlich nur darum eine philosophische, weil ein Philosoph von Fach sie geschrieben hat, eine biologische, weil ein Biologe von Beruf der Verfasser war. Danach bestünde die Naturphilosophie in Unter-

(Reinke, 1901:1)

nächst die eigentlichen Wissenschaftsgrundlagen der Biologie einer Untersuchung unterziehen und die methodologischen und erkenntnistheoretischen Probleme behandeln, die uns in der Biologie als Wissenschaft entgegentreten. (Hartmann, 1925:1)

Neuere Geschichte der Philosophie der Biologie (3)

DAVID L. HULL

WHAT PHILOSOPHY OF BIOLOGY IS NOT*

Periodically through the history of biology, biologists have tried to do a little philosophy and occasionally a philosopher has turned his attention to biology. In the past decade or so a body of literature has arisen which might legitimately be called 'philosophy of biology'. The purpose of this paper will be to review the contributions made to this literature by philosophers during the past 10 or 15 years. Earlier work will be discussed

(*Synthese* 20, 1969)

Philosophie der Biologie als Fach (1)

Eine kurze Entwicklungsgeschichte:

- Wissenschaftstheorie als Teilbereich der Philosophie
  - Wiener Kreis (1920er Jahre), Log. Positivismus / Empirismus
  - Biologie wird nicht immer als vollwertige Naturwissenschaft gesehen (z. B. J.J.C. Smart, 1959)
  - Primär Aufmerksamkeit für Fragen zur Physik (Physik als wohlgeordnete Modellwissenschaft, Naturgesetze, mathematisiert; auch Ideal der Reduktion aller Wissenschaft zur Physik)
- Aufkommen der Phil. Bio. als Fachgebiet ab den 1950ern:
  - frühe Wissenschaftstheorie der Biologie (frühe Artikel von Woodger; Buch von Mainx (1955) in der *Encyclopedia of Unified Science*; Morton Beckner, *The Biological Way of Thought*, 1959)

Philosophie der Biologie als Fach (2)

Eine kurze Entwicklungsgeschichte:

- Verstetigung der Phil. Bio. als Fachgebiet ab den1970ern:
  - erste professionelle „Philosoph/innen der Biologie" u. a. Marjorie Grene (1910-2009), David Hull (1935-2010), Michael Ruse (1940-), William Wimsatt (1941-)
  - Ruse, *The Philosophy of Biology* (1973)
  - Hull, *Philosophy of Biological Science* (1974) in der Reihe *Foundations of Philosophy*
  - *Biology & Philosophy*, Fachzeitschrift seit 1986
  - ISHPSSB, Fachgesellschaft seit 1990
  - 1998: *Stud. Hist. Phil. Sci. Part C* (*A*: 1970; *B*: 1995)

Philosophie der Biologie als Fach (3)

Neueste Entwicklungen:

- Von einer Philosophie der Biologie hin zu einer Philosophie der Lebenswissenschaften
- Früher & immer noch: Philosophie der „klassischen Biologie" (Evolutionsbiologie, Systematik, Morphologie, Genetik, etwas Ökologie)
- neue Themen zu den klassischen Bereichen (Genbanken & Bio-ontologie, Modellorganismen, ...)
- Neue Bereiche, wie Evo-Devo / Entwicklungsbiologie, Systembiologie, Synthetische Biologie, Genomik, Proteomik, ...
- Philosophie der Medizin (z. B. Klärung des Krankheitsbegriffs)
- Philosophie der Kognitionswissenschaften (?)
- Bioethik (???)
- „Biologie & Gesellschaft" (???)
- „Philosophy of science in practice", Hinwendung zur Praxis

Thematik der Philosophie der Biologie (1)

Begriffsanalyse – zentrale Begriffe der Lebenswissenschaften:

- ‚Art', ‚Gen', ‚Adaptation', ‚Funktion', ‚Selektion', ‚Evolution', ‚Leben'/‚Lebendigkeit', ...
- Teile gehören zur Metaphysik, z. B.
  - Sind Arten *kinds* oder *individuals*?
  - Was sind die Einheiten der Selektion? Auf welchen Organisationsebenen tritt Selektion auf?

Natur der Biologie als Wissenschaft, z. B.:

- Gibt es Naturgesetze in der Biologie?
- Evolutionsgeschichten und der „just so stories"-Vorwurf (empirische Überprüfbarkeit historischer Aussagen)
- Selektionserklärungen und der Tautologievorwurf
- Fragentypologie: „how-questions" & „why-questions", proximate & ultimate Erklärungen bzw. Ursachen

Thematik der Philosophie der Biologie (2)

Analyse von Paradigmen, Forschungsansätzen:

- Adaptationismus (Gould & Lewontin's Kritik)
- Gen-Zentrismus (Dawkins' „egoistisches Gen")
- Verallgemeinerter Darwinismus (außerhalb der Biologie)

Autonomie der Biologie als Wissenschaftsbereich (Reduktion auf Physik und Chemie, emergente Phänomene)

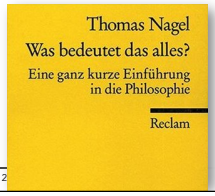
Methodologie und Argumentationsweisen in den verschiedenen Teilbereichen der Lebenswissenschaft, z. B.:

- Welche allgemeinen Erkenntnisse lassen sich aus Studien mit Modellorganismen herleiten?
- Experimentelle Methoden
- Methoden in der phylogenetischen Analyse (Parsimonie, „total evidence" usw.)

Thematik der Philosophie der Biologie (3)

Interpretation der Resultate biologischer Forschung:

- Was bedeuten Ergebnisse der Biologie für uns?
- Evolutionäre Psychologie, evolutionäre Ethik, Altruismus und Kooperation, evolutionäre Erkenntnistheorie, ...
- Evolution und Religion
- Das Human Genome Projekt, der genetische Determinismus, genetische Unterschiede zwischen Populationen
- Biodiversität und Artenschutz: Was sind Arten? Welche Entitäten sind schützenswert? Warum ist Arten-sterben überhaupt schlimm?
- Grundlage für Diskussionen in der Biotehik (Stammzellen & Embry-onen; GMOs; Leidensfähigkeit, ...)



Relevanz für die Biologie? (1)

"There is too great a discrepancy between what philosophers produce under the guise of philosophy of biology and what philosophy of biology could be or, in my opinion, should be to pass over without comment. […] What philosophy of biology is not? It must be admitted that thus far it is not very relevant to biology, nor biology to it." (David Hull, 1969)

"To the extent that science and philosophy of science can be distinguished in practice, scientists tell us what the world is like, and philosophers of science tell us what science is like. […] [O]ne of the strengths of the more particular area of philosophy of science that is termed philosophy of biology is that philosophers and biologists have ignored this distinction, working in consort with each other on both sides of the divide." (David Hull, 2002)

Relevanz für die Biologie? (2)

Metaphilosophischer Fragenkomplex:

- Was ist das Ziel der Philosophie als akademisches Fach?
- Was kann die Philosophie erreichen, was kann sie nicht?
- Wie verhält sich die Philosophie bzw. ihre Teilbereiche zu den anderen Wissenschaften bzw. ihren Teilbereichen?

"An adequate philosophy of science should have normative force. It should help us to do science or, more likely, to find and help us avoid sources of error, since scientific metho-dologies are by nature open-ended"

(William Wimsatt, *Re-engineering Philosophy for Limited Beings*, 2007: 26)

Wissenschaftsphilosophie als "Komplementärwissenschaft", Philosophie der Biologie als kontinuierlich mit der theoretischen Biologie (z. B. Hasok Chang)

Diese Veranstaltung

Charakter: Vorlesung auf Bachelor- / Masterniveau
(aber alle Interessierte sind willkommen, so lange es noch freie Plätze gibt)

Zielpublikum:

- Studierende der Philosophie (B.A., M.Ed.) und der Wissenschaftsphilosophie (M.A.)

Vorkenntnisse: keine besonderen Vorkenntnisse erforderlich

Konzept & Lehr- bzw. Lernziele

Das **Lehrziel** der Veranstaltung besteht darin, die wissenschaftsphilosophischen Aspekte einiger Grundbegriffe der Lebenswissenschaften, die bestehende Diversität an Interpretationen dieser Begriffe sowie einige historische Begriffswandlungen in den Lebenswissenschaften kennenzulernen. Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sollen Teilnehmer(innen) im Hinblick auf den Inhalt der Veranstaltung in der Lage sein:

- in eigenen Worten die behandelten Begriffe zu erläutern;
- eine eigene, gut überdachte Position zur Frage einzunehmen, wie Begriffe wie ‚Gen', ‚Art', ‚Selektion', ‚Funktion' usw. verstanden werden könnten und sollten;
- die in den Vorlesungen und Texten besprochenen Gesichtspunkte, Argumente und Ansätze in eigenen Worten zusammenzufassen und zu erklären, und diese kritisch zu bewerten.

Im Hinblick auf die Aneignung spezifisch philosophischer sowie allgemeiner Kompetenzen sollen Teilnehmer(innen) nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage sein:

- komplizierte argumentative Texte zu lesen und zu verstehen;
- die wichtigsten Überlegungen, Ansätze, Argumente usw. in solchen Texten zu identifizieren und von Nebensächlichkeiten zu unterscheiden;
- eigene vertiefende Fragen zu philosophischen Texten zu formulieren;
- mit Hilfe dieser Fragen die wichtigsten im Text enthaltenen Ansätze, Argumente usw. im Rahmen einer Diskussion zu klären.

Arbeitsweise und Anforderungen

Studienleistung (5 LP):

1. gründliche Vorbereitung der für die jeweiligen Sitzungen eingeplanten Texte (Fragen ausdenken & aufschreiben!) +
2. aktive Teilnahme an der Diskussion in den Sitzungen +
3. die Erstellung von drei Leseberichten, Texte frei zu wählen (in der betreffenden Sitzung einzureichen)

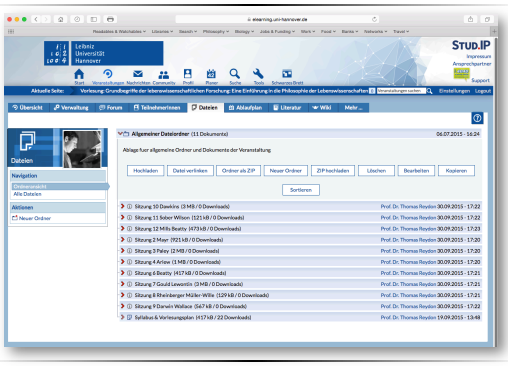
Mehr oder weniger als 5 LP: nach Absprache (z. B. im FM)

Vorlesung mit Diskussionsteil: Jeder/r Teilnehmer/in soll für sich Fragen zum Thema / zu den Texten aufschreiben & in die Diskussion einbringen (braucht nicht eingereicht zu werden)

Lesebericht:

- Zusammenfassung des/der Texte/s einer Sitzung (1-2 S.)
- Enthält die wichtigsten Behauptungen, Argumente, usw.

Die Texte



Plan der Vorlesungen (1)

1. (20.10.15) Einführende Vorlesung, Klärung organisatorischer Fragen
2. (27.10.15) Was ist Evolution? – Die Struktur der Evolutionstheorie
3. (03.11.15) Was ist Evolution? – Die Explananda der Theorie
4. (10.11.15) Was ist Evolution? – Fortschritt, Zielgerichtetheit
5. (17.11.15) Was ist Evolution? – Funktionsbegriffe
6. (24.11.15) Was ist Evolution? – Kontingenz
7. (01.12.15) Was ist Evolution? – Adaptationismus
8. (08.12.15) Was sind Gene?
9. (15.12.15) Was ist Selektion?
10. (22.12.15) Was ist Selektion? – Genselektion

Plan der Vorlesungen (2)

(29.12.15) keine Sitzung (Weihnachtsunterbrechung)
(05.01.16) keine Sitzung (Weihnachtsunterbrechung)

11. (12.01.16) Was ist Selektion? – Gruppenselektion
12. (19.01.16) Was ist Fitness?
13. (26.01.16) Was sind Arten?
14. (02.02.16) Was ist Leben?

2. Vorlesung (27. Okt. 2015)

Text: Mayr, *Darwin's fünf Evolutionstheorien*

Terminologische Vorbemerkung

Mayr zeigt „warum der Darwinismus nicht eine einzige homogene Theorie sein kann" (p. 114) – aber was ist „Darwinismus"?

- Darwins Theorie in der *Entstehung der Arten* (nat. Selektion als ein wichtiger, aber nicht der einzige Faktor; mit Vererbung erworbener Eigenschaften, aber ohne Vererbungstheorie)
- Neodarwinismus (1880er-1910er; Wallace, Weismann; starker Nachdruck auf nat. Selektion, „Panselektionismus")
- Moderne Synthese (1930er-1940er; Fisher, Mayr, Wright, Dobzhansky, Haldane, Simpson, Stebbins, ...)
- Erweiterte Synthese (2000er-2010er; „evo-devo", System-biologie, Epigenetik, Genomik, Proteomik, ...)

Etwas zum Thema „Evolution & Religion" (1)

Evolution sei ja „nur eine Theorie":

Dover Area School District's Policy

The school district policy mandates that Dover public schools treat intelligent design as a bona fide scientific theory competing with the scientific theory of evolution in order to develop a balanced science curriculum. Teachers are also required to read a statement to students in ninth grade biology classes that includes the following language:

> "Because Darwin's Theory is a theory, it is still being tested as new evidence is discovered. The Theory is not a fact. Gaps in the Theory exist for which there is no evidence. A theory is defined as a well-tested explanation that unifies a broad range of observations.
>
> Intelligent design is an explanation of the origin of life that differs from Darwin's view. The reference book, *Of Pandas and People* is available for students to see if they would like to explore this view in an effort to gain an understanding of what intelligent design actually involves. As is true with any theory, students are encouraged to keep an open mind."

ACLU FOUNDATION – AMERICAN CIVIL LIBERTIES UNION of PENNSYLVANIA

Frequently Asked Questions: Intelligent Design and Evolution
Kitzmiller v. Dover Area School Board

Etwas zum Thema „Evolution & Religion" (2)

Evolution sei ja „nur eine Theorie":

- „Viele Probleme ließen sich vermeiden, wenn wir [...] in der Lage wären, den Ausdruck „Die Theorie der Evolution" zu verbannen." (Dupré, 2005: 22)
- falsches Verständnis, was der Status einer wissenschaftlichen Theorie beinhaltet (die Evolutionstheorie ist anscheinend nur eine Theorie bis sie vollständig „bewiesen" ist)
- Zwar gibt es noch viele Lücken, aber Evolution ist eine der am besten bestätigten wissen-schaftlichen Theorien!
- Beachten: „Pessimis-tische Metainduktion"

> This textbook contains material on evolution. Evolution is a theory, not a fact, regarding the origin of living things. This material should be approached with an open mind, studied carefully, and critically considered.
>
> *Approved by*
> *Cobb County Board of Education*
> *Thursday, March 28, 2002*

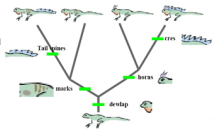
Die „Natur" der Evolutionstheorie

Die Evolutionstheorie gibt es nicht als einheitliches Ganzes, sondern nur als Bündel von Theorien (sind es überhaupt Theorien?) bzw. Allgemeinaussagen, die man in unterschiedlichen Kombinationen annehmen und ablehnen kann

Wissenschaftstheoretische Darstellungen davon, was eine wissenschaftliche Theorie ausmacht, sind hier also nicht ohne Weiteres anwendbar – kein Lehrbuchbeispiel einer Theorie

Organismische Evolution besteht aus 2 Prozessen (Mayr, p. 114):

- Transformation von Populationen & Arten (Veränderung der Eigenschaften in der Zeit), durch natürliche Selektion
- Diversifizierung (Populations- & Artaufspaltung), mit gemeinsamer Abstammung



Baum (2008): *Nature Education* 1: 191

Zustimmung zu einzelnen „Subtheorien"

Tabelle 6.1 Evolutionisten und ihre Zustimmung zu Darwins Theorien

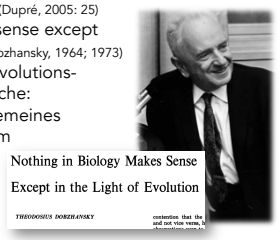
	Gemeinsame Abstammung	Gradualis-mus	Artenbildung aus Popula-tionen heraus	natürliche Selektion
Lamarck	nein	ja	nein	nein
Darwin	ja	ja	ja	ja
Haeckel	ja	ja	?	zum Teil
Neolamar-ckisten	ja	ja	ja	nein
T. H. Huxley	ja	nein	nein	(nein)
de Vries	ja	nein	nein	nein
T. H. Morgan	ja	(nein)	nein	unwichtig

(Mayr, p. 114)

Darwins fünf Theorien (1)

1. Evolution als solche: Die Welt ist nicht konstant, es gibt Veränderung in der lebendigen (& nicht-lebendigen) Welt

- „Es gibt so vieles, das in der Tat im Lichte der Evolution Sinn ergibt, sodass es unvorstellbar ist, dass die Evolution [...] keine Tatsache sein könnte" (Dupré, 2005: 25)
- „Nothing in biology makes sense except in the light of evolution" (Dobzhansky, 1964; 1973)
- Aber: „die Bedeutung der Evolutionstheorie [ist] eine metaphysische: Sie sagt uns etwas sehr allgemeines darüber, wie unser Universum beschaffen ist und was für Dinge darin vorkommen" (Dupré, 2005: 25)



Darwins fünf Theorien (2)

Intermezzo: Theorien und Tatsachen

> Für einen modernen Autor stellt die Evolution als solche keine Theorie mehr dar. Sie ist ebenso Fakt wie die Tatsache, dass sich die Erde um die Sonne dreht und nicht umgekehrt. Veränderungen wer-

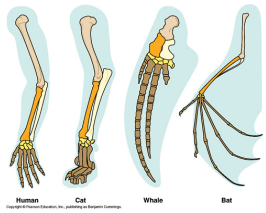
(Mayr, p. 116)

- Dass eine Theorie sich durch Bestätigung in eine Tatsache verwandeln würde, ist eine Fehlvorstellung
- Theorien (epistemische Entitäten) beschreiben Tatsachen
- Das Auftreten eines Evolutionsprozesses ist eine Tatsache, die Evolutionstheorie bzw. das Bündel von Theorien beschreibt & erklärt, wie der Prozess abläuft
- Auch die Aussage „Es gibt einen Evolutionsprozess" war nie eine Theorie – zumindest nicht im wissenschaftstheoretischen Sinne des Wortes „Theorie"

Darwins fünf Theorien (3)

2. Gemeinsame Abstammung: „man darf wohl sagen, dass keine andere seiner Theorien einen so enormen unmittelbaren Erklärungswert hatte" (Mayr, p. 117)

- vergleichende Anatomie: Erklärung wahrgenommener Gemeinsamkeiten verschiedener Organismen (im Embryonal- und Erwachsenenstadium)
- Taxonomie, systematische Biologie: Begründung des Klassifikations-Systems
- Untermauerung der beschreibenden Naturgeschichte



© Pearson Education, kopiert von http://www.bio.miami.edu/dana/106/106F05_4.html

Darwins fünf Theorien (4)

3. Vervielfältigung der Arten (nicht-konstante Anzahl der Arten von Organismen)

- Was verursacht die Zunahme der Anzahl der Arten?
- Darwin: allopatrische und sympatrische Speziation (Mayr, pp. 123-124)
- „Species" bleibt jedoch undefiniert!
- Divergenzprinzip: „je weiter die Abkömmlinge einer Spezies in Bau, organischen Verrichtungen und Lebensweise auseinandergehen, um so besser sie geeignet sein werden, viele und sehr verschiedene Stellen im Haushalte der Natur einzunehmen und somit an Zahl zuzunehmen"

(Darwin, *Entstehung der Arten*, 2. Aufl., 1860, p. 117-118)

- Zus. mit dem Prinzip der natürlichen Selektion die beiden theoretischen Stützpfeiler der *Entstehung der Arten*

Darwins fünf Theorien (5)

Vervielfältigung der Arten ohne gemeinsame Abstammung:

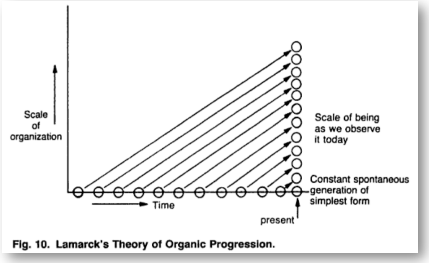
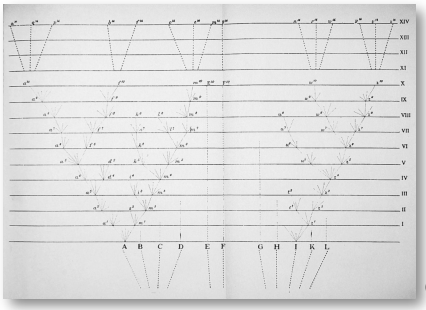


Fig. 10. Lamarck's Theory of Organic Progression.

(Lamarck, 1809; aus Bowler, 1989)

Darwins fünf Theorien (6)

Vervielfältigung der Arten mit gemeinsamer Abstammung:



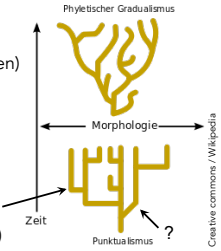
(Darwin, 1859)

Darwins fünf Theorien (7)

4. Gradualismus: Veränderungen der organismischen Formen treten nicht sprunghaft auf (Saltationismus), sondern über zahllose Zwischenformen

- Annahme folgt aus der Natur des Selektionsprozesses (allmähliche Anhäufung vorteilhafter Eigenschaften)
- „punctuated equilibria" (Stephen Jay Gould, Niles Eldredge): vergleichsweise schnelle Evolution abgewechselt von Stasis über längeren Zeiträumen hinweg

(graduelle Evolution, bloß in einem Vergleichsweise kurzen Zeitraum)

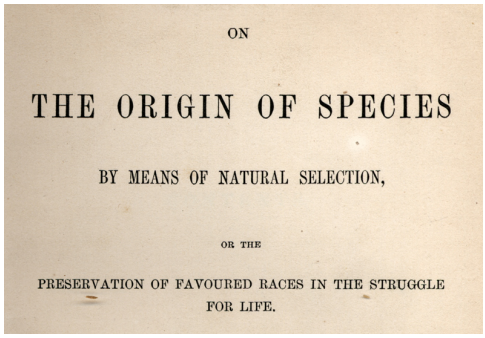


Darwins fünf Theorien (8)

5. Natürliche Selektion

- Prozess in 2 Schritten: 1. Erzeugung von Variation (Mutation & Rekombination) & 2. eigentliche Selektion
- Theorienbündel (Mayr, p. 125): Überschussprinzip („superfecundity"), Erblichkeit von Eigenschaften und Eigenschaftsunterschieden, Existenz diskreter Vererbungseinheiten usw.
- Oft entweder als deterministischer/optimierender oder als rein zufallsgeleiteter Prozess gesehen. Beides ist jedoch drin. Daraus erhält das Prinzip seine erklärende Kraft.
- Wie wichtig ist nat. Selektion als Evolutionsfaktor? Führt nat. Selektion zur optimalen Anpassung? Wie ist der Prozess der nat. Selektion zu verstehen? Was wird eigentlich selektiert? (Gene, Organismen, ...)

Darwins fünf Theorien (9)



ON

THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE FOR LIFE.

Natürliche Selektion (1)

Die drei Prinzipien der Evolutionstheorie / drei Voraussetzungen für das Auftreten von Evolution durch Selektion (Lewontin, 1970):

1. Variation: die Organismen innerhalb einer Population unterscheiden sich (oft in nur geringem Maße) von einander.
2. Erblichkeit: diese Unterschiede können an der nachkommenden Generation vererbt werden.
3. Differenzielle Reproduktion / differenzielle Fitness: diese Unterschiede sorgen dafür, dass Organismen unterschiedlich gut in der Lage sind, Nachkommen zu produzieren (erreichen des reproduktiven Alters, Anzahl der Nachkommen, Aufzucht der Nachkommen, ...).

Evolution ist also ein sich über mehrere Generationen ausstreckender Populationsprozess – Organismen evolvieren nicht

Natürliche Selektion (2)

ich mich hier auf einige wenige Aspekte der Auslese. Für Darwin und für alle Darwinisten läuft die natürliche Selektion in zwei Schritten ab: der Erzeugung von Variation und dem Sortieren der Variation mittels Selektion und Eliminierung.

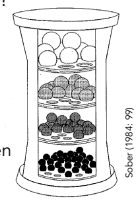
Auch wenn ich die Theorie der natürlichen Selektion als Darwins fünfte Theorie bezeichne, handelt es sich in Wirklichkeit wieder um ein ganzes Bündel von Theorien. Dazu gehören unter anderem die Theorie, dass immer ein Überschuss an Nachkommen erzeugt wird, die Theorie der Erblichkeit individueller Unterschiede, die Theorie der Existenz diskreter Vererbungseinheiten und einige mehr. Viele davon hat Darwin nicht explizit formuliert,

(Mayr, p. 125)

Natürliche Selektion (3)

Diskussionen über natürliche Selektion:

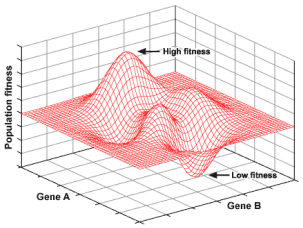
- Ontologischer Status: Natürliche Selektion als Mechanismus, oder Prozess, oder Naturkraft (wie z. B. die Schwerkraft)?
- Kausale Erklärung von Evolution und Artbildung?
- „preservation of favoured races": Filter / Sieb?
- „struggle for life": nicht nur als Wettbewerb unter einander gedacht, sondern vielmehr als Klarkommen in der Umgebung
- Nicht „survival of the fittest":
  - es geht um kleine Fitnessvorteile, nicht um Optimalisierung oder das Recht des Stärksten
  - nicht „nur die Allerbesten schaffen es" sondern vielmehr „bessere Chancen für diejenigen mit im Vergleich besseren Eigenschaften" (ohne Garantie auf Erfolg)



Pfad-Abhängigkeit

Die Metapher der adaptiven Landschaften (Sewall Wright, 1932):

„Wohin man gehen kann, hängt mehr als von allem anderen davon ab, wo man ist und wie man dorthin gekommen ist."
(Dupré, 2005: 29)



Natürliche Selektion liefert keine optimalen Ergebnisse:

- „rote Königin"-Effekt (Leigh Van Valen, 1973)
- Selektion als „Bastler" (François Jacob, 1977)
- Kontingente Ereignisse (Stephen Jay Gould, 1989)
- Abhängigkeit vom Ausgangspunkt in der Landschaft

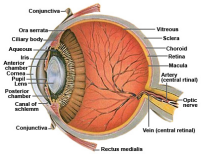
Erklärungsbereich der Evolutionstheorie

Explananda (aber: siehe nächste Sitzung):

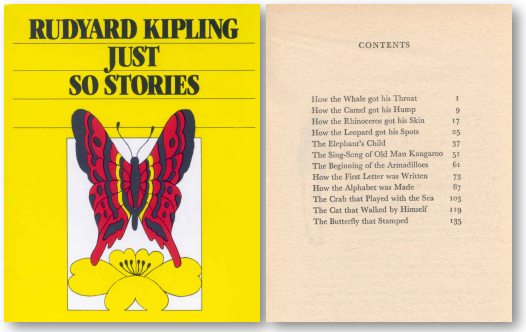
1. Diversität: Warum gibt es die (13-30 Mio.) Arten, die es gibt, statt mehr oder weniger Arten, oder ganz andere Arten?
2. Adaptation (Angepasstheit): Warum sind Organismen so gut in der Lage, in ihren Lebensumgebungen zurecht zu kommen?

Nicht im ursprünglichen Erklärungsbereich sind:

- der Ursprung des Lebens;
- die Gesamtheit aller Eigenschaften von Organismen;
- Optimalität (manchmal schon, oft jedoch nicht), weil viele Eigenschaften tatsächlich nicht optimal sind (Bsp: Lokalisierung der Sehnerv-verbindung im menschlichen Auge)



Erklärt die Theorie überhaupt etwas?



Schlussbemerkungen / Diskussion

Beide Arten von Kritikern übersehen, dass es sich bei der natürlichen Selektion um einen zweistufigen Prozess handelt. Tatsache ist, dass beim ersten Schritt die Zufallsereignisse im Vordergrund stehen, während beim zweiten das genaue Gegenteil von Zufall regiert. (Mayr, p. 127)

den –, sondern eher vor der, ob die Vorstellung, die die heutigen Evolutionisten von der natürlichen Selektion haben, noch mit der übereinstimmt, die Darwin hatte, oder ob sie nicht deutlich davon abweicht. (Mayr, p. 128)

noch als richtig gilt. Diese außerordentliche Stabilität von Darwins Paradigma rechtfertigt seine Verwendung als legitime Grundlage einer Philosophie der Biologie und vor allem auch als Grundlage für eine menschliche Ethik. (Mayr, p. 130)

3. Vorlesung (3. Nov. 2015)

Text: Paley, *Natural Theology*

Kontext: Design (1)

Scheinbares/wirkliches Design in der Biologie:

- Organismen passen genau bzw. sehr gut in ihre Lebenswelt:

  „Intelligent design means that various forms of life began abruptly through an intelligent agency, with their distinctive features already intact – fish with fins and scales, birds with feathers, beaks and wings, etc. Some scientists have arrived at this view since fossil forms first appear in the rock record with their distinctive features intact, rather than gradually developing." (Davis & Kenyon, *Of Pandas and People*, pp. 99-100)
- "missing links"-Argument (greift den Gradualismus an)
- Design-Argument (Passgenauigkeit kann nur durch die Tätigkeit eines intelligenten Entwerfers/Konstrukteurs entstehen)

Kontext: Design (2)

Scheinbares/wirkliches Design in der Biologie:

- Scheinbares/wirkliches Design der Welt:

  Die Beschaffenheit der Erde ist genau so, dass intelligentes (menschliches) Leben möglich ist:
  Temperatur, Sauerstoffgehalt der Atmosphäre, Schutz vor UV-Strahlung, Stärke der Schwerkraft, ...

  Die Beschaffenheit des Universums ist genau so, dass Planeten mit intelligentem Leben möglich sind: „kosmische Feinabstimmung" (genau richtige Werte einiger Naturkonstanten, z.B. bez. Stärke der elektromagnetischen Kraft und der Menge der Materie im Universum)

Fine Tuning of the Physical Constants of the Universe

Parameter	Max. Deviation
Ratio of Electrons:Protons	1:10^37
Ratio of Electromagnetic Force:Gravity	1:10^40
Expansion Rate of Universe	1:10^55
Mass Density of Universe	1:10^59
Cosmological Constant	1:10^120

These numbers represent the maximum deviation from the accepted values, that would either prevent the universe from existing now, not having matter, or be unsuitable for any form of life.

www.godandscience.org

Kontext: Design (3)

„Intelligent Design"

- Mikroevolution, "Evolution innerhalb vorgegebener Organisationsmerkmale; quantitative Veränderung bereits vorhandener Organe, Strukturen oder Baupläne" (p. 53), wird angenommen
- Makroevolution, die "Entstehung neuer, bisher nicht vorhandener Organe, Strukturen und Bauplantypen; damit verbunden auch die Entstehung qualitativ neuen genetischen Materials" (p. 53), wird bestritten
- Vgl. Gradualismus/Saltationismus
- Nicht offen religiös motiviert (Der Konstrukteur muss nicht der Christliche Gott sein)

William Paley (1743-1805)

Englischer Geistlicher (Archdeacon of Carlisle)

- Cambridge-Absolvent & Tutor
- Moralphilosoph, Utilitarist
- Gegner der Sklaverei
- Christliche Apologetik
- Erfolgreicher Autor: *The Principles of Moral and Political Philosophy* (1785, Lehrbuch in Cambridge)
- Darwin hat Paleys *Principles* als Pflichtlektüre im B.A. in Cambridge gelesen, *Natural Theology* (1802) freiwillig
- „In order to pass the B.A. examination, it was, also, necessary to get up Paley's *Evidences of Christianity*, and his *Moral Philosophy*. [...] The logic of this book and as I may add of his *Natural Theology* gave me as much delight as did Euclid. [It] was the only part of the Academical Course which [...] was of the least use to me in the education of my mind." (Darwin)

Natürliche Theologie

Grundlage für eine systematische Verteidigung der christlichen Religion, auf einer natürlichen & offenbarten Basis (S. 3-4):

with the subjects treated of in my former publications. The following discussion alone was wanted to make up my works into a system:*

in which works, such as they are, the public have now before them, the evidences of natural religion, the evidences of revealed religion, and an account of the duties that result from both. It is of small importance, that they have been written in an order, the very reverse of that in which they ought to be read. I commend therefore the

- Offenbarte Religion: mündliche & schriftliche Überlieferung
- Natürliche Theologie: Argumentation für die Existenz Gottes auf Basis von Wahrnehmungen über die Beschaffenheit der Welt – ist das überhaupt ein sinnvolles Projekt?

Paleys Projekt

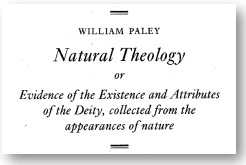
Argumentation: Schluss von Wahrnehmungen über die Beschaffenheit der Welt auf (1) die Existenz eines Schöpfers und (2) einige Eigenschaften dieses Schöpfers

Erklärungsanspruch:

- Bestimmte Aspekte der Welt können nur / besser durch eine intelligente, planende, konstruierende Ursache erklärt werden
- Diese Aspekte sind ein (indirekter) Beweis für die Existenz dieser Ursache

Erklärungstypus:

- Paley: Analogie, Deduktion?
- Gegenw. ID: Abduktion (C.S. Peirce), „inference to the best explanation"
- „Es kann kein Zufall sein, also..."


WILLIAM PALEY

Natural Theology

or

Evidence of the Existence and Attributes of the Deity, collected from the appearances of nature

Kap. I

Vergleich zwischen zwei Fällen (S. 7):

IN crossing a heath, suppose I pitched my foot against a *stone*, and were asked how the stone came to be there, I might possibly answer, that, for any thing I knew to the contrary, it had lain there for ever:

answer. But suppose I had found a *watch** upon the ground, and it should be enquired how the watch happened to be in that place, I should hardly think of the answer which I had before given, that, for any thing I knew, the watch might have always been there. Yet why should not this answer serve for the watch, as well as for the stone?

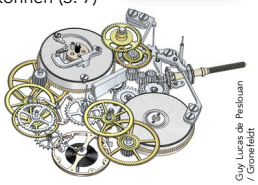
watch, we perceive (what we could not discover in the stone) that its several parts are framed and put together for a purpose, e.g. that they

Kap. I

Das „Uhrenargument":

- Zielgerichtetheit (ist klar sichtbar)
- Ordnung / Organisation: Das Ziel kann nur durch eine geordnete Struktur realisiert werden
- Wäre die Ordnung eine andere, dann würde die Uhr nicht die Zeit anzeigen können (S. 7)
- Zielgerichtetheit & Ordnung weisen darauf hin, dass die Uhr (anders als der Stein) nicht „einfach so" existiert

www.christies.com


Guy Lucas de Peslouan / Cornelfield

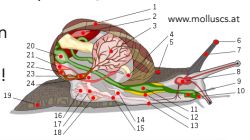
Terminologie:

- Funktionalität / Teleologie
- Komplexität / Organisation

Kap. I

Erklärungsbedarf:

- Es gibt dinge, deren Existenz und (simple) Organisation einfach erklärt werden können
- Es gibt dinge mit einer komplexen Organisation & einer Funktion – hier gibt's etwas mehr zu erklären!



Was wäre die plausibelste, meist auf der Hand liegende Erklärung?

being once, as we have said, observed and understood), the inference, we think, is inevitable; that the watch must have had a maker; that there must have existed, at some time and at some place or other, an artificer or artificers who formed it for the purpose which we find it actually to answer; who comprehended its construction, and designed its use.

Kap. I

Mögliche Einwände (S. 8-9):

- Wir haben nie jemand tatsächlich eine Uhr machen sehen (I) (Der Beweis für die Existenz eine Uhrmachers ist nur indirekt)
- Die Uhr geht manchmal oder gar oft nicht richtig (II) (Fehlfunktionen)

we could account for it or not. It is not necessary that a machine be perfect, in order to shew with what design it was made: still less necessary, where the only question is, whether it were made with any design at all.

(Evolution optimiert ja auch nicht unbedingt!)

- Wir verstehen nicht alle Aspekte der Ordnung, einige Teile sind noch ungeklärt (III) (Das wäre bei hochkomplexen Strukturen ja auch nicht anders zu erwarten)

Kap. I

Mögliche Einwände (S. 9-10):

- Es gibt überflüssige Teile – aber das Argument steht noch mit Bezug zu den funktionalen Teilen (III)
- Es ist eine der vielen möglichen Formen – und Dinge müssen ja irgendeine Form haben (IV)
- Es gibt ein inneres Ordnungsprinzip in den Dingen, also bedarf es gar keines Uhrmachers (VI) – vgl. Aristoteles
- Zielgerichtetheit & Komplexität sind für uns nur Anlässe, um über „Design" und einen „Designer" zu denken (VI)
- Die Uhr ist ein Produkt der Natur von Metallen (VII) (So spricht man über Organismen, aber für nicht-lebendige Entitäten geht das nicht – wenn es aber für nicht-lebendige Entitäten nicht geht ...)
- Allg. Unwissendheit (VIII) – man braucht aber nur über das Ziel und die Organisation Bescheid zu wissen

Kap. II

Reproduktion kommt ins Spiel (S. 11):

unexpected property of producing, in the course of its movement, another watch like itself; (the thing is conceivable;) that it contained within it a mechanism, a system of parts, a mould for instance, or a complex adjustment of laths, files, and other tools, evidently and separately calculated for this purpose; let us enquire, what effect ought such a discovery to have upon his former conclusion?

- Zusätzliche funktionale Eigenschaft
- Stärkt das Argument (I)
- Die Vorfahren sind nicht die eigentlichen Ursachen ihrer Nachkommen, sie sind zwar ursächlich mit den Nachkommen verbunden, aber nicht die primären Ursachen ihrer Eigenschaften (II)
- Vgl.: selbst-replizierende Roboter

Kap. II

was. Marks of design and contrivance are no more accounted for now, than they were before. In the same thing, we may ask for the

different. We are now asking for the cause of that subserviency to an use, that relation to an end, which we have remarked in the watch before us. No answer is given to this question by telling us that a preceding watch produced it. There cannot be design without a designer;* contrivance without a contriver; order without choice; arrangement, without any thing capable of arranging; subserviency and relation to a purpose, without that which could intend a purpose; means suitable to an end, and executing their office in

plated, or the means accommodated to it. Arrangement, disposition of parts, subserviency of means to an end, relation of instruments to an use, imply the presence of intelligence and mind. No one, there-

Kap. II

- Unendlicher Regress (Uhr produziert Uhr produziert Uhr …) (IV) – dieser erklärt auch nichts
- „Contrivance is still unaccounted for. We still want a contriver." (S. 13)

metaphysics* of that question have no place; for, in the watch which we are examining, are seen contrivance, design; an end, a purpose; means for the end, adaptation to the purpose. And the question, which irresistibly presses upon our thoughts, is, whence this contrivance and design. The thing required is the intending mind, the adapting hand, the intelligence by which that hand was directed.

1. Schritt (Kap. 1): Kein „Design" ohne „Designer"
2. Schritt (Kap. 2): „to increase … our admiration of the skill" (S. 15)

Kap. II

Verteidigung des Christentums (S. 15):

been employed in the formation of such a machine? Or shall it, instead of this, all at once turn us round to an opposite conclusion, viz. that no art or skill whatever has been concerned in the business, although all other evidences of art and skill remain as they were, and this last and supreme piece of art be now added to the rest? Can this be maintained without absurdity? Yet this is atheism.*

Analogieargument:

Wer im Falle eines deutlich entworfenen Dinges ohne Probleme auf die Existenz eines Entwerfers schließt, sollte dies auch im Falle von Organismen machen

(Voraussetzung: Bei Organismen ist „Design" auch klar zu sehen)

Kap. III

Ausweitung des Arguments auf die lebendige Welt (S. 16):

mean that the contrivances of nature surpass the contrivances of art, in the complexity, subtlety, and curiosity of the mechanism; and still more, if possible, do they go beyond them in number and variety: yet, in a multitude of cases, are not less evidently mechanical, not less evidently contrivances, not less evidently accommodated to their end, or suited to their office, than are the most perfect productions of human ingenuity.

- Z. B. Vgl. Teleskop & Auge: Beide nach den gleichen Prinzipien konstruiert (S. 16)
- „The end is the same, the means are the same" (S. 17)
- „the eye of a fish … is much rounder than they eye of terrestrial animals" (S. 16) – Anpassung an das Medium

Kap. III

Parallele Argumentation (S. 18):

the exact place where the membrane is spread to receive it. How is it possible, under circumstances of such close affinity, and under the operation of equal evidence, to exclude contrivance from the one, yet to acknowledge the proof of contrivance having been employed, as the plainest and clearest of all propositions in the other?

Möglichkeit von Biomimetik:

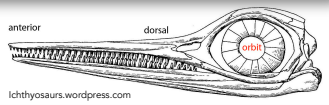
which possessed different refracting powers. Our artist borrowed from thence his hint; and produced a correction of the defect by imitating, in glasses made from different materials, the effects of the different humours through which the rays of light pass before they reach the bottom of the eye. Could this be in the eye without pur-

Kap. III

Gesetzesmäßigkeit (S. 20):

Can any thing be more decisive of contrivance than this is? The most secret laws of optics must have been known to the author of a structure endowed with such a capacity of change. It is, as though

Anpassung (S. 22):



Ichthyosaurs.wordpress.com

The eyes of fishes also, compared with those of terrestrial animals, exhibit certain distinctions of structure, adapted to their state and element. We have already observed upon the figure of the crystalline

Kap. III

Anpassung (S. 22):

Thus, in comparing together the eyes of different kinds of animals, we see, in their resemblances and distinction, one general plan laid down, and that plan varied with the varying exigences to which it is to be applied.

Zeichen eines „Uhrmachers" (S. 25):

Does not this, if any thing can do it, bespeak an artist, master of his work, acquainted with his materials? 'Of a thousand other things,' say the French Academicians, 'we perceive not the contrivance, because we understand them only by the effects, of which we know not the causes; but we here treat of a machine, all the parts whereof are visible; and which need only be looked upon to discover the reasons of its motion and action.'[2]

Kap. III

Warum denn so umständlich? (S. 26-27):

the perusal of these observations, namely, Why should not the Deity have given to the animal the faculty of vision *at once*? Why this circuitous perception; the ministry of so many means? an element

of the sense, were the thing purposed, could not a simple volition of the Creator have communicated the capacity? Why resort to contrivance, where power is omnipotent? Contrivance, by its very definition and nature, is the refuge of imperfection. To have recourse to

of which probably we are ignorant, one answer is this. It is only by the display of contrivance, that the existence, the agency, the wisdom of the Deity, *could* be testified to his rational creatures. This is the

Explananda für Paley

Erklärt werden soll:

- Funktionalität – die Erfüllung einer bestimmten Funktion in einem bestimmten Kontext (Wahrnehmungsfunktion eines Organismus)
- Komplexität bzw. komplexe Organisation – die funktionale Entität besteht aus mit einander „zusammenarbeitenden" Teilen
- Anpassung an Lebensumstände – die Funktion wird in einer Weise realisiert, die zu der Lebensumgebung des Organismus passt (Bsp. Augen von Fischen, Vögeln, ...)

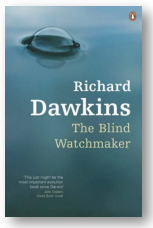
Erklärung von Phänomenen einer bestimmten Kategorie:

- Die Absicht ist nicht, alles Lebendige zu erklären
- Die Erklärung wird durch Vergleich gefunden (die Phänomene dieser Kategorie können nicht zufällig entstanden sein)

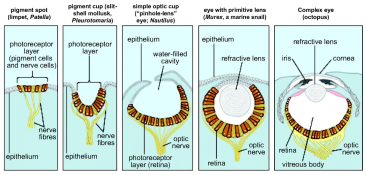
Evolution statt Absicht

Evolution ist der „blinde Uhrmacher":

- Der erklärende Faktor, den Paley meinte
- Blind, da Evolution kein bewusster „Designer" ist
- Das Ergebnis ist „design" ohne „Designer"



Bsp.: Evolution des Auges:



4. Vorlesung (10. Nov. 2015)

Text: Ariew, *Teleology*

Begriffliche Bestimmungen

Es geht um geordnete Strukturen, Komplexität, Funktionalität, Zielgerichtetheit bzw. Zweckgerichtetheit, Design:

- Paley – das menschliche Auge als Beispiel einer zweckmäßigen, komplexen, funktionalen Struktur
- ID – „nicht-reduzierbare Komplexität"

> *to Evolution* (Behe 1996), I argued that it is not. The main difficulty for Darwinian mechanisms is that many systems in the cell are what I termed "irreducibly complex." I defined an irreducibly complex system as: a single system that is necessarily composed of several well-matched, interacting parts that contribute to the basic function, and where the removal of any one of the parts causes the system to effectively cease functioning (Behe 2001). As

(Behe, 2004, p. 353)

- Komplexe Organisation: Bausteine hängen funktional zusammen
- Wie könnten solche Strukturen schrittweise entstehen? (Übergang von nicht-Funktionalität zur Funktionalität)

Zurück zu Paley (1)

„Inference to the Best Explanation" (IBE):

- Explanandum: komplexe Organisation
- Welche Explanantia haben wir zur Verfügung?
  - Materialismus (natürliche Prozesse, ohne Absichten)
  - Teleologie / Design: entwerfende Kraft
- Welche Alternative ist plausibler?

Stärkung der Inferenz:

> erty, the crown and perfection of all the rest" (1828, 9). The probability of natural forces' randomly producing a watch is very very small, but the probability of natural forces' randomly producing something as extraordinary and exquisite as a self-replicating watch is even smaller. The general lesson is, *The more complex the parts, the stronger the evidence of a designer*. It and the next

(Ariew, p. 166)

Zurück zu Paley (2)

„Inference to the Best Explanation" (IBE):

- Beruht auf den Vergleich von erklärenden Ansätzen

> account for natural adaptation. Yet, the success of IBE arguments depends on the relative success of the given hypotheses, and, as Darwin would show, there are other hypotheses to consider besides the random action of matter and cause and an intelligent designer. Therein lies a formal limitation of IBE inferences. The strength of an IBE is only as good as the proffered hypotheses. For any given set of

(Ariew, p. 167)

- Welche Alternative hat Darwin ins Spiel gebracht?
- Theorie (?) Nr. 5 – natürliche Selektion
- Darwin: Erklärung von Diversität & Anpassung
- Paley: Erklärung von Funktionalität – bei Organismen in der Form von Lebensfähigkeit in einer bestimmten Umgebung

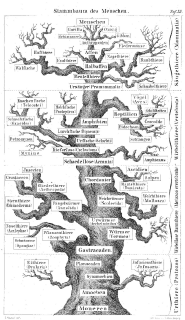
Teleologie als Erklärungsansatz (1)

Teleologie:

- Die Lehre von Zielen bzw. Zwecken
- Zielgerichtetes Denken (Zielgerichtetheit buchstäblich oder als-ob)
- Gr. ‚telos' = Ziel, Zweck

Teleologie in der Biologie:

- Die Natur als zweckmäßig
- Der evolutionäre Prozess als zielgerichteter Prozess?
- Organismen, Lebewesen, Ökosysteme usw. als zielgerichtete Entitäten
- Teleologie & Design: Uhren & Organismen als zweckgebundene Dinge (Kant: Naturzwecke)



Ernst Haeckel, Stammbaum des Menschen, 1874

Teleologie als Erklärungsansatz (2)

Materialismus – Design ist nur scheinbar:

> How do we explain the existence of complex designs? Traditionally, there are two main positions, the materialist and the teleologist. A materialist believes, roughly, that all natural phenomena are the product of the causal interactions of matter. There is no room in the materialist's ontology for purpose or goals. Matter is not imbued with it. Material arrangements are not formed by purposive agents. All seemingly goal-directed activity is ultimately the product of matter and cause. Even our own intentions and goals (and

Teleologie – Design ist wirklich in der Welt:

> A teleologist believes otherwise: the explanation for goal-directed arrangements calls for goal-directed causes. There are roughly two

(Ariew, p. 161)

Teleologie als Erklärungsansatz (3)

Argumentationsweise: Zielgerichtetheit als Eigenschaft natürlicher Entitäten kann nicht spontan entstehen, nur als Produkt einer anderen zielgerichteten Entität oder Kraft

Teleologie – Spielarten:

- Platonistische Teleologie (außerhalb der Dinge): Bezug auf einen selbständig existierenden „Designer"
  - Z. B.: Paley, gegenwärt. ID
- Aristotelische Teleologie (innerhalb der Dinge): Bezug auf innere Wirkungsprinzipien der Dinge
  - Z. B.: zielgerichtete innere Lebenskraft
- „Als-ob"-Teleologie: Organismen sind nur scheinbar zielgerichtet

Teleologie vs. Evolution

Paley: Teleologie als Alternative für Zufall (mit Anpassung als zufälligem Nebeneffekt)

Darwin: Selektion als Alternative für Platonistische Teleologie / Abstammung & Selektion als Alternative?? (Ariew, p. 169)

Vgl.: Ursprung der wirtschaftlichen Ordnung (Ariew, p. 171):

- Planung (Entwurf bzw. Eingriffe durch den Staat)
- Spontane Ordnung entsteht aus Transaktionen zwischen einzelnen Akteuren („*laissez-faire*")
- Geregelt durch die unsichtbare – also nicht existierende – Hand

Ursprung der biologischen Ordnung: ?

- Natürliche Selektion als unsichtbare Hand
- Was nicht existiert: ein planender „Ausleser"
- Daher ist der Status von Selektion auch so umstritten!

Gemeinsame Abstammung

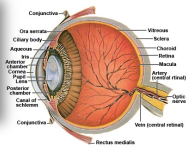
Explanandum: suboptimales Design, nicht perfektes Design:

> "Ideal design is a lousy argument for evolution for it mimics the postulated action of an omnipotent creator. Odd arrangements and funny solutions are proof of evolution – paths that a sensible God would never tread but that a natural process, constrained by history, follows perforce" (Gould 1980, 20). Darwin's argument against a

(Ariew, p. 170)

www.ocean.si.edu

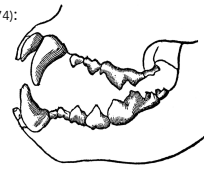
© Hal Brindley, www.travel4wildlife.com



Aristotelische Teleologie (1)

Kategorien von Teleologie (Ariew, pp. 173-174):

- Formale Teleologie: erklärt organismische Entwicklung (Prozess) durch Voraussetzungen für das Leben
- Funktionale Teleologie: erklärt strukturelle Merkmale (Produkt) durch ihre Funktion im Rahmen des Systems



www.etc.usf.edu

„Argument from flourishing":

- Ohne diese Struktur hätte der Organismus nicht leben können

> chance. But the (immanent) teleologist can refer to the inner principle of change that is characteristic of the species: the winning dental arrangement occurs *for the sake of* the flourishing of the species.

(Ariew, p. 174)

Aristotelische Teleologie (2)

„Argument from hypothetical necessity":

- Hypothetische Notwendigkeit als Einschränkung von Möglichkeiten
- Wenn eine Struktur Funktion F erfüllen soll (funktionale Teleologie), dann muss sie (in etwa) so-und-so aufgebaut werden (formale Teleologie) und nicht anders
- „Inference to the Best Explanation" (Ariew, p. 175):

> example is Cooper's, not Aristotle's). Aristotle would say that the materialist cannot account for the way these materials conspire to produce fetuses nearly every time. In other words, by appeal to simple motion and material cause, materialists cannot fundamentally distinguish between physical forces that are unconstrained to produce a range of different possible outcomes and physical forces that nearly always result in the same product – a newborn. The

Aristotelische Teleologie (3)

„Argument from pattern" (Ariew, p. 176):

> Aristotle's examples). In all of these cases we recognize a certain pattern of arrangement and sequential order. For example, in development of an artifact (such as house building) or in nature (as in roots descending downwards) all the steps of development occur in a sequence that leads up to the final state. These patterns do not happen by accident. Rather they occur in every instance in which

- Wiederkehrende Muster im Entwicklungsprozess
- Fehlfunktionen als Unterbrechungen des zielführenden Musters:

> strosities. For the materialist there is no essential difference between function and malfunction; both are explained in terms of matter and cause. Aristotle argues that teleology better explains the

Darwin & Aristotelische Teleologie (1)

Noch einmal die zwei Arten von Teleologie:

- Formale Teleologie: erklärt organismische Entwicklungsprozesse
- Funktionale Teleologie: erklärt vorgefundene Strukturen („functional arrangements")

Darwins Alternative als Aristotelische Teleologie? (Ariew, pp. 177 ff.)

- Alternative für funktionale Teleologie (Paleys Uhr – die aber Platonistisch erklärt wurde), aber nicht für formale Teleologie
- Redeweise: Eigenschaften sind *für* bestimmte Funktionen („als-ob" Teleologie)

> accounts see Cummins 2002, Lewens 2004). So, the form of the teleological explanation remains, but the terms of the explanations are completely naturalized: no reference to the *telos* of growth insofar as growth is a condition but not a mechanism of selection.

Darwin & Aristotelische Teleologie (2)

Natürliche Selektion besteht aus zwei Prozessen (2. Vorlesung):

- Generierung von Variation in Reproduktion (Mutation & Rekombination) & in der organismischen Entwicklung)
- Selektion der vorhandenen Variation

> adaptability (Lewontin 2000, 42). For Darwin, the distinction is absolute: the internal conditions for growth that determine variability and inheritance are not responsive to the environmental forces that ultimately "select" or determine which organismal traits will eventually prevail over time. So, growth explanations are completely distinct from adaptation explanations. In explaining how species come to be so well adapted to their environmental conditions there is no need to mention the factors that determine how variants arise in the first place; variants preexist their selection. (Ariew, pp. 178)

- Telelologie in der Entwicklungsbiologie? (vgl. Walsh, 2006)

5. Vorlesung (17. Nov. 2015)

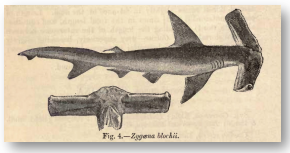
Text: Lewens, *Functions*

Begriffliche Bestimmungen

Es geht (immer noch) um geordnete Strukturen, Komplexität, Funktionalität, Zielgerichtetheit bzw. Zweckgerichtetheit, Design:

- Paleys Uhr ist eine komplexe, funktionale Struktur
- Die Funktionalität ist unmittelbar erkennbar
- Ist Funktionalität in Lebewesen unmittelbar erkennbar?
  - Das Herz pumpt Blut (und damit Sauerstoff, CO_2, Nährstoffe, weiße Blutzellen, ...), macht Geräusche, trägt bei zum Körpergewicht, ...
  - Was ist die Funktion von Herzen? Wofür sind sie da?
  - Gibt es nur eine Funktion? Muss es überhaupt eine geben?
  - Ist die Funktion bei allen Arten die gleiche?
  - Ist sie durch die Zeit hindurch gleich geblieben?
- Für die Philosophie: Was bedeutet der Begriff ‚Funktion' in den Lebenswissenschaften?

Funktionen als Forschungsobjekte (1)



H. ostrearia. If some studies considered marennine as an autotoxine, or associated it with cell pathological states (Bachrach, 1935; Moreau, 1970; Neuville & Daste, 1978), the 'metabolic cost of production' of marennine in such quantity suggests it could play a significant ecological role, but its exact biological function remains unclear. As a pigment, a molecule that interacts with visible light, marennine is not directly involved in photosynthesis,

(Gastineau et al., 2014: 448)

Funktionen als Forschungsobjekte (2)

of reactions. Compare this with a claim like 'the function of the peacock's gaudy tail is to attract mates'. Here there is, on the face of things at least, a strong connotation that peacocks' tails are for attracting mates, that the purpose of the peacock's tail is to attract mates, and that attracting mates somehow explains why peacocks have such gaudy tails. Let us call function talk that carries some or all of

(Lewens, p. 525)

Was meinen Lebenswissenschaftler(innen) mit Aussagen wie „X ist für Y in Organismen der Art Z"?

Vier interpretationsweisen der Wichtigkeit von Funktions-Zuschreibungen in der Naturwissenschaft:

- Kommt nicht vor in der Wissenschaft, nur als Popularisierung
- Fehlerhafter Gebrauch, gehört nicht in einer guten Wissenschaft
- Metaphorisch: („als-ob Funktionalität")
- Biologische Systeme & Lebewesen haben tatsächlich funktionale Eigenschaften

Erklärungsmodi

Zwei Erklärungsmodelle:

- Artefakt-Modell: Funktionen von Entitäten & deren Teile werden in Relation zu externen Prozessen bestimmt, die die Entitäten produziert haben
- Funktionen von Teilen werden typischerw. historisch verstanden
- Wie entsteht Funktionalität aus einem nicht-funktionalen Prozess (Evolution durch natürliche Selektion)?
- Agenten-Modell: Funktionen von Entitäten & deren Teile werden in Relation zu einer inneren Zielgerichtetheit dieser Entitäten verstanden
- Funktionen von Teilen – z. B. Organe, Teile des Genoms – werden durch ihre Beiträge zur Zielorientierung des Organismus verstanden
- Wie ist die Zielgerichtetheit von Organismen zu verstehen?

Funktionalität & Teleologie

Aristotelische Teleologie (Ariew, pp. 173-174):

- Formale Teleologie: erklärt organismische Entwicklung (Prozess) durch Voraussetzungen für das Leben
- Funktionale Teleologie: erklärt strukturelle Merkmale (Produkt) durch ihre Funktion im Rahmen des Systems
- Agenten-Modell: vgl. Organismus mit einem Agenten (Akteur), der selbst auf ein Ziel abzielt
- Artefakt-Modell: vgl. Organismus mit einem funktionalen, hergestellten Objekt

Funktionalität	Teleologie
Artefakt-Modell Agenten-Modell	funktionale Arist. Teleologie formale Arist. Teleolgie

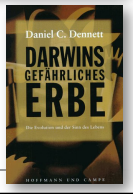
Erklärungsmodi (forts.)

Die Erklärungsmodelle schließen sich nicht gegenseitig aus:

> intentions, which in turn depend on the goals of agents. This may explain, in part, why Daniel Dennett [1995] sometimes casts the role of the evolutionary biologist as that of 'reading Mother Nature's mind': he conceives of natural selection in the abstract as an agent, and of organic traits as tools designed by that agent. The job of the biologist, says Dennett, is to discover (metaphorically speaking) what Mother Nature had in mind in building organisms one way rather than another. I do not propose any solution to the question of whether goals are always

(Lewens, p. 527)

- Natürliche Selektion als Agent, Organismen als entworfene Objekte (also ein Artefakt-Modell)
- „als-ob" Design, „als-ob" Zielgerichtetheit
- Teleologisches Denken als Analysewerkzeug, als Haltung der Natur gegenüber
- Ist Funktionalität auch als „als-ob" zu sehen?



Das Agenten-Modell

> If we begin by noting the differences between organisms and artefacts, rather than their similarities, then we are likely to be tempted to construct a theory of functions of the form suggested by the agent model. Kant and Aristotle, for example, take pains to point out how unlike artefacts organisms are [Ginsborg,

(Lewens, p. 528)

Kant:

- Organismen als Naturzwecke:
  - Reproduktion (vgl. Paleys repruduzierende Uhren; „Selbstreproduktion" ist ein ein problematischer Begriff)
  - Selbsterhaltung – Anpassung an äußeren Umständen
  - Selbstwiederherstellung – Selbstheilungskraft des Körpers
- Teleologie als Heuristik (Lewens, pp. 544-545)

> unmanageable; the embryologist instead will choose to focus on some small set of outcomes as the 'normal' ones, cataloguing mechanical processes of development according to how they contribute to that normal development. Not only would the

(Lewens, p. 544)

Kontextabhängigkeit

> It is no coincidence, then, that if one is fed on a diet of examples from modern Anglo-American evolutionary biology one is likely to construct an artefact-based model of function, while if one is instead fed on a diet of developmental biology one is more likely to construct an agent-based model of function. The study of

(Lewens, p. 529)

Die Perspektive auf Funktionalität ist kontextabhängig:

- Evolutionsbiologie vs. Entwicklungsbiologie
- Angloamerikanische Prägung vs. kontinental-europäische Tradition
- Eine Frage der Hervorhebung – Ähnlichkeiten oder Differenzen zwischen Organismen und Artefakte
  - Ähnlichkeit zwischen Organismen und Artefakten: komplexe Organisation
  - Ähnlichkeit zw. Organismen und Agenten: Autonomie
- Beide Aspekte sind vorhanden, beide Modelle legitim

Anforderungen an Funktionszuschreibungen

Gute bzw. akzeptable Funktionszuschreibungen sind

- Erklärend: Die Aussage, dass F die Funktion von X ist, erklärt die Anwesenheit von X im System, von dem X ein Teil ist
- Unterscheidend: Funktionszuschreibungen heben bestimmte Leistungen / Aktivitäten hervor
  - Bsp.: Das Herz pumpt Blut & macht Geräusche
  - Herzgeräusche sind brauchbar in der medizinischen Diagnostik, aber dennoch nur ein Nebeneffekt
- Normativ: Die Aussage, dass F die Funktion von X ist, sagt, was X leisten soll – nicht, was X tatsächlich leistet

Erklärung von Fehlfunktionen (Lewens, p. 536-539):

- Wird manchmal als zusätzliches Kriterium genommen
- Theoretische Relevanz in der Evolutionsbiologie?
- Aussagen über Eigenschaftstypen, nicht über einzelne Tokens

Funktionen als kausale Rollen (1)

Zwei Funktionstheorien:

- Funktionen als „causal roles"
- Funktionen als „selected effects"
- Beide wurden im Rahmen des Artefakt-Modells entwickelt

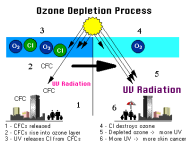
„Causal role account":

- Die Funktion einer Eigenschaftritt hervor in der funktionalen Analyse eines komplexen Systems
- Erklärt die Leistungen des Systems durch die Beiträge der Teile zu dieser Leistung
- Was ein Teil für einen Beitrag zur Leistung des Gesamtsystems leistet, hängt davon ab, was als Leistung des Gesamtsystems in den Blick genommen wird
- Die funktionale Analyse ist unsere Analyse – die Interessen und Perspektiven des Forschers bestimmen die Funktion mit

Funktionen als kausale Rollen (2)

Kritik am „causal role account":

- Erklärung des falschen / gar keines Explanandums – die Anwesenheit einer Eigenschaft wird nicht erklärt (sondern?)
- Es gibt keinen Unterschied zwischen der Funktion einer Eigenschaft und Nebenwirkungen
- Fehlfunktionen werden nicht als solche in Betracht genommen (da es keine klare richtige Funktion gibt)
- „Promiskuitätsproblem" – es soll einen Unterschied geben zwischen Funktions-zuschreibungen in der Biologie und kausalen Beiträgen im Allgemeinen
- Bsp.: CFKs tragen zum Ozonabbau in der Atmosphäre bei – aber dies ist nicht die Funktion von CFKs (bzw.: eine solche Funktionszuschreibung wäre unsinnig)



Funktionen als selektierte Effekte (1)

The SE account gets much of its appeal from the way it seeks to supply a biological surrogate for the natural theologians' intelligent design. As the quotations

(Lewens, p. 530)

„Selected effect account" – die Funktion einer Eigenschaft:

- Eine durch einen Designprozess hergestellte Lösung für ein durch die Umwelt aufgeworfenes Problem
- Wie ist der Designprozess zu verstehen?

hence that all earlobes are malfunctioning? We need to clarify the SE account. A token trait of type T has function F just in case *past tokens of the same type T* contributed to fitness by producing effect F, and thereby explained the proliferation of tokens of type T. Earlobes don't have helping to see as a function, because the past token traits of that same type did not contribute to fitness by assisting in vision. But if we are to say this, we need some way of picking out trait types independently of how they have contributed to fitness. The obvious way to do this

(Lewens, p. 536)

Funktionen als selektierte Effekte (2)

Der „selected effect account" hat diese vier Probleme nicht:

SE account, function claims explain the presence of the functionally characterised item because they are, in spite of their present-oriented appearance, historical claims about the selective history of the trait. Functions are distinguished from accidents because some of the fitness-enhancing effects of a trait type will be too new to explain the current frequency of that trait type in the population. And the reference to natural selection enables us to ground the normativity of function statements, because a trait can be a token of type whose presence is explained by selection for some effect, even though the trait in question does not have that effect. That is how a token heart that is unable to pump blood can still have pumping blood as its function. Finally, the SE account does not face the promiscuity objection levelled at CR functions. Since the SE account makes functions dependent on selection, the SE account restricts functions to systems that undergo selection, and hence explains why biologists, but not physicists or chemists, make use of this kind of talk.

(Lewens, p. 533)

Funktionen als selektierte Effekte (3)

Kritik am „selected effect account":

- Rückwärtsgewandtheit: Eigenschaften haben eine Funktion auf Grund ihrer spezifischen Selektionsgeschichte
- Die ersten Proto-Augen hatten keine Funktion, weil es für sie noch keine Selektionsgeschichte gab
- Notwendigkeit, die Selektionsgeschichte immer weiter zurück zu verfolgen – mit mögl. Änderungen der Funktion einer Eigenschaft
- Fehlende Information – oft wissen wir zu wenig über die Evolutionsgeschichte
- Theoriegeladenheit: Die Auffassung von Funktionen als selektierte Effekte ist nur im Rahmen der Evolutionstheorie sinnvoll
- Nur selektierte Eigenschaften haben eine Funktion (aber was, wenn natürliche Selektion nur eine unter vielen Faktoren ist?)

Zurück zum Agenten-Modell

Funktionen werden im Kontext von Zielgerichtetheit verstanden:

goals. Parts of organisms are functional or purposive in so far as they contribute towards those goals. These goal-directed accounts appeals to what I earlier called the agent-model of functions: the appropriate way to understand organic functions is by analogy with an agent who aims at some target. The obvious goals to posit for organisms are those of attainment and then maintenance of the capacity to reproduce. Just as an agent's target can explain what the agent is doing (he is

(Lewens, p. 539)

- Zielgerichtetheit in der organismischen Entwicklung
- Möglicher Ansatz, heute allerdings kaum vertreten
- Gibt es Zielgerichtetheit in der Natur, oder ist es lediglich anthropomorphe Projektion?
- Verfehlt ein Embryo, das sich nicht wie erwartet entwickelt, sein Ziel? Auf welcher Grundlage können wir das entscheiden?
- Der Nutzen einer projektivistischen Erklärung ist derzeit offen

6. Vorlesung (24. Nov. 2015)

Text: Beatty, *The evolutionary contingency thesis*

Begriffliche Bestimmungen

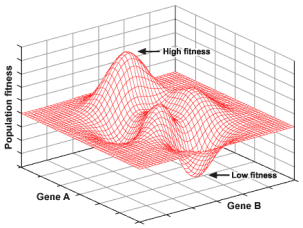
Es geht um Begriffe wie ‚Zufall', ‚randomness', ‚Kontingenz', aber auch ‚Zielgerichtetheit', ‚Determinismus'

- Evolution ist kein deterministischer Prozess, aber auch kein vollständiger Zufallsprozess
- Evol. Modelle: wenn die Umstände lang genug ($t \to \infty$) identisch bleiben und sie groß genug ist, wird die Population irgendwann ein lokales Optimum erreichen
- Aber die Umstände ändern sich, es gibt nicht genug Zeit & Populationen sind nicht ∞ groß
- Kontingenzen (kontingente Ereignisse, „frozen accidents") spielen eine erhebliche erklärende Rolle
- Evolution ist nicht zielgerichtet – randomness im Sinne von nicht notwendigerweise zu den Lebewesen & Eigenschaften führend, die wir tatsächlich vorfinden
- ‚Zufall' ist ein zu beladener begriff!

Pfad-Abhängigkeit (2. Vorlesung)

Die Metapher der adaptiven Landschaften (Sewall Wright, 1932):

„Wohin man gehen kann, hängt mehr als von allem anderen davon ab, wo man ist und wie man dorthin gekommen ist."
(Dupré, 2005: 29)



Natürliche Selektion liefert keine optimalen Ergebnisse:

- „rote Königin"-Effekt (Leigh Van Valen, 1973)
- Selektion als „Bastler" (François Jacob, 1977)
- Kontingente Ereignisse (Stephen Jay Gould, 1989)
- Abhängigkeit vom Ausgangspunkt in der Landschaft

Evolution als Film / Tonband

Jede Vorführung liefert ein ganz neues Programm:

> As Stephen Gould recently put it, evolution is like a videotape that, if replayed over and over, would have a different ending every time (Gould 1989, especially pp. 45–52, 277–291). Last time

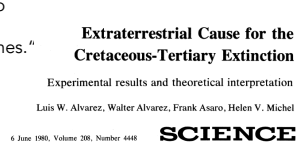
(Beatty, p. 45)

- "We are all ... unlikely outcomes." (Beatty, p. 45)
- Evolution ist ein nicht-deterministischer, nicht-zielgerichteter Prozess
- Das Ergebnis des Prozesses ist wesentlich kontingent – d. h., es ist nicht notwendig
- Verallgemeinerungen über Arten oder Gruppen von Organismen & deren Eigenschaften sind nicht notwendig und damit keine Gesetze
- Naturgesetze sind „constraints" – Bedingungen, die die Grenzen des Möglichen festlegen

Kontingenz

Bsp.: Das Aufkommen der Säugetiere nach dem Aussterben der Dinosaurier (Bsp. aus der Makroevolution)

„Suppose that winners have not prevailed for causes in the usual sense. Perhaps the grim reaper of anatomical designs is only Lady Luck in disguise. [...] Perhaps the grim reaper works during brief episodes of mass extinction, provoked by unpredictable environmental catastrophes [...] Groups may prevail or die for reasons that bear no relationship to the Darwinian basis for success in normal times."
(Gould, 1989: 48)



Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction

Experimental results and theoretical interpretation

Luis W. Alvarez, Walter Alvarez, Frank Asaro, Helen V. Michel

6 June 1980, Volume 208, Number 4448 **SCIENCE**

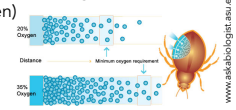
Kontingenz & Gesetzesmäßigkeit

> Gould contrasts such contingent "details" as ourselves with general "laws" that guide the course of evolution: "Invariant laws of nature ... set the channels in which organic design must evolve." But, Gould emphasizes, "the channels are so broad relative to the details that fascinate us!" (Gould 1989, p. 289). In other

(Beatty, p. 45)

Zwei Arten von Faktoren:

- Naturgesetze schränken die Möglichkeiten ein – nicht jeder denkbare Organismus ist physikalisch, chemisch, ... möglich
- Z. B.: Höchstgrenze für Organismen ohne Lungen & Kreislaufsystem (Tracheen in Insekten)
- Innerhalb dieser Einschränkungen sind kontingente Ereignisse der wichtigste erklärende Faktor (% Sauerstoff in der Atmosphäre)



Naturgesetze

The thesis that I will defend, most briefly put, is this: all distinctively biological generalizations describe evolutionarily contingent states of nature—moreover, "highly" contingent states of nature in a sense that I will explain. This means that there are no laws of biology. For, whatever "laws" are, they are supposed to be more than just contingently true. To anticipate one

(Beatty, p. 46)

- Genuine Naturgesetze sind notwendig
- Genuin biologische Verallgemeinerungen sind nicht notwendig (in einem bestimmten Sinne)
- Genuin biologische Verallgemeinerungen sind keine Naturgesetze, aber kontingente Resultate der Evolution
- Genuine Naturgesetze, die etwas über biologische Systeme aussagen, sind Gesetze der Mathematik, Physik oder Chemie
- Status der Biologie als Naturwissenschaft?

Naturgesetze & Notwendigkeit

Ein Standardbeispiel:

- Allgemeinaussage 1: „Alle massiven Kugeln aus ^{197}Au haben einen Durchmesser von < 100m."
- Allgemeinaussage 2: „Alle massiven Kugeln aus ^{235}U haben einen Durchmesser von < 100m."

- Für beide Allgemeinaussagen ist die Frage: Hätte es auch anders sein können?
- Frage nach Möglichkeiten: Im Prinzip könnten Goldkugeln mit einem Durchmesser von > 100m existieren, ^{235}U-kugeln mit einem Durchmesser von > 100m aber nicht
- Aussage 1 ist also kontingent wahr, Aussage 2 notwendig
- Abhängig von der weiteren Beschaffenheit des Universums
- Intuition: Die Natur macht manche Verallgemeinerungen notwendig und andere kontingent (Beatty, p. 53)

Genuin biologische Verallgemeinerungen

„they do not express any natural necessity; they may be true, but nothing in nature necessitates their truth" (Beatty, p. 52)

Worauf verweist „they"? Um was für Verallgemeinerungen geht es hier eigentlich?

- „generalizations emerge as certain traits are selected for, and as other traits – exceptions to the emerging rule – are selected against" (Beatty, p. 48)
- Die „rule-making capabilities" & „rule-breaking capabilities" der Faktoren, die Evolution durch natürliche Selektion begründen, sind die Ursachen von Kontingenz (pp. 50-51)
- Es geht um Beschreibungen von organismischen Eigenschaften, Eigenschaften von Teilen, Zellen usw. ...
- ... aber auch um die mendelschen Gesetze, das Hardy-Weinberg-Gesetz, ökologische regeln usw.

Bsp.: Der Krebszyklus

In aerobic organisms, carbohydrate metabolism proceeds via a series of chemical reactions, including the eight steps of the Krebs cycle.

(Beatty, p. 48)

Die Gültigkeit dieser Verallgemeinerung ist nicht notwendig:

- Es gibt für aerobe Organismen auch andere chemische Wege, um Kohlenwasserstoffe zu metabolisieren
- Einige davon sind auch realisiert
- Aerobe Organismen hätten auch nicht aufkommen können (Bezugskategorie)
- Die Wahrheit der Verallgemeinerung ist nicht notwendig & hat ausnahmen

- „the prevalence of the Krebs cycle among aerobic organisms [...] is a matter of evolutionary history" (Beatty, p. 49)

Zwei Arten von Kontingenz

Schwache Kontingenz:

- Weit verbreitete Eigenschaften können rar werden, und umgekehrt, u. a. durch Mutation zus. mit Änderungen der Umgebungsfaktoren („Selektionsdrucke")

Starke Kontingenz:

- Unter den gleichen Umständen & ausgehend von der gleichen Ausgangssituation kann Evolution zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen
- U. a. durch Zufälligkeit von Mutation (in Relation zu Eigenschaften – randomness), genetischer „Drift" in kleinen Populationen
- Multiple Realisierbarkeit biologischer Funktionen: Es gibt fast immer mehrere Wege, sich der Umgebung anzupassen

Multiple Realisierbarkeit von Funktionen

Natürliche Selektion wirkt ein auf funktionale Eigenschaften:

- Mutationen entstehen „random", d. h. ohne Bezug dazu, was der Organismus gebrauchen könnte
- Eigenschaften müssen erst einmal da sein, um sich der Selektion zu unterwerfen
- Eine Funktion (z. B. Regulierung der Wärmedissipation) kann in mehreren Weisen realisiert werden (Fettschicht, Federn, Oberfläche/Volumen-Verhältnis, Haut- oder Fellfarbe, ...)
- Natürliche Selektion ist ein „Bastler": sie muss Lösungen für Existenzprobleme finden mit den „Bauteilen", die „zufällig" vorhanden sind

functional equivalence. Selection acts on whatever opportunities present themselves, with never the same order of useful modifications arising, and with equally functional results.

(Beatty, p.58)

Theoretischer Pluralismus (1)

Theoretischer Pluralismus als Konsequenz:

> domain of phenomena (see also Beatty 1994). A proponent of theoretical pluralism with respect to a particular domain believes that the domain is essentially heterogeneous, in the sense that a plurality of theories or mechanisms is required to account for it, *different items in the domain requiring explanations in terms of different theories or mechanisms*. There is no single theory or mechanism—not even a single synthetic, multi-causal theory or mechanism—that will account for every item of the domain.

(Beatty, p.65)

- Verschiedene Phänomene der gleichen Bezugskategorie müssen mithilfe verschiedener Theorien erklärt werden (also: nicht eine Theorie für alle Mitglieder der Kategorie)
- Diskussion über „relative significance": In einigen Fällen ist
- der eine Faktor wichtiger, in anderen Fällen ein anderer

Theoretischer Pluralismus (2)

- Zentrale Frage: Wie weit sind die verschiedenen Theorien anwendbar? Nicht: Welche ist die endgültige Theorie?
- Diskussionen über die Anwendbarkeit der Selektionstheorie, von Gradualismus vs. „punctuated equilibrium theory" usw.
- Biologie verletzt das altehrwürdige Ideal, dass „to the same natural effects we must [...] assign the same causes" (Beatty, p. 68)

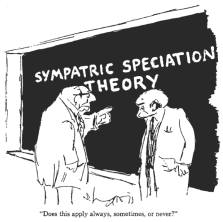
> I believe there are reasons to be a theoretical pluralist with respect to *every* domain of distinctively biological phenomena, and reasons to anticipate relative significance controversies within every domain. The main reason is that the contingencies of evolutionary history preclude the existence of laws of biology. It is not surprising that a biologist should be more interested in the *extent of applicability* of a theory within its intended domain than in its possible *universality* within that domain. Not expect-

(Beatty, p.65)

Theoretischer Pluralismus (3)

Bsp.: Wie entstehen neue Arten?

- Allopatrische Speziation: Aufspaltung; Entstehen einer räum lichen Trennung zwischen vorher verbundenen Populationen (vgl. Ernst Mayrs „founder effect")
- Sympatrische Speziation: Unterbrechung des Genflusses, z. B. durch sexuelle Selektion
- Parapatrische Speziation: Lokale Veränderungen in der Umwelt führen zur Differenzierung
- Wie wichtig sind allopatrische, sympatrische & parapatrische Speziation im Vergleich?



Theoretischer Pluralismus (4)

> important generalizations. Whether theoretical pluralism reflects the nature of the biological world, or the state of our ignorance, we cannot at present know. Nonetheless, we should aim for unitary or unifying theories. Then, if the biological world is really so contingent, and each domain inescapably heterogeneous, we will ultimately be forced to deal with theoretical pluralism. But if we begin by advocating theoretical pluralism, then we may never find the unitary or unifying theories that might actually be true. We might rest happy with multiple

(Beatty, p. 74)

> range. But unless we believe that the outcomes of evolution are always severely constrained, then perhaps we should be *on the lookout* for multiple accounts of each domain. Only a naive Newtonian would rest satisfied with a unitary account, when, with a little more effort, a multiplicity of accounts might be found!

(Beatty, p. 75)

Die Kontingenz-These

> I will summarize very briefly. Gould contrasts the "laws in the background" with the "contingent details" in the foreground of biology. What this means to me is that there *may* be genuine laws that are relevant to biology (e.g., laws of physics and chemistry), but those laws are not distinctively biological. What is distinctively biological are the contingent details, allowed but not necessitated by the presumed laws. The details can have most any degree of generality—and the degrees of generality of those details may change over time. And all the while evolution is making new rules and breaking old rules, the rules of evolution are themselves changing.

(Beatty, p. 75)

7. Vorlesung (1. Dez. 2015)

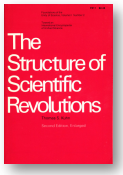
Text: Gould & Lewontin,
The spandrels of San Marco

Etwas Terminologie

„We wish to question a deeply engrained habit of thinking among students of evolution. We call it the adaptationist programme, or the Panglossian paradigm." (Gould & Lewontin, p. 584)

Paradigma (Thomas Kuhn, 1962/1970):

- Gesamtheit von Theorien, Annahmen, Werte usw., die die Mitglieder einer wissenschaftlichen Gemeinschaft teilen
- Beispielhafte Problemlösungen
- Konstituiert das Weltbild des Forschers, in dem er sozialisiert wurde



Forschungsprogramm (Imre Lakatos, 1970):

- Abfolge von Theorien
- „harter Kern" von unantastbaren Hypothesen
- Positive & negative Heuristik

Adaptationismus

An adaptationist programme has dominated evolutionary thought in England and the United States during the past 40 years. It is based on faith in the power of natural selection as an optimizing agent. It proceeds by breaking an organism into unitary 'traits' and proposing an adaptive story for each considered separately. Trade-offs among competing selective demands exert the only brake upon perfection; non-optimality is thereby rendered as a result of adaptation as well. We criticize this approach and attempt to reassert a competing notion (long popular in continental Europe) that organisms must be analysed as integrated wholes, with *Baupläne* so constrained by phyletic heritage, pathways of development and general architecture that the constraints themselves become more interesting and more important in delimiting pathways of change than the selective force that may mediate change when it occurs.

(Gould & Lewontin, p. 581)

Zentrale Begriffe:

Optimalisierung (im Selektionsprozess) – Individuierung von Eigenschaften (in Isolation) – „constraints" (Einschränkungen)

Das Pangloss'sche Paradigma

Dr. Pangloss:

- Der ewige Optimist – alles in der Welt hat eine Funktion, ist eine Adaptation
- Die Nase ist dazu da, dass wir eine Brille tragen können
- Vgl. „causal role"-Funktionen
- Die Welt ist die bestmögliche – auch das Schlechte kann als „trade off" verstanden werden

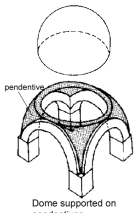
portcullis makes so much sense in a Tudor chapel would be inviting the same ridicule that Voltaire heaped on Dr Pangloss: 'Things cannot be other than they are... Everything is made for the best purpose. Our noses were made to carry spectacles, so we have spectacles. Legs were clearly intended for breeches, and we wear them.' Yet evolutionary biologists, in their tendency to focus exclusively

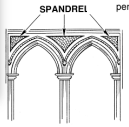
(Gould & Lewontin, p. 583)

Spandrels (DE: Zwickel) (1)

Architektonische bzw. konstruktionelle Nebenprodukte – nicht intendiert für die Funktion, für die sie später verwendet werden

http://friendsofdarwin.com/20150420/





Spandrels (DE: Zwickel) (2)

The design is so elaborate, harmonious and purposeful that we are tempted to view it as the starting point of any analysis, as the cause in some sense of the surrounding architecture. But this would invert the proper path of analysis. The

(Gould & Lewontin, p. 582)

- Funktionales Denken ist manchmal / oft nicht angemessen
- „The system begins with an architectural constraint"

(Gould & Lewontin, p. 582)

- Organismische Eigenschaften als Epiphänomene:

evangelists and rivers in spandrels, or ornamented bosses in ceiling spaces: a secondary epiphenomenon representing a fruitful use of available parts, not a cause of the entire system. To put it crudely: a system developed for other reasons

(Gould & Lewontin, p. 584)

- Z. B.:

www.livescience.com

Spielarten des Adaptationismus (1)

Explanatorischer Adaptationismus:

- Adaptation ist das wichtigste Explanandum der Evolutionstheorie
- Natürliche Selektion ist der wichtigste erklärende Faktor
- Nicht: Selektion erklärt tatsächlich die meisten Eigenschaften

Empirischer Adaptationismus:

- Natürliche Selektion ist die wichtigste Ursache organismischer Eigenschaften
- Erklärt die meisten Eigenschaften in den meisten Populationen
- Testen mit Optimalitätsmodellen (Optimalität als evol. stabile Strategie, ESS, nicht als Passung eines Organismus zur Umgebung)

Spielarten des Adaptationismus (2)

Methodologischer Adaptationismus:

- Heuristischer Hinweis für die Forschung: „Stelle immer erst die Frage nach dem Selektionsvorteil einer Eigenschaft"
- Zwei Methoden:
  - „adaptives Denken": Problem → Lösung
  - „reverses Modellieren": Lösung → Problem
- Akzeptanz des Szenarios aufgrund von Plausibilität & einer „Inferenz auf die beste Erklärung"
- Probleme:
  - Funktionen sind „multipel realisierbar" & Eigenschaften oft multifunktional
  - Oft ist zu wenig Information vorhanden um das Problem im Detail beschreiben zu können
  - Unterbestimmtheit: Oft können mehrere Szenarien konstruiert werden, die gleich gut mit den Daten übereinstimmen

Gould & Lewontins Kritik (1)

> Studies under the adaptationist programme generally proceed in two steps: (1) An organism is atomized into 'traits' and these traits are explained as structures optimally designed by natural selection for their functions. For lack

> (2) After the failure of part-by-part optimization, interaction is acknowledged via the dictum that an organism cannot optimize each part without imposing expenses on others. The notion of 'trade-off' is introduced, and organisms are interpreted as best compromises among competing demands. Thus, interaction among parts is retained completely within the adaptationist programme. Any

(Gould & Lewontin, p. 585)

Andere Faktoren werden übersehen oder für unwichtig erklärt:

> We maintain that alternatives to selection for best overall design have generally been relegated to unimportance by this mode of argument. Have we not all heard the catechism about genetic drift: it can only be important in populations so small that they are likely to become extinct before playing any sustained evolutionary role (but see Lande 1976). (Gould & Lewontin, p. 586)

Gould & Lewontins Kritik (2)

Kritik einer wissenschaftlichen Arbeitsweise bzw. einer Weise, biologische Phänomene zu analysieren („Adaptationismus")

Problematisch sind die folgenden methodologischen Thesen:

- Organismische Eigenschaften sind grundsätzlich als Anpassungen für bestimmte Funktionen zu untersuchen
- Natürliche Selektion ist die primäre Ursache aller organismischen Eigenschaften
- Organismen können als Bündel separater Eigenschaften analysiert & jede Eigenschaft separat erklärt werden
- Optimierung kann als Grundsatz genommen werden – Suboptimalität kann auch adaptationistisch erklärt werden (durch „trade-offs" zwischen Eigenschaften)

G&L lokalisieren die Wurzeln des Programms im Neo-Darwinismus des späten 19. Jh. (A.R. Wallace, A. Weismann)

Gould & Lewontins Kritik (3)

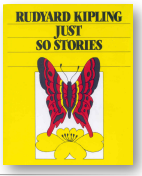
Adaptationismus ist zu einfach:

- Wenn eine adaptationistische Geschichte nicht funktioniert, kann man immer die nächste versuchen (Eigenschaft E ist für Funktion F_1; nein, für F_2; nein, für F_3; usw.)

> the rejection of one adaptive story usually leads to its replacement by another, rather than to a suspicion that a different kind of explanation might be required.

(Gould & Lewontin, p. 587)

- Selbst wenn keine solche vorliegt, kann man immer annehmen, dass es schon eine geben muss
- Adaptationistische Erklärungen sind Geschichten („just so stories")
- Akzeptanzkriterien für adaptationistische Geschichten sind viel zu locker



Gould & Lewontins Kritik (4)

Adaptationismus kann nicht fehlschlagen:

- careful study would.' But what good is a theory that cannot fail in careful study (since by 'evolutionary theory', they clearly mean the action of natural selection applied to particular cases, rather than the fact of transmutation itself).

(Gould & Lewontin, p. 589)

- Vgl. Poppers Falsifikationsansatz – eine Theorie muss an der Empirie scheitern können
- Unmittelbare Nützlichkeit ist was zählt – die Suche nach schwieriger auffindbaren Erklärungen wird unterbunden
- Misserfolge können durch ein mangelndes Verständnis der Biologie der betreffenden Organismen erklärt werden

Adaptationismus ist nicht im Sinne Darwins (Gould & Lewontin, p. 587):

> Introduction – the following words: "I am convinced that natural selection has been the main, but not the exclusive means of modification." This has been of no avail. Great is the power of steady misinterpretation.'

Bsp.: *Tyrannosaurus rex*

different words, appear regularly in the professional literature.) We don't doubt that *Tyrannosaurus* used its diminutive front legs for something. If they had arisen *de novo*, we would encourage the search for some immediate adaptive reason. But they are, after all, the reduced product of conventionally functional homologues in ancestors (longer limbs of allosaurs, for example). As such, we do not need an explicitly adaptive explanation for the reduction itself. It is likely to be a developmental correlate of allometric fields for relative increase in head and hindlimb size. This non-adaptive hypothesis can be tested by conventional allometric methods (Gould (1974) in general; Lande (1978) on limb reduction) and seems to us both more interesting and fruitful than untestable speculations based on secondary utility in the best of possible worlds. One must not confuse the fact

(Gould & Lewontin, p. 587)

Gould & Lewontins Alternative

- Alternativen für unmittelbare Adaptation: gar keine Selektion, keine Selektion der untersuchten Eigenschaft, Entkopplung von Selektion und Adaptation, keine selektive Grundlage für Unterschiede in Adaptation, Exaptation
- Neben natürlicher Selektion immer auch die Einschränkungen („constraints") des Bauplans und die Integration des Organismus in die Analyse mit einbeziehen
- Phyletische & Ontogenetische Einschränkungen
- Natürliche Selektion hauptsächlich für kleinere Veränderungen innerhalb des Bauplans (Modell: „punctuated equilibria"!)
- Pluralismus: „Under the adaptationist programme, the great historic themes of developmental morphology and *Bauplan* were largely abandoned" (Gould & Lewontin, p. 597)

Theoretischer Pluralismus

Beattys theoretischer Pluralismus:

- Es gibt keine biologischen Gesetze
- Es können immer mehrere Arten von Ursachen für die Phänomene einer Kategorie verantwortlich sein – welche Ursache es ist, hängt vom untersuchten Fall ab

Gould & Lewontins theoretischer Pluralismus:

- Nicht alle Eigenschaften sind adaptationistisch zu erklären
- Es gibt drei Arten von Adaptation:
  - Physiologische Adaptation (phenotypische Plastizität)
  - Kulturelle Adaptation (Lernen)
  - Darwinistische Adaptation (durch natürliche Selektion)
- Integration von Bauplänen; Einschränkungen (*phyletic* & *developmental*) der Möglichkeiten, die Selektion kann produzieren

8. Vorlesung (8. Dez. 2015)

Text: Rheinberger & Müller-Wille,
Gene concepts

Das philosophische Problem (1)

There has never been a generally accepted definition of the "gene" in genetics. There exist several, different accounts of the historical development and diversification of the gene concept. Today, along with the completion of the human genome sequence and the beginning of what has been called the era of post-genomics, genetics is again experiencing a time of conceptual change, with some even suggesting that the concept of the gene be abandoned altogether. As a consequence, the gene has become a hot topic

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 3)

Frühe Begriffe:

breeding analysis. Charles Darwin called the presumed hereditary particles gemmules; Hugo de Vries, pangenes; Gregor Mendel, elements. None of these authors, however, associated these particles with a particular hereditary substance. They all thought that hereditary factors consisted of the stuff that the body of the organism is made of. A

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 3)

- Anfangs gab es keinen klaren Genbegriff
- Begriffswandel durch die Entwicklungsgeschichte der Biologie
- Heute gibt es noch weniger Klarheit

Das philosophische Problem (2)

Genozentrismus / genetischer Determinismus:

Die These, dass die Eigenschaften eines Organismus fundamental durch dessen Gene bestimmt sind. Die Umgebung spielt zwar eine Rolle, aber es geht letztlich darum, welche Gene der Organismus besitzt.

„Gene für"-Redeweisen: „Er hat ein Gen für X", Musikalität ist vererbbar usw.

Probleme (die Begriffsklärung nötig machen):

- Was sind Gene?
- Was ist die Verbindung zwischen Genen und Eigenschaften?
- Was ist die Verbindung zwischen einem Organismus und „seine" Gene oder zu „seinem" Genom?

Etwas Terminologie

Einheiten der Vererbung:

breeding analysis. Charles Darwin called the presumed hereditary particles gemmules; Hugo de Vries, pangenes; Gregor Mendel, elements. None of these authors, however, associated these particles with a particular hereditary substance. They all thought that hereditary factors consisted of the stuff that the body of the organism is made of. A

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 3)

- Deutlich, dass etwas weitergegeben werden muss
- Materielle Grundlage unklar

Wilhelm Johannsen (1906):

- Phänotyp: Satz von Eigenschaften eines Organismus
- Genotyp: Satz von Faktoren, die diese Eigenschaften mit bedingen
- Eigenschaften werden von „etwas Erbliches" im Organismus sowie von der Umgebung bedingt

Der Ursprung des Genbegriffs

„Das Wort Gen ist völlig frei von jeder Hypothese. Es drückt nur die sichergestellte Tatsache aus, dass viele Eigenschaften des Organismus durch besondere, trennbare und somit selbständige ‚Zustände', ‚Grundlagen', ‚Anlagen' – kurz, was wir eben Gene nennen wollen – bedingt sind."

„Das Gen ist nur als eine Art Rechnungseinheit zu verwenden. Man hat nicht das Recht, das Gen als morphologisches Gebilde zu bezeichnen."

(Wilhelm Johannsen, *Elemente der exakten Erblichkeitslehre*, 1909)

- Nicht: Gene im Sinne von „ein Gen für eine einzelne Eigenschaften"
- Gene sind instrumentelle Einheiten

Eine gegenwärtige Auffassung

„Ein Gen ist definiert als ein Stück Chromosom, das so kurz ist, dass es potentiell lange genug leben kann, um als eine signifikante Einheit der natürlichen Selektion zu fungieren. [...] die größte brauchbare Einheit der natürlichen Auslese – das Gen" (Dawkins, *Das egoistische Gen*, 2007, p. 86)

Definition relativ zu Zellteilungsprozessen:
Gene sind DNA-Stücke, die eine große Wahrscheinlichkeit haben, Mitose und Meiose in Kopieform unbeschadet zu überstehen

Was hat das mit Eigenschaften zu tun?

Geschichte des Genbegriffs (1)

As we argued in the preceding sections, the history of twentieth-century genetics is characterized by a proliferation of methods for the individuation of genetic components, and, accordingly, by a proliferation of gene definitions. These definitions appear to be largely technology-dependent. Major conceptual changes did not precede, but followed, experimental breakthroughs. Especially the contrast of the "classical" and the "molecular" gene, the latter succeeding the former chronologically, has raised issues of how such alternative concepts relate semantically, ontologically, and epistemologically.

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 15)

Klassischer Genbegriff („transmission genetics", 1. Hälfte des 20. Jhs.):
Ein Gen ist eine Transmissionseinheit, wobei ein Unterschied im Gen mit einem Eigenschaftsunterschied korreliert

(Bsp. *D. melanogaster white*)

http://www.cas.vanderbilt.edu/bsci11b

Passend dazu: Evolution als die Veränderung von Genfrequenzen in einer Population

Geschichte des Genbegriffs (1)

complicated relationships reigned between genes and traits. Morgan and his school were well aware that, as a rule, many genes were involved in the development of a particular trait, and that one gene could affect several characters. To accommodate this difficulty and in line with their experimental regime, they embraced a differential concept of the gene. What mattered to them was the relationship between a change in a gene and a change in a trait, rather than the nature of these entities themselves. Thus the alteration of a trait could be causally related to a change in (or a loss of) a single genetic factor, even if it was plausible in general that a trait like eye-color was, in fact, determined by a whole group of variously interacting genes (Roll-Hansen, 1978b;

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 6)

- >1 Gen bedingt >1 Eigenschaft, keine 1 zu 1 Relation
- 1-1 Verhältnis zwischen Veränderungen in Genen (Stellen auf dem Genom) & Veränderungen in Eigenschaften
- Morgans *Drosophila*-Experimente: die DNA-Struktur war noch nicht bekannt, materielle Basis unklar
- Abstrakter Genbegriff reichte für die Experimente

Geschichte des Genbegriffs (1)

- Strahlungsgenetik: induzierte Mutationen in Fruchtfliegen durch Röntgenstrahlen
- Zeigte, dass Gene eine molekulare Basis haben mussten
- Loslösung der Gene von Eigenschaften („ein Gen – ein Enzym" Hypothese, Beadle & Tatum)
- Gene als Basis für die Produktion von Enzyme

The gene in classical genetics was already far from being a simple concept corresponding to a simple entity. Conceiving of the gene as a unit of transmission, recombination, mutation, and function, classical geneticists combined various aspects of hereditary phenomena. Well into the 1940s, only proteins were thought to be complex enough to perform these tasks. But owing to the lack of knowledge about the material nature of the gene, gene conceptions remained largely formal and operationalist, i.e.,

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 6)

- Strukturelle Gene, Regulatorgene & Signalsequenzen ("start","stop") (Rheinberger & Müller-Wille, p. 10)

Kontextabhängigkeit

1976, p.297). If we take that view seriously, although the whole conception looks like a circle (Keller, 2000), it is in the end the organism which interprets or "recruits" the structural genes by activating or inhibiting the regulatory genes that control their expression.

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 10)

Finally, the "non-coding," but functionally specific, regulatory DNA-elements have proliferated: There exist promoter and terminator sequences; upstream and downstream activating elements in transcribed or non-transcribed, translated or untranslated regions; leader sequences; externally and internally transcribed spacers before, between, and after structural genes; interspersed repetitive elements and tandemly repeated sequences such as satellites, LINEs (long interspersed sequences), and SINEs (short interspersed sequences) of various classes and sizes (for an overview see Fischer,

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 10)

- Genexpression ist kontextabhängig
- Gene gibt es nicht als unabhängig existierende Entitäten

Geschichte des Genbegriffs (2)

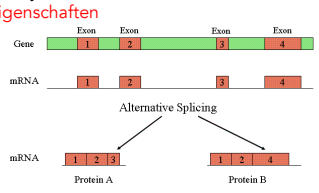
Molekularer Genbegriff:

„The fundamental concept underlying the application of „gene" in molecular biology is that of a gene for a linear sequence in a product at some stage of genetic expression [...] Genes are for linear sequences in products of genetic expression." (Waters, 1994: 178)

Verbindung von Gen und Enzym, Protein, makromolekularem Produkt; Loslösung von Eigenschaften

Effekte in Transkription und Translation, u. a.:

- Alternatives Spleißen
- Überlappende Gene
- „antisense" Auslesen
- „frameshifting"
- mRNA editing

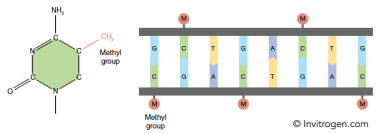


http://www.ncbi.nlm.nih.gov

Geschichte des Genbegriffs (3)

Weitere Loslösung der Gene von Eigenschaften durch epigenetische Effekte, u. a.:

- DNA-Methylation
- Histon-modifizierung
- Differenzierung von Zelllinien in Leber-, Haut-,Nerven- usw. Zellen durch epigenetische Modifizierung des Genoms in der embryonalen Entwicklung
- „to know what influence a genome will actually have in a particular context one requires a much more detailed and nuanced description of the genome than can be given merely by sequence" (Dupré, ‚The polygenomic organism', 2010: 25)



Was sind Gene eigentlich?

Gene waren bzw. sind

- Korrelate morphologischer oder ethologischer Eigenschaften (d. h., bedingende Faktoren)
- Korrelate von Eigenschaftsunterschieden
- Korrelate molekularer Produkte
- bei der Produktion molekularer Produkte mit einbezogenen funktionalen Elementen bzw. Teile des Genoms

Gene werden kontextuell definiert und identifiziert:

- ein DNA-Segment ist ein Gen einer bestimmten Sorte (*antennapedia*; *PAX6*; usw.) im zellulären Kontext einer bestimmten Spezies
- Welche Stücke zum Gen gehören hängt, vom Kontext ab

Welchen Sinn machen der genetischer Determinismus und Ausdrucksweisen wie „Gen für X", „Rattengene in Salat"?

Klassische und molekulare Gene

Mindestens zwei, aber vielleicht mehr Genbegriffe:

- Klassischer Genbegriff
- Molekularer Genbegriff
- „Postgenomischer Genbegriff" – Gene als "things you can do with your genome" (Griffiths & Stotz, 2006: 500)

Wie verhalten sich die klassische Genetik (Populationsgenetik), molekulare Genetik & Entwicklungsgenetik zu einander?

- Reduktion? (molekulare Basis für die übrigen Bereiche)

on genetics and molecular biology over the past decades. He stresses that the successes of a gene-centered view of the organism are not due to the fact that genes are the major determinants of the main processes in living beings. Rather, they figure so prominently because they provide *highly successful entry points for the investigation of these processes*. The success of gene-centrism, according to this view, is not ontologically, but first and foremost epistemologically grounded.

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 17)

9. Vorlesung (15. Dez. 2015)

Texte: Darwin's & Wallace's Artikel aus 1858 *zur natürlichen Selektion*

Kontext (1)

MY DEAR SIR,—The accompanying papers, which we have the honour of communicating to the Linnean Society, and which all relate to the same subject, viz. the Laws which affect the Production of Varieties, Races, and Species, contain the results of the investigations of two indefatigable naturalists, Mr. Charles Darwin and Mr. Alfred Wallace.

These gentlemen having, independently and unknown to one another, conceived the same very ingenious theory to account for the appearance and perpetuation of varieties and of specific forms on our planet, may both fairly claim the merit of being original

(p. 45)

Kontext (2)

Drei Schriften, 1858 in der Linnean Society vorgetragen:

1. Extracts from a MS. work on Species*, by Mr. Darwin, which was sketched in 1839, and copied in 1844, when the copy was read

2. An abstract of a private letter addressed to Professor Asa Gray, of Boston, U.S., in October 1857, by Mr. Darwin, in which

3. An Essay by Mr. Wallace, entitled "On the Tendency of Varieties to depart indefinitely from the Original Type." This was written at Ternate in February 1858, for the perusal of his friend and correspondent Mr. Darwin, and sent to him with the

(p. 45)

- Kein kohärentes Manuskript, nur Auszüge
- Schnelle Veröffentlichung nach Wallaces Brief
- Informell argumentiert & wenig linear geschrieben

Der Kampf ums Dasein (1)

De Candolle, in an eloquent passage, has declared that all nature is at war, one organism with another, or with external nature.

(p. 46)

- Konkurrenz zwischen Organismen
- Kampf ums Überleben in einer mehr oder weniger feindlichen Umgebung

periods; and hence its effects are easily overlooked. It is the doctrine of Malthus applied in most cases with tenfold force. As

Many practical illustrations of this rapid tendency to increase are on record, among which, during peculiar seasons, are the extraordinary numbers of certain animals; for instance, during the

(p. 47)

- Die Population wächst schneller als die Ressourcen
- Die Umgebung bremst das Populationswachstum

Der Kampf ums Dasein (2)

being in question. Lighten any check in the least degree, and the geometrical powers of increase in every organism will almost instantly increase the average number of the favoured species.

let it be borne in mind that this average number of individuals (the external conditions remaining the same) in each country is kept up by recurrent struggles against other species or against external nature (as on the borders of the Arctic regions, where

(p. 48)

inhabitants be small, as on an island, and free access to it from other countries be circumscribed, and let the change of conditions continue progressing (forming new stations), in such a case the original inhabitants must cease to be as perfectly adapted to the changed conditions as they were originally. It has been shown in

(p. 49)

Der Kampf ums Dasein (3)

vigour and health? In the struggle it would have a better *chance* of surviving; and those of its offspring which inherited the variation, be it ever so slight, would also have a better *chance*. Yearly

shall survive. Let this work of selection on the one hand, and death on the other, go on for a thousand generations, who will pretend to affirm that it would produce no effect, when we re-

(p. 49)

- Plastizität: typische Herausbildung einer Eigenschaft mit Alternativen, die sich unter bestimmten Konditionen herausbilden werden
- Bsp. (p. 49) eines Raubtieres, dass von Kaninchen auf Hasen umspezialisiert wenn es weniger Kaninchen gibt
- Schnellere, mehr flexibele Tiere mit einen etwas besseren Gesichtsvermögen haben einen leichten Vorteil

Selektion

Besides this natural means of selection, by which those individuals are preserved, whether in their egg, or larval, or mature state, which are best adapted to the place they fill in nature, there is a second agency at work in most unisexual animals, tending to produce the same effect, namely, the struggle of the males for the females. These struggles are generally decided

(p. 50)

- Zwei Arten von Selektion – natürliche und sexuelle
- Natürliche Selektion:
  - Kampf „gegen" die Umwelt & gegen die Konkurrenten
  - Kampf um alle benötigten Ressourcen
- Sexuelle Selektion:
  - Kampf gegen die Konkurrenten
  - Kampf um eine „Ressource" (Fortpflanzungsmöglichkeiten)

Die Züchter-Analogie

1. It is wonderful what the principle of selection by man, that is the picking out of individuals with any desired quality, and breeding from them, and again picking out, can do. Even breeders have been astounded at their own results. They can act on differences inappreciable to an uneducated eye. Selection has been *methodi-*

(p. 50)

has been indisputably shown in later times. Selection acts only by the accumulation of slight or greater variations, caused by external conditions, or by the mere fact that in generation the child is not absolutely similar to its parent. Man, by this power of

resembling its parents; and in nature geology shows us what changes have taken place, and are taking place. We have almost unlimited time; no one but a practical geologist can fully appre-

(p. 51)

Starke & schwache Formulierungen

3. I think it can be shown that there is such an unerring power at work in *Natural Selection* (the title of my book), which selects exclusively for the good of each organic being. The elder

(p. 51)

Rhetorische (?) Übertreibungen:

- Unlimitierte Zeit
- Selektion für das Wohl des Organismus

&c., I cannot doubt that during millions of generations individuals of a species will be occasionally born with some slight variation, profitable to some part of their economy. Such individuals will have a better chance of surviving, and of propagating their new and slightly different structure; and the modification may be slowly increased by the accumulative action of natural selection

(p. 52)

Prinzipien

Zusätzliche Prinzipien, die Probleme mit der Theorie vermeiden:

- *„Natura non facit saltum"* – Gradualismus
- Geologische Zeitskalen
- Unvollständigkeit des geologischen „Archivs"
- Divergenzprinzip – ein bestimmtes Areal kann mehr Organismen beherbergen, wenn die Artendivergenz größer ist

in the economy of nature as possible. Each new variety or species, when formed, will generally take the place of, and thus exterminate its less well-fitted parent. This I believe to be the origin of the classification and affinities of organic beings at all times; for organic beings always *seem* to branch and sub-branch like the limbs of a tree from a common trunk, the flourishing and diverging twigs destroying the less vigorous—the dead and lost branches rudely representing extinct genera and families. (p. 52)

Wallaces Artikel (1)

Ausgangsargument (p. 53):

Domestizierte Variationen sind wenig stabil und neigen zur Ausgangsform zurück. Dies suggeriert die Stabilität der Arten.

manence or further variation. But it is the object of the present paper to show that this assumption is altogether false, that there is a general principle in nature which will cause many *varieties* to survive the parent species, and to give rise to successive variations departing further and further from the original type, and which also produces, in domesticated animals, the tendency of varieties to return to the parent form.

(p. 54)

- Selektion kann stabilisierend und diversifizierend wirken (Stabilisierung in domestizierten Tieren, aber auch in der Natur)

Wallaces Artikel (2)

Explanandum:

to comprehend, and in some degree to explain, what at first sight appears so inexplicable—the excessive abundance of some species, while others closely allied to them are very rare.

(p. 54)

The only intelligible answer is, that their supply of food is more precarious. It appears evident, therefore, that so long as a

(p. 56)

those that die must be the weakest—the very young, the aged, and the diseased,—while those that prolong their existence can only be the most perfect in health and vigour—those who are best able to obtain food regularly, and avoid their numerous enemies. It is, as we commenced by remarking, "a struggle for existence," in

(p. 56)

Wallaces Artikel (3)

Organismen, aber auch Arten, Populationen und Varietäten sind Einheiten der Selektion:

Now it is clear that what takes place among the individuals of a species must also occur among the several allied species of a group,—viz. that those which are best adapted to obtain a regular supply of food, and to defend themselves against the attacks of their enemies and the vicissitudes of the seasons, must necessarily obtain and preserve a superiority in population; while those species

(p. 57)

turn become predominant. Here, then, we have *progression and continued divergence* deduced from the general laws which regulate the existence of animals in a state of nature, and from the undisputed fact that varieties do frequently occur. It is not, however,

(p. 59)

Wallaces Artikel (4)

Determinismus:

it is thus we account for the abundance or rarity of species. Our ignorance will generally prevent us from accurately tracing the effects to their causes; but could we become perfectly acquainted with the organization and habits of the various species of animals, and could we measure the capacity of each for performing the different acts necessary to its safety and existence under all the varying circumstances by which it is surrounded, we might be able even to calculate the proportionate abundance of individuals which is the necessary result.

(p. 57)

Wallaces Artikel (5)

Determinismus:

infinity of examples, become strictly accurate. Now the scale on which nature works is so vast—the numbers of individuals and periods of time with which she deals approach so near to infinity, that any cause, however slight, and however liable to be veiled and counteracted by accidental circumstances, must in the end produce its full legitimate results.

(p. 59)

- Mit ausreichend viel Zeit und fast unendlich großen Populationen werden Populationen gegebene Endpunkte erreichen (Fitnessoptima)
- In der Praxis ändert sich die Umwelt allerdings zu schnell & sind Populationen endlich (sodass genetischer Drift auftreten kann)

10. Vorlesung (22. Dez. 2015)

Text: Dawkins, Das egoistische Gen

Dawkins' Projekt (1)

- Verteidigung der Evolutionstheorie, u. a. durch die Wichtigkeit für unser Selbstverständnis darzustellen

1. Warum gibt es Menschen?

Die Philosophie und die als Geisteswissenschaften bezeichneten Fächer werden immer noch so gelehrt, als habe Darwin niemals gelebt. Dies wird sich ohne Zweifel mit der Zeit ändern. Gleichwie, dieses Buch ist nicht als allgemeines Plädoyer zugunsten des Darwinismus gedacht. Statt dessen wird es die Folgen der Evolutionslehre für ein spezielles Problem erforschen. Ich habe mir vorgenommen, die Biologie von Egoismus und Altruismus zu untersuchen.

(Dawkins, pp. 35-36)

- Vorstellung einer bestimmten Interpretation der Evolutionstheorie (die „gene's eye view")

Dawkins' Projekt (2)

- Vorstellung der einzig richtigen Sichtweise:

in Anspruch nehmen. Die Schwierigkeit bei diesen Büchern ist nur, daß ihre Autoren ganz und gar falsch lagen. Sie irrten sich, weil sie nicht richtig verstanden haben, wie die Evolution funktioniert. Sie gingen von der irrigen Annahme aus, das Wesentliche bei der Evolution sei der Vorteil für die Art (oder die Gruppe) und nicht der Vorteil für das Individuum (oder das Gen). Ungerecht-

(Dawkins, p. 36)

- Altruismus & Kooperation ist nicht durch Gruppenselektion sondern durch Genselektion erklärbar
- Menschen als Produkte ihrer Gene / Mittel zum Zweck:

erfolgreich behauptet hat. Die These dieses Buches ist, daß wir und alle anderen Tiere Maschinen sind, die durch Gene geschaffen wurden. Wie erfolgreiche Chicagoer Gangster haben unsere

(Dawkins, p. 37)

Dawkins' Projekt (3)

- Es geht nur um die Verbreitung einzelner Gene („Egoismus" eines Gens als Metapher):

wir ihnen bestimmte Eigenschaften unterstellen. Ich würde argumentieren, daß eine vorherrschende Eigenschaft, die wir bei einem erfolgreichen Gen erwarten müssen, ein skrupelloser Egoismus ist. Dieser Egoismus des Gens wird gewöhnlich egoistisches Verhalten des Individuums hervorrufen. Es gibt jedoch, wie wir sehen werden, besondere Umstände, unter denen ein Gen seine eigenen egoistischen Ziele am besten dadurch erreichen kann, daß es einen begrenzten Altruismus auf der Stufe der Individuen fördert. Die Worte „besonders" und „begrenzt" in diesem Satz sind

(Dawkins, p. 37)

- Gene „wollen" nur ihre eigene Verbreitung
- Menschen sind Mittel für Genverbreitung
- Ab und zu ist Kooperation gut für die Verbreitung von Genen

Altruismus (1)

- Altruismus ist die Ausnahme, die in einer egoistisch orientierten Umgebung auch eine erfolgreiche Strategie sein kann:

ableiten möchte, möge er es als Warnung lesen: Wenn er – wie ich – eine Gesellschaft aufbauen möchte, in der die einzelnen großzügig und selbstlos zugunsten eines gemeinsamen Wohlergehens zusammenarbeiten, kann er wenig Hilfe von der biologischen Natur erwarten. Laßt uns versuchen, Großzügigkeit und Selbstlosigkeit zu *lehren*, denn wir sind egoistisch geboren. Laßt uns verstehen lernen, was unsere eigenen egoistischen Gene vorhaben, denn dann haben wir vielleicht die Chance, ihre Pläne zu durchkreuzen

(Dawkins, p. 38)

Bevor wir fortfahren, brauchen wir eine Definition. Ein Organismus, beispielsweise ein Pavian, gilt als altruistisch, wenn er sich so verhält, daß er das Wohlergehen eines anderen, gleichartigen Organismus auf Kosten seines eigenen Wohlergehens steigert.

(Dawkins, pp. 39-40)

Altruismus (2)

- Altruistische Handlungen sind – laut Dawkins – bei genauerem Hinsehen oft selbstsüchtig:

ums meine. Dieses Buch wird zeigen, wie sich sowohl individueller Egoismus als auch individueller Altruismus durch das fundamentale Gesetz erklären lassen, das ich den **Gen-Egoismus** nenne.

(Dawkins, p. 44)

- Altruismus wird oft als dem Fortbestehen der Art dienend verstanden:

winschen Begriffen ausdrücken. Die Evolution wirkt durch die natürliche Auslese, und natürliche Auslese bedeutet das Überleben der „am besten Angepaßten". Aber sprechen wir dabei von den geeignetsten Individuen, den geeignetsten Rassen, Arten oder wovon sonst? Für einige Zwecke macht dies keinen großen Unter-

(Dawkins, p. 44)

Die Ebenen / Einheiten der Selektion

- Einheiten der Selektion: die Entitäten, die Nachkommen produzieren und diesbez. mit einander in Konkurrenz stehen
- Gruppenselektion: Gruppen, deren Mitglieder sich für die Gruppe opfern, stehen als Gruppe besser da im Kampf ums überleben
- Individualselektion / Genselektion: Konkurrenzkampf zwischen Individuen und/oder Genen statt zwischen Gruppen
- Egoistisches Verhalten einzelner in einer altruistischen Gruppe wird den Altruismus verdrängen – Egoisten werden sich im Schnitt besser fortpflanzen als Altruisten
- Dawkins: das Gen ist die Einheit der Selektion:

genommen. Ich werde zeigen, daß die fundamentale Einheit für die Selektion und damit für das Eigeninteresse nicht die Art, nicht die Gruppe und – streng genommen – nicht einmal das Individuum ist. Es ist das Gen, die Erbeinheit. [4] Einigen Biologen mag

(Dawkins, pp. 50-51)

Selektionstheorie

- Selektionstheorie als Sonderfall eines allgemeinen Gesetzes:

Darwins „Überleben der Bestangepaßten" ist in Wirklichkeit ein Sonderfall des allgemeineren Gesetzes vom *Fortbestand des Stabilen*. Das Universum ist voll von stabilen Gebilden. Ein stabi-

(Dawkins, p. 52)

lingen. An diesem Punkt kommt uns Darwins Theorie in ihrer allgemeinsten Form zu Hilfe. Sie führt dort weiter, wo die Geschichte der langsamen Konstruktion der Moleküle endet.

(Dawkins, p. 55)

- Inwiefern ist das von Dawkins erwähnte Gesetz überhaupt ein Gesetz?
  - Es scheint nichts zu erklären
  - Verschiedene Prozesse produzieren unterschiedliche Dinge
  - Evolution nicht einfach als Fortführung anderer Prozesse

Replikatoren & Interaktoren (1)

- Selektion braucht eine besondere Art von Molekülen:

werden. Doch die Bakterien und wir anderen Lebewesen kamen erst sehr viel später; zu jener Zeit konnten große organische Moleküle ungestört durch die immer dicker werdende Brühe dahintreiben.

Irgendwann bildete sich zufällig ein besonders bemerkenswertes Molekül. Wir nennen es **Replikator.** Es war vielleicht nicht unbedingt das größte oder komplizierteste Molekül ringsumher, aber es besaß die außergewöhnliche Eigenschaft, Kopien seiner selbst herstellen zu können. Es mag uns sehr unwahrscheinlich

(Dawkins, p. 56)

- Gene als Schablonen *(templates)* für weitere Gene:

uns den Replikator als eine Gußform oder eine Schablone. Stellen wir ihn uns als ein großes Molekül vor, das aus einer komplexen Kette verschiedener Arten von Bausteinmolekülen besteht. Die

(Dawkins, p. 57)

Replikatoren & Interaktoren (2)

- Selektion braucht Entitäten die Kopien von sich selbst herstellen
- Selektion braucht Variation (der Kopiervorgang ist nicht vollkommen, es treten Fehler auf)
- Selektion involviert Konkurrenz:

rer Bedeutung für ihre Verbreitung in der Population gewesen sein muß als die Langlebigkeit, ist die Reproduktionsgeschwindigkeit oder „Fruchtbarkeit". Wenn die Replikatormoleküle des Typs A sich durchschnittlich einmal pro Woche reproduzieren, diejenigen des Typs B dagegen einmal pro Stunde, so läßt sich unschwer erkennen, daß die Moleküle des Typs A ziemlich bald zahlenmäßig unterlegen sein werden, selbst wenn sie viel länger „leben" als B-Moleküle. Daher dürfte es in der Ursuppe einen „evolutionären Trend" zu höherer „Fruchtbarkeit" der Moleküle gegeben haben. Ein drittes Charakteristikum von Replikatormolekülen, das positiv selektiert worden wäre, ist die Kopiergenauigkeit. Wenn Mo-

(Dawkins, p. 60)

Replikatoren & Interaktoren (3)

- Selektion involviert Konkurrenz:

und schließlich müssen viele ihrer Zweige ausgestorben sein. Unter den Replikatorvarianten spielte sich ein Kampf ums Dasein ab. Sie wußten weder, daß sie kämpften, noch machten sie sich deswegen Sorgen; der Kampf wurde ohne Feindschaft, überhaupt ohne irgendwelche Gefühle geführt. Aber sie kämpften, nämlich in dem Sinne, daß jeder Kopierfehler, dessen Ergebnis ein höheres Stabilitätsniveau war oder eine neue Möglichkeit, die Stabilität von Rivalen zu vermindern, automatisch bewahrt und vervielfacht wurde. Die Methoden zur Steigerung der eigenen Stabilität

(Dawkins, p. 62)

- Evolution durch natürliche Selektion als Sonderfall eines „Stabilitätsgesetzes" – Evolution ist einer der natürlichen Prozesse, die stabile Phänomene produzieren
- Tut der Einzigartigkeit des Evolutionsprozesses kein Recht

Replikatoren & Interaktoren (4)

- Organismen sind lediglich ein Werkzeug im Kampf der Moleküle:

Weise mögen die ersten lebenden Zellen entstanden sein. Die Replikatoren fingen an, nicht mehr einfach nur zu existieren, sondern für sich selbst Behälter zu konstruieren, Vehikel für ihr Fortbestehen. Es überlebten diejenigen Replikatoren, die um sich herum **Überlebensmaschinen** bauten. Die ersten Überlebensmaschinen bestanden wahrscheinlich aus nicht mehr als einer Schutzschicht. Aber in dem Maße, wie neue Rivalen mit besseren

gem aufgegeben. Heute drängen sie sich in riesigen Kolonien, sicher im Innern gigantischer, schwerfälliger Roboter[3], hermetisch abgeschlossen von der Außenwelt; sie verständigen sich mit ihr auf gewundenen, indirekten Wegen, manipulieren sie durch Fernsteuerung. Sie sind in dir und in mir, sie schufen uns, Körper und Geist, und ihr Fortbestehen ist der letzte Grund unserer Existenz.

(Dawkins, p. 63)

Replikatoren & Interaktoren (4)

- Evolution involviert zwei Arten von Entitäten
  - Replikatoren – Entitäten, die Kopien von sich selbst machen und sich „versuchen" zu verbreiten
  - Vehikel / Interaktoren – Entitäten, die mit einander und mit der Umwelt in Wechselwirkungen stehen und den Konkurrenzkampf z. T. von den Replikatoren übernommen haben (als Übergreifende Strukturen mehrerer Replikatoren)
- Menschen und andere Organismen als Produkte der Gene:

che Art von Molekül. Wir sind alle Überlebensmaschinen für dieselbe Art von Replikator, für Moleküle mit dem Namen DNA.

schinen gebaut, um sie sich alle zunutze zu machen. Ein Affe ist eine Maschine, die für den Fortbestand von Genen auf Bäumen verantwortlich ist, ein Fisch ist eine Maschine, die Gene im Wasser fortbestehen läßt, und es gibt sogar einen kleinen Wurm, der

(Dawkins, p. 64)

Gene (1)

- Was waren Gene noch einmal?

Ich verwende das Wort Gen in der Bedeutung einer genetischen Einheit, die klein genug ist, um eine Vielzahl von Generationen zu überdauern und in Form vieler Kopien überall verbreitet zu sein. Dies ist keine starre Alles-oder-nichts-Definition, sondern eher eine Art relativer Definition, wie die von „groß" oder „alt". Je wahrscheinlicher es ist, daß ein Chromosomenabschnitt durch Crossing-over aufgespalten oder durch Mutationen verschiedener Art verändert wird, um so weniger qualifiziert dieser sich für die Bezeichnung Gen in dem Sinne, in dem ich sie verwende. Ein Cis-

(Dawkins, p. 81)

- Gene als Teile von Chromosomen, die Zellteilungen mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit unbeschadet überstehen
- Dies macht sie zur Einheiten, die im Selektionsprozess selektiert werden (d. h., in späteren Generation vertreten sein können)

Gene (2)

- Gene als metaphorische Partikel

Ein weiterer Aspekt der Partikelhaftigkeit des Gens ist der, daß es nicht altert; für ein Gen ist die Wahrscheinlichkeit zu sterben im Alter von einer Million Jahren nicht größer als mit hundert Jahren. Es springt von Körper zu Körper durch die Generationen, manipuliert Körper um Körper auf seine spezielle Art und für seine eigenen Zwecke und verläßt einen sterblichen Körper nach dem anderen, bevor dieser in Altersschwäche und Tod versinkt.

(Dawkins, p. 83)

- Gene überdauern Zellteilung z. T. als Originale (Originalstrang DNA), z. T. als Kopien
- Der Kopierprozess ist allerdings so gestaltet, dass man kaum vom Erhalt der gleichen Individuen sprechen kann
- Ich unterstreiche also hier die potentielle Fast-Unsterblichkeit eines Gens in Gestalt seiner Kopien als eine das Gen definierende Eigenschaft. Ein Gen als ein einzelnes Cistron zu definieren, ist (Dawkins, p. 85)

Gene als Einheiten der Selektion (1)

- Fortpflanzung vs. Replikation

Ein einzelner Körper scheint ausreichend distinkt, solange er dauert, doch wie lange ist das schon? Jedes Individuum ist einzigartig. Es gibt keine Evolution durch Selektion, wenn von jedem Lebewesen jeweils nur eine Kopie existiert! Die geschlechtliche Fortpflanzung ist keine Replikation. So wie eine Population von

(Dawkins, p. 84)

- Organismen sind einzigartig, erstellen keine Kopien im eigentlichen Sinne von sich selbst
- Daher können Organismen nicht als Replikatoren gelten
- Organismentypen sind nicht in späteren Generationen vertreten, Gentypen wohl
- Organismen werden selektiert in dem Sinne, dass sie differentielle Nachkommen, aber keine Kopien erzeugen

Gene als Einheiten der Selektion (1)

- Gene als Basis für Unterschiede zwischen Organismen

Es gibt keinen einzelnen – genetischen oder umweltbedingten – Faktor, der als die einzige „Ursache" für irgendeinen Teil eines Babys angesehen werden kann. Alle Teile eines Babys haben eine nahezu unendlich große Zahl von Ursachen. Aber ein *Unterschied* zwischen zwei Babys, beispielsweise in der Beinlänge, könnte leicht auf einen oder ein paar einfache vorangehende Unterschiede zurückgeführt werden. Die *Unterschiede* sind das, worauf es im Kampf ums Dasein ankommt; und bei der Evolution kommt es auf die genetisch gesteuerten Unterschiede an.

(Dawkins, p. 88)

concept of the gene. What mattered to them was the relationship between a change in a gene and a change in a trait, rather than the nature of these entities themselves. Thus the alteration of a trait could be causally related to a change in (or a loss of) a single genetic factor, even if it was plausible in general that a trait like eye-color was, in fact, determined by a whole group of variously interacting genes (Roll-Hansen, 1978b;

(Rheinberger & Müller-Wille, p. 6, Vorlesung #8)

11. Vorlesung (12. Jan. 2016)

Text: Sober & Wilson, *Summary of 'Unto Others'*

Die Thematik (1)

Übergreifende Frage: Was sind die Einheiten der natürlichen Selektion – die Dinge, die selektiert werden?

- Traditionelle Antwort (Darwin, Wallace, Neo-Darwinismus): Organismen
- Dawkins' Antwort: Gene (Gene sind die Replikatoren, Organismen lediglich die Träger der Gene)
- Eine weitere lange Tradition: Gruppen von Organismen (Populationen, Kolonien, Truppen, Familienbanden, ...)

Wie beantwortet man eine solche Frage überhaupt?

- Notwendigkeit einer Annahme (vgl. Ockham)
- Wenn alles durch Genselektion erklärt werden kann, brauchen wir weiter nichts
- Was könnte Gruppenselektion erklären, das nicht durch andere Formen der Selektion erklärt werden kann?

Die Thematik (2)

Was sind die Einheiten der natürlichen Selektion – die Dinge, die selektiert werden? Wonach wird hier eigentlich gefragt?

> in need of, philosophical scrutiny. The main question concerns the *level of the biological hierarchy* at which natural selection occurs. Does selection act on organisms, genes, groups, colonies, demes, species, or some combination of these? According to traditional Darwinian theory the answer is the organism – it is the differential survival and reproduction of individual organisms that drives the evolutionary process. But there are alternative views too. Proponents

(Okasha, 2006: 74)

- Was heißt „does selection act on X"? (X wird selektiert, X interagiert mit etwas anderem, X ist auch in einer späteren Generation noch vertreten, ...)
- Traditionell: Fokus auf das Überleben & die Reproduktion einzelner Organismen („survival of the fittest")
- Dawkins: Was reproduziert wird, sind Gene und nicht Organismen (die ja keine Kopien von sich selbst machen)

Die Thematik (3)

Was sind die Einheiten der natürlichen Selektion – die Dinge, die selektiert werden? Wonach wird hier eigentlich gefragt?

- Replikatoren – die Dinge, die in Kopieform an nachkommende Generationen weitergegeben werden
- Interaktoren – die Dinge, die in Interaktion mit der Umwelt treten
- Im Grunde können diese auf mehreren Ebenen vorkommen
- Die Nutznießer von Selektion – wer profitiert von einer selektierten Eigenschaft?
- Vgl. biologische Funktionen – Was ist der Nutzen des Herzens für den Träger aus selektionstheoretischer Sicht?

> organisms, may sometimes function as levels of selection, while 'genic selectionists' argue that the true level of selection is in fact the gene, for genes alone are the 'ultimate beneficiaries' of the selection process.

(Okasha, 2006: 74)

Das Phänomen: Altruismus (1)

Was könnte Gruppenselektion erklären, was nicht durch andere Formen der Selektion erklärt werden kann?

- Innere Veranlagungen zur Kooperation (die aber auch aus Eigennutz entstehen sein könnten – Zusammenarbeit mit einem direkten Vorteil für alle Beteiligte)
- Altruismus (Zusammenarbeit ohne einen direkten Vorteil für alle bzw. mit einem Nachteil für einige Beteiligte)
- Moralität (Altruismus aus Überzeugung, nicht aus instinktivem Handeln oder reiner Reaktion)

> A behaviour is said to be altruistic in the evolutionary sense of that term if it involves a fitness cost to the donor and confers a fitness benefit on the recipient. A mindless organism can be an evolutionary altruist. It is important to recognize that the costs and benefits that evolutionary altruism involves come in the currency of reproductive success. If we give you a package of contraceptives as a gift, this won't be

(Sober & Wilson, p. 185)

Das Phänomen: Altruismus (2)

> The concept of psychological altruism is, in a sense, the mirror image of the evolutionary concept. Evolutionary altruism describes the fitness effects of a behaviour, not the thoughts or feelings, if any, that prompt individuals to produce those behaviours. In contrast, psychological altruism concerns the motives that cause a behavior, not its actual effects. If your treatment of others is prompted by your having an ulti-

(Sober & Wilson, p. 185-186)

> Although the two concepts of altruism are distinct, they often are run together. People sometimes conclude that if genuine evolutionary altruism does not exist in nature, then it would be mere wishful thinking to hold that psychological altruism exists in human nature. The inference does not follow.

(Sober & Wilson, p. 186)

Biologischer bzw. evolutionärer Altruismus:

- Stechende Bienen
- Sterile Arbeiterkasten in sozialen Insekten
- Alarmrufe (Vögel, Nagetiere, Primaten)
- Männer, die sich für ihren Stamm aufopfern (Darwins Beispiel)

Gruppenselektion (1)

Evolutionary altruism poses a fundamental problem for the theory of natural selection. By definition, altruists have lower fitness than the selfish individuals with whom they interact. It therefore seems inevitable that natural selection should eliminate altruistic behaviour, just as it eliminates other traits that diminish an individual's fitness. Darwin saw this point, but he also thought that he saw genuinely altruistic char-

(Sober & Wilson, p. 186)

groups. Evolutionarily selfish traits evolve if selection occurs exclusively at the individual level. Group selection makes the evolution of altruism possible.

(Sober & Wilson, p. 186)

Konzept der Gruppenselektion:

- Gruppen stehen in Konkurrenz zu einander
- Adaptationen für das „Wohl" der Gruppe statt des Organismus
- GS zusätzlich zu Selektion auf anderen Ebenen
- Gruppen (wie Organismen) als Vehikel in Selektionsprozessen, nicht als Replikatoren

Gruppenselektion (2)

Kritik (Hamilton, 1964; Williams, 1966):

- Gene werden kopiert, Organismen produzieren keine (fast) identischen Nachkommen, Gruppen produzieren überhaupt keine Nachkommen
- Evolutionäre Erklärungen kommen sehr gut ohne Gruppenselektion aus (wieder siehe Ockham)
- Altruismus kann mithilfe von „inclusive fitness" erklärt werden – Verwandte haben z. T. das gleiche Genmaterial, daher ist die Hilfe von Verwandten als Egoismus zu verstehen)
- Verwandschaftsselektion („kin selection") statt / als Spezialfall von Gruppenselektion
- Mathematische Modelle wie „Habicht-Taube" zeigen, wie keine der beiden Strategien ausstirbt (welche der beiden Strategien bessere Ergebnisse erzielt, hängt von der Zusammensetzung der Population ab)

Gruppenselektion (2)

- Anfang bei Darwin (*Die Abstammung des Menschen*, 1871)
- Schwerwiegende Kritik in den 1960er Jahren:

The net effect of the critique of group selection in the 1960s was that the existence of adaptations that evolve because they benefit the group was dismissed from serious consideration in biology. The lesson was that the hypothesis of group selection doesn't have to be considered as an empirical possibility when the question is raised as to why this or that trait evolved. You know *in advance* that group selection is not the explanation. Only those who cling to the illusion that nature is cuddly and hospita-

(Sober & Wilson, p. 188)

- Rückkehr in den 1990er Jahren (Arbeiten von Elliott Sober, David Sloan Wilson, E.O. Wilson)
- Begriffliche / philosophische Kritik an der geübten Kritik
- Insbes.: Dass man sich eine individual-selektionistische Erklärung ausdenken kann, heißt nicht, dass Gruppenselektion als Hypothese überflüssig wäre

Die „averaging fallacy" (1)

Altruisten (A) und Egoisten (S) interagieren in Paaren:

		the other player is	
		A	S
fitness of a	A	$x + b - c$	$x - c$
player who is	S	$x + b$	x

(Sober & Wilson, p. 189)

- Oft wird die Einzelfitness genommen (für S größer als für A)
- Relevant ist die durchschnittliche Fitness von A- und S-Individuen
- Diese ist abhängig von der Wahrscheinlichkeit für ein bestimmtes Individuum, ein A- bzw. S- Individuum zu begegnen & damit vom vom Anteil A- und S-Individuen in der Population

Die „averaging fallacy" (2)

Die Fitness eines Altruisten bzw. Egoisten hängt davon ab, ob er zwischen Altruisten oder Egoisten lebt:

fitness in SS groups is x. Group selection favours altruism; groups do better the more altruists they contain. Individual selection, on the other hand, favours selfishness.

(Sober & Wilson, p. 191)

- Bei gemischten Gruppen wirken Gruppen- und Individuenselektion in entgegengesetzten Richtungen
- Als Gruppe steht sie besser da mit mehr Altruisten, aber die Individuen in der Gruppe stehen besser da als Egoisten
- Abhängig von der Ausgangssituation (Anzahl A und S) kann sich eine der beiden Strategien durchsetzen, oder können auch beide in der Gruppe bestehen bleiben
- Die Frage nach Gruppenselektion ist daher ein empirisch zu klärende Frage, keine begriffliche, a priori zu klärende Frage

Gruppenselektion als evolutionärer Faktor

Pluralistischer Ansatz:

simultaneous and opposite influences of group and individual selection. Group selection rarely, if ever, occurs without individual selection occurring as well.

The more general point we want to emphasize is that hypotheses of group selection need to be evaluated on a trait-by-trait and a lineage-by-lineage basis. Group selec-

traits. Unlike the monolithic theory of the selfish gene, which claims that *all* traits in *all* lineages evolved for the good of the genes, the theory we advocate, *multilevel selection theory,* is pluralistic. Different traits evolved because of different combinations of causes.

(Sober & Wilson, p. 194)

Wissenschaftsphilosophische Überlegungen:

- Präferenz für einfache Theorien, Erklärungen mithilfe eines Faktors / Prozesses – aber wie begründet man das?
- Vielleicht ist die Welt tatsächlich komplizierter

„Multilevel" Selektionstheorie

Traditionell:

- Was ist die Ebene, auf der Selektion stattfindet?
- Selektion führt zu einer höheren Fitness

MLS:

- Selektion kann auf mehreren Ebenen gleichzeitig stattfinden (und tatsächlich ist das oft der Fall)
- Auf verschiedenen Ebenen kann Selektion in entgegengesetzten Richtungen zielen

mistake: selection can operate at all of these levels, and others. Another central theme of multi-level selection theory is the idea that the *direction* of selection may be different at different hierarchical levels; for example, a trait may be selectively disadvantageous at the individual level, but selectively advantageous at the group level. According to its proponents,

(Okasha, 2006: 75)

Gruppenselektion bei Menschen

evolve in the genetically heterogeneous groups in which our ancestors lived. Human societies, both ancient and modern, are nowhere near as genetically uniform as bee hives and ant colonies. How, then, did co-operative behaviour manage to evolve in them? Human beings, we believe, did something that no other species was able to do. Social norms convert highly altruistic traits into traits that are selfish. And enforcing a social norm can involve a smaller cost than the required behaviour would have imposed if there were no norms. Social norms allow social organization to evolve by reducing its costs. Here again, it is important to recognize that culture allows a form of selection to occur whose elements may be found in the absence of culture. Bees 'police' the behaviour of other bees. What is uniquely human is the harnessing of socially shared values.

(Sober & Wilson, p. 195)

- Verwandtenselektion als Basis für das Entstehen & Fortbestehen von Altruismus
- Steigerung durch Belohnung und Strafe (sehr kostspieliges altruistisches Verhalten wird ermöglicht)
- Gruppenselektion als Erklärung der Präsenz von „Ordnern"

Evolutionärer Altruismus und Ethik

Why, then, did morality evolve? People can have specific likes and dislikes without this producing a socially shared moral code. And if everyone dislikes certain things, what is the point of there being a moral code that says that those things should be shunned? If everyone hates sticking pins in their toes, what is the point of an ethic that

that they ought to love their children? Behaviours that people do spontaneously by virtue of their own desires don't need to have a moral code laid on top of them. The obvious suggestion is that the social function of morality is to get people to do things that they would not otherwise be disposed to do, or to strengthen dispositions that people already have in weaker forms. Morality is not a mere redundant overlay on the

(Sober & Wilson, p. 205)

- Ethik ist nicht zu angeborenem Verhalten reduzierbar
- Ethik wirkt manchmal gerade gegen bestimmte angeborene Verhaltensweisen
- Moralität als kulturelle Verstärkung von angeborenem Verhalten – Moralität bei Menschen ist also nicht dasselbe wie Kooperation bei nicht-menschlichen Primaten.

12. Vorlesung (19. Jan. 2016)

Text: Mills & Beatty,
The Propensity Interpretation of Fitness

Die Thematik (1)

Evolution ist „survival of the fittest" (Herbert Spencer)

- Oft mit „Überleben des Stärkeren" übersetzt
- Es geht jedoch nicht um das Überleben, sondern um die Reproduktion
- Es geht auch nicht um Stärke, sondern um den reproduktiven Erfolg
- Daher besteht ein Tautologie-Vorwurf:
  - Die Evolutionstheorie erklärt nichts, da die zentrale These ist, dass diejenigen sich reproduzieren, die sich reproduzieren
  - Evolutionäre Erklärungen sind nicht überprüfbar
- Philosophische Arbeit:
  - Klärung eines wichtigen wissenschaftlichen Begriffs
  - Klärung der erklärenden Kraft evolutionärer Erklärungen

Die Thematik (2)

to give life to the debate. The definition of fitness remains in dispute, and the role of appeals to fitness in biologist's explanations is a mystery.

Biologists agree on how to *measure* fitness, and they routinely appeal to fitness in their explanations, attributing the relative predominance of certain traits to the relative fitness of those traits. However, these explanations can and have been criticised on the grounds that, given the definitions of fitness offered by most biologists, these explanations are no more than re-descriptions of the phenomena to be explained

(Mills & Beatty, p. 264)

- Es ist unklar, was die Variable / Eigenschaft „Fitness" genau bedeutet & welche Entitäten Träger dieser Eigenschaft sein können (Gene, Organismen, Gruppen, Genotypen, Phänotypen, ...)
- Es gibt mehrere Interpretationen des Fitnessbegriffs, ohne Einigkeit unter Biologen und Philosophen

Tautologie? (1)

Evolution durch natürliche Selektion:

- Population von Varianten (Variationen der gleichen Eigenschaft, z .B. leichte Farbunterschiede)
- Einige Varianten haben einen Vorteil, der dazu führt, dass sie mehr Nachkommen erzeugen können als andere Varianten
- Erstere sind in der nächsten Generation stärker vertreten als ihre Konkurrenten bzw. haben eine größere Chance darauf, in der nächsten Generation vertreten zu sein

Fitness als tatsächlicher reproduktiver Erfolg eines Individuums oder eines Typus:

2. The Charge of Circularity. According to the most frequently cited definitions of ''fitness,'' that term refers to the *actual* number of offspring left by an individual or type relative to the actual contribution of some reference individual or type. For instance, Waddington (1968,

(Mills & Beatty, p. 265)

Tautologie? (2)

Scheinbare Zirkularität in der Erklärung:

changes). Where fitness is defined in terms of survival and reproductive success, to say that type *A* is fitter than type *B* is just to say that type *A* is leaving a higher average number of offspring than type *B*. Clearly, we cannot say that the difference in fitness of *A* and *B explains* the difference in actual average offspring contribution of *A* and *B*, when fitness is defined in terms of actual reproductive success. Yet, evolutionary biologists seem to think that type frequency

(Mills & Beatty, p. 265)

- Wie können Unterschiede in Fitness als Erklärung von Unterschieden in reproduktiven Erfolg gelten?
- Das Problem ist die Definition von Fitness als einem tatsächlichen Reproduktionserfolg:
  Zwei Organismen mit identischen Eigenschaften in den gleichen Umständen sollten die gleiche Fitness haben

Tatsächlicher Erfolg

other does not. Scriven (1959) invites us to imagine a case in which two identical twins are standing together in the forest. As it happens, one of them is struck by lightning, and the other is spared. The latter goes on to reproduce while the former leaves no offspring. Surely in this case there is no difference between the two organisms which accounts for their difference in reproductive success. Yet, on the traditional definition of ''fitness,'' the lucky twin is *far* fitter.

(Mills & Beatty, p. 268)

- Fitness muss etwas „am" Organismus selbst sein
- Allerdings kann es keine rein intrinsische Eigenschaft sein:

in common? It cannot be any concretely characterized physical property, given that one and the same physical trait can be helpful in one environment and harmful in another. This is not to say that

(Mills & Beatty, p. 269)

Die philosophische Problematik

3. What Fitness is Not. There are two questions to be clarified in defining fitness: What sorts of entities does this predicate apply to, and what does it predicate of these entities? Both these questions

(Mills & Beatty, p. 266)

Welche Entitäten?

- Organismen (Darwin's eigene Theorie – eher metaphorisch), Phänotypen (Klassen von Organismen mit den gleichen Eigenschaften), Genotypen (Klassen von Organismen mit gleichen / sehr ähnlichen genetischen Eigenschaften)
- Es gibt keine zwei identischen Organismen, also ist ein Organismus durch seine Nachkommen nicht wirklich in der nächsten Generation vertreten
- Organismen als Vertreter einer Eigenschaftsklasse
- Vgl.: „kin selection": Ein Individuum trägt zu seiner Reproduktion bei, wenn es nahe Verwandten bei der Reproduktion hilft

Die „Tendenz"-Interpretation

bution? We believe that the confusion involves a misidentification of the *post facto* survival and reproductive success of an organism with the *ability* of an organism to survive and reproduce. We believe that "fitness" refers to the ability. Actual offspring contribution, on the other hand, is a sometimes reliable—sometimes unreliable—indicator of that ability. In the hypothetical cases above, actual descendant

(Mills & Beatty, p. 270)

- Wenn Fitnessunterschiede Unterschiede in reproduktivem Erfolg erklären sollen, liegt eine Auffassung von Fitness als Kapazität auf der Hand
- („propensity" = Tendenz)

property of organisms. Roughly speaking, the fitness of an organism is its *propensity* to survive and reproduce in a particularly specified environment and population. A great deal more will have to be added

(Mills & Beatty, p. 270)

Erklärung durch Kapazitäten

The fitness of an organism explains its success at survival and reproduction in a particular environment in the same way that the solubility of a substance explains the fact that it has dissolved in a particular liquid. When we say that an entity has a propensity

(Mills & Beatty, p. 270)

- Erklärung durch Nennung einer Kapazität & von Umständen, unter denen sich diese manifestieren kann („triggering conditions")
- Kapazität: „Alle *X* haben Kapazität *Y*" (allgemeine Aussage als Basis für eine Erklärung unter dem DN-Schema)
- Anscheinend auch nicht besser (*X* verhält sich in Weise *Y*, weil *Xe* die Tendenz haben, sich *Y* zu verhalten)
- Lösbarkeit in Wasser ist selbst ein Explanandum
- Zwei Arten von Fitness sind in der Biologie zu finden – Fitness einzelner Organismen und Fitness von Typen

$Fitness_1$

- $Fitness_1$ ist die Fitness eines Organismus – die Tendenz, x Nachkommen zu produzieren
- Nicht unbedingt einen einzigen Wert, sondern oft ein Spektrum von Werten

distributions as values. For example, the $fitness_1$ of an imaginary organism *x* might be the following distribution.

number of offspring	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
propensity	.05	.05	.05	.2	.3	.2	.05	.05	.05	

(Mills & Beatty, p. 274)

- Wie vergleicht man Verteilungen bez. der Frage, welcher Organismus der fitteste Organismus ist?
- Erwartungswert: Summe *(propensity* x Anzahl Nachkommen)
- Die Fitness eines Individuums in Umgebung U ist der Erwartungswert seiner Reproduktion in U

$Fitness_2$ (1)

- $Fitness_2$ ist die Fitness eines Genotyps oder Phänotyps
- Genotyp / Phänotyp: ein bestimmtes Gen bzw. Eigenschaft
- $Fitness_2$ ist der Beitrag einer genetischen / morphologischen Eigenschaft zur $Fitness_1$ des Trägers
- Nicht einfach addierbar – die Fitness eines Organismus wird durch Eigenschaften in Kombination bestimmt, wobei Eigenschaften durch andere verstärkt oder abgeschwächt werden können
- $Fitness_2$ ist die durchschnittliche Fitness der Träger einer bestimmten Eigenschaft im Vgl. zu Trägern einer alternative der gleichen Eigenschaft

genes and traits. That is, we need to know whether members of a particular type have a *higher* or *lower* average $fitness_1$ in order to predict the fate of the type. In order to capture this notion, and

(Mills & Beatty, p. 276)

$Fitness_2$ (2)

- Es geht immer um Fitnessunterschiede, nicht um einer absoluten Fitness (die es nicht gibt)
- Relative $Fitness_2$ eines Typs ist die tatsächliche $Fitness_2$ im Vgl. zur maximalen $Fitness_2$ in einer bestimmten Umgebung:

$$\text{The relative fitness}_2 \text{ of type } X \text{ in } E = _{df} \text{ the fitness}_2 \text{ of } X \text{ in } E / \text{Max fitness}_2 \text{ in } E$$

(Mills & Beatty, p. 277)

- Bestimmung: Optimalitätsmodelle
- Passend zur richtigen Interpretation natürlicher Selektion:

In each of these cases, selection is construed as involving more than just differential perpetuation. Rather, selection involves differential perpetuation caused by differential reproductive capabilities. So,

(Mills & Beatty, p. 283)

- Selektion ist nicht nur differentielle Reproduktion

Selektion & Fitness

differential descendant contribution propensities. Selection, properly speaking, involves not just the differential contribution of descendants, but a differential contribution *caused* by differential propensities to contribute. On the basis of these considerations, let us define ''individ-

(Mills & Beatty, p. 283)

- Der Fitnessbegriff als Bsp. philosophischer Klärungsarbeit:

While biologists have not been able to justify their usage of the concept of ''fitness,'' their usage of that concept has nevertheless been consistent and appropriate. Philosophers have accused biologists of giving circular explanations of evolutionary phenomena because they have only taken into account the definitions of fitness biologists explicitly cite, and they have not looked for the interpretation implicit in biologists' usage.

(Mills & Beatty, p. 282)

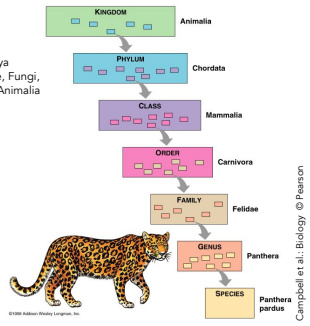
13. Vorlesung (26. Jan. 2016)

Text: Ereshefsky,
Mystery of Mysteries

Biologische Taxonomie

Mögliche Klassifikations-ebenen:

Domain	Bacteria, Archaea, Eukarya
Kingdom	Monera, Protista, Plantae, Fungi, Animalia
Subkingdom	
Superphylum	
Phylum	
Subphylum	
Superclass	
Class	
Subclass	
Infraclass	
Order	Primates
Suborder	
Superfamily	
Family	Hominidae
Subfamily	
Genus	Homo
Subgenus	
Species	*Homo sapiens*
Subspecies	



Die Problematik (1)

Das sog. „Artproblem" („species problem"):

- Was genau sind biologische Arten?
  - Bedeutungsklärung des Begriffes „Art" („species")
  - Metaphysische Frage nach der Natur von Arten als Klassen, Abstammungslinien, Systemen, Prozessen usw.)
  - Epistemologische Frage nach der Rolle des Begriffs in der Biologie (z. B. als Basis für verallgemeinernde Aussagen)
- Was ist die Basis für die Gruppierung von Organismen in Arten?
- Wann wird eine Gruppe von Organismen als Art eingestuft (statt als Varietät, Genus, usw.)
- Sind alle Arten ihrer Natur nach gleich?
  (Oder gibt es z. B. einen Unterschied zwischen Arten von Säugetieren und Arten von Bakterien?)
- Sind Arten real oder nur von uns erfundene Einteilungen?

Die Problematik (2)

Few biological problems have remained as constantly challenging through the past two centuries as the species problem."
(Mayr, 1957)

- Taxon-Problem, u.a.:
  Wie teilt man Organismen in Arten ein?
  Was sind die Referenten von biologischen Artnahmen (wie *Ornithorhynchus anatinus*) eigentlich?
- Kategorie-Problem:
  Sind die o. g. „Dinge" alle von der gleichen Art?
  Ist der Begriff ‚species' mit einer wirklich existierenden Kategorie von Entitäten verbunden?
  Wenn ja, was macht Arten denn zu Mitglieder dieser Kat.?
  Und was ist die korrekte Definition des Begriffs ‚species'?

Und warum ist das Problem eigentlich so hartnäckig?
(Seit vor Darwin bereits Thema der Diskussion)

Artbegriffe

384 *A hierarchy of species concepts*

Table 19.1 Species concepts and standardized abbreviations

1. Agamospecies (ASC)	14. Morphological (MSC)
2. Biological (BSC)	15. Non-dimensional (NDSC)
3. Cohesion (CSC)	16. Phenetic (PhSC)
4. Cladistic (CISC)	17. Phylogenetic (PSC)
5. Composite (CpSC)	1. Diagnosable Version (PSC_1)
6. Ecological (EcSC)	2. Monophyly Version (PSC_2)
7. Evolutionary Significant Unit (ESU)	3. Diagnosable and Monophyly Version (PSC_3)
8. Evolutionary (ESC)	18. Polythetic (PtSC)
9. Genealogical Concordance (GCC)	19. Recognition (RSC)
10. Genetic (GSC)	20. Reproductive Competition (RCC)
11. Genotypic Cluster Definition (GCD)	21. Successional (SSC)
12. Hennigian (HSC)	22. Taxonomic (TSC)
13. Internodal (ISC)	

(Mayden, 1997)

Einige Artbegriffe

- Biological SC: „a group of interbreeding natural populations that is reproductively isolated from other such groups"
- Cladistic SC: „that set of organisms between two speciation events"
- Ecological SC: „a lineage which occupies an adaptive zone ... which evolves separately from all lineages ourside its range"
- Evolutionary SC: „a lineage evolving separately from others and with ist own unitary evolutionary role and tendencies"
- Morphological SC: „the smallest groups that are consistently and persistently distinct, and distinguishable by ordinary means"
- Phylogenetic SC: „a geographically constrained group of individuals with some unique apomorphous character"

(nach Mayden, 1997)

- Ontologie: Populationen, Mengen, Abstammungslinien
- Verschiedene unterscheidende Merkmale

Mögliche Lösungswege

- Monismus: Suche nach der einen richtigen Definition des Begriffs ‚species'
- Pluralismus: einzelne Arten sind sehr unterschiedlich, es gibt jedoch ein verbindendes Element
  - Verschiedene Gruppen für verschiedene Forschungszwecke
  - Verschiedene Definitionen für verschiedene Bereiche der Biodiversität
  - Aber was ist denn noch das verbindende Element?
- Alternative: (1) Aufteilung der früheren Kategorie in mehreren neuen Kategorien, (2) für jede Kategorie stellt sich das Problem noch einmal neu
- „Darwins Lösung": Die ‚species'-Kategorie ist nicht wirklich, es gibt kein verbindendes Element, es gibt lediglich individuelle, konkrete Taxa

Darwins Lösung des Problems (1)

„No one definition has as yet satisfied all naturalists; yet every naturalist knows vaguely what he means when he speaks of a species"

(Darwin, *Origin*, 1859: 44)

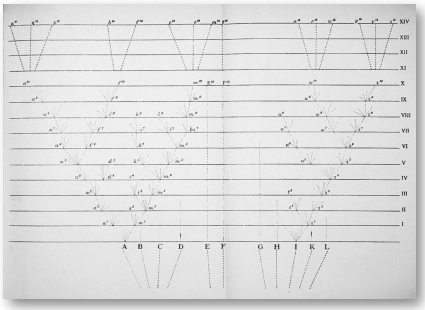
„I look at the term species as one arbitrarily given for the sake of convenience to a set of individuals closely resembling each other, and that it does not essentially differ from the term variety."

(Darwin, *Origin*, 1859: 52)

It is really laughable to see what different ideas are prominent in various naturalists' minds, when they speak of "species"; in some, resemblance is everything and descent of little weight — in some, resemblance seems to go for nothing, and Creation the reigning idea — in some, sterility an unfailing test, with others it is not worth a farthing. It all comes, I believe, from trying to define the indefinable. (24 December 1856; in F. Darwin 1887, vol. 2, p.88.)

Darwins Schaubild

Vervielfältigung der Arten mit gemeinsamer Abstammung:



(Darwin, 1859)

Darwins Überlegungen (1)

Probleme beim Finden einer Definition von „species":

- Willkürlich gesetzte Grenzen zwischen Arten und Varietäten
- Morphologische Unterschiede liegen auf einem Kontinuum
- Arten und Varietäten werden durch den gleichen Prozess produziert (natürliche Selektion):
  - Prinzip der Charakterdivergenz (divergente Selektion in verschiedenen Umgebungen)
  - Prinzip des Aussterbens (Löcher im Kontinuum durch das Aussterben von Zwischenformen)
  - "The origin of the existence of groups subordinate to groups, is the same with varieties as with species, namely, closeness of descent with various degrees of modification" (Darwin, 1859[1964], p. 423).

(Ereshefsky, p. 69)

Darwins Überlegungen (2)

Probleme beim Finden einer Definition von „species":

- Sterilität von Hybriden als Abgrenzungskriterium:
  - Oft gibt es fruchtbare Hybriden zwischen anerkannten Arten (keine strikte Kreuzungsbarriere, Möglichkeit zum Genaustausch zwischen Arten)
  - Sterile Hybriden zwischen Varietäten kommen vor (Grenze, die man sich eigentlich zwischen Arten vorstellen würde)

"The origin of the existence of groups subordinate to groups, is the same with varieties as with species, namely, closeness of descent with various degrees of modification" (Darwin, 1859[1964], p. 423).

(Ereshefsky, p. 67)

- Was unterscheidet Arten von anderen taxonom. Kategorien?

Darwins Überlegungen (3)

Der Unterschied zwischen Varietäten und Arten ist der Grad der morphologischen Differenz, den wir für wichtig halten:

Finally, then, varieties have the same general characters as species, for they cannot be distinguished from species – except, firstly, by the discovery of intermediate forms, and the occurrence of such links cannot affect the actual characters of the forms which they connect; and except, secondly, by a certain amount of difference, for the two forms, if differing very little, are generally ranked as varieties, notwithstanding the intermediate linking forms have not been discovered; but the amount of difference considered necessary to give to two forms the rank of species is quite indefinite. (1859[1964], pp. 58–59)

(Ereshefsky, p. 69)

Darwins Lösung

Die Kategorie „species" ist nicht real, einzelne Arten sind real:

> Chapter 13, confirms this. Darwin writes that "[f]rom the first dawn of life, all organic beings are found to resemble each other in descending degrees, so that they can be classed in groups under groups. This classification is evidently not arbitrary like the grouping of the stars in constellations" (Darwin, 1859[1964], p. 411).

(Ereshefsky, p. 70)

> species problem. That answer has three parts. First, there is no species category in nature. Second, although we have reason to doubt the existence of the species category, we should not be sceptical of those taxa called "species" by competent naturalists. Third, scepticism over the existence of the species category does not imply that we should banish the word "species" from biology.

(Ereshefsky, p. 67)

Pluralismus

> firmed by contemporary biology. The class of taxa we call "species" is heterogeneous: it consists of various types of lineages bound by different processes that display different structures. One might argue that we should simply narrow the use of "species" to just one type of lineage. But interbreeding, phylogenetic and ecological lineages are each important in the course of evolution. Therefore, no one of those approaches has a greater claim on being the correct approach to species. The heterogeneity of the class of taxa we call "species" undermines its predictive and explanatory power.

(Ereshefsky, p. 77)

Pluralismus als Lösungsansatz

Es gibt >1 Artbegriffe:

- Pluralismus$_1$: verschiedene Begriffe für verschiedene Forschungskontexte („evo-", „phylo-", „ecospecies")
- Die gleichen Organismen können in mehreren Weisen in Arten gruppiert werden
- Arten sind von unseren forschungsinteressen abhängig
- Pluralismus$_2$: verschiedene Begriffe für verschiedene Gruppen (z. B. 1 Begriff für Säugetiere, 1 für Vögel, 1 für Algen, 1 für Bakterien usw.)
- Arten sind natürliche Gruppen
- Jeder Organismus gehört zu einer einzigen Art
- In beiden Fällen sind die verschiedenen Artbegriffe immer noch Unterbegriffe des Hauptbegriffs ‚species' & das Problem besteht nach wie vor!

14. Vorlesung (2. Feb. 2016)

Text: Cleland & Zerella,
What Is Life?

Die Frage „Was ist Leben?“ (1)

Es ist fraglich, wie wichtig diese Frage überhaupt ist:

- Brauchen die Lebenswissenschaften einen Begriff des Lebens um als Wissenschaften funktionieren zu können? (‚Leben‘ als wissenschaftliche, nicht als lebensweltliche Kategorie)
- Ist die Frage überhaupt pauschal zu beantworten, oder ist ‚Leben‘ nur eine vage Andeutung einer sehr heterogenen Gruppe von Phänomenen?
- Verbreitete skeptische Haltung ggü. Definitionen:

> emerged. In this article, I argue that this is no accident. I propose a dilemma showing that the project of defining life is either impossible or pointless. The notion of life at stake in this project is either the folk concept of life or a scientific concept. In the former case, empirical evidence shows that life *cannot* be defined. In the latter case, I argue that, although defining life may be possible, it is *pointless*. I conclude that scientists, philosophers, and ethicists should discard the project of defining life.

(Machery, 2012: 145)

Die Frage „Was ist Leben?“ (2)

Ein Problem für eine wissenschaftliche Definition:

- Verschiedene Arbeitsbereiche haben unterschiedliche Anforderungen (Fokus auf verschiedene Aspekte der Phänomenkategorie „Leben“)
- Bereichsspezifische Definitionen überlappen nicht notwendigerweise

> they have to decide whether the notion of life at stake is the folk concept of life or a scientific concept. In the first case, there is little hope of finding a definition of life since, like most folk concepts, the folk concept of life is not a definition, and it is unlikely to yield a set of intuitive judgments about what is alive that can be captured by a definition non-arbitrarily. In the second case, life can perhaps be defined. However, because the study of life spreads over several disciplines, life definitionists are likely to end up with several, intensionally and extensionally different definitions of life without having any means to choose between them. Defining life is then likely to be pointless.

(Machery, 2012: 161)

Die Frage „Was ist Leben?“ (3)

> There are two main arguments used by those who consider that the question “What is life?” has no place in science. The first is philosophical: the category “living being” is not a “natural kind”. The demarcation between life and non-life is the product of human history, not of evolutionary history. Such a position has been supported by Norman Pirie (Pirie

(Morange, 2010: 180)

> The second reason for excluding the question of life from biology has been precisely expressed by François Jacob (Jacob 1982). Scientific knowledge—in contrast with other forms of knowledge, such as philosophy—has always progressed by focusing on questions of limited scope, and renouncing big issues. To speak plainly, the question of life is a waste of time for working scientists. There is a confusion in this statement between two different kinds

(Morange, 2010: 180)

- „Natural kinds“: Arten von Dingen, die ihrer Natur nach zusammengehören
- Bsp.: chemische Elemente (# Protonen im Kern)
- Gibt es einen Grund zur Annahme, dass die Entitäten, die wir als „Leben“ einstufen, in dieser Weise zusammengehören?

Die Frage „Was ist Leben?“ (4)

Die Frage braucht aus praktischen Gründen eine Antwort, z. B. im Rahmen der Suche nach noch nicht bekannten Lebensformen (außerirdischem Leben & Leben in extremen Umständen)

> what life is. For without some understanding of their subject matter, scientists will have a difficult time identifying their goals and planning their research strategies.
>
> An answer to “what is life?” is important because it can have practical implications for ongoing biological research. Investigation of life itself, which includes research into the origins and extent of life in the universe and the possibilities of creating life in a laboratory,[1] must start with at least a tentative understanding of

(Cleland & Zerella, pp. 31-32)

> in Sect. 2, we explained that the answer to “what is life?” should not take the form of a definition. Science must allow for revision of our understanding of natural phenomena in light of new empirical discoveries, and the rigidity of definitions tends to discourage this. If scientists interested in the origins of life, astrobiology,

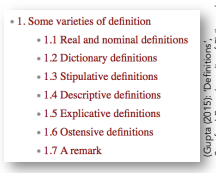
(Cleland & Zerella, pp. 45)

Definitionen

> life. As we explain, relying on a definition can do more harm than good because definitions of life fully determine what counts as a living thing before scientists have gathered enough information to warrant such a generalization. Section 3 builds on

(Cleland & Zerella, pp. 31-32)

- Stipulative Definitionen: legen fest, was mit einem Wort gemeint sein soll
- Beschreibende Definitionen: erläutern was im Sprachgebrauch mit einem Wort gemeint ist
- Z. B.: Ein Junggeselle ist ein unverheirateter Mann
- Operationale Definitionen: legen fest, wie bestimmt werden kann, ob ein Objekt unter einen Begriff fällt
- In der Philosophie meistens: Suche nach hinreichenden notwendigen Bedingungen (nach dem „Wesen“ der Dinge)



(Gupta (2015): "Definitions", *Stanford Encyclopedia of Philosophy*)

Operationale Definition

Arbeitsdefinition der NASA:

However, some initial agreement is possible. Living things tend to be complex and highly organized. They have the ability to take in energy from the environment and transform it for growth and reproduction. Organisms tend toward homeostasis: an equilibrium of parameters that define their internal environment. Living creatures respond, and their stimulation fosters a reaction-like motion, recoil, and in advanced forms, learning. Life is reproductive, as some kind of copying is needed for evolution to take hold through a population's mutation and natural selection. To grow and develop, living creatures need foremost to be consumers, since growth includes changing biomass, creating new individuals, and the shedding of waste.

To qualify as a living thing, a creature must meet some variation for all these criteria. For example, a crystal can grow, reach equilibrium, and even move in response to stimuli, but lacks what commonly would be thought of as a biological nervous system.

A crystal can grow, reach equilibrium, and even move in response to stimuli, but lacks what commonly would be thought of as a biological nervous system. *Image Credit: National Ignition Facility Programs*

(http://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/life's_working_definition.html)

- Kein eindeutiges Kriterium, sondern ein Satz von Kriterien, deren Erfüllung es plausibel macht, etwas als lebendig einzustufen
- Indizien um Leben zu erkennen statt einer erklärenden oder einer festlegenden Definition

Philosophische Begriffsklärung (1)

- A priori Suche nach notwendigen & hinreichenden Bedingungen für ein Wesen/System/Objekt/... um als lebendig eingestuft zu werden (Begriffsanalyse)
- Empirische Suche nach Eigenschaften, die alle und nur Lebewesen mit einander gemeinsam haben bzw. die die meisten Lebewesen mit einander gemeinsam haben und die bei nicht-Lebewesen kaum vorkommen
- Probleme u. a.:
  - Große Diversität lebender Systeme auf Erden – Tiere, Pflanzen, Bakterien, Kolonien/Superorganismen, ...
  - Wir haben nur einen einzigen Fall zur Verfügung – wie könnte außerirdisches Leben aussehen?
  - Irdisches Leben ist durch kontingente Ereignisse bestimmt, deren Ergebnisse im Stammbaum weitergegeben wurden

Philosophische Begriffsklärung (2)

Eigenschaften von lebendigen Systemen / Lebewesen:

- Metabolismus
- Reproduktion
- Evolution (d. h. Teil eines evolvierenden Systems zu sein)
- Wachstum
- Materielle Basis (Kohlenstoffchemie)
- Zelluläre Struktur
- DNA als Entwicklungs- & Vererbungsbasis
- ...

Problem:

- Alle Eigenschaften haben Ausnahmen
- Keine Eigenschaft ist einzigartig für Lebende Systeme
- Keine einzigartige Kombination

Gegen eine Definition von „Leben" (1)

In order to conduct research into a particular subject, scientists must have some idea what it is they are studying. Thus, while investigating life's origins or searching for life elsewhere in the solar system, or trying to create life in the laboratory, it may be tempting to start with a "definition" of life, if only a tentative one. However, if one uses such a definition to guide attempts to "create" life in the laboratory or search for life on other worlds, one is likely to produce or find only what one is looking for, and if our current scientific account of life is unreliable, then even a tentative definition is likely to seriously mislead us.

(Cleland & Zerella, p. 37)

they don't fit a popular biochemical definition? Surely this would be a mistake! The point is that even when restricted to known life any proposed definition has a very real chance of incorrectly excluding unknown varieties of familiar life merely because they have evolved surprising new features. Nevertheless, we do know quite

(Cleland & Zerella, p. 40)

Z. B.: Viren haben keine Zellstruktur & metabolisieren nicht Selbständig, evolvieren & reproduzieren aber

Gegen eine Definition von „Leben" (2)

Even if we are convinced that the specific biomolecules composing familiar life are not necessary for all life, we might still believe that all life must have certain *functional* characteristics in common. For example, perhaps all life must have the capacity to self-organize, to maintain that self-organization for an extended period of time against internal and external perturbations, and to reproduce and transmit heritable changes to progeny. Unfortunately, this does not really avoid the problem because for all we know these pervasive functional characteristics of contemporary Earth life represent unreliable symptoms of more fundamental but as yet unknown properties of life. This sort of thing has happened before in science. Some natural

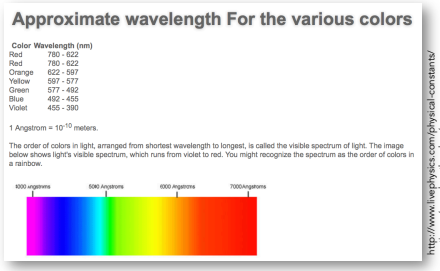
(Cleland & Zerella, p. 39)

et al., this volume). Put succinctly, in order to formulate a truly general theory of living systems we need unfamiliar forms of life, and yet in the absence of such a theory it is unlikely that we will recognize unfamiliar forms of life as living things, even if we happen to encounter them. It may be tempting at this point to think that

(Cleland & Zerella, p. 41)

Die Definition einer Farbe

Abgrenzung von Farben im sichtbaren Spektrum:



http://www.hyperphysics.com/physical-constants/optics-pcr/wavelength-colors/

- Definition mit scharfen Grenzen (orange = 597-622 nm)
- Definition durch Konsens innerhalb einer bestimmten Praxis
- Definition durch Exemplare – sehr klare Beispiele

Was ist Leben?

Alternative: Formulierung von vorläufigen Kriterien, die

- die Suche nach Anomalien antreiben können
- fortlaufend angepasst werden können

> we argued that instead of starting with a definition of life, the search for new forms of life is best served by using tentative criteria to identify anomalies, which are phenomena that are not readily explained by known non-biological processes and yet not clearly biological either. An anomaly could turn out to be an indicator of an unanticipated form of life that does not match any of our "definitions" of life. Such phenomena are likely to be overlooked in a definition-based search for life. Perhaps someday scientists will find enough independent examples of life to

(Cleland & Zerella, p. 45-46)

- Eine Art operationaler Definition
- Nicht primär für die Erkennung des Phänomens gedacht (NASA)
- Für die Erkennung von Anomalien, d. h. für das gezielte Vorantreiben der Forschung gedacht