

LOGOS

Freie Zeitschrift für wissenschaftliche Philosophie

<http://fzwp.de>, ISSN 1869-3423

Zellen in der Logik der Lebens*

Niko Strobach**

Zusammenfassung

In diesem Aufsatz wird im Rahmen des Projekts einer Logik des Lebens die Ebene der Zellen und die Beziehung zwischen Lebewesen und Zellen behandelt. Es werden die Beziehungen „ist Zell-Vorfahre von“, „ist Zelle von“ und „ist Zelle desselben Lebewesens wie“ untersucht. Postulate für Lebewesen werden umgedeutet und auf die Zellebene übertragen. Es werden Möglichkeiten diskutiert, die Vorfahren-Relation für Lebewesen auf der Grundlage der Vorfahren-Relation für Zellen zu definieren. Eine besondere Rolle spielen dabei Einzellflaschenhälse („one-cell bottlenecks“ / „single-cell bottlenecks“).

*Dieser Text ist aus einem Vortrag hervorgegangen, den ich am 25.3.2010 während des Workshops OntoCell im ZLWWG Rostock gehalten habe. Einige Ergänzungen gehen auf einen Vortrag zurück, den ich am 15.7.2010 an der WWU Münster gehalten habe. Ich danke allen Teilnehmern an den Diskussionen, besonders Marianne Schark, Ludger Jansen, Martin Lemke, Stefan Schulz, Tobias Breidenmoser, Corina Strößner, Johanna Seibt, Bertram Kienzle und Peter Rohs. Alle Fehler sind meine. Eingereicht am 12.4.2010, Erscheinungsdatum 31.12.2010. Alle Rechte liegen beim Autor.

**Prof. Dr. Niko Strobach, Universität des Saarlandes, Philosophisches Institut, Postfach 151150, D-66041 Saarbrücken, Epost: niko.strobach@mx.ABC.de (ersetze ‘ABC’ durch ‘uni-saarland’)

Abstract

This article focusses on cells within the framework of the project of a logic of life. The relations ‘is a cell-ancestor of’, ‘is a cell of’ and ‘is a cell of the same living being as’ are studied. Postulates for living beings are reinterpreted and transferred to the cell level. Options for defining the ancestor relation for living beings via the ancestor relation for cells are discussed. In this context, ‘one-cell bottlenecks’ (‘single-cell bottlenecks’) are particularly important.

[...] Ihr seid die Brücke, überm Abgrund ausgespannt,
Auf der die Toten wiederum ins Leben gehen. [...]

(Hugo von Hofmannsthal¹)

1 Einleitung

Dieser Aufsatz verfolgt das Ziel, der Logik des Lebens, in der bisher² die Beziehung zwischen Lebewesen und Spezies untersucht wurde, eine Ebene der Zellen hinzuzufügen und die Beziehung der Zellen eines Lebewesens zu diesem Lebewesen selbst zu untersuchen. Während im Mittelpunkt der bisherigen Untersuchung die Abstammung von Lebewesen und die diachrone Exemplaremenge einer Spezies stand, so geht es nun vor allem um die Abstammung von Zellen und die diachrone Zellmenge eines Lebewesens. Dabei wird nach einer vorbereitenden Beschreibung des Projekts (§ 1) und des bisher Erreichten (§ 2) dreierlei durchgeführt:

1. Es werden Analoga zu den Beziehungen „ist (Lebewesen-) Vorfahre von“, „ist Exemplar von“ und „ist artgleich mit“ aufgesucht: „ist Zell-Vorfahre von“, „ist Zelle von“ und „ist Zelle desselben Lebewesens wie“ (§§ 3–4).

¹Hugo von Hofmannsthal / Richard Strauss, *Frau ohne Schatten*, Lied der Wächter am Ende des 1. Akts.

²Vgl. Strobach (2010).

2. Es wird die Möglichkeit der Umdeutung und Übertragung der Postulate für Lebewesen auf ihre Analoga auf der Ebene der Zellen untersucht und weitestgehend bejaht (§§ 4–6). § 5 geht besonders auf die Relation „ist Zell-Vorfahre-von“ ein, § 6 besonders auf die Relation „ist Zelle desselben Lebewesens wie“.
3. Es werden Möglichkeiten diskutiert, die Vorfahren-Relation für Lebewesen auf der Grundlage der Vorfahren-Relation für Zellen zu definieren (§§ 7–9). Eine besondere Rolle spielen dabei Einzellflaschenhälse („one-cell bottlenecks“ / „single-cell bottlenecks“). Es stellt sich heraus, dass die Definierbarkeit dann gegeben ist, wenn man bestimmte, zum Teil recht radikale, konzeptuelle Entscheidungen trifft.

Ausgangspunkt für die hier beschriebene Logik des Lebens war die Intuition, dass die einzelnen Exemplare einer biologischen Art durch Abstammung ununterbrochen zusammenhängen.³ Bäume der gleichen formalen Struktur wie die, welche in der Theoretischen Philosophie seit Ende der 60er Jahre zur Modellierung der indeterministischen Zukunft verwendet werden,⁴ spielen in der Evolutionsbiologie und insbesondere in der cladistischen Bioinformatik,⁵ anders interpretiert, eine große praktische Rolle. Noch ist vieles ungeklärt: Wir wissen nicht genau, was eine Spezies ist. Ich bin noch immer agnostisch, ob es überhaupt Spezies gibt. Und die diachrone Abgrenzung von Spezies bereitet nach wie vor größte

³Bertram Kienzles Ereignisontologie gibt dieser Intuition unter dem Namen „Strobach’sche Vermutung“ eine sehr abstrakte Fassung, auf die ich nie gekommen wäre – geschweige denn auf ihren Beweis! vgl. Kienzle (2007), 273–279.

⁴Prior (1967), Harada (1994), Kienzle (2007). Für Erweiterungen auf die Raumzeit vgl. Müller (2002), Strobach (2007).

⁵Vgl. für Nichtspezialisten Richard Dawkins, *The Ancestor’s Tale*, sowie von Haeseler / Liebers (2003), insbesondere das Kapitel „Eine kleine Baumschule“, 25–31.

Schwierigkeiten. Immerhin: Was die Abstammung einer Spezies von einer anderen genau ist, ließe sich klären.⁶

Führen wir uns die Geschichte des Lebens als eine lange, niemals unterbrochene Geschichte von häufigen Zellteilungen und weniger häufigen Zellfusionen vor Augen! Stellen wir uns die Frage: Gibt es eine Menge von Zellen, die man einem gegebenen Lebewesen mit besonderem Recht als seine charakteristische Zellenmenge zuweisen kann? Wir stellen fest, dass das sehr oft geht. Die Elemente dieser Menge reichen dabei bei vielen Lebewesen bis zu genau einem Einzellflaschenhals zurück und nie über den nächsten Einzellflaschenhals hinaus. Das ist das grobe Bild.

Einzellflaschenhälse sind das, was in der englischsprachigen Philosophie der Biologie „one-cell bottleneck“ oder „single-cell bottleneck“ heißt.⁷ Einzellflaschenhälse sind etwas, wo Gene von Zeit zu Zeit durch müssen.⁸ Aus der egozentrischen Perspektive eines einzelnen Menschen betrachtet erscheinen Einzellflaschenhälse besonders wichtig: Mit großer Wahrscheinlichkeit (zu Ausnahmen gleich) ist der Ursprung eines jeden von uns ein Einzellflaschenhals, nämlich eine befruchtete Eizelle. Einzellflaschenhälse haben eine wichtige modallogische Eigenschaft, die unter dem Stichwort

⁶Strobach (2010). Gerade deshalb bin ich agnostisch im Hinblick auf die Frage, ob es überhaupt Spezies gibt. Denn der erfolgreiche Versuch, die Vorfahren-Relation zwischen Arten mit Hilfe der Vorfahren-Relation zwischen Lebewesen zu definieren, führt zu einem bemerkenswerten Nebenergebnis: Jedes Prinzip über Arten lässt sich in eine (ebenfalls beweisbare) Aussage über die Abstammung und Artgleichheit von Individuen übersetzen – freilich in eine sehr komplizierte. Wir können also Nominalisten in Bezug auf Spezies sein und doch von der Abstammung von Arten sprechen. Die Frage ist: Wollen wir?

⁷Griffiths / Sterelny (1999), 72, 173f.

⁸Warum das etwas erklärt, spielt hier keine Rolle, wie überhaupt Gene i. F. keine Rolle spielen. Sie sind ontologisch allerdings noch längst nicht befriedigend diskutiert. Es ist ja z. B. zur Zeit noch nicht einmal geklärt, ob Gene Types oder Tokens sind. Für eine evolutionstheoretische Erklärung des Nutzens von Einzellflaschenhälsen vgl. Griffiths / Sterelny (1999), 173f.

„necessity of origin“ diskutiert wird, zu der ich hier nichts sage.⁹ Im Folgenden soll es nur um das Wirkliche gehen.

Es soll, von diesem groben Bild geleitet, einer Ontologie des Lebendigen ein weiteres Stockwerk hinzugefügt werden, und zwar die Ebene der Zellen. Ontologie heißt hier auch: staunenswerte Banalitäten ordnen. Die Zellebene ist vorerst das unterste Stockwerk. Die oberen beiden Stockwerke sind die Ebene der einzelnen Lebewesen und die Ebene der biologischen Arten. Einzeller wohnen entweder halbe Treppe oder bei den Lebewesen. Ich möchte versuchen, Strukturen der höheren Ebenen ins Erdgeschoss zu übertragen. Die wichtigsten Analogien, die ich auf ihre Tragfähigkeit hin überprüfen möchte, sind die folgenden:

1. Die einzelne Zelle eines Organismus steht zum Organismus in einer ähnlichen Beziehung wie das einzelne Exemplar zu seiner Art.
2. Wie man einer Spezies eine Exemplarermenge zuweisen kann, so kann man einem Organismus eine Zellmenge zuweisen.
3. Die Abstammung *von Lebewesen* kennen wir vom Bauernhof und aus dem Kreißaal. Man mag sagen: Sie steht im Zentrum des Sprachspiels¹⁰ mit Wörtern wie „Abstammung“, „Vorfahre“, „Nachkomme“. Oder: Sie ist Anlass für den nicht-metaphorischen Gebrauch dieser Wörter. Wie man, von dieser Grundbedeutung ausgehend, von der Abstammung von Arten sprechen kann, so auch von der Abstammung von Zellen.
4. Die Zellen eines Organismus bilden im Normalfall ein Netz, das dem Abstammungsnetz von Lebewesen ähnelt.

⁹Vgl. dazu Kripke (1980), 110–115, 142; Strobach (1998); Kienzle (2007), Kap. 5.

¹⁰Vgl. Wittgenstein, *Philosophische Untersuchungen* § 23, §§ 66–72.

5. Zellmengen von Organismen bilden oft kleine Netze am riesigen, im großen und ganzen baumartigen, Abstammungsnetz aller Zellen. Exemplaremengen von Spezies sind dem entsprechend kleine Netze am riesigen, von ferne betrachtet baumförmigen Abstammungsnetz aller Lebewesen.
6. Ein Einzellflaschenhals ähnelt in gewisser Weise einem Speziationsereignis nach Gould,¹¹ dass einen genetischen Flaschenhals mit recht kleiner Ausgangspopulation voraussetzt, auf den eine Phase ungewöhnlich schneller Änderung des Genotyps folgt. Allerdings ist der Einzellflaschenhals beim einzelnen Lebewesen wirklich ein *Einzell*flaschenhals, während die Ausgangspopulation beim Speziationsereignis oft mindestens zwei Lebewesen groß sein muss (*ein* Fink, der es auf die Galapagosinseln schafft, ist genau ein Fink zu wenig). Gemeinsam ist beiden Arten von Flaschenhälsen als Ergebnis eine genetische Reduktion.
7. Die intraorganismische Zellabstammung ist von der interorganismischen Zellabstammung auf ähnliche Weise zu unterscheiden wie die intraspezielle Abstammung von Lebewesen von der interspezieller Abstammung von Lebewesen.
8. Die Relation „gehört zur Zellmenge desselben Organismus“ auf der Ebene der Zellen ist der Relation „ist artgleich mit“ auf der Ebene der Lebewesen ziemlich ähnlich.

Trifft das alles zu, so ist es möglich, mit wenigen Grundbegriffen wiederkehrende Strukturen auf verschiedenen Ebenen des Lebendigen zu beschreiben, die als Mikro- und Makrokosmen zusammenhängen: Organismen sind Makrokosmen für Zellen und Mikrokosmen für Spezies. Ich möchte, ohne auf jede These im Einzelnen einzugehen, formal darstellen, dass ziemlich viel davon

¹¹Vgl. z. B. Eldredge / Gould (1972).

zutritt. Das Ganze ist auch eine Art Etude in begrifflicher Souveränität.¹² Die hier behandelten Vorfahren-Relationen auf allen Ebenen sind konkreter als die recht abstrakt gehaltenen Relationen der Formalen Ontologie im Rahmen der Obo Foundry. Auf der Zellebene besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit bestimmten Konkretisierungen der Relation *derives from*.¹³

Die Abstammung von Arten ließe sich über die Abstammung ihrer Exemplare voneinander definieren.¹⁴ Eine besonders wichtige Frage ist deshalb:

Lässt sich die (zunächst primitiv genommene) Abstammung von Lebewesen (nachträglich) über die Abstammung ihrer Zellen voneinander definieren?

Die Antwort ist: Man kann es, *wenn* man an anderen Stellen extreme konzeptuelle Entscheidungen trifft. Wenn man sich nicht zu ihnen überwinden kann, so bleibt wenigstens ein interessantes Brückenprinzip zwischen Zellabstammung und Abstammung von Lebewesen und eine Einordnung *unserer* Weise der Abstammung in ein größeres Feld von Möglichkeiten biologischer Abstammung.

Das ganze Projekt ist eine Mehrebenenontologie und dezidiert nichtreduktionistisch.¹⁵ Der Slogan könnte heißen: Wo vermeintlich Reduktion war, soll Interrelation werden! Weder *ist* eine Spezies eine Exemplarermenge noch *ist* ein Lebewesen eine Zellmenge. Mengen sind abstrakte Objekte. Außerdem ist eine Exemplar-

¹² vgl. Quine (1960), 5: „[T]he extent of man’s conceptual sovereignty [is] the domain within which he can revise theory while saving the data.“

¹³Vgl. <http://www.obofoundry.org/>; Smith et al. (2005); speziell zu *derives from*: Brochhausen (2006).

¹⁴Vgl. Strobach (2010).

¹⁵Arbeitet man die Beziehung zwischen Lebewesen und ihren Zellen weiter aus, so könnte z. B. die Konstitutionsrelation eine große Rolle spielen, wie sie in Jansen (2010) eingehend für den Bereich der Sozialontologie untersucht wird, und die Ludger Jansen in seinem Vortrag „Prozessbeteiligte“ während OntoCell detailliert im Hinblick auf Lebewesen, Zellen und Körpermaterie diskutiert hat.

menge wie eine Zellmenge als diachron umfassend konzipiert; ein Lebewesen (und vielleicht auch eine Spezies) könnte dagegen ein Endurant sein.¹⁶ Schließlich sind Spezies und Lebewesen modal flexibel,¹⁷ haben aber weder in jeder möglichen Welt dieselben Exemplare noch in jeder möglichen Welt dieselben Zellen.

2 Was bisher geschah

Da es gilt, etwas aus den oberen Stockwerken ins Erdgeschoss übertragen, ist hier zunächst das Wichtigste daraus zu referieren. Alle dafür relevanten Formeln stehen im Anhang 2. Ausgangspunkt ist eine Relation A_{LB} , zu lesen als „ist Vorfahr(e) von“ für Lebewesen. Diese Relation wurde zunächst als primitiv angenommen. In diesem Artikel soll gegen Ende versucht werden, sie als definierte Relation einzuführen. Dafür ist natürlich zu zeigen, dass diejenigen ihrer Eigenschaften, die dann aus ihrer Definition folgen, dem, was über sie postuliert wurde, als sie als primitiv angenommen wurde, nicht widersprechen. A_{LB} wird als asymmetrisch (und also irreflexiv) und transitiv postuliert. Gleiches folgt für ihre Konverse „ist Nachkomme von“ (D_{LB}) („LB“ steht für „living being“, „A“ für „ancestor“, „D“ für „descendant“).

Es geht nicht unbedingt um *direkte* (soll heißen: unmittelbare) Vorfahren, die „direkten“ Relationen sind aber leicht zu definieren (DA_{LB} , DD_{LB}). Die Relation A_{LB} ist, im Sinne der Terminologie von Kienzle (2007), nicht verzweigungsfrei, weil viele Lebewesen *viele* direkte Nachkommen haben. Sie ist nicht verschmelzungsfrei, weil viele Lebewesen zwei direkte Vorfahren haben. Zum Beispiel haben die allermeisten Menschen zwei direkte Vorfahren.¹⁸ Sie ist

¹⁶Vgl. zum Begriff „Endurant“ z. B. Runggaldier / Kanzian (1998), 155–159.

¹⁷Zur modalen Flexibilität vgl. Meixner (2004), 55, 58.

¹⁸Eine berühmte Ausnahme ist (in der Zukunft zu erwartendes Klonen beiseite) Antigone, weil ihre Mutter auch ihre Großmutter ist. Es ist natürlich unbestritten, dass Iokaste einen Teil ihrer Gene ohne Zwischenschritt an

diskret: Zwischen einem Vor- und einem Nachfahren kommt nicht immer noch einer. Die Diskretheit ist *ein* Aspekt der Endlichkeit des Netzes allen Lebens. Andere Aspekte der Endlichkeit sind, dass das Netz nicht unendlich viele Generationen zurückreicht; dass (schon allein mangels ausreichend vieler Atome) kein Lebewesen unendlich viele Nachkommen hat; und dass die Geschichte des Lebens erst bis heute vor sich gegangen ist und noch nicht weiter. Alle Modelle, um die es i. F. geht, reichen höchstens bis heute und haben nur insofern indirekt eine temporale Ordnung, als sie eine kausale Ordnung haben (A_{LB-1}) bis (A_{LB-6}).

Ich halte es für plausibel, A_{LB} als verinselungsfrei anzunehmen (A_{LB-7}), was der Behauptung gleichkommt: Es gibt ein einziges riesiges Abstammungsnetz allen Lebens. Dann müsste für zwei beliebige verschiedene Lebewesen, a und b, gelten: a stammt von b ab, oder b von a, oder sie sind gemeinsame Nachkommen eines Lebewesens oder aber gemeinsame Vorfahren eines Lebewesens.¹⁹

Die Verinselungsfreiheit von A_{LB} ($=A_{LB-7}$) ist freilich alles andere als eine Selbstverständlichkeit. Wir könnten uns für das Postulat als zwar gut bestätigte, aber riskante empirische These entscheiden. Wenn bei uns eines Tages Außerirdische landen, die

Antigone weitergegeben hat. Doch im Sinne der Definition ist sie nicht direkte Vorfahrin von Antigone, weil es Ödipus zwischen ihr und Antigone gibt. Die Definition gibt uns einen klaren, einfach zu handhabenden und nützlichen Begriff. Auch wenn sie in der Anwendung als „ist direkter Vorfahre von“ gelesen werden kann, geht es bei ihr nicht darum, jede mögliche Nuance eines denkbaren natürlich-sprachlichen Verständnisses der (mehr oder weniger) natürlich-sprachlichen Wendung „direkter Vorfahre“ wiederzugeben. Das ist typisch für wissenschaftliche Begriffsbildung.

¹⁹Bertram Kienzle hat mich darauf hingewiesen, dass David Hume dies wohl interessanterweise „causation“ genannt hätte: „Cousins in the fourth degree are connected by *causation*, if I may be allowed to use that term, but not so closely as brothers, much less as child and parent. In general we observe, that all the relations of blood depend upon cause and effect [...]“ (Treatise I 4, ed. Nidditch: 11; ed. Mossner: 59). Natürlich kann sich Hume, vor Darwin schreibend, noch nicht auf ein Abstammungsnetz aller Lebewesen festlegen.

sich ähnlich wie wir bewegen, mit uns kommunizieren, aber evolutionshistorisch mit uns nicht verwandt sind, dann haben wir eben Pech gehabt und lassen das Postulat fallen. Doch ich glaube eher, dass wir vor einer sprachphilosophischen Entscheidung stehen: Wie wollen wir das Wort „Leben“ verstehen? Für das Postulat des Zusammenhangs allen Lebens spricht: Die Geschichte des Lebens, wie wir es kennen, lässt sich heute recht natürlich im Rückgang zu einem gemeinsamen Ursprung erzählen. Welch ein Triumph der Wissenschaft und was für ein schönes Weltbild: Das, was schon immer irgendwie ähnlich wirkte, ist (1) tatsächlich etwas mit den immer gleichen Grundzutaten – organische Moleküle, Zellstruktur, DNA-Tradition – (2) nicht etwa deshalb ähnlich, weil es zufällig über die gleichen Grundzutaten verfügt, sondern vielmehr insofern ähnlich, als es die gleichen Zutaten hat, weil es historisch zusammenhängt. Doch das Zusammenhangs-Postulat hätte, so verstanden, auch seinen Preis: Die gerade imaginierten Außerirdischen dürften nicht als Lebewesen zählen, wie „lebendig“ sie auch wirken möchten;²⁰ irgendwelches „artificial life“, „non-carbon based life“, „game of life“ auf Festplatten oder Computerbildschirmen, das die strukturellen Eigenschaften von Formerhaltung, Fortpflanzung etc. aufweist, erst recht nicht; und ist das, was die „synthetic biology“ im Begriff ist herzustellen, nicht mehr Rekombination von entstandenem Leben, sondern von Grund auf neu oder nur noch aus Biomaterial gemacht, so ist übrigens fraglich, ob es sich dabei um Lebewesen oder auch nur um Lebendiges handelt. Es wäre ein gründliches Mißverständnis, nach einer Merkmalsliste mit Kriterien des Lebens darauf zu suchen und zu meinen, wenn man genug davon ankreuzen muss, habe man etwas Lebendiges vor sich. Lebendiges wäre vielmehr, was so ist wie wir, weil es mit uns verwandt ist.

Ob wir das Postulat plausibel finden, hat dann nämlich etwas

²⁰Ich danke Ludger Jansen für fortgesetzten Widerstand in diesem Punkt.

damit zu tun, ob wir der Sprachphilosophie folgen wollen, die Saul Kripke in seinen berühmten Vorlesungen zum Thema *Naming and Necessity* 1971 formuliert hat. Demnach sind Namen keine Abkürzungen von Eigenschaftslisten. Vielmehr erhalten Namen ihre Bedeutung durch Draufzeigen auf dieses Ding („this thing“). Indem wir auf ein Ding zeigen, zeigen wir auf seinen Ursprung: Hätte es nicht diesen Ursprung, wäre es nicht dieses Ding. Ähnlich, meint Kripke, ist es mit allen „natural kind terms“. Die Idee, ausgerechnet Bezeichnungen für biologische Arten seien gut funktionierende „natural kind terms“ ist erst recht auf Skepsis getroffen. Dennoch scheint es mir attraktiv, das Postulat des Zusammenhangs allen Lebens mit Kripke zu motivieren. Wenn irgendetwas ein „natural kind term“ ist, dann „Leben“. Er wird ostensiv definiert und verweist auf den Ursprung dessen zurück, worauf man zeigt, nicht aber darüber hinaus oder daneben. Das Leben muss aus sprachlichen Gründen das Leben sein wie wir es kennen. Bestünden die Außerirdischen zufällig aus Zellen und DNA, wären sie immer noch draußen. Und das Ergebnis eines nur etwas anderen Köcheln der Ursuppe wäre aus sprachlichen Gründen kein Leben.²¹

²¹Die genaue Ausarbeitung dieser Überlegung gehört nicht zum Thema dieses Artikels. Man kann z. B. einwenden, dass ein „natural kind“ keinen historischen Zusammenhang aufweisen muss und diese, vom Prinzip der „necessity of origin“ von Einzeldingen (auch einzelnen Lebewesen) inspirierte, Idee eine logisch von der Theorie der „natural kind terms“ unabhängige Zusatzforderung ist. So ist in der Tat genauer dafür zu argumentieren, warum beide Dimensionen des Ostensiven nach Kripke gerade beim Leben zusammenfallen sollten, anders als etwa beim Wasser, das sich hier und da sammelt. Wenn das ein nichtzirkuläres Argument für (ALB-7) ergeben soll, so ist dafür eingehender zu argumentieren, als es an dieser Stelle möglich ist: Das Prinzip bezöge seine Plausibilität ggf. aus dem Gedanken, dass man im Hinblick auf das Leben in einer strukturell ähnlichen Taufsituation ist wie im Hinblick auf ein einzelnes Lebewesen. Evtl. muss man die Besonderheiten einer Selbsttaufe berücksichtigen, denn bei der Definition von „Leben“ zeigen wir immer (auch) auf uns. Zweifellos dürfen die Ausdrücke „Leben wie unseres“ und „Leben,

Es wird sich zeigen, dass die Verinselungsfreiheit einer definierten Vorfahrenrelation nicht aus der Definition beweisbar ist, selbst wenn die basalere Vorfahrenrelation im Definiens als verinselungsfrei angenommen wird. Das Postulat der Verinselungsfreiheit von A_{LB} gehört also nicht zum harten Kern dessen, was es heißt, eine Vorfahrenrelation zu sein, sondern ist metaphysischer Luxus. Ich plädiere aus den angeführten Gründen dafür, dass man sich diesen Luxus gönnen sollte.

Es erschiene mir jedoch eine unplausibel starke Behauptung, anzunehmen, dieses Netz allen Lebens habe eine einzige Urzelle als Ursprung. Es ist zu bemerken, dass dies über $(A_{LB}-7)$ hinausgeht. Diese Behauptung ließe sich zwar leicht formulieren ($\exists!x \forall y (y \neq x \wedge LBx \wedge LBy \supset xA_{LB}y)$).²² Aber sie schließt aus, dass die Ursuppe in mehreren Töpfen geköchelt hat. Wenn sie das hat, dann erfüllte freilich, was sie hier und da hervorbrachte, zunächst $(A_{LB}-7)$ noch nicht, im Rückblick jedoch schon. Ich finde das akzeptabel. Wer nicht, dem sei die Annahme einer Urzelle empfohlen, denn für unendlich viele Generationen von Lebewesen war nicht genug Zeit, so dass die Existenz von Lebewesen irgendwann (und sei es an einer im Rückblick mit einiger Willkür gezogenen Grenze!) beginnen musste.

Die primitive Relation „artgleich mit“ (CS_{LB} für „conspecific“) zwischen Lebewesen ist nicht reflexiv. Sonst gäbe es keine artlosen Lebewesen, es gibt aber welche, z. B. Maultiere. Sie ist symmetrisch. Es ist nicht völlig klar, ob sie transitiv ist; falls ja,

das entstanden ist wie unseres“ nicht einfach gleichgesetzt werden, sondern es braucht Argumente für ihre Extensionsgleichheit. Ich danke Peter Rohs für den Einwand.

²²Sie ist übrigens formal gesehen strukturgleich zur Behauptung ist, es gebe genau einen Urknall oder genau ein erstes Bewegendes im Universum. Interpretiert man A_{LB} zur allgemeinen Kausalrelation um und nimmt als Redebereich der Theorie z. B. alle Ereignisse an, so kann man über derlei einigen Aufschluss erhalten.

schließt das aus, dass ein Lebewesen mehreren Arten angehört, falls nicht, ist das möglich. Eine Exemplarmenge einer Spezies ist eine nichtleere maximale Menge artgleicher Lebewesen. Die Exemplare einer Spezies bilden ein *lückenloses* Abstammungsnetz (was relativ schwierig zu postulieren ist, aber in (LL-S) zum Ausdruck kommt). Eine Spezies S ist gerade dann Vorfahre einer Spezies S' (A_S), wenn alle S'-Exemplare S-Vorfahren haben, aber kein S-Exemplar einen S'-Vorfahren hat. Die Relation der Artvorfahrenschaft ist nicht notwendig verinselungsfrei: Vielleicht herrschte zu Beginn der Evolution Artlosigkeit vor.

Die Exemplar Mengen zweier verschiedener Spezies unterscheiden sich in wenigstens einem Exemplar; falls „artgleich mit“ transitiv ist, sogar grundsätzlich in allen. Leicht lassen sich die Relationen „is a common ancestor of“ (CA_{LB} , CA_S) und „is a common descendant of“ (CD_{LB} , CD_S) für Lebewesen wie für Spezies getrennt, aber analog, definieren.

Auch die Relation E („ist Exemplar von“) ist für die Formulierung vieler Aussagen nützlich. Sie ist beweisbar asymmetrisch (und also irreflexiv). Sie ist zwar formal gesehen transitiv, weil das Antezedens der Transitivitätsformel nie erfüllt ist (b kann nicht sowohl Spezies von a als auch Exemplar von c sein). Sicher zählt aber der Gedanke der Transitivität beim Gedanken an diese Relation, anders als bei einer Vorfahrenrelation, nicht zum harten Kern der Intuitionen.²³

3 Primitiva

Hier sind einige Primitiva, die das Baumaterial für das Zellstockwerk bilden sollen, und Entsprechungen auf den höheren Ebenen haben:

²³Ich danke Johanna Seibt für den Hinweis, dass man das unterscheiden sollte.

$Cx = x$ ist eine Zelle

$xA_Cy = x$ ist Zellvorfahre von y

$xCOy = x$ gehört zur Zellmenge von y („is a cell of“)

$xCOSLB_Cy = x$ gehört zur Zellmenge desselben Lebewesens wie y („is a cell of the same living being as“)

C entspricht LB oder S. A_C entspricht A_{LB} , A_S . CO entspricht E. $COSLB_C$ entspricht CS_{LB} .

4 Erste Postulate

Beginnen wir mit einem Versuch, die Postulate für Spezies und ihre Exemplare auf Lebewesen und ihre Zellen zu übertragen.

Dem Postulat (S-1) („Exemplare sind Lebewesen“) entspricht, dass Elemente einer Zellmenge Zellen sind (C-1.1).

(S-1) $\forall xy(xEy \supset LBy)$
Exemplare sind Lebewesen

(C-1.1) $\forall xy(xCOy \supset Cx)$
Zellen von Lebewesen sind Zellen

Unproblematisch und plausibel ist es auch, zu fordern: „Wovon etwas Zelle ist, das ist Lebewesen“ (C-1.2). Spezies sind keine Zellen (und deshalb, per Kontraposition, Zellen keine Spezies)

(C-2.1):

(C-1.2) $\forall xy(xCOy \supset LBy)$
Wovon Zelle, das Lebewesen

(C-2.1) $\forall x(Sx \supset \sim Cx)$
Spezies sind keine Zellen

Für Spezies galt das folgende Prinzip:

(S-3) $\forall x(Sx \equiv \exists y yEx)$

Spezies-Sein heißt Exemplare haben

Ihm entspricht:

(C-3) $\forall x(LBx \equiv \exists y yCOx)$

Ein Lebewesen sein heißt mindestens eine Zelle haben

Dieses Postulat ist fundamental. Es ist jedoch viel weniger selbstverständlich als (S-3). Denn (S-3) konnten nur fanatische Platonisten je ablehnen, und heute wird wohl niemand mehr etwas dagegen haben. (C-3) dagegen impliziert, dass Viren keine Lebewesen sind. Und das ist nicht so klar. (C-3) impliziert zudem, dass Außerirdische, die fröhlich herumhüpfen und mit uns kommunizieren, keine Lebewesen sind, falls sie keine Zellen, sondern eine anders beschaffene Mikrostruktur haben. (C-3) impliziert, dass Roboter, vielleicht einmal jedem Anschein zum Trotz, keine Lebewesen sind. (C-3) impliziert schließlich, dass kein Wesen „aus der Engel Ordnungen“²⁴ ein Lebewesen ist, selbst wenn diese Taxa nichtleer sein sollten. Nehmen wir all das an! Wir wollen auf dem derzeitigen Stand der Wissenschaft plausible Postulate, die diesen Stand auf der allgemeinsten Ebene ordnen, indem sie deren deduktive Kraft einzuschätzen erlauben. Hier gilt: Wer nicht wagt, der nichts gewinnt. Es ist auch lehrreich, ein Postulat zu wagen, um zu sehen, was einem ohne es zum Folgern fehlt und evtl. nach einem weniger gewagten Ersatz zu suchen. Obwohl keine logische Beziehung zwischen (A_{LB}-7) und (C-3) besteht, fällt das auffällig leicht, wenn einem auch (A_{LB}-7) sympathisch ist. Gibt es Affinitäten in einem Weltbild, die über logische Beziehungen hinausgehen? Das ist wahrscheinlich, und hier ist wohl eine.

Sie ist gut erklärbar: Abgesehen von Viren stammen die gerade genannten Kandidaten für Gegenbeispiele zu (C-3) allesamt nicht aus dem Bereich des „Lebens, wie wir es kennen“ („life as we know it“). (C-3) schlägt die Brücke von den Lebewesen zu den Zellen in

²⁴Vgl. den Beginn der 1. Duineser Elegie von Rainer Maria Rilke.

denkbar harmloser Form, nämlich in Form der Schulweisheit, dass „alles Leben auf Zellen basiert“. Wer diese Schulweisheit halten will und sich offenhalten möchte, Roboter oder Marsmenschen als Lebewesen anzusehen, der kann das tun, indem er sagt: „*Leben* bedeutete im Kontext der Schulweisheit immer *Leben, wie wir es kennen* oder *Leben wie unseres* oder *Leben, das im Laufe der biologischen Evolution entstanden ist* oder *Leben auf Erden*“. Für das Postulat (A_{LB-7}) aber spricht es besonders, wenn das Wort „Leben“ ohnehin immer so gemeint ist. Der Zusatz „wie wir es kennen“ etc. ist dann redundant. Und damit steht (C-3) – außer den Viren, gegen die eine solide Tradition steht, welche sie nicht als lebendig zählt. Meine Motivation, (C-3) zu fordern, speist sich also aus der Motivation, (A_{LB-7}) zu fordern. Es ist aber möglich, (C-3) anzunehmen, ohne (A_{LB-7}) zu akzeptieren. Das kann z. B. jemand tun, der meint, dass zwar alle Lebewesen Zellen haben (also Roboter und ganz anders strukturierte Marsmenschen nicht als Lebewesen akzeptiert), aber meint, dass nicht alle Lebewesen über die Relation A_{LB} miteinander verbunden sind – sei es, dass er meint, einige Phyla seien separat entstanden, sei es, dass er meint, sie seien separat erschaffen worden. Eine mögliche Motivation, (A_{LB-7}) und (C-3) zusammen anzunehmen, ist, den relevanten Begriff des Lebens, für den die Postulate Gültigkeit beanspruchen sollen, von vornherein durch stillschweigende Zusätze wie „das entstanden ist wie unseres“ oder „wie wir es kennen“ zu entschärfen, während man meint zu verstehen, was Leben sein soll, das nicht entstanden ist wie unseres oder wie wir es nicht kennen. Da ich „Leben“ für einen sehr weit gefassten natural kind term halte, verstehe ich, wie gesagt, nicht, was das heißen soll. Da diese Ansicht bisher immer, wenn ich sie vor kompetentem Publikum vorgebracht habe, auf einhellige Ablehnung gestoßen ist, stelle ich klar: Auch wer (A_{LB-7}) und (C-3) mit stillschweigendem Zusatz liest, kann selbstverständlich die hier verfolgte Logik des Lebens anwenden und von ihr profitieren. Aus welcher Motivation und in

welcher Lesart auch immer sollte sie (A_{LB}-7) und (C-3) enthalten.

Das Postulat (LB) („Es gibt Lebewesen“ = „ $\exists x Lx$ “) stellt sicher, dass es auch Zellen gibt.²⁵ Eher formaler Natur sind die Postulate (C-4) und (C-5):

$$(C-4) \quad \forall xy(xCOSLB_Cy \equiv \exists z(xCOz \wedge yCOz))$$

CO – COSLB, entspricht (S-4)

$$(C-5) \quad \forall xy(\forall z(zCOy \supset zCOSLB_Cx) \supset xCOy)$$

Zellmengen sind maximal

(C-5 besagt), dass mit einer Zellmenge die Menge *aller* Zellen eines Lebewesens gemeint sein soll (aller, die es jemals hat). Gibt es auch für Lebewesen ein Extensionalitätsprinzip im Hinblick auf ihre Zellmengen? Sicher:

$$(C-6) \quad \forall xy(LBx \wedge LBy \supset (\forall z(zCOx \equiv zCOy) \supset x = y))$$

Sind genau alle Zellen von LW x auch Zellen von LW y, so ist x mit y identisch.

Damit ist nicht gesagt, dass die Zellmengen zweier verschiedener Lebewesen disjunkt sein müssen. Dagegen sprechen z. B. siamesische Zwillinge, evtl. auch zu Beginn ihres Lebens überhaupt einieiige Zwillinge.

Eine Abweichung der Relation „Zelle von“ von den formalen Eigenschaften der Relation „Exemplar von“ ergibt sich bei der Frage, ob Lebewesen und ihre Zellen strikt auseinander zu halten sind. Ist nichts, was eine Zelle ist, ein Lebewesen und umgekehrt? Eine denkbare Antwort ist: Nein, denn es gibt ja Einzeller. Der Unterschied ist einfach :

(Def. UC („unicellular“))

²⁵Umgekehrt stellt die Existenz von Zellen noch nicht die von Lebewesen sicher, da es lebewesenlose Zellen gibt. Und wer weiß Vielleicht stellen wir uns die sehr frühe Evolution einmal als etwas vor, in der Membrane schon kleine Brutkammern für das Leben bildeten, so dass man von Zellen sprechen möchte, diese aber noch nicht als Lebewesen gelten können?

$$UCx \text{ gdw } LBx \wedge \exists y(yCOx \wedge \forall y(yCOx \supset x = y))$$

(Def. MC („multicellular“))

$$MCx \text{ gdw } LBx \wedge \exists yz(yCOx \wedge zCOx \wedge x \neq y)$$

Alle sind Lebewesen entweder Einzeller oder Vielzeller (C-cons-1). Man mag hinzufügen: Einzig Einzeller haben ihr eigenes Singleton als Zellmenge:

$$(C-7) \forall x(UCx \equiv xCOx)$$

Ich halte das für plausibel und denke, man sollte (C-7) fordern. Allerdings ist (C-7) nicht unkontrovers. Für Befürworter wie Gegner von (C-7) ist es gut, dieses Postulat überhaupt im Rahmen einer formalen Theorie isolieren zu können. (C-7) plausibel zu finden, bedeutet, zu behaupten, dass manches Lebewesen einfach identisch mit der einzigen Zelle seiner Zellmenge ist: Deutet man auf einen Einzeller, so deutet man auf ein- und denselben Gegenstand, egal ob man dabei seine Aufmerksamkeit auf dessen Zellstruktur richtet (und diesen Gegenstand deshalb als eine Zelle ansieht) oder aber auf dessen relativ selbständiges Herumschwimmen, -fliegen oder Festsitzen (und ihn deshalb als ein Lebewesen ansieht). Ich ziehe diese Art der biolontogischen Charakterisierung von Einzellern dem Gedanken vor, dass man es hier mit zwei numerisch verschiedenen Entitäten zu tun hat, einem Lebewesen einerseits und einer Zelle andererseits, wobei die Zelle ausnahmsweise das alleine tut, was Zellen üblicherweise zusammen tun: das Lebewesen konstituieren. Damit soll nicht gesagt sein, dass eine ontologische Theorie, die mit dem Begriff der Konstitution als zentralem Begriff arbeitet, indiskutabel ist. Im Gegenteil! Hier sieht man, dass man das Für und Wider eines einzelnen Postulats wie (C-7) vor dem Hintergrund sehr globaler Ansichten abwägen muss. Denn je weniger „empirisch“ ontologische Begriffe sind, umso mehr müssen sie ihre Stärke durch ihre Systemfähigkeit erweisen, also dadurch, dass sie sich plausibel an vielen Stellen einer ontologisch

durchdachten Weltsicht anwenden lassen. Es ist zweifellos sehr bedenkenswert, wenn jemand sagt: „So wie zwischen den Zellen eines mehrzelligen Lebewesens und diesem Lebewesen die Relation der Konstitution besteht, so besteht auch auch zwischen der einzigen Zelle eines einzelligen Lebewesens und diesem Lebewesen die Relation der Konstitution, nicht aber Identität. Diesen Grenzfall zuzulassen verhindert einen Bruch in der Theorie und eine Konfusion von Ebenen. Man kann den Grenzfall im ontologischen Rückblick motivieren: Da Mehrzeller klarerweise von der Gesamtheit ihrer Zellen verschieden sind, sehen wir, dass das auch schon für Einzeller galt, auch wenn bei ihnen die Gesamtheit nur eine Zelle umfasst. (C-7) kann also keinesfalls zu einem harten Kern von Postulaten zählen, die auf einer Stufe mit (C-1) bis (C-6) zählen.“²⁶ Die Definitionen MC, UC sowie (C-cons-1) sind übrigens davon unberührt. Ob man sich der geschilderten Meinung anschließt, hängt nicht wenig davon ab, ob man auch in anderen Bereichen dem Begriff der Konstitution viel zutraut oder eher nicht; z. B. davon, ob man einen Menschen als einen Körper beschreiben will, der eine von diesem numerisch verschiedene Person konstituiert; ob man ein Stück Papier als etwas ansieht, das einen numerisch von diesem verschiedenen Geld„schein“ konstituiert; ob man eine Menschenmenge als etwas ansieht, das eine numerisch von ihr verschiedene soziale Entität konstituiert u. v. m. Dass der

²⁶Dies hat mir wiederum Ludger Jansen verdeutlicht. Die Anwendung der Konstitutionsrelation auf Lebewesen, die er während *OntoCell 2010* ausgeführt hat, ist mit (C-7) nicht kompatibel. Das Argument aus dem evolutionstheoretischen Rückblick stammt von ihm. Da ich die noch weitgehend unerforschte Figur des ontologischen Rückblicks für wichtig halte, nehme ich dieses Argument sehr ernst. Ein weiteres Beispiel für den ontologischen Rückblick ist in der indeterministischen Zeitlogik der so genannte Hemiaktualismus – sei es in der Variante von Kimio Harada (Harada 1994), sei es durch Anwendung der Supervalueationstechnik (Strobach 2007). Erfolgsverben dürften insgesamt etwas mit dem ontologischen Rückblick zu tun haben. Für ein Beispiel mit Relevanz für die angewandte Ethik vgl. u. Abschnitt 8. zur Abtreibung

Begriff der Konstitution so vielfältig anwendbar ist, macht ihn beachtenswert. Ob man ihn überall, wo seine Anwendung diskussionswürdig ist, anwenden sollte, ist eine andere Frage. Ich bin da eher skeptisch. Vielleicht ist das ontologische Geschmackssache. *We've hit rock bottom*. Deshalb: (C-7).

Praktisch mit zur Unterscheidung von Ein- und Mehrzellern gehört das Postulat, dass Einzeller nicht Zellen von Mehrzellern sind (sondern höchstens von Einzellerkolonien, Einzellerclustern u. ä.), weil kein Lebewesen Zelle eines anderen Lebewesens ist (C8):

$$(C-8) \forall xy(LBx \wedge LBy \wedge x \neq y \supset \sim xCOy)$$

Das Nichtidentitätszeichen ist wichtig („eines *anderen* Lebewesens“), *wenn* man (C-7) postulieren können will. Sonst ergäbe sich ein Widerspruch im Falle des Einzellers, der nach (C-7) zugleich Lebewesen und Zelle von sich selbst ist. Auch (C-8) ist nicht selbstverständlich. Selbst wenn man von Darmbakterien u. ä. absieht (dazu unten mehr!), so könnten zwei sehr bedeutende Momente der Evolutionsgeschichte Zweifel an (C-8) nahe legen:

1. Endosymbionten. Mitochondrien und (bei Pflanzen) Chloroplasten sind wohl einmal Mikroorganismen gewesen, die von anderen Zellen geschluckt wurden. Waren sie da nicht Lebewesen in Lebewesen? Sind sie es vielleicht heute noch? Ich finde das erste schwer zu entscheiden, das zweite schwer zu glauben. Doch wie auch immer: Sie sind nicht Zellen von Lebewesen, sondern entweder Lebewesen in Zellen oder Organellen von Zellen, jedenfalls nicht Zellen von Lebewesen und damit kein Gegenbeispiel zu (C-8).
2. Volvox u. ä. Dieser Fall ist komplizierter. Die Volvoxkugel aus vielleicht 16.000 Algenzellen wird zwar als Zellkolonie eingestuft, ist aber zweifellos auf dem Weg zum Vielzeller. Eine aus dem Zellverband gelöste, nicht irgendwie ausdif-

ferenzierte Zelle kann unabhängig von ihm überleben, was, im Einklang mit (C-8), den Ausschlag gibt, zu sagen: Hier sind viele Einzeller und deshalb noch kein Vielzeller. Sobald das nicht mehr so ist, sind da viele Zellen und ein Vielzeller. Aber vielleicht ist es für Übergangsstadien zum Vielzeller auch sinnvoll, von einem Lebewesen zu sprechen, das aus Lebewesen besteht. Dann wäre (C-8) nicht anzunehmen.²⁷

Postuliert man (C-7) *nicht*, so kann man in voller Analogie zum Postulat (S-2 = „Spezies sind keine Lebewesen“) postulieren, dass Lebewesen keine Zellen sind – und dass also, per Kontraposition, Zellen keine Lebewesen sind:

$$(C-2) \forall x(LBx \supset \sim Cx)$$

Lebewesen sind keine Zellen

Postuliert man (C-7), so sollte man *auf Mehrzeller eingeschränkt* postulieren, dass Mehrzeller keine Zellen sind (und, per Kontraposition, dass Zellen keine Mehrzeller sind) (C-2.2):

$$(C-2.2) \forall x(MCx \supset \sim Cx)$$

Mehrzeller sind keine Zellen

Dass jedenfalls Zellen eines Mehrzellers selbst keine Lebewesen sind, scheint mir plausibel. Das hat auch mit der (mehr oder weniger) natürlich-sprachlichen Semantik des deutschen Wortes „Lebewesen“ zu tun. Keine Frage: Jede Zelle eines Mehrzellers ist lebendig, ist etwas Lebendiges. Lebt sie? Das ist nicht mehr ganz so klar, liegt aber doch nahe. Es spricht daher wohl nichts dagegen, die Zelle auch im Mehrzeller als „kleinste lebende Einheit“ zu bezeichnen.²⁸ Das scheint mir jedoch längst nicht zu implizieren,

²⁷Der Punkt hat nichts mit Superorganismen zu tun, im Zusammenhang mit denen das Wort „Organismus“ deutlich metaphorischer gebraucht ist (falls es sie gibt). Vgl. dazu einführend: Griffiths / Sterelny (1999), Kap. 8.

²⁸„Zellen als kleinste lebende Einheiten“ war der plausible Titel des Beitrags von Marianne Schark während OntoCell 2010.

dass es sich auch bei ihr um ein Lebewesen handelt. Im Englischen, der maßgeblichen Sprache, ist das Wort „living being“ vielleicht weniger stark zu verstehen. Aber auch darin sollte es möglich sein, ein „living being“ von einer „living entity“ (die eine Zelle im Mehrzeller wohl ist) zu unterscheiden.

Da es Einzeller gibt, ist die Relation CO („ist Zelle von“) nicht irreflexiv und nicht asymmetrisch. Sie ist aber, da es Mehrzeller gibt, auch nicht reflexiv oder symmetrisch. Sie ist formal gesehen transitiv, denn nur Einzeller machen das Antezedens wahr, die aber auch das Konsequens (C-cons-2).²⁹

5 Die Abstammung von Zellen

Kann man überhaupt von der Abstammung von Zellen voneinander sprechen? Ja. Aber das ist nicht selbstverständlich. In diesem Abschnitt soll gerechtfertigt werden, warum man von der Abstammung von Zellen sprechen kann, und soll gezeigt werden, inwiefern man dies tun kann. Im Rahmen des hier verfolgten Ansatzes muss sich jede Rede von Abstammung dadurch rechtfertigen, dass die damit bezeichnete Relation weitgehend denselben Postulaten genügt wie die lebensweltlich bekannte Abstammung von Lebewesen: Asymmetrie (und also Irreflexivität), Transitivität, Diskretheit, Endlichkeit (in ihren verschiedenen Dimensionen). Für die Abstammung von Arten ließe sich das durchführen. Für die Abstammung von Zellen ist dies nun zu tun. Dabei ist Folgendes zu beachten: Die strukturelle Übereinstimmung jeder Art von Abstammung mit der Abstammung von Lebewesen zeichnet die Abstammung von Lebewesen zwar als begrifflichen Einstiegspunkt aus. Das schließt aber nicht aus, dass sich die Abstammung

²⁹Vgl. dazu die Diskussion der Relation „Exemplar von“ am Ende von Abschnitt 2.

von Lebewesen nicht am Ende des Tages mit Hilfe eines anderen Begriffs der Abstammung definieren lässt. Ein Ziel dieses Artikels ist es, nachzuweisen, dass dafür die Zell-Abstammung jedenfalls ein diskussionswürdiger Kandidat ist. Wo finden sich bei Zellen Vorgänge, welche die Rede von Abstammung nahelegen? Natürlich bei Zellteilung und Zellfusion. Klar ist, dass bei einer Zellteilung wenigstens eine Tochterzelle entsteht. Nicht so klar ist, wie viele Tochterzellen entstehen, und ob danach noch eine Mutterzelle übrig ist. Bei einer Knospung (budding) sträubt sich das Gestaltsehen dagegen, dass die Ausgangszelle untergegangen sein soll; in den Fällen, in denen am Ende zwei Zellkerne und Membrane da sind, liegt es hingegen nahe. Was mit der Abstammung von Zellen intuitiv gemeint ist, ist dennoch klar genug. Eine Zelle kann auch von zwei Zellen abstammen, etwa eine Zygote von einer Eizelle und einem Spermium; oder eine Muskelzelle von vielen Zellen, die zu ihr – einer Zelle mit vielen Zellkernen – verschmelzen. Ins Grübeln bringen können einen wiederum Mitochondrien. Man sollte sich wahrscheinlich dafür entscheiden, dass es sich bei ihrem Geschlucktwerden um Zellfusionen wie alle anderen handelte.³⁰

Die Postulate für die Relation „ist Zellvorfahre von“ (A_C) sind in der Tat plausiblerweise diejenigen, die man für eine Vorfahrenrelation überhaupt haben sollte, wobei „Nachkomme“ etc. ganz analog zum Fall der Lebewesen definiert sind. Das Argument dafür, dass wir hier tatsächlich von Abstammung sprechen können, besteht einfach im Umnotieren der Postulate für die Abstammung von Lebewesen:

(A_C -0) $\forall xy(xA_Cy \supset Cx \wedge Cy)$
 Zellvor- / Nachfahren sind Zellen

(A_C -1) $\forall xy(xA_Cy \supset \sim yA_Cx)$
 Asymmetrie von A_C (Irreflexivität folgt)

³⁰Ich danke Tobias Breidenmoser für den Hinweis auf diesen Fall.

(A_C-2) $\forall xyz(xA_Cy \wedge yA_Cz \supset xA_Cz)$

Transitivität von A_C

(A_C-3) $\forall xy(yD_Cx \supset \exists z zDD_Cx)$

Diskretheit von A_C

(A_C-4) $\forall x(\sim \exists y yD_Cx \vee \exists y xA_Cy \wedge \sim \exists z zD_Cy)$

Gegenwartsendlichkeit

(A_C-5) $\forall x(\sim \exists y yA_Cx \vee \exists y(xD_Cy \wedge \sim \exists z zA_Cy))$

Vergangenheitsendlichkeit

(A_C-6) Es gibt nur endlich viele vorfahrenlose Zellen,
und jede Zelle hat nur endlich viele Nachkommen.

Die Endlichkeitsprinzipien (A_C-3) bis (A_C-6) haben zur Folge, dass der klassische Spruch „omnis cellula e(x) cellula“, auch abgesehen von Fusionen (die streng genommen einen Plural fordern), *cum grano salis* zu nehmen ist; denn er gilt zwar für die letzten paar Milliarden Jahre. Aber wenn die Evolutionsgeschichte endlich ist, was sie ist, dann muss es logisch gesehen eine oder mehrere Urzellen gegeben haben – wie fließend auch immer der Übergang dazu gewesen sein mag. Jedes Modell, das nicht unendlich ist, ist nun einmal endlich.

Analog zur Vorfahren-Relation bei Lebewesen stellt sich die Frage: Ist die Relation „ist Zellvorfahre von“ verinselungsfrei? Die Antwort ist: Das kommt drauf an. Die Verwandtschaft aller Zellen ist ungefähr so plausibel oder unplausibel wie die Verwandtschaft aller Lebewesen; also je nach dem Begriff von Leben, den man hat, plausibel oder auch nicht. Man mag also, wenn man will, hinzufügen:

(A_C-7) $\forall xy(Cx \wedge Cy \wedge x \neq y \supset \dots$

$\dots (xA_Cy \vee xD_Cy \vee \exists z zCA_Cxy \vee \exists z zCD_Cxy))$

Verinselungsfreiheit (=Verwandtschaft aller Zellen)

Ich will. Wer das auch will, behauptet: Jede Zelle der letzten

3,5 Milliarden Jahre ist mit jeder verwandt. (A_C-7) und (A_{LB}-7) sind insofern unabhängig voneinander, als es vorstellbar ist, dass zwar alle Zellen, die es gibt und die es je gab, im Sinne der Abstammung zusammenhängen, dass dies aber dennoch nicht für alle Lebewesen gilt, falls die ersten Zellen noch nicht Lebewesen waren.

Was Einzeller angeht, so sollte man, *falls* man (A_C-7) fordert, zusätzlich fordern, dass für sie LB-Abstammung und Zellabstammung zusammenfallen:³¹

$$(A_C-8) \quad \forall xy(UCx \wedge UCy \supset (xA_{LB}y \equiv xA_Cy))$$

Halten wir noch fest, was es für eine Zelle heißt, erste Zelle eines Lebewesens zu sein (FCO = „first cell of“ – und auch gleich, was es heißt, letzte Zelle (LCO) davon zu sein:

$$(Def. FCO) \quad xFCOy \text{ gdw } xCOy \wedge \sim \exists z(zCOy \wedge zA_Cx)$$

$$(Def. LCO) \quad xLCOy \text{ gdw } xCOy \wedge \sim \exists z(zCOy \wedge zD_Cz)$$

Eine erste Zelle von *a* ist also eine Zelle von *a*, die *in a* keinen Zellvorfahren hat. Beim Einzeller fallen erste und letzte Zelle zusammen. Mehrere erste Zellen bei einem Mehrzeller sind theoretisch möglich, viele letzte Zellen gewiss. Man kann nun als Konsequenz festhalten:

$$(A_C\text{-cons-1})$$

$$\forall x\forall y(xCOy \supset (xFCOy \vee \exists z(zFCOy \wedge xD_Cz)))$$

Vergangenheitsendlichkeit

$$(A_C\text{-cons-2})$$

$$\forall x\forall y(xCOy \supset (xLCOy \vee \exists z(zLCOy \wedge xA_Cz)))$$

Gegenwartsendlichkeit

³¹Nimmt man (C-7) nicht an, so mag man stattdessen sagen:

$$(A_C-8^*) \quad \forall xyzz'(UCx \wedge UCy \wedge zCOx \wedge z'COy \supset (xA_{LB}y \equiv zA_Cz'))$$

(A_C-8) impliziert (A_C-8*). Ohne die Einschränkung auf Einzeller wäre (A_C-8*) natürlich viel zu stark.

Aus der Diskretheit sowie der Vergangenheits- und Gegenwartendlichkeit von A_C folgt, dass auch jedes einzelne Lebewesen insofern endlich ist als es erste und letzte Zellen besitzt *und* jede Zelle entweder erste oder letzte Zelle ist oder Nachkomme einer ersten und Vorfahre einer letzten Zelle.

Es liegt übrigens zunächst nahe, zu sagen, die Zellmenge eines Leichnams müsse eine echte Teilmenge der letzten Zellen des Menschen sein, um dessen Leichnam es sich handelt. Das ist aber nicht allgemein richtig, denn es kommt nach dem Tod noch für kurze Zeit zu weiterer Zellteilung. Die dadurch entstehenden Zellen gehören nicht zur Zellmenge des Menschen, aber zu der seines Leichnams.

6 Die Relation COSLB_C („cell of the same living being“)

Die Relation COSLB_C („ist Zelle desselben Lebewesens wie“) entspricht ungefähr der Relation CS_{LB} („ist artgleich mit“). Dass COSLB_C eine Relation zwischen Zellen ist, ist als erstes festzuhalten:

$$(\text{COSLB}_C\text{-1}) \forall xy(x\text{COSLB}_C y \supset Cx \wedge Cy)$$

Klarerweise ist COSLB_C als symmetrisch zu postulieren:

$$(\text{COSLB}_C\text{-2}) \forall xy(x\text{COSLB}_C y \supset y\text{COSLB}_C x)$$

Symmetrie von COSLB_C

Wie die Artgleichheit zwischen Lebewesen (CS_{LB}) ist auch COSLB_C nicht reflexiv, denn im Reagenzglass gezüchtete Gewebezellen haben nie zur Zellmenge eines Lebewesens gehört.³² Und auch die nach dem Tod eines Lebewesens noch durch Zellteilung

³²Vgl. die Zusatzinformation in Rossbauer / Sklott (2010): „Zusammen würden alle Zellen von Henrietta Lacks, die jemals gezüchtet wurden, mehr als 50 Millionen Tonnen wiegen. (... Sie) wachsen (...) auch heute noch in nahezu

entstandenen neuen Zellen sind nie Zellen irgendeines Lebewesens. So wie es artlose Lebewesen gibt, gibt es also auch lebewesenlose Zellen. Gehört eine Zelle x zu einem Lebewesen, so gehört x jedoch bestimmt zu demselben Lebewesen wie x .

(COSLB_C-3) $\forall xy(x\text{COSLB}_C y \supset x\text{COSLB}_C x)$
 eingeschränkte Reflexivität

Sollte man die Transitivität von COSLB_C fordern? Nein. Denn die würde im Zusammenspiel mit der Symmetrieforderung ergeben, dass eine und dieselbe Zelle nicht Zelle mehrerer Lebewesen sein kann. Dagegen sprechen aber sowohl siamesische Zwillinge (synchron) als auch evtl. transplantierte Herzen und Nieren (diachron). Ein weiteres plausibles diachrones Gegenbeispiel sind normale eineiige Zwillinge: Die „Anfänge“ ihrer jeweiligen Zellmen- gen überschneiden sich. Die Menge aller Zellen ist also nicht im Hinblick auf die Menge aller Lebewesen partitioniert und COSLB_C erzeugt keine Äquivalenzrelation. Ebenfalls nicht fordern darf man ein Pendant zum Prinzip „Nichts ist *sui generis*“. Denn die Zell- menge eines Einzellers ist ja ein Singleton.

7 Die zelluläre Binnenstruktur von Lebewesen

Sollen wir sagen, dass die Zellen eines Lebewesens ein Abstamungsnetz bilden? Dann müsste für zwei beliebige verschiedene Zellen eines Lebewesens, a und b , gelten: a stammt von b ab, oder b von a , oder sie sind gemeinsame Nachkommen einer Zelle desselben Lebewesens, zu dem sie gehören, oder aber gemeinsame Vorfahren einer solchen Zelle. Das scheint auf den ersten Blick

jedem Labor der Welt.“ Hier kann „von“ nicht im Sinne der Zugehörigkeit zur Zellmenge der Frau Henrietta Lacks (1920–1951) gemeint sein, sondern gemeint sind Zellnachfahren der Zygote von Henrietta Lacks, deren Genom mit dem irgendeiner Körperzelle von Frau Lacks typ-identisch ist. Zu Details über Henrietta Lacks vgl. Skloot (2010)

nicht unplausibel. Aber gibt es vielleicht auf den zweiten Blick Gegenbeispiele?

Einzeller können hier kein Gegenbeispiel sein, denn sie haben keine verschiedenen Zellen. Gemeinsame Zellnachkommen innerhalb desselben Lebewesens kommen vor, z. B. Muskelzellen (mit vielen Zellekernen), die durch Fusion entstehen.³³

Aber soll ich sagen: Die vielen Bakterien in meinem Körper sind ein Gegenbeispiel, weil sie keine gemeinsamen Zellvorfahren oder Zellnachfahren mit den Zellen haben, die meine Organe bilden, auch nicht zu den Zellen darin beitragen oder von ihnen abstammen? Hier wird man sagen: Nein, diese Bakterien leben symbiotisch in mir (oder vielleicht besser: auf mir), sind aber keine Elemente meiner Zellmenge. Das ist zwar keine vortheoretische Aussage, denn keine Aussage ist vortheoretisch. Es wird aber, da jedes einzelne Bakterium ein Lebewesen ist, von (C-8) gestützt – falls man (C-8) annimmt.

Schwieriger ist es mit dem Phänomen des Mikrochimärismus:³⁴ Zählt eine der wenigen Blutzellen mit rein mütterlicher DNA in meinen Adern, die dort nicht seit 40 Jahren herumschwimmt, sondern vor ziemlich kurzer Zeit entstanden ist, zur Zellmenge von mir? Zur Not kann man sagen: nein. Sie gehört zu niemandes Zellmenge. Meine Blutbahn ist bloß sozusagen ihr Reagenzglas.

Soll man sagen, die Zellen eines gut eingewachsenen Spenderherzens gehörten nicht zur Zellmenge des Organempfängers? Zur größten Not: nein. Es ist nur eine das Lebewesen vital unterstützende Maschine, ein Fremdkörper, nur aus praktischen Gründen aus Zellen und nicht aus Plastik bestehend, aber prinzipiell eher

³³Zu sagen, hier habe man zwar eine Zelle, sie sei aber nicht Nachkomme der in ihr aufgegangenen Zellen, würde gegen die Verinselungsfreiheit (A_C-7) verstoßen und ist ohnehin unplausibel.

³⁴Vgl. Ainsworth (2003).

wie ein Plastikherz. Es besteht zunächst ausschließlich aus den Zellen der Zellmenge eines anderen Lebewesens, wird aber allmählich aus Zellen bestehen, die zur Zellmenge gar keines Lebewesens gehören.

Was ist mit einem gepfropften Obstbaum? Vielleicht sind das zwei nur oberflächlich miteinander verwachsene Lebewesen.

Der, zumindest bei Menschen, spektakulärste Fall, der einen ins Grübeln bringt, sind echte Chimären. Eine echte Chimäre ist z. B. das Produkt der sehr frühen Fusion zweier zweieiiger Zwillinge. Manchmal fällt das auf, nämlich wenn es zu Intersexualität führt. In den meisten Fällen fällt es nie auf. Man begann die Sache Mitte der 90er ernst zu nehmen, als ein Bluttest ergab, dass die unbescholtene Karen Keegan,³⁵ 52, nicht die Mutter der drei nachweislich von ihr geborenen Kinder, ihr Mann aber deren Vater war. Die Lösung: Die Blutzellen kamen aus dem anderen Zwilling.³⁶ Hier fällt es intuitiv schwer, von mehreren Lebewesen zu sprechen. Aber nichts ist vorthoretisch. In dem zwar populär gehaltenen, aber nicht unseriösen Artikel, in dem ich von dem Fall las, stand: „There was only one conclusion: [She] was a mixture of two different people“. Seine Überschrift: „The Stranger Within“. Das ist *folk ontology* vom Feinsten. So tief verwurzelt ist inzwischen der Gedanke, dass der genetische Ursprung das Lebewesen definiert. Entscheidet man so, dann ähnelt eine menschliche Chimäre einem gepfropften Baum: zwei miteinander verwachsene Lebewesen.

Man kann auch entscheiden, dass es sich bei Karen Keegan um *ein* Lebewesen handelt und nicht um zwei. Das bringt aber vielleicht die Entscheidung mit sich, dass die Zellmenge eines Lebewesens nicht unbedingt ein einziges Netz voneinander abstammender Zellen sein muss. So begrifflich souverän sind wir. Wir

³⁵In Ainsworth (2003): „Jane“.

³⁶Ainsworth (2003).

stehen hier vor einer fundamentalen begrifflichen Wahl: Wollen wir über Standard-Lebewesen sprechen? Dann definieren wir die seltsamen Fälle heraus und behalten relativ viele ausnahmslose Gesetze. Oder wollen wir möglichst wenige intuitiv einschlägige Fälle aufgeben und dafür lieber weniger Gesetze haben?

8 Wenn die Welt einfach wäre

Verfolgen wir zunächst die erste Alternative: Wir definieren viele Einwände heraus und machen uns ein idealisiertes Modell. Es nützt uns, indem wir sehen, dass das Leben vielleicht fast so ist. Gehen wir dazu in die Vollen und fordern wir gar nicht erst groß, dass die Zellmenge eines Lebewesens ein zusammenhängendes Netz bildet (das folgt aus dem, was gleich kommt, sowieso). Und verschieben wir für einen Moment die Diskussion der Lückenlosigkeit auf Abschnitt 9! Definieren wir vielmehr, wann eine Zelle ein Einzellflaschenhals (OCB) eines Lebewesens ist:

$x OCB y$ *gdw*

$$(i) xCOy \wedge \dots$$

$$(ii) \forall z(zCOy \supset (x = z \vee xACz) \wedge \forall z'(\sim z'COy \wedge z'ACz \supset z'ACx)) \wedge \dots$$

$$(iii) \forall x'y'(x'COy' \wedge x'ACx \supset \sim \exists z'(xACz' \wedge z'COy'))$$

Ein kleines Monster, aber doch recht anschaulich! Ist Zelle x Einzellflaschenhals von Lebewesen y , so ist (i) x Zelle von y ; x ist Zellvorfahre jeder anderen Zelle von y ; (ii) jede Zelle, die nicht zu y gehört und Zellvorfahre einer Zelle von y ist, ist auch Vorfahre von x ; und ist (iii) y' ein Lebewesen, das eine Zelle enthält, die Zellvorfahre von x ist, so ist x nicht Vorfahre irgendeiner Zelle dieses Lebewesens.

Eine solche Zelle kann es pro Lebewesen nur *eine* geben („ $x = z \vee xACz$ “). Beim Einzeller ist es natürlich die einzige. Sie muss

erste Zelle des Lebewesens sein, dessen Einzellflaschenhals sie ist. Sie kann, muss aber nicht, zugleich auch letzte Zelle eines an sie angrenzenden Lebewesens sein. Dass sie nicht zugleich letzte Zelle eines Lebewesens ist, von dem sie herrührt, dürfte z. B. bei der Zygote einer Arbeiterbiene oder eines Menschen naheliegen. Es liegt dagegen nahe bei der unbefruchteten Eizelle, aus der ein Drohn hervorgeht.³⁷ Zellmengen können sich ja überschneiden. Der Einzellflaschenhals zum Drohn ist zugleich eine Zelle der Bienenkönigin. Auch wer zögert, ob die Zygote *numerisch* verschieden ist von der Eizelle vor der Befruchtung, hat hier Spielraum (ich tendiere dazu, dass sie es ist). Eineiige Zwillinge teilen sich ihren Einzellflaschenhals (und meist noch etwas mehr an Zellen). Das ist von der Definition nicht ausgeschlossen. Sie sind trotzdem nicht identisch, weil ihre Zellmengen „später“ voneinander abweichen. Der Einzellflaschenhals jedes Einzellers ist trivialerweise er selbst (C-7 einmal vorausgesetzt).

Man beachte: Ein Einzellflaschenhals setzt ein Lebewesen voraus, dessen Einzellflaschenhals er ist. Ob eine Zelle die erste Zelle *eines Lebewesens* war, lässt sich erst im Rückblick sagen. Kommt die Ansammlung von Zellen, warum auch immer, nicht über ein sehr frühes Stadium hinaus, so mag man sagen: Da ist noch kein Lebewesen (der Spezies S), und diese Zellmenge kann noch nicht als Zellmenge eines Lebewesens (der Spezies S) gelten. Ich finde das bei vier oder acht Zellen sehr plausibel, die Grenze im weiteren ist notorisch umstritten.³⁸ Das lässt es aber offen, wenn erst einmal ein Lebewesen entstanden ist, zu dessen Zellmenge alle Zellen ab dem Einzellflaschenhals zu rechnen, und zu sagen, dieser

³⁷Bei den Bienen haben die Drohnen immer nur einen direkten Vorfahren. Denn sie gehen aus unbefruchteten und also haploiden Eiern hervor.

³⁸Lesenswert dazu ist Smith / Brogaard (2003), die ontologisch präzise diskutieren, ab wann die Ansammlung von Zellen eine Substanz genannt werden könnte.

sei erste Zelle des Lebewesens. In Analogie zur Vernichtung von Verträgen *ex tunc* könnte man davon sprechen, dass ein Lebewesen *ex tunc* zu existieren beginnt. Damit aber genug zum garstigen Thema Abtreibung.

Postulieren wir nun, dass jedes Lebewesen einen Einzellflaschenhals hat:

(Postulat OCB) $\forall x(LBx \supset \exists y yOCBx)$

Nun lässt sich probeweise die Vorfahrenrelation für Lebewesen sehr einfach über die Vorfahrenrelation für Zellen definieren. Vorfahre eines Lebewesens a ist jedes Lebewesen mit einer Zelle, die Zellvorfahre des Einzellflaschenhalses von a ist:

(Def.? A_{LB}) $xA_{LB}y$ gdw $\exists z(zCOx \wedge \forall z'(z'OCBy \supset zACz'))$

Es lässt sich nun *beweisen*, dass A_{LB} asymmetrisch und transitiv ist (vgl. Anhang 1).

Die Diskretheit und die anderen Endlichkeitsprinzipien bekommt man bei endlichem Redebereich gratis. Damit haben wir eine ordentliche Vorfahren-Relation als definierte Relation. Die Verinselungsfreiheit der Vorfahren-Relation für Lebewesen *postuliert* man weiter oder lässt es weiter bleiben. Alles in Ordnung? Nicht ganz.

9 Da die Welt aber nicht so einfach ist...

Es ist leider einfach unplausibel, dass jedes Lebewesen einen Einzellflaschenhals hat. Nehmen wir Geranien (zerschnittene Regenwürmer sind ähnlich). Wenigstens *prima facie* braucht es zur Entstehung einer Geranie keinen Einzellflaschenhals, sondern man kann einfach einen Ableger machen. Nun ist aber ein Ableger *prima facie* erst einmal ein Lebewesen, das *viele* erste Zellen hat, entgegen dem Postulierten. Ferner sind alle seine ersten Zellen

auch Zellen des Lebewesens, von dem es seinen Ausgang nimmt. Das unterscheidet den Geranien-Ableger zwar noch nicht prinzipiell vom Drohn, aber im Falle der Geranie sind es *viele* erste Zellen. Und *wenn* der Ableger ein neues Lebewesen ist, so muss es von einem anderen Lebewesen abstammen (eine Geranie ist nicht die Urzelle).

Es gibt eine Lösung mit der Brechstange: So wie eine menschliche Chimäre eigentlich „two different people“ sind, so sind die Geranie und ihr Ableger eben nur *ein* Lebewesen-im-Sinne-der-Theorie. Sie sind ein „scattered object“. Man muss nur den Satz aufgeben, dass ein Lebewesen-im-Sinne-der-Theorie eine geschlossene Oberfläche haben muss. Das ist allerdings ein sehr hoher Preis.³⁹ Ich glaube nicht, dass man ihn zahlen sollte. Es sind einfach nicht alle Lebewesen Einzellflaschenhälsler. Als Ableger entstandene Geranien sind z. B. keine.

Wechseln wir die Strategie: Akzeptieren wir, dass ein Lebewesen viele erste Zellen haben kann. Es stellen sich zwei Fragen:

1. Bleibt etwas für die Beziehung zwischen der Vorfahren-Relation für Lebewesen A_{LB} und der Vorfahren-Relation für Zellen A_C ?
2. Was bleibt von den Einzellflaschenhäslern?

(Ad 1): Scheitert der Versuch, A_{LB} über A_C zu definieren, wenn nicht alle Lebewesen Einzellflaschenhälsler sind? Nicht unbedingt. Fordern wir zunächst, an Stelle des Postulats (OCB) und in Analogie zu (Netz-S), dass die Zellmenge eines Lebewesens ein zusammenhängendes Abstammungs-Netz bildet:

(Netz-C)

³⁹Zum Beispiel argumentiert Barry Smith dafür, dass u. a. die geschlossene Oberfläche die Substanz ausmacht. Vgl. z. B. Smith / Brogaard (2003), 47 (4) und 49 (7).

$$\begin{aligned} & \forall xy(x\text{COSLB}_C y \wedge x \neq y \supset xA_C y \vee xD_C y \vee \dots \\ & \dots \exists z(zCA_C xy \wedge x\text{COSLB}_C z \wedge y\text{COSLB}_C z) \vee \dots \\ & \dots \exists z(zCD_C xy \wedge x\text{COSLB}_C z \wedge y\text{COSLB}_C z)) \end{aligned}$$

Das Lebewesen als Zellnetz

Muss auch die Lückenlosigkeit postuliert werden? Ja. Denn die Zellen der Zellmenge eines Lebewesens sind nicht irgendwie über das Netz der voneinander abstammenden Zellen versprenkelt (was Netz-C noch erlaubt), sondern geradezu ein Ausschnitt aus diesem Netz. Attraktiver als bei Spezies (wo das entsprechende Postulat Rückkreuzungen verbieten würde) ist hier:

$$\begin{aligned} (\text{LL-C?}) \quad & \forall xy(x\text{COSLB}_C y \supset \dots \\ & \dots \forall z(zD_C x \wedge zA_C y \supset x\text{COSLB}_C z \wedge z\text{COSLB}_C y)) \end{aligned}$$

Gehören x und y zur Zellmenge desselben Lebewesens und ist x Zellvorfahre von y , so gehören demnach auch alle Zellnachfahren von x , die zugleich Vorfahren von y sind, zu dieser Menge. Zu beachten ist, dass hier nur Zellen „eingefangen“ werden, die auch Nachkommen in der Zellmenge haben. Dennoch ist (LL-C?) wahrscheinlich zu stark, denn werden z. B. für eine Hauttransplantation entnommen und in der Petrischale nachgezüchtet, und wird sodann eine spätere Generation davon wieder implantiert, so müssten Zwischengenerationen, die nur in der Petrischale existiert haben, zur Zellmenge des Patienten zählen, was unplausibel ist, da sie nie in ihn als Organismus integriert sind. Um auf der sicheren Seite zu sein, sei also nur (LL-C) postuliert:

$$\begin{aligned} (\text{LL-C}) \quad & \forall x \forall y(xA_C y \wedge x\text{COSLB}_C y \supset \dots \\ & \dots \exists z(zDD_C x \wedge (zA_C y \vee z = y) \wedge x\text{COSLB}_C z \wedge z\text{COSLB}_C y)) \end{aligned}$$

Das besagt: Wenn x Zellvorfahre von y ist und x und y zur Zellmenge desselben Lebewesens gehören, dann hat x einen direkten Zellnachfahren, der sowohl mit x als auch mit y zur Zellmenge desselben Lebewesens gehört und der entweder mit y identisch ist oder ein Zellvorfahre von y ist. Die Idee ist, dass es von jedem x

zu jedem mit x zur Zellmenge desselben Lebewesens gehörenden y , das Zellnachkomme von x ist, eine ununterbrochene Kette von Zellabstammung innerhalb der Zellmenge desselben Lebewesens geben sollte, so dass kein Lebewesen zweimal beginnen kann zu existieren.⁴⁰ Dass kein Lebewesen zweimal beginnen kann zu existieren, ist eine zentrale Intuition zu Lebewesen.⁴¹ Noch (Netz-C) erlaubte dies aber (OCB übrigens auch).

Es bietet sich nun ein liberalerer Kandidat für die Definition von A_{LB} an, nämlich eine genaue Analogie zur Definition von A_S , der Vorfahren-Relation für Spezies, mit Hilfe von A_{LB} :

(Def.* A_{LB}) $x A_{LB} y$ gdw

- (i) $\forall y'(y'COy \supset \exists x'(x'COx \wedge x'ACy')) \wedge$
- (ii) $\sim \exists y'(y'COy \wedge \exists x'(x'COx \wedge y'ACx'))$

Ein Lebewesen a ist demnach gerade dann Vorfahre eines Lebewesens b , wenn alle b -Zellen Zellvorfahren aus a haben, aber keine a -Zelle einen Zellvorfahren aus b hat. Diese Definition hat einen großen Vorteil: Die Ergebnisse für A_S ⁴² lassen sich sofort übertragen. Damit lässt sich festhalten: (A_{LB} -1) bis (A_{LB} -6) sind beweisbar. A_{LB} im Sinne dieser Definition ist also wieder eine ordentliche Vorfahren-Relation. Nur – ist sie auch eine intuitiv plausible Vorfahren-Relation für Lebewesen?

Zunächst ist klar: Alle Einzellflaschenhälsler sind im Boot. Denn

⁴⁰Zum Beweis, dass das Postulat dies leistet, vgl. die Version für Arten in Strobach (2010), Anhang 1.

⁴¹Vgl. z. B. Kienzle (2007), Kap. 5. Es ist zu beachten, dass es hier um den Beginn zu existieren im Sinne neuer Zelllinien geht. Wer an die Auferstehung des Fleisches durch Wiederaussetzung der Zellen einer echten Teilmenge der Zellmenge glauben möchte, kann dennoch (Netz-C) und (LL-C) unterschreiben. Erst recht kann dies, wer nicht dasselbe Lebewesen, sondern ein neues Lebewesen mit neuem Körper annehmen will, das dieselbe Person ist wie zuvor. Bei Postulaten ist es gut, so konsensfähig zu sein wie möglich.

⁴²Strobach (2010).

was einen Einzellflaschenhals hat, bildet mit Sicherheit ein Zellnetz. OCB ist die viel stärkere Forderung als Netz-C. Und die Abstammung von Einzellflaschenhäslern im Sinne von Def.? A_{LB} erfüllt zweifellos die weitere Definition Def.* A_{LB} .

Eine weitere gute Nachricht: Geranien-Ableger sind sehr wahrscheinlich drin. Zwar haben sie viele erste Zellen. Alle ersten Zellen von Geranie 1 waren ja schon Zellen von Geranie 2. Aber es kommt wohl nicht vor, dass Zellen von Geranie 2 während der Zeit, zu welcher sie noch Zellen von Geranie 1 sind, andere Zellen in Geranie 1 hervorbringen. Eine Zelle in Geranie 1, die das *durch Teilung* tut, geht jedenfalls dadurch unter und steht somit nicht mehr für Geranie 2 zur Verfügung. Auch von einer Rückpropfung lässt sich im Fall der Geranie absehen. Ist sie in anderen Fällen möglich (die Natur ist erfinderisch und die Perspektive des Nichtbiologen borniert), so kann man immer noch versuchen, das Ergebnis, wenn man denn will, als *zwei* Lebewesen herausdefinieren.

Wie steht es mit eineiigen Zwillingen? Gut. Denn bei ihnen soll ohnehin nicht herauskommen, dass sie voneinander abstammen.

Wie steht es mit Mikrochimärismus? Schwieriger. Denn gehört eine Zelle des Embryos, die es in die Blutbahn der Mutter schafft und dort nicht nur evtl. immunologisch nützlich ist, sondern sich dort teilt, zur Zellmenge der Mutter, so ist Klausel (ii) verletzt, so dass die Mutter absurderweise im Sinne der Definition nicht mehr Mutter ist. Will man Def.* A_{LB} halten, so dürfen also Ergebnisse von Mikrochimärismus nicht zur Zellmenge zählen (jedenfalls nicht in *dieser* Richtung).

Wie steht es mit echten Chimären? Besser. Zunächst ist es kein Problem mehr, dass sie sozusagen einen Einzellflaschenhals zu viel haben. Außerdem *haben* ja im Fall zweieiiger Zwillinge beide Teile der Chimäre alle ihre Zellvorfahren in den Zellen desselben Vaters und derselben Mutter. Die LB-Abstammungslinien gehen nur, mit

je verschiedener genetischer Rekombination, durch mehr als einen Flaschenhals. Hier ist also auch am Netz-Postulat nichts auszusetzen. Sehr viel schwieriger wird es jedoch, falls es Chimären gibt, die aus der Fusion von genetischen Halbgeschwistern entstehen (und liegt das nicht z. B. schon bei Katzen nahe?). Dann gibt es, entgegen Klausel (i) der Definition, nicht zu jeder Zelle x des Nachkommens eine Zelle sowohl in Vater 1 als auch Vater 2, die Zellvorfahre von x ist. Bei künstlich hergestellten Chimären, etwa Ziege-Schaf-Kombinationen, ist Klausel (i) offensichtlich verletzt. Will man an diesen Fällen vorbei, so ist man zu der extremen begrifflichen Entscheidung gezwungen, Chimären ernsthaft als zwei Lebewesen anzusehen, die einen funktionsfähigen Körper bilden.

Wie steht es mit Organtransplantationen? Schlecht. Patienten mit transplantierten Organen sind zum einen ein denkbares Gegenbeispiel gegen das Netz-Postulat. Zum anderen vermässelt ihnen die Definition nachträglich die Abstammung von den eigenen Eltern. Denn zählt das implantierte Organ zur Zellmenge, so haben mit einem Male nach der OP nicht mehr alle Zellen des Patienten Zellvorfahren in den Zellen der Eltern. Schließlich könnte eine Tochter ihrem Vater eine Niere spenden und Klausel (ii) würde nach der OP ergeben, dass sie nicht mehr von ihm abstammt. Das ist so absurd, dass die Entscheidung, implantierte Organe nicht zur Zellmenge zu zählen, näher liegt, als, diese Beispiele gegen die Definition zu richten. *It's up to us.*

Haben wir versehentlich die Lebewesen wegdefiniert? Man könnte darauf kommen, da eines der interessanten Ergebnisse der Definition von A_S über A_{LB} war, dass sie es uns erlaubt, jedes Postulat über Spezies als Postulat über Lebewesen hinzuschreiben, die einander hinreichend sind, um als artgleich zu zählen, und somit erlaubte, im Hinblick auf die Existenz von Spezies agnostisch zu

sein.⁴³ Dasselbe können wir im Prinzip mit den Postulaten für Lebewesen auch tun. Aber das macht die Annahme der Existenz von Lebewesen nicht verzichtbar. Denn zum einen ist die der Relation „ist artgleich mit“ entsprechende Relation „gehört zur Zellmenge desselben Lebewesens wie“ einer gleichsam nominalistischen Lesart nicht zugänglich, da sie die Existenz von Lebewesen ernsthaft voraussetzt. Zum anderen fehlt den Exemplaren der Art der funktionale Zusammenhang, den das Lebewesen aufweist und der die Zuordnung einer Zelle als gerade zu seiner Zellmenge gehörend überhaupt erst ermöglicht.

So weit sind Chimären die größte Bedrohung für die Definition. Aber sie kann mit Mühe dagegen verteidigt werden. Wem der Aufwand unangemessen groß erscheint oder wer andere Gegenbeispiele in petto hat, gegen die mit Herausdefinieren nicht anzukommen ist, der wird die Versuche, A_{LB} über A_C zu definieren, als gescheitert ansehen. Er wird an eine viel schwächere Relation denken und erhält dann wenigstens noch ein interessantes Brückengesetz. Diese viel schwächere Relation soll Zelllinienverbindung ($CLL =$ „cell line link“) heißen. Sie soll zwischen zwei verschiedenen Lebewesen bestehen, sobald auch nur eine Zelle des einen Lebewesens Zellvorfahre einer Zelle des anderen ist:

(Def. CLL) $x CLL y$ gdw $x \neq y \wedge \exists x' \exists y' (x' COx \wedge y' COy \wedge x' ACy')$

Jeder von uns in diesem Seminarraum steht zwar mit keinem anderen von uns und keinem seiner Geschwister, wohl aber mit seinen Eltern, einem Hominiden, einem kleinen Protosäuger, einem Amphibium und vielen Einzellern vor Milliarden Jahren in dieser Beziehung. Das ist erstaunlich genug.

CLL ist aber viel zu schwach, um eine Vorfahrenrelation für Lebewesen zu fundieren, geschweige denn selbst dazu zu gebrauchen. CLL ist nicht einmal asymmetrisch. Zum Beispiel sind zwei

⁴³Strobach (2010).

eineiige Zwillinge a und b Zelllinien-verbunden. Sie sind nicht identisch, aber wenn es in ihrer gemeinsamen Zellmenge auch nur einen Zellvorfahren x und einen Zellnachkommen y davon gibt, so gehört x zu a , y zu b und wir haben $x A_C y$, so dass per def. $a CLL b$. Aber immerhin können wir postulieren:

(Postulat CLL) $\forall xy(x A_{LB} y \supset x CLL y)$
Kein LB-Vorfahre ohne Zellinie

Das lässt sich zwar nicht beweisen. Aber es ist als Brückenpostulat extrem plausibel. Das zeigt die Kontraposition: Wenn noch nicht einmal Zelllinienverbindung vorliegt, dann sicher auch keine LB-Abstammung!

(Ad 2): Dass nicht plausiblerweise jedes Lebewesen ein Einzellflaschenhälsler ist, heißt noch lange nicht, dass es keine Einzellflaschenhälsler gibt. Vielleicht sind Chimären keine (weil sie sozusagen einen Einzellflaschenhals zu viel haben); vielleicht sind Transplantations-Patienten nach der OP keine mehr (aber man könnte sich weigern, das neue Organ zu ihrer Zellmenge zu zählen); sicher sind Geranien-Ableger keine; und vermutlich noch sehr viele andere Lebewesen nicht.

Auf Einzellflaschenhälsler als Nachkommen beschränkt kann man jedoch die Definition A_{LB} ? sogar halten. Nur ist es jetzt keine Definition mehr, sondern ein Bikonditional im Skopus einer einschränkenden Bedingung:

(OCB-2) $\forall xyz(x OCB y \supset (z A_{LB} y \equiv \exists z'(z' COz \wedge z' A_C x))$

Wenn y ein Einzellflaschenhälsler ist, dann ist jeder seiner Vorfahren sein Vorfahre gerade insofern als eine seiner Zellen Zellvorfahre des Einzellflaschenhalses von y ist. Dabei ist nicht vorausgesetzt, dass diese Vorfahren im Laufe der vergangenen 3,5 Milliarden Jahre selbst alle wieder Einzellflaschenhälsler waren. Der Einzellflaschenhals ist die extremste, gerade noch verwirklichtbare Möglichkeit, wie ein Lebewesen von einem oder mehreren

anderen herrühren kann. Er ist minimale biophysische Kontiguität, sozusagen die irdische Variante der Berührung von Gottes Finger und Adams Finger im berühmten Fresco der Sixtinischen Kapelle. Weniger wäre nicht mehr genug. Hier, zufällig in unserem eigenen Fall, ist in der Tat eine sehr schmale „Brücke, überm Abgrund ausgespannt“.

Anhang 1: A_{LB} im Sinne der Definition (Def.? A_{LB}) ist asymmetrisch und transitiv.

Zur Asymmetrie: Ist a LB-Vorfahre von b , so gibt es eine Zelle x von a , die Zellvorfahre des OCB von b ist. Kann es nun obendrein eine Zelle y von b geben, die Zellvorfahre des OCB von a ist?

Nein. Denn angenommen $a A_{LB} b$ und zudem $b A_{LB} a$. Dann gibt es, wegen $a A_{LB} b$, eine Zelle x mit $x CO a$, so dass $x A_C OBC(b)$. Und es gibt, wegen $b A_{LB} a$, eine Zelle y mit $y CO a$, so dass $x A_C OBC(a)$. Nun gilt: $OCB(b) A_C y$ oder $OCB(b) = y$. Und: $OCB(a) A_C x$ oder $OCB(a) = x$. Also gilt: $OCB(a) A_C x$ oder $OCB(a) = x$, $x A_C OBC(b)$, $OCB(b) A_C y$ oder $OCB(b) = y$; also per Transitivität von A_C und Transitivität der Identität $OCB(a) A_C y$; also sowohl $OCB(a) A_C y$ als auch $y A_C OCB(a)$, was der Asymmetrie von A_C widerspricht.

Und auch Klausel (iii) schließt das aus: a ist ein Lebewesen, das mit x eine Zelle enthält, die Zellvorfahre des OCB von b ist; also ist das OCB von b laut Klausel (iii) nicht Vorfahre irgendeiner Zelle von a ; aber auch keine andere Zelle y von b ist Vorfahre irgendeiner Zelle von a , denn das OCB von b ist garantiert Vorfahre von y , so dass das OCB von b per Transitivität von A_C doch Vorfahre der Zelle x von a wäre, im Widerspruch zu (iii).

Zur Transitivität: Ist a LB-Vorfahre von b und b LB-Vorfahre von c , so gibt es eine Zelle a' aus a , die Vorfahre des OCB von

b ist und eine Zelle b' aus b , die Zellvorfahre des OCB von c ist. b' kann das OCB von b sein oder ein Nachfahre des OCB von b . In beiden Fällen ist a' Zellvorfahre von b' (im zweiten per Transitivität von A_C) und also a' (nochmals per Transitivität von A_C) Zellvorfahre des OCB von c , also a LB-Vorfahre von c .

Anhang 2: Überblick

I) Was bisher⁴⁴ geschah

9.1 Primitiva

$LBx = x$ ist ein Lebewesen („living being“)

$Sx = x$ ist eine Spezies

$x A_{LB} y = x$ ist Lebewesen-Vorfahre von y („ancestor“)

$x E y = x$ ist Exemplar von y

$x CS_{LB} y = x$ ist artgleich mit y („conspecific“)

9.2 Definierte Relationen zwischen Lebewesen

(Def. D_{LB}) $x D_{LB} y$ gdw $y A_{LB} x$
Nachkomme

(Def. DA_{LB}) $x DA_{LB} y$ gdw $x A_{LB} y \wedge \sim \exists z (x A_{LB} z \wedge z A_{LB} y)$
unmittelbarer Vorfahre

(Def. DD_{LB}) $x DD_{LB} y$ gdw $y DA_{LB} x$
unmittelbarer Nachkomme

(Def. CA_{LB}) $x CA_{LB} y z$ gdw $x A_{LB} y \wedge x A_{LB} z$
gemeinsamer Vorfahre

(Def. CD_{LB}) $x CD_{LB} y z$ gdw $x D_{LB} y \wedge x D_{LB} z$
gemeinsamer Nachkomme

⁴⁴Vgl. Strobach (2010).

9.3 Postulate für Lebewesen

- (LB) $\exists x LBx$
Es gibt Lebewesen
- (A_{LB}-0) $\forall xy(xA_{LB}y \supset LBx \wedge LBy)$
Vor- / Nachfahren sind Lebewesen
- (A_{LB}-1) $\forall xy(xA_{LB}y \supset \sim yA_{LB}x)$
Asymmetrie von A_{LB} (Irreflexivität folgt)
- (A_{LB}-2) $\forall xyz(xA_{LB}y \wedge yA_{LB}z \supset xA_{LB}z)$
Transitivität von A_{LB}
- (A_{LB}-3) $\forall xy(yD_{LB}x \supset \exists z zDD_{LB}x)$
Diskretheit von A_{LB}
- (A_{LB}-4) $\forall x(\sim \exists y yD_{LB}x \vee \exists y(xA_{LB}y \wedge \sim \exists z zD_{LB}y))$
Ende jetzt (vorläufig)
- (A_{LB}-5) $\forall x(\sim \exists y yA_{LB}x \vee \exists y(xD_{LB}y \wedge \sim \exists z zA_{LB}y))$
Vergangenheitsendlichkeit
- (A_{LB}-6) Es gibt nur endlich viele vorfahrenlose Lebewesen.
In Prädikatenlogik 1. Stufe nicht formulierbar!
- (A_{LB}-7) $\forall xy(LBx \wedge LBy \wedge x \neq y \supset \dots$
 $\dots (xA_{LB}y \vee xD_{LB}y \vee \exists z zCA_{LB}xy \vee \exists z zCD_{LB}xy))$
Verinselungsfreiheit (= Verwandtschaft aller Lebewesen)
(fragwürdig!)
- (CS_{LB}-1) $\forall xy(xCS_{LB}y \supset LBx \wedge LBy)$
Artgleiches sind Lebewesen
- (CS_{LB}-2) $\forall xy(xCS_{LB}y \supset yCS_{LB}x)$
Symmetrie von CS_{LB}
- (CS_{LB}-3) $\forall xy(xCS_{LB}y \supset xCS_{LB}x)$
eingeschränkte Reflexivität von CS_{LB}
- (CS_{LB}-4) $\forall x(xCS_{LB}x \supset \exists y(xCS_{LB}y \wedge x \neq y))$
Nichts ist *sui generis*
- (CS_{LB}-5) $\forall xyz(xCS_{LB}y \wedge yCS_{LB}z \supset xCS_{LB}z)$
Transitivität von CS_{LB} (fragwürdig!)

(Netz-S) $\forall xy(xCS_{LBy} \wedge x \neq y \supset xA_{LBy} \vee xD_{LBy} \vee \dots$
 $\dots \exists z(zCA_{LBxy} \wedge xCS_{LBz} \wedge yCS_{LBz}) \vee \dots$
 $\dots \exists z(zCD_{LBxy} \wedge xCS_{LBz} \wedge yCS_{LBz}))$

Die Spezies als Netz

(LL-S) $\forall x\forall y(xA_{LBy} \wedge xCS_{LBy} \supset \dots$
 $\dots \exists z(zDD_{LBx} \wedge (zA_{LBy} \vee z = y) \wedge xCS_{LBz} \wedge zCS_{LBy}))$

Lückenlosigkeit der Spezies

9.4 Postulate für Spezies und ihre Exemplare

(S-1) $\forall xy(xEy \supset LBx)$

Exemplare sind Lebewesen

(S-2) $\forall x(Sx \supset \sim LBx)$

Spezies sind keine Lebewesen

(S-3) $\forall x(Sx \equiv \exists y yEx)$

Spezies-Sein heißt Exemplare haben

(S-4) $\forall xy(xCS_{LBy} \equiv \exists z(xEz \wedge yEz))$

Wo Artgleichheit, da Art

(S-5) $\forall xy(\forall z(zEy \supset zCS_{LBx}) \supset xEy)$

Exemplarmengen sind maximal

(S-6) $\forall xy(Sx \wedge Sy \supset (\forall z(zEx \equiv zEy) \supset x = y))$

Extensionalitätsprinzip für Spezies (mit (CS_{LB}-5) wahrscheinlich beweisbar)

9.5 Definitionen für Spezies

(Def. A_S) $xAsy$ *gdw*

$Sx \wedge Sy \wedge \forall z(zEy \supset \exists z'(z'Ex \wedge zDz')) \wedge \dots$
 $\dots \sim \exists z(zEx \supset \exists z'(z'Ey \wedge zDz'))$

Artvorfahre von

Def. D_S, DA_S, DD_S, CA_S, CD_S analog zu D_{LB}, DA_{LB}, DD_{LB}, CA_{LB}, CD_{LB} mit „S“ statt „LB“.

(Def. $MRCAS$) („most recent common ancestor“ / „concestor“)
 $x MRCALB y z$ gdw
 $x CALB y z \wedge \sim \exists x'(x' CALB y z \wedge x ALB x')$

9.6 Beweisbare Sätze über Spezies und ihre Abstammung

- (A_S -cons-1) $\forall xy(xA_Sy \supset \sim yA_Sx)$
 Asymmetrie von A_S (Irreflexivität folgt)
- (A_S -cons-2) $\forall xyz(xA_Sy \wedge yA_Sz \supset xA_Sz)$
 Transitivität von A_S
- (A_S -cons-3) $\forall xy(yD_Sx \supset \exists z zDD_Sx)$
 Diskretheit von A_S
- (A_S -cons-4) $\forall x(\sim \exists y yD_Sx \vee \exists y(xA_Sy \wedge \sim \exists z zD_Sy))$
 Gegenwartsendlichkeit
- (A_S -cons-5) $\forall x(\sim \exists y yAx \vee \exists y(xD_Sy \wedge \sim \exists z zA_Sy))$
 Vergangenheitsendlichkeit
- (A_S -cons-6) Es gibt nur endlich viele vorfahrenlose Spezies

9.7 Einige beweisbare Sätze über Spezies und ihre Exemplare

- (S-cons-0) $\forall x(LBx \supset \sim Sx)$
 Lebewesen sind keine Spezies
- (S-cons-1) $\forall xy(xEy \supset LBx \wedge Sy)$
 (S-1) verstärkt
- (S-cons-2) $\forall xy(xEy \supset Sy)$
 Spezies ist, was Exemplare hat
- (S-cons-3) $\forall xy(xEy \supset \sim \exists zyEz)$
 Lebewesen haben keine Exemplare
- (S-cons-4) $\forall xy(xEy \supset \sim yEx)$
 Asymmetrie von E

- (S-cons-5) $\forall x \sim xEx$
 Irreflexivität von E
- (S-cons-6) $\forall xyz(xEy \wedge yEz \supset xEz)$
 Transitivität von E (leer)
- (S-cons-7) $\forall xy(xCS_{LB}y \supset \exists z(xEz \wedge yEz))$
 Artgleiche Lebewesen kommen in einer Art überein
- (S-cons-9) $\forall xy(xCS_{LB}y \supset \exists zSz)$
 Zu allem Artgleichen gibt es eine Art

II) Was sich über Zellen sagen lässt

9.8 Primitiva

- $Cx = x$ ist eine Zelle („cell“)
- $xA_Cy = x$ ist Zell-Vorfahre von y
- $xCOSL_B_Cy = x$ ist Zelle desselben Lebewesens wie y
 („cell of the same living being“)
- $xCOy = x$ ist Zelle von y („cell of“)

9.9 Definitionen für Zellen

Def. D_C , DA_C , DD_C , CA_C , CD_C analog zu D_{LB} , DA_{LB} , DD_{LB} , CA_{LB} , CD_{LB} mit „S“ statt „LB“.

- (Def. UC („unicellular“))
 UCx gdw $LBx \wedge \exists y(yCOx \wedge \forall y(yCOx \supset x = y))$
- (Def. MC („multicellular“))
 MCx gdw $LBx \wedge \exists yz(yCOx \wedge zCOx \wedge x \neq y)$

9.10 Postulate für Zellen und Lebewesen

- (C-1.1) $\forall xy(xCOy \supset Cx)$
 Zellen von Lebewesen sind Zellen

- (C-1.2) $\forall xy(xCOy \supset LBy)$
Wovon Zelle, das Lebewesen
- (C-2.1) $\forall x(Sx \supset \sim Cx)$
Spezies sind keine Zellen
- (C-2.2) $\forall x(MCx \supset \sim Cx)$
Mehrzeller sind keine Zellen
- (C-3) $\forall x(LBx \equiv \exists y yCOx)$
Ein Lebewesen sein heißt mindestens eine Zelle haben
- (C-4) $\forall xy(xCOSLBy \equiv \exists z(xCOz \wedge yCOz))$
CO – COSLB, entspricht (S-4)
- (C-5) $\forall xy(\forall z(zCOy \supset zCOSLB_Cx) \supset xCOy)$
Zellmengen sind maximal
- (C-6) $\forall xy(LBx \wedge LBy \supset (\forall z(zCOx \equiv zCOy) \supset x = y))$
Sind genau alle Zellen von LW x auch Zellen von LW y, so
ist x mit y identisch.
- (C-7) $\forall x(UCx \equiv xCOx)$
- (C-8) $\forall xy(LBx \wedge LBy \wedge x \neq y \supset \sim xCOy)$

9.11 Beweisbar

- (Cell) $\exists x Cx$ aus (LB)
- (C-cons-1) $\forall x(LBx \supset UCx \nabla MCx)$
Jedes Lebewesen ist entweder Ein- oder Mehrzeller
- (C-cons-2) $\forall xyz(xCOy \wedge yCOz \supset xCOz)$
Transitivität von CO (Einzeller!)

9.12 Postulate für die Relation „ist Zellvorfahre von“ (A_C)

- (A_C-0) $\forall xy(xA_Cy \supset Cx \wedge Cy)$
Zellvor- / Nachfahren sind Zellen
- (A_C-1) $\forall xy(xA_Cy \supset \sim yA_Cx)$

Asymmetrie von A_C (Irreflexivität folgt)

$$(A_C-2) \forall xyz(xA_Cy \wedge yA_Cz \supset xA_Cz)$$

Transitivität von A_C

$$(A_C-3) \forall xy(yD_Cx \supset \exists z zDD_Cx)$$

Diskretheit von A_C

$$(A_C-4) \forall x(\sim \exists y yD_Cx \vee \exists y xA_Cy \wedge \sim \exists z zD_Cy)$$

Gegenwartsendlichkeit

$$(A_C-5) \forall x(\sim \exists y yA_Cx \vee \exists y(xD_Cy \wedge \sim \exists z zA_Cy))$$

Vergangenheitsendlichkeit

$$(A_C-6) \text{ Es gibt nur endlich viele vorfahrenlose Zellen,} \\ \text{und jede Zelle hat nur endlich viele Nachkommen.}$$

$$(A_C-7) \forall xy(Cx \wedge Cy \wedge x \neq y \supset \dots)$$

$$\dots (xA_Cy \vee xD_Cy \vee \exists z zCA_Cxy \vee \exists z zCD_Cxy))$$

Verinselungsfreiheit (=Verwandtschaft aller Zellen)

$$(A_C-8) \forall xy(UCx \wedge UCy \supset (xA_{LB}y \equiv xA_Cy))$$

Einzellervorfahren sind Zellvorfahren (fragwürdig!)

9.13 Erste und letzte Zellen

$$\text{(Def. FCO) } xFCOy \text{ gdw } xCOy \wedge \sim \exists z(zCOy \wedge zA_Cx)$$

$$\text{(Def. LCO) } xLCOy \text{ gdw } xCOy \wedge \sim \exists z(zCOy \wedge zD_Cx)$$

Beweisbar:

$$(A_C\text{-cons-1})$$

$$\forall x\forall y(xCOy \supset (xFCOy \vee \exists z(zFCOy \wedge xD_Cz)))$$

Vergangenheitsendlichkeit

$$(A_C\text{-cons-2})$$

$$\forall x\forall y(xCOy \supset (xLCOy \vee \exists z(zLCOy \wedge xA_Cz)))$$

Ende jetzt (vorläufig)

9.14 Erste Postulate für COSLB_C („cell of the same living being“)

- (COSLB_C -1) $\forall xy(x\text{COSLB}_C y \supset Cx \wedge Cy)$
 (COSLB_C -2) $\forall xy(x\text{COSLB}_C y \supset y\text{COSLB}_C x)$
 Symmetrie von COSLB_C
 (COSLB_C -3) $\forall xy(x\text{COSLB}_C y \supset x\text{COSLB}_C x)$
 eingeschränkte Reflexivität

9.15 Wenn die Welt einfach wäre...

- (Def. OCB („is (the) one-cell bottleneck of“)) $xOCBy$ gdw
 (i) $xCOy \wedge$
 (ii) $\forall z(zCOy \supset \dots$
 $\dots (x = z \vee xACz) \wedge \forall z'(\sim z'COy \wedge z'ACz \supset z'ACx)) \wedge$
 (iii) $\forall x'y'(x'COy' \wedge x'ACx \supset \sim \exists z'(xACz' \wedge z'COy'))$

(Postulat OCB) $\forall x(LBx \supset \exists y yOCBx)$
 Jedes Lebewesen hat einen Einzellflaschenhals

(Def. A_{LB}) $xALBy$ gdw $\exists z(zCOx \wedge \forall z'(z'OCBy \supset zACz'))$
 Beweisbar: (A_{LB} -1) bis (A_{LB} -6), besonders (A_{LB} -1), die Asymmetrie von A_{LB} , und (A_{LB} -2), die Transitivität von A_{LB} .

(A_{LB} -7), die Verwandtschaft aller Lebewesen, bleibt Postulat.

9.16 Da die Welt aber nicht so einfach ist...

- (Netz-C)
 $\forall xy(x\text{COSLB}_C y \wedge x \neq y \supset xACy \vee xDCy \vee \dots$
 $\dots \exists z(zCACxy \wedge x\text{COSLB}_C z \wedge y\text{COSLB}_C z) \vee \dots$
 $\dots \exists z(zDCxy \wedge x\text{COSLB}_C z \wedge y\text{COSLB}_C z)$

Das Lebewesen als Zellnetz

- (LL-C?) $\forall xy(x\text{COSLB}_C y \supset \dots$
 $\dots \forall z(zDCx \wedge zACy \supset x\text{COSLB}_C z \wedge z\text{COSLB}_C y))$
 zu stark!

- (LL-C) $\forall x \forall y (x A_C y \wedge x \text{COSLB}_C y \supset \dots$
 $\dots \exists z (z \text{DD}_C x \wedge (z A_C y \vee z = y) \wedge x \text{COSLB}_C z \wedge z \text{COSLB}_C y))$
 angemessen
- (Def.* A_{LB}) $x A_{LB} y$ gdw
 (i) $\forall y' (y' C O y \supset \exists x' (x' C O x \wedge x' A_C y')) \wedge$
 (ii) $\sim \exists y' (y' C O y \wedge \exists x' (x' C O x \wedge y' A_C x'))$.
- Beweisbar: (A_{LB} -1) bis (A_{LB} -6), besonders (A_{LB} -1), die Asymmetrie von A_{LB} , und (A_{LB} -2), die Transitivität von A_{LB} .
- (Def. CLL) („is cell-line linked with“)
 $x \text{CLL} y$ gdw $x \neq y \wedge \exists x' \exists y' (x' C O x \wedge y' C O y \wedge x' A_C y')$
- (Postulat CLL) $\forall xy (x A_{LB} y \supset x \text{CLL} y)$
 Kein LB-Vorfahre ohne Zelllinie
- (OCB-2) $\forall xyz (x \text{OCB} y \supset (z A_{LB} y \equiv \exists z' (z' C O z \wedge z' A_C x))$
 Vorfahren von Flaschenhäslern

Literatur

- Ainsworth, C. (2003): „The Stranger Within“, In: *New Scientist* 180, issue 2421, 34. [URL](#).
- Brochhausen, M. (2006): „The Derives From Relation in Biomedical Ontologies“, in: *Studies in Health Technology and Informatics* 124, 769–774.
- Dawkins, R. (2004): *The Ancestor's Tale. A Pilgrimage to the Dawn of Life*. London: Weidenfeld & Nicolson.
- Eldredge, N. / Gould, S. J. (1972): „Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism“. In: Schopf, T. J. M. (Hg.): *Models in Paleobiology*. San Francisco: Freeman Cooper, 82–115. [URL](#).
- Griffiths, P. E. / Sterelny, K. (1999): *Sex and Death. An Introduction to the Philosophy of Biology*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Haeseler v. Arndt / Liebers, D. (2003): *Molekulare Evolution*, Frankfurt a.M.: Fischer.
- Harada, K. (1994): *Indeterministische Zeitlogik*. In: Kienzle (Hg.) (1994), 236–376.
- Jansen, Ludger (2010): *Analytische Sozialontologie*. Fertig gestelltes, noch unveröffentlichtes Buchmanuskript.

- Kienzle, B. (Hg.) (1994): *Zustand und Ereignis*. Frankfurt / M.: Suhrkamp.
- Kienzle, B. (2007): *Die Bestimmung des Janus*. Tübingen: Mohr Siebeck.
- Kripke, S. (1980): *Naming and Necessity*. Oxford: Blackwell.
- Meixner, U. (2004): *Einführung in die Ontologie*. Darmstadt: WBG.
- Müller, T. (2002): *Arthur Priors Zeitlogik*. Paderborn: Mentis.
- Prior, A. (1967): *Past, Present and Future*. Oxford: Oxford University Press.
- Quine, W.V.O. (1960): *Word and Object*. Cambridge / Mass.: MIT Press.
Zitiert nach der 21. Aufl. von 1996.
- Rossbauer, M. / Skloot, R. (2010): „Der Engel in den Zellen“, Interview von Maria Rossbauer mit Rebecca Skloot, taz vom 25./26.9. 2010, S.19.
- Skloot, R. (2010): *The Immortal Life of Henrietta Lacks*. New York: Crown Publishers.
- Runggaldier, E. / Kanzian, C. (1998): *Grundprobleme der Analytischen Ontologie*. Paderborn: Schöningh (utb).
- Smith, B. / Brogaard, B. (2003): „Sixteen Days“. In: *Journal of Medicine and Philosophy* 28, 45–78.
- Smith, B. / Ceusters, W. / Klagges, B. / Köhler, J. / Kumar, A. / Lomax, J. / Mungall, C. / Neuhaus, F. / Rector, A. / Rosse, C. (2005): „Relations in Biomedical Ontologies“, in: *Genome Biology*, 2005, R46. [URL](#).
- Strobach, N. (1998): „Time and Development in Kripke’s ‚Naming and Necessity‘“, in: *Theoria* (San Sebastian, Spanien) 13, 503–517.
- Strobach, N. (2007): *Alternativen in der Raumzeit. Eine Studie zur philosophischen Anwendung multimodaler Aussagenlogiken*. Berlin: Logos.
- Strobach, N. (2010) „Die Persistenz der biologischen Arten – Provisorische Überlegungen zu einer biologischen Interpretation zeitlogischer Strukturen“. Erscheint in: Schönrich, G. (Hg.): *Persistenz, Zeitlichkeit und Indexikalität*.