

Die Entstehung der Arten mittels natürlicher Drift

Humberto Maturana-Remesin & Jorge Mpodozis

Revista Chilena de Historia Natural 73: 261-310, 2000

engl. Original: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2000000200005>

Aus dem Englischen ins Deutsche übertragen von Alfons Thierstein, April 2015
alfons.thierstein@web.de

Abstract

In diesem Aufsatz zeigen wir, dass der Mechanismus, der sowohl die Verschiedenheit der lebenden Systeme, wie wir sie heute vorfinden, als auch die Biosphäre, als ein zusammenhängendes System von in Wechselwirkung stehenden autonomen lebenden Systemen, hervorbrachte, die natürliche Drift ist. Wir zeigen auch, dass was wir Biologen mit dem Ausdruck natürliche Selektion bezeichnen, eine Folge der durch die natürliche Drift sich ergebenden Entstehungsgeschichte der Biosphäre ist und nicht der Mechanismus, der diese Geschichte erzeugt. Wir tun dies, indem wir darlegen:

a) dass die Geschichte der lebenden Systeme auf der Erde, eine Geschichte der Entstehung, des Erhalts und der reproduktiven Diversifizierung von Abstammungslinien ist und nicht von Populationen;

b) dass die biologische Reproduktion ein systemischer Prozess des Erhalts einer besonderen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung ist und nicht ein genetischer Prozess des Erhalts irgendeiner genetischen Zusammensetzung;

c) dass eine Abstammungslinie mit dem systemisch-reproduktiven Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung entsteht und nicht mit dem Erhalt eines besonderen Genotyps;

d) dass, obgleich sich nichts in der Lebensgeschichte eines lebenden Systems ereignen kann, was sein Gesamtgenotyp nicht erlaubt, alles, was sich in ihr ereignet, sich in einer epigenetischen Weise ereignet, und dass es richtigerweise nicht möglich ist, zu behaupten, dass irgendein Merkmal, das in der Lebensgeschichte eines Organismus entsteht, genetisch bestimmt sei;

e) dass es das Verhalten ist, was den Lauf der Geschichte eines lebenden Systems leitet, und nicht die Genetik; und

f) dass es die besondere ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung ist, die einen Knotenpunkt in der historischen Diversifizierung der Abstammungslinie einnimmt, was ein Taxonom unterscheidet, wenn er oder sie behauptet, ein Organismus gehöre zu einer besonderen Art.

Schlüsselwörter: Evolution, natürliche Drift, natürliche Selektion, Abstammungslinie, Organismus, Spezies

Vorwort

Dieser Aufsatz ist eine englische Version des Aufsatzes „Origen de las especies por medio de la deriva natural, o la diversificación de los linajes a través de la conservación y el cambio de los fenotipos ontogénicos“, der 1992 in Spanisch veröffentlicht wurde, als die 46. Sonderausgabe des Journals „Revista del Museo de Historia Natural de Chile“. Wir danken es der Einsicht und dem Mut der zwei bekannten chilenischen Biologen, Luis F. Capuro S. und José Yanez V., die dachten, dass die hier präsentierten Ideen es verdienten, von der Gemeinschaft der Biologen im Allgemeinen gekannt und bedacht zu werden, und davon insbesondere von jenen, die sich mit dem Verständnis der Geschichte der lebenden Systeme beschäftigen, obgleich sie zu einem großen Teil den meisten der modernen evolutionären Ansichten widersprechen, die auf einem genetischen Denken basieren. Wir wollen auch der Direktion der Bibliothek, Archivos y Museos de Chile, danken, die den Originalaufsatz im vollen Vertrauen auf seine Qualität im Jahr 1992 veröffentlichte.

Wir sprechen von der englischen Version des Aufsatzes und nicht nur von einer Übersetzung, weil er erweitert wurde, als wir ihn in Englisch schrieben und versuchten, unser Denken in Bezug auf einige Schlüsselkonzepte klarer auszudrücken, wie jene, die sich auf die Epigenese beziehen und die ontogenetische und phylogenetische Drift der Organismus-Nische-Beziehung. Es gab eine erste Übersetzung von Cristina Magro, die uns eine Vorstellung davon gab, wie es sich in Englisch darstellen würde, und, als wir die gegenwärtige erstellten, nutzten wir sie zum Teil, aber schließlich nicht ganz, weil wir viel von dem Inhalt des Aufsatzes änderten. Nichtsdestoweniger wollen wir Cristina für ihre Bemühungen und für die Wertschätzung unserer Arbeit danken, wie auch Julia Tetel Andersen und Barbara Herrstein Smith, die mit ihr zusammenarbeiteten.

Beim Schreiben dieses Aufsatzes konzentrierten wir unsere Aufmerksamkeit auf die Darstellung unserer Ideen und Begriffe zur natürlichen Drift, und wir versuchten nicht das, was wir sagen, mit besonderen Fällen zu belegen, in denen man das einfacher sehen könnte. Freilich denken wir, dass die natürliche Drift in Aktion zu sehen, nur eine Verschiebung der Aufmerksamkeit beinhaltet, aber das zu illustrieren, würde zweifelsohne ein eigenständiges Werk erfordern, was wir auch tun wollen.

Gliederung / Inhaltsverzeichnis
(Ergänzung des Übersetzers)

Abstract, S. 1

Vorwort, S. 2

Gliederung (Ergänzung des Übersetzers), S. 3

I. Einführung (die Fragen), S. 5

II. Epistemologische Überlegungen, S. 7

1. Strukturdeterminismus, S. 7
2. Lebende Systeme als strukturdeterminierte Systeme, S. 8
3. Wissenschaftliche Erklärungen, S. 9

III. Biologische Überlegungen, S. 10

1. Ontogenetische strukturelle Drift, S. 10
2. Das lebende Systeme und sein Existenzbereich, S. 11
3. Organismen, S. 14
4. Ontogenetisches Ko-Driften, S. 15
5. Sich überschneidende Identitäten, S. 15
6. Epigenese, S. 17
7. Medium, Umwelt und Nische (nochmals), S. 18
8. Reproduktion und Vererbung, S. 19
9. Der ontogenetische Phänotyp, S. 21
10. Die Bildung von Abstammungslinien, S. 22
11. Verhalten, S. 24

IV. Unser Erklärungsvorschlag, S. 28

1. Phylogenetische Drift, S. 29
2. Die Beteiligung des Verhaltens, S. 34
3. Die reproduktive Verschiebung des Phänotyps, S. 35
4. Die Beteiligung des Mediums, S. 41

V. Antworten, S. 42

1. Die Entstehung der biologischen Vielfalt, S. 42
2. Anpassung, S. 44
3. Vielfalt und Ähnlichkeit, S. 45
4. Die biologische Grundlage von Systematiken, S. 47
5. Die biologische Bedeutung der taxonomischen Kategorien, S. 48

VI. Konsequenzen, S. 50

1. Sexualität, S. 50
2. Natürliche Selektion, S. 51
3. Arten und Artenbildung, S. 54
4. Vererbung, S. 59
5. Evolution und die Entstehung lebender Systeme, S. 60
6. Der ontogenetische Phänotyp zieht den Gesamtgenotyp mitsich, S. 61
7. Verhalten und Evolution, S. 63
8. Symbiose und die spontane Bildung von zusammengesetzten Lebewesen, S. 64

9. Die Überschneidung von Abstammungslinien, S. 66
10. Die evolutionäre Veränderungsrate, S. 67
11. Nochmalige Zusammenfassung: Die Beziehung zwischen Ontogenese und Phylogenese, S. 68
12. Nicht-adaptive Eigenschaften, S. 69
13. Die Gerichtetheit des evolutionären Wandels, S. 70
14. Die Asynchronizität beim molekularen und organischen evolutionären Wandel, S. 71
15. Der konservative Charakter der Evolution, S. 72

VII. Schlußworte, S. 73

Zitierte Literatur, S. 78

Anhang:

- Begriffe und Konzepte, S. 80
 - Abstammungslinie, S. 80
 - Anpassung, S. 80
 - Autopoiese, S. 80
 - Epigenese, S. 81
 - Epigenetisches Feld / der Bereich der möglichen epigenetischen Pfade, S. 82
 - Genetische Drift, S. 83
 - Genetik, S. 83
 - Genotyp, S. 84
 - Gesamtgenotyp, S. 84
 - Gewohnheiten, S. 84
 - Ontogenese, S. 85
 - Ontogenetische Drift oder ontogenetische strukturelle Drift, S. 85
 - Ontogenetischer Phänotyp, S. 85
 - Ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung, S. 86
 - Organisation, S. 86
 - Phänotyp, S. 86
 - Phylogenese, S. 87
 - Strukturdeterminiertes System, S. 87
 - Struktur, S. 87
 - Strukturelle Kopplung, S. 88
 - Systemische Dynamik, S. 88

I. Einführung

Der Hauptzweck dieses Aufsatzes ist es, einige der grundlegenden biologischen Fragen, die unserer Meinung nach explizit oder implizit die zentralen Anliegen Darwins waren, als er seine Evolutionstheorie entwickelte, neu zu überdenken und eine neue Art, sie zu beantworten, vorzuschlagen. Wenn wir das aus der konzeptionellen Perspektive heraus tun, die wir hier vorstellen wollen, werden wir sehen, wie wir auf die Teilnahme des Verhaltens als einem zentralen Faktor in der Geschichte der Diversifizierung der lebenden Systeme zurückgreifen.

Wir denken, dass die fundamentalen biologischen Fragen, die Darwin beschäftigten, als er sein evolutionäres Denken entwickelte, gegenwärtig in Form der folgenden vier Fragen formuliert werden können:

i) Wie können wir die Vielfalt und die Ähnlichkeit, die wir unter den Lebewesen beobachten, erklären?

ii) Wie können wir erklären, dass die unterschiedlichen Typen der gegenwärtig existierenden lebenden Systeme in ihrem natürlichen Medium in vollkommener Übereinstimmung mit ihren Umständen leben, und dass sie sterben, wenn diese Übereinstimmung zerbrochen wird?

iii) Wie können wir erklären, dass Taxonomen lebende Systeme häufig unter Berücksichtigung nur weniger Dimensionen deren aktueller Existenz klassifizieren, und sie in systematischen Kategorien einordnen und miteinander in Beziehung setzen, die biologisch von Bedeutung sind?

iv) Was ist es, was die Taxonomen unterscheiden, wenn er oder sie ein Lebewesen klassifiziert und damit eine systematische Kategorie von biologischer Bedeutung festlegt?

Wir denken auch, dass bei der Beantwortung dieser Fragen die moderne Evolutionstheorie die folgenden vier Annahmen als konzeptionellen Hintergrund basaler Begriffe nutzt, die begrenzen und bestimmen, was innerhalb dieses Bezugssystems gesagt werden kann:

1. Dass Anpassung, als eine Beziehung der operationalen Kongruenz des lebenden Systems mit dem Medium, variabel sei, und dass es möglich sei, biologisch sinnhaft über Organismen zu reden, als ob einige von ihnen besser angepasst wären als andere, oder auch über Anpassungsprozesse und Anpassungsstrategien.¹

2. Dass die Besonderheiten des Mediums, denen die verschiedenen Lebewesen im Laufe ihrer jeweiligen besonderen ontogenetischen und phylogenetischen Geschichte begegneten, bereits als solche da seien, wenn sie von den lebenden Systemen angetroffen würden, obwohl das Gleiche nicht immer für die Nische unterstellt wird. Evolution ereigne sich daher als ein Prozess der fortschreitenden oder sprunghaften Anpassung an ein präexistierendes Medium, selbst wenn es sich um Ko-Anpassung handele.²

¹ Ein konzeptioneller Gebrauch dieser Annahme offenbart sich, z.B., durch die Behauptung, dass Organismen aufgrund entwicklungsständiger Beschränkungen und ökologischer Kompromisse nur einen suboptimalen Anpassungsgrad erreichen könnten, (Seeger & Stubblefield 1996). Ein funktionalerer Gebrauch dieser Annahme zeigt sich in vielen ökologischen und evolutionären Studien der Unterschiede hinsichtlich Fruchtbarkeit u./o. Fortpflanzungsvermögen von Organismen, die eine Population zusammensetzen, als Indikator ihrer unterschiedlichen biologischen Adäquatheit oder Fitness (wie in Medel 1999).

² Der Gebrauch dieses Begriffes wird in vielen, modernen paläontologischen Studien und Beschreibungen besonders klar, wo man sich evolutionäre Neuheiten als adaptive Antworten auf Umweltveränderungen vorstellt. Z.B. wird behauptet, dass die Vordergliedmaßen der primitiven Amphibien als

3. Dass der Evolutionsprozess auf struktureller Ebene hauptsächlich ein Prozess der genetischen Veränderung sei. Diese genetischen Veränderungen fänden im Organismus statt, kämen aber auf der Ebene der Population zum Ausdruck. Phänotypische Veränderungen seien das Resultat der genetischen Veränderungen, daher folgten phänotypische Veränderungen historisch dem Verlauf der genetischen Veränderungen.³

4. Dass jede Änderung, um zustande zu kommen, der Anwendung irgendeiner Art externer Kraft bedürfe. Genetische Veränderungen, das strukturelle Substrat der organischen Evolution, seien keine Ausnahme. Die Hauptkraft, die den Verlauf der genetischen Anpassungen leite, sei der „Selektionsdruck“, der den Organismen von der Umwelt auferlegt würde. Es wird behauptet, dass es eine breite Vielfalt von selektierenden Agenten und Prozessen gäbe, die auf die Organismen entweder in kontinuierlicher oder punktueller Weise einwirken könnten.⁴

Unter diesen konzeptionellen Annahmen wird das unter den lebenden Systemen beobachtbare unterschiedliche Überleben, „natürliche Selektion“ genannt und als der Mechanismus betrachtet, der evolutionären Wandel und Anpassung erzeuge. Darüberhinaus kommt unter diesen Annahmen keine Frage auf über die Möglichkeit, dass Veränderung und Anpassung basale konstitutive Bedingungen des Lebendigseins sein könnten, und dass das unterschiedliche Überleben das Resultat eines evolutionären Prozesses sein könnte und nicht der Mechanismus, der es erzeugt.

Zweifellos hatte der Begriff der natürlichen Selektion nach dem gegenwärtigen Stand bzgl. der Vertiefung unseres Verständnisses der Geschichte der lebenden Systeme auf der Erde großen Erfolg. Dennoch, trotz seiner anscheinenden großen Kohärenz und Erklärungsfähigkeit ist der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie nicht völlig befriedigend, da er einige ernsthafte Lücken in verschiedenen Bereichen der Biologie bestehen lässt (Gould & Elredge 1977, Lewin 1980, Gould & Lewontin 1979, Brooks & Wiley 1986, Gould 1994). Unter den biologischen Phänomenen, welche die moderne Evolutionstheorie nicht erklären kann unter der Behauptung, dass sich in der Evolution alles in einem Prozess der fortschreitenden Anpassung durch die natürliche Selektion der am besten Angepassten ereigne, können wir das Folgende erwähnen: a) die zeitliche Dynamik der phyletischen Veränderungen; b) die operationale Beziehung zwischen Phylogenese und Ontogenese; c) die Etablierung von phylogenetischen Trends in den Abstammungslinien; d) die Unterschiede zwischen den Rhythmen der molekularen und organismischen Veränderungen; e) der konservative Charakter des evolutionären Prozesses; f) der neutrale Aspekt eines Großteiles der molekularen Evolution; und g) das Vorhandensein von nicht-adaptiven Merkmalen oder Eigenschaften.

eine adaptive Lösung auf das Problem der Fortbewegung an Land entstünden (Benton 1990); dass Blütenpflanzen sich als eine adaptive Antwort der Vorfahren-Flora auf pflanzenfressende Dinosaurier entwickelten (Bakker 1978); und dass klimatische und tektonische Veränderungen im Känozoikum viele Gelegenheiten für die schnelle Artenbildung der marinen Ostracoden Fauna geboten hätten.

³ Eine zeitgenössische und didaktische Darstellung dieser klassischen Denkweise kann bei Brandon (1990) gefunden werden.

⁴ Eine detaillierte Ausführung dieser Denkweise kann im Buch von Bell (1997) gefunden werden. In der Einführung (S. xix), stellt dieser Autor fest: „Es gibt viele Kräfte, die die Evolution behindern – Mutation, Stichprobenfehler, Immigration und so weiter – aber die Selektion ist der einzige Prozess, der die Evolution verursacht“.

Wir denken, dass diese Situation eine direkte Neuformulierung der oben gestellten Fragen unter einem anderen konzeptionellen Ansatz erfordert. Das ist es, was wir im Folgenden zu tun beabsichtigen, basierend auf dem Verständnis, dass lebende Systeme als autopoietische Systeme (Maturana & Varela 1972) strukturdeterminierte Systeme sind, und dass sie als solche nur so lange existieren, wie sie in ihrem Operieren und Interagieren ihre Organisation (Autopoiese) und ihre operationale Kongruenz mit den Umständen, in denen sie leben (Anpassung), erhalten. Wir werden diese Fragen entsprechend neu formulieren, indem wir behaupten, dass alle biologischen Phänomene, einschließlich derer, die in überindividuellen Beziehungsreichen stattfinden, unter Berücksichtigung dessen erklärt und verstanden werden müssen, was den Lebewesen während des Prozesses ihrer Verwirklichung als Individuen widerfährt, die ihre Organisation und ihre Anpassung als Existenzbedingungen erhalten. Wie wir bereits am Beginn dieses Aufsatzes sagten, werden wir darüber hinaus unsere Argumente entwickeln, indem wir zeigen, wie Verhalten ein leitender Faktor in der individuellen und evolutionären Geschichte der Lebewesen ist.

Obwohl dieser Aufsatz ein zusammenhängendes konzeptionelles Ganzes bildet, haben wir ihn in mehrere Sektionen geteilt, die unabhängig in unterschiedlicher Folge je nach der Neugier des Lesers gelesen werden können. Am Ende haben wir auch als Anhang ein Glossar mitaufgenommen, das die Bedeutung der Ausdrücke und Begriffe enthält, die wir in diesem Aufsatz ohne Vorgeschichte einführen, wie auch Klarstellungen von anderen, die in allgemeinem Gebrauch sind, wo es uns aber in Bezug zu dem, was wir sagen, notwendig erscheint. Wir laden den Leser ein, in diesen Anhang um seiner selbst willen Einblick zu nehmen, und sich ihm erneut zuzuwenden, wenn ihm oder ihr das Lesen schleierhaft wird.

II. Epistemologische Überlegungen

II. 1. Strukturdeterminismus

Jede erklärende Argumentation, ungeachtet des Bereiches, in dem sie stattfindet, steht ausdrücklich oder stillschweigend auf der Akzeptanz des strukturellen Determinismus. D.h., alle erklärenden Argumente basieren ausdrücklich oder stillschweigend auf dem Verständnis, dass jedes System sowohl in seiner internen wie in seiner externen Dynamik in jedem Moment in einer Weise operiert, die durch seine Struktur in diesem Moment bestimmt ist. Der Begriff des strukturellen Determinismus ist keine ontologische Annahme oder ein a priori Begriff. Er ist eine beschreibende Abstraktion, die der Beobachter von seinen oder ihren erfahrungsmäßigen oder operationalen Zusammenhängen macht, wenn er oder sie als solcher in seinem oder ihrem Lebendigsein operiert, und die er oder sie macht, wenn er oder sie über die operationalen Zusammenhänge seiner oder ihrer Erfahrungen reflektiert, um sie zu erklären. Selbst der Begriff der Wahrscheinlichkeit ist nur aus der ausdrücklichen oder stillschweigenden Akzeptanz eines Beobachters heraus gültig, der die Wahr-

scheinlichkeitsannahme macht und der oder die in einem Bereich des strukturellen Determinismus operiert, den er oder sie nicht direkt einsehen kann. Die Begriffe „System“ und „Mechanismus“ beinhalten strukturellen Determinismus als ein konstitutives Merkmal, dessen, was sie bezeichnen (s. Anhang, „Struktur determinierte Systeme“). Erklärungen im allgemeinen und wissenschaftliche Erklärungen im besonderen sind nur in einem Bereich des strukturellen Determinismus möglich, da sie konstitutiv in dem Vorschlag eines generativen Mechanismus oder Prozesses bestehen, der, wenn er entsprechend den strukturellen Zusammenhängen, die er beinhaltet, operieren dürfte, diejenige Erfahrung als eine Konsequenz entstehen ließe, die der Beobachter zu erklären wünscht (Maturana 1990) (wir empfehlen sehr, in den Anhang zu sehen, an dieser Stelle nach: „Organisation und Struktur“).

II.2. Lebende Systeme als strukturdeterminierte Systeme

Als biologische Entitäten sind lebende Systeme strukturdeterminierte Systeme. D.h., sie sind solcher Art, dass alles, was in ihnen geschieht oder ihnen widerfährt, in jedem Moment durch ihre Struktur und ihre strukturelle Dynamik in diesem Moment bestimmt ist, und dass jedes äußere, auf sie einwirkende Agens in ihnen nur bestimmte strukturelle Änderungen auslösen kann. Dies beinhaltet, dass alle strukturellen Veränderungen, die ein lebendes System durchmacht, wenn es in Interaktion mit dem Medium existiert, nicht durch die Besonderheiten des Mediums bestimmt sind und durch diese nicht bestimmt sein können; sondern sie entstehen in dem lebenden System als ein Resultat seiner eigenen strukturellen Dynamik in der Verwirklichung seines Lebendigseins, wie dieses eben dahinfließt - moduliert durch den Verlauf der in ihm durch die Begegnungen mit dem Medium ausgelösten strukturellen Veränderungen (Maturana 1975). Desweiteren begegnet ein lebendes System als strukturdeterminiertes System nur den strukturellen Besonderheiten des Mediums, die seine eigene Struktur vorgibt. Deshalb kann der Beobachter solche Besonderheiten des Mediums nicht direkt selbst sehen und muss die im lebenden System selbst ausgelösten strukturellen Veränderungen als ein Hinweis darauf oder eine Umschreibung davon nutzen. Weil das lebende System ein strukturdeterminiertes System ist, folgen seine strukturellen Veränderungen einem Verlauf, der in einem strikten Sinn gegenüber der Art, wie der Beobachter die Umwelt (Umgebung) beschreibt, in der er oder sie das lebende System sieht, gleichgültig ist, der aber vom Verlauf seiner Interaktionen mit dem Teil des Mediums (Nische) abhängt, dem es tatsächlich begegnet.

Wegen seines strukturellen Determinismus kann das lebende System darüberhinaus in seinem Operieren nicht unterscheiden, ob seine strukturellen Veränderungen das Resultat seiner eigenen strukturellen Dynamik sind oder ausgelöst durch seine Begegnungen mit dem Medium entstehen. Mit anderen Worten, die strukturelle Dynamik eines lebenden Systems ist gleichgültig gegenüber der Unterscheidung, die ein Beobachter macht, wenn er über dessen Inneres oder Äußeres spricht. Die Unterscheidung zwischen dem Inneren oder Äußeren eines lebenden Systems oder jeden strukturdeterminierten Systems, ist eine Unterscheidung, die ein Beobachter

macht, und die daher nicht am Operieren eines solchen Systems teilnimmt. Es folgt aus all dem, was wir in Bezug auf lebende Systeme als strukturdeterminierte Systeme gesagt haben, dass die Phänomene der strukturellen Dynamik eines lebenden Systems und die Phänomene, die sich in seinen Interaktionen im Medium ereignen, Phänomene unterschiedlicher Art sind, die sich in Phänomenbereichen ereignen, die sich nicht überschneiden, und von denen der eine nicht durch Begriffe des anderen dargestellt werden kann. In allgemeinen Begriffen heißt das, wie wir bereits sagen, dass das Medium nicht vorgibt, was dem lebenden System geschieht, wenn es mit ihm interagiert. Das Medium kann im lebenden System nur strukturelle Veränderungen auslösen, die im lebenden System bestimmt sind, und umgekehrt; und alles, was in der Geschichte der Interaktionen des lebenden Systems und des Mediums, das es enthält, passieren kann, ist, dass beide kongruente strukturelle Veränderungen durchmachen, die den Erhalt der Anpassung des lebenden Systems zur Folge haben, wenn es denn in operationaler Kongruenz mit dem Medium verbleibt, oder es desintegriert.

II.3. Wissenschaftliche Erklärungen

Was an wissenschaftlichen Erklärungen so besonders oder maßgeblich ist, ist das epistemologische Verfahren, das sie definiert und als solche validiert. Dieses Verfahren, das wir das „Kriterium der Validierung wissenschaftlicher Erklärungen“ nennen, ist die zusammenhängende Erfüllung von vier Operationen, von denen eine der Vorschlag eines generativen Mechanismus oder Prozesses ist, der, wenn er stattfinden dürfte, als ein Resultat seines Operierens, die Erfahrung oder das Phänomen, die oder das zu erklären ist, entstehen ließe (Maturana 1990). Kurz gesagt, sind die vier Operationen: a) die Beschreibung dessen, was ein Beobachter tun muss, um die zu erklärende Erfahrung zu leben; b) der Vorschlag eines erzeugenden Mechanismus; c) die Ableitung aus all den operationalen Zusammenhängen, die b) beinhaltet, auf andere Erfahrungen des Beobachters, und was er oder sie tun sollte, um sie zu leben; und d) die Verwirklichung dessen, was in c) abgeleitet wurde. Und wenn der Beobachter diese zusätzlichen Erfahrungen lebt, dann akzeptiert er oder sie den in b) dargestellten erzeugenden Mechanismus als eine wissenschaftliche Erklärung des zu erklärenden Phänomens, wie es in a) dargestellt wurde. Insoweit wissenschaftliche Erklärungen aus erzeugenden Mechanismen bestehen, gehören, darüberhinaus, die zu erklärende Erfahrung und der erzeugende Mechanismus zu unterschiedlichen, sich nicht überschneidenden operationalen oder phänomenalen Bereichen. Weil die zu erklärende Erfahrung und der erzeugende Mechanismus, der sie entstehen lässt, zu sich nicht überschneidenden phänomenalen (operationalen) Bereichen gehören, konstituieren Erklärungen im allgemeinen und wissenschaftliche im besonderen keine phänomenale Reduktionen. In anderen Worten, wissenschaftliche Erklärungen drücken nicht die Phänomene des einen mit Begriffen des anderen Bereiches aus. Da es unser Vorhaben ist, die am Beginn dieses Aufsatzes dargestellten Fragen zu beantworten, indem wir eine wissenschaftliche Erklärung der mit ihnen bezeichneten

Phänomene geben, wird unsere Aufgabe darin bestehen, einen Mechanismus zu präsentieren, der diese Phänomene als Resultat seines Operierens entstehen lässt.

III. Biologische Überlegungen

III.1. Ontogenetische strukturelle Drift

Ein lebendes System ist ein autopoietisches System erster oder zweiter Ordnung im molekularen Raum (Maturana & Varela 1984). D.h., ein lebendes System ist ein dynamisches strukturdeterminiertes molekulares System, das als solches nur solange existiert, wie das geschlossene Netzwerk der molekularen Produktion und Transformation, das es konstituiert, in einer Weise fließt, die seine Organisation und operationale Kongruenz mit dem Medium erhält, oder es stirbt. In anderen Worten, was ein lebendes System als lebendes System konstituiert, ist sein ununterbrochenes Operieren in der kontinuierlichen Verwirklichung seiner autopoietischen Organisation (sei sie erster oder zweiter Ordnung) in operationaler Kongruenz mit seinen Lebensumständen (s. Anhang, „Autopoiese“). In nochmals anderen Worten, ein lebendes System bleibt ein lebendes System nur insoweit wie seine autopoietische Organisation im Fluss der strukturellen Veränderungen, die es durchmacht, erhalten bleibt, unabhängig vom Ursprung dieser Veränderungen (Maturana & Varela 1972, 1984), und solange wie seine operationale Kongruenz mit dem Medium ebenso erhalten wird (s. 3.7. unten, und auch im Anhang: „Anpassung“). Die individuelle Geschichte eines Lebewesens oder die Ontogenese findet daher konstitutiv als eine Geschichte des strukturellen Wandels unter Erhalt von Autopoiese und Anpassung statt, die einem Verlauf folgt, der Moment für Moment entsteht und bestimmt wird durch die Sequenz von dessen Interaktionen mit dem Medium, welches das Lebewesen enthält. Der Prozess des Werdens, in welchem ein System einem Kurs struktureller Veränderungen (oder Positionswechsel) im Verlauf einer Geschichte von Interaktionen folgt, bei denen es Organisation und Anpassung (oder eine Beziehung der operationalen Kongruenz mit dem Medium) erhält, wird im Englischen mit dem Wort „Drift“ bezeichnet (s. Anhang: „Ontogenese“ und „ontogenetische Drift“). Wir behaupten daher:

a) dass, die Ontogenese eines lebenden Systems operational eine strukturelle Drift ist unter den Bedingungen des Erhalts seiner Organisation und seiner Anpassung;

b) dass, der Erhalt von Organisation und Anpassung in einem Medium eine Existenzbedingung aller lebenden Systeme ist;

c) dass, der Erhalt von Organisation und Anpassung in der fortlaufenden Existenz eines lebenden Systems in kontinuierlichen Interaktionen in einem Medium ein allgemeines systemisches Phänomen (s. Anhang: „systemische Dynamik“) ist und keine besondere Eigenheit der biologischen Phänomenologie; und

d) dass, die Ontogenese eines lebenden Systems, d.h. seine individuelle strukturelle Drift, in seiner fortlaufenden Existenz konstitutiv ohne irgendeine Bemühung oder Absicht oder einen Zweck vorsichgeht.

All dem, was wir gesagt haben, entspricht es schließlich, dass, wenn wir über strukturelle Veränderungen reden, die sich in einem lebenden System während seiner Ontogenese ereignen, wir über seine strukturelle ontogenetische Drift reden, und wir tun dies, indem wir darauf bestehen, dass dies ein spontaner systemischer Prozess ist, der als eine konstitutive Eigenheit der Verwirklichung lebender Systeme nicht erklärt werden muss. Und aufgrund all dessen, was wir oben sagten, behaupten wir, dass jeder Versuch, die Geschichte der lebenden Systeme auf der Erde zu erklären, auf diesen konstitutiven Bedingungen basieren muss (Abb. 1 und auch Maturana & Varela 1984).

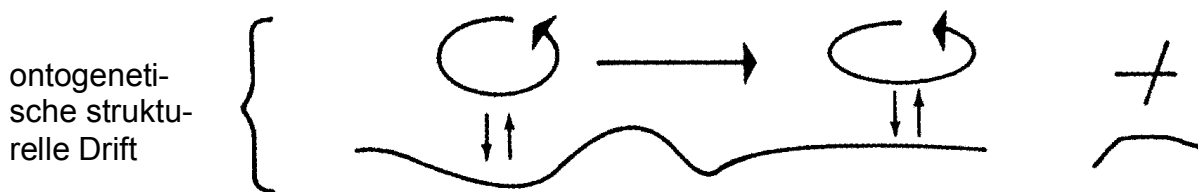


Abb. 1. Die Abbildung versucht die kongruenten strukturellen Veränderungen darzustellen, die ein Organismus und das Medium entlang ihrer strukturellen Drift durchmachen, die in der Lebensgeschichte eines Organismus unter Bewahrung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die seine Klassenidentität definiert, stattfindet. Wir zeigen am rechten Rand der Zeichnung das letzte Ende einer jeden strukturellen Drift, nämlich den Tod. In dieser wie in den folgenden Abbildungen repräsentiert der geschlossene Pfeil ein lebendes System; die gebogene Linie unter dem geschlossenen Pfeil repräsentiert die Nische; die sich ändernde Form des geschlossenen Pfeiles und die sich kongruent ändernde Form der Linie, die die Nische repräsentiert, stellt die Bewahrung der dynamischen strukturellen Kongruenz zwischen Organismus und Medium dar.

III.2. Das lebende System und sein Existenzbereich

Während seiner ontogenetischen strukturellen Drift verändern sich das lebende System und sein Existenzbereich zusammen kongruent. Da ein lebendes System ein System ist, das konstitutiv nur in einer kontinuierlichen strukturellen Drift unter Erhalt von Organisation und Anpassung im Medium existiert, entsteht tatsächlich sein Existenzbereich, als der Teil des Mediums, in dem es sein Lebendigkeit verwirklicht, notwendigerweise erst mit ihm zusammen in der Verwirklichung seines Lebendigkeit als ein eigentlicher Prozess, und er verändert sich mit ihm. Unter diesen Umständen besteht der Existenzbereich eines lebenden Systems nicht vor dem tatsächlichen Lebendigkeit eines lebenden Systems in dem Bereich, in dem es vom Beobachter unterschieden wird. Um genauer zu sein, wollen wir die Unterscheidungen, die ein Beobachter machen kann, wenn er ein Lebewesen in den Umständen unterscheidet, in denen er es unterscheidet, explizit darstellen:

a) Der Beobachter unterscheidet das „Medium“ als ein benennbares oder vorstellbares Behältnis, in dem er oder sie das lebende System in dessen Verwirklichung seines Lebendigseins unterscheidet. Das Medium taucht daher mit der Unterscheidung des lebenden Systems auf, wie alles, was der Beobachter sieht und nicht sieht, von dem er oder sie sich aber vorstellt, dass es dieses umgibt und enthält.

b) Der Beobachter unterscheidet all das als die „Umwelt“ des lebenden Systems, was er oder sie als dessen Umgebung sieht, wenn er es als solches unterscheidet. D.h., die Umgebung oder die Umwelt, in der ein lebendes System erscheint, wenn es durch den Beobachter unterschieden wird, wird nicht durch das lebende System bestimmt, das dem Medium nur in den Aspekten oder Dimensionen begegnen kann, die seinen Existenzbereich konstituieren, und die wir von jetzt an die Nische nennen werden. Die Umwelt ist das, was der Beobachter als Umgebung des lebenden Systems im Moment seiner Unterscheidung sieht oder beschreibt.

c) Die „Nische“ oder der Existenzbereich eines lebenden Systems ist der Teil des Mediums, dem das lebende System tatsächlich Moment für Moment in der Verwirklichung seines Lebendigseins begegnet. Der Beobachter kann die Nische nicht direkt sehen, und er oder sie muss sie durch Beobachtung des lebenden Systems, während es lebt, erschließen. In anderen Worten, die Nische oder der Existenzbereich des lebenden Systems kann nicht unabhängig vom Lebewesen, das sie lebt, charakterisiert werden, und der einzige Weg, wie der Beobachter die Nische eines lebenden Systems kennenlernen kann, ist, die Operationen des Lebewesens selbst zu seiner Beschreibung oder als Referenz dafür zu nutzen.

Deshalb erscheint das lebende System in der Unterscheidung des Beobachters von der Umwelt umgeben, wenn es seine Nische in dem Medium verwirklicht, das es enthält (Abb. 2.). Für den Beobachter, der das Medium unterscheidet, wie es das Lebewesen enthält und auch dessen Nische miteinschließt, mag es erscheinen, als ob das Medium oder die Nische vor dem lebenden System existierten, das, wie er oder sie sieht, darin seinen Platz einnimmt. Für das lebende System ist dies dennoch nicht so und kann nicht so sein, da sein Existenzbereich mit seinem Operieren in der gegenwärtigen Verwirklichung seines Lebendigseins auftaucht. Aus diesem Grund, insoweit wie das Medium die Nische einschließt, und die Nische nicht vor dem Lebewesen existiert, existiert auch das Medium nicht vor dem lebenden System, das darin seinen Platz einnimmt. Das Medium taucht mit der Unterscheidung des lebenden Systems auf, als ein genereller Bereich operationaler Möglichkeiten für die Existenz des lebenden Systems, die der Beobachter durch die operationalen Zusammenhänge, mit denen er das lebende System unterscheidet, als möglich erkennt oder sich als möglich vorstellen kann. Als solches erscheint das Medium dem Beobachter als ein Hintergrund für die Verwirklichung des Lebendigseins eines lebenden Systems und für das kontinuierliche Auftauchen derselben oder anderer Nischen, je nachdem welche Art von Wesen ein lebendes System in der Verwirklichung seines Lebendigseins wird. Die Nische oder der Existenzbereich eines lebenden Systems entspricht im wesentlichen dem, was von Uexküll (1957) seine Umwelt nennt (Abb. 2.).

All das oben gesagte vorausgesetzt, können wir nicht sagen, dass das Lebewesen in seiner ontogenetischen strukturellen Drift in einem Prozess der Anpassung an ein

Medium existiert, und wir können auch nicht sagen, dass das Medium die Veränderungen auswählt, welche die lebenden Systeme in ihren ontogenetischen oder phylogenetischen Geschichtsverläufen erfahren. Solche Ausdrücke bergen das Konzept der Präexistenz des Mediums gegenüber dem darin lebenden System in sich. Was wir sagen können, ist, dass weder Medium noch Nische vor dem lebenden System, das sie bewohnt, existieren, und dass das Medium während der strukturellen Drift des lebenden Systems als der Bereich entsteht, in dem das lebende System seine Nische verwirklichen kann, und dass lebendes System und Nische sich notwendigerweise zusammen kongruent verändern. Wir können sogar sagen, dass es im Fluss ihrer rekursiven Interaktionen tatsächlich eine ko-strukturelle Drift des lebenden Systems und des Mediums gibt. Zugleich können wir auch sagen, dass, was immer der Beobachter als die Umwelt eines lebenden Systems betrachtet - ungeachtet wie wertvoll eine solche Ansicht für ihn oder sie beim Verständnis oder der Vorstellung der Nische des lebenden Systems sein mag – nur enthüllt, was der Beobachter denkt. Unter diesen Umständen und was in II.2. dargestellt wurde im Sinn, ist es wesentlich für das Verständnis der Geschichte des strukturellen Wandels lebender Systeme und der Biosphäre, die sie integrieren, zwischen der Charakterisierung zu unterscheiden, die der Beobachter von der Umwelt abgibt, in dem er oder sie das lebende System findet, und zwischen dem, was das lebende System im Medium findet, wenn es seine Nische in ihm verwirklicht. Wenn wir diese Unterscheidung nicht machen, werden wir verleitet diese zwei Bereiche zu verwechseln, indem wir Phänomene, die nur zu den vom Beobachter gemachten Beschreibungen gehören, dem Operieren der lebenden Systeme zuschreiben, und umgekehrt, und uns selbst im Verlauf unserer Erklärungen zu täuschen.

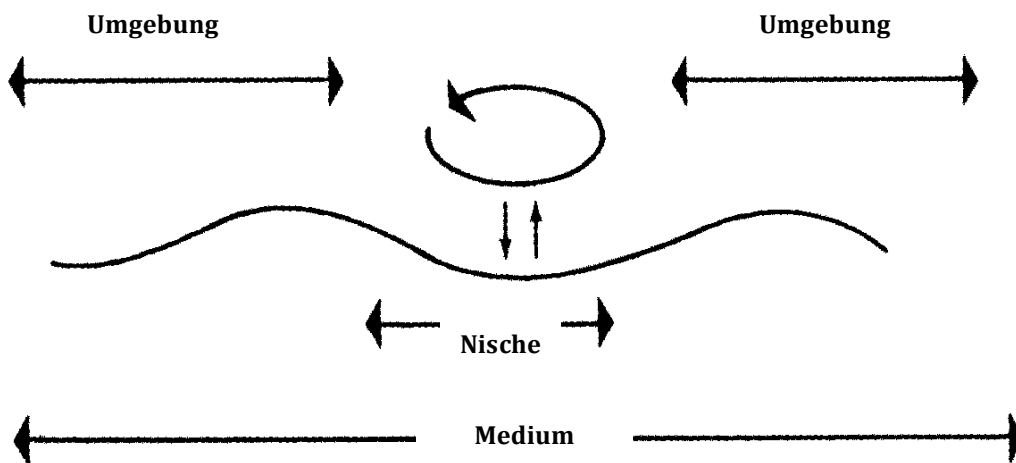


Abb. 2. Diese Abbildung versucht die unterschiedlichen Sichtweisen zu veranschaulichen, die ein Beobachter von einem lebenden System haben kann, wenn er oder sie es betrachtet und über seine Existenz reflektiert. Wenn der Beobachter das lebende System aus der Distanz betrachtet: a) erscheint ihm oder ihr das Medium als das, was er oder sie sich als großes Behältnis, in dem es existiert, vorstellen mag; b) die Nische erscheint ihm oder ihr als der Teil des Mediums, mit dem das lebende System interagiert und welches es verdeckt, so dass sie nur durch die Operation des lebenden Systems selbst gezeigt werden kann; und c) die Umgebung, die das lebende System umgibt, er-

scheint ihm oder ihr als das, was er oder sie um es herum sieht, aber das als Teil des Mediums nicht Teil der Nische ist. Konzeptionell konstituieren die Nische und die Umgebung zusammen das Medium.

III.3. Organismen

In der Biologie nutzen wir das Wort Organismus als einen allgemeinen Ausdruck, der sich auf ein lebendes System erster (unizellulär) oder zweiter Ordnung (multizellulär) bezieht und seine interne Zusammensetzung als ein Netzwerk von Prozessen betont, die mit besonderen Subsystemen assoziiert sind, die als Organe (Instrumente) angesehen werden, und die solche Prozesse verwirklichen. Desweiteren bezeichnet der Begriff Organismus sowohl die operationale Einheit der Verwirklichung des Lebendigseins, als auch die Reproduktionseinheit des lebenden Systems.

Daher kann ein Organismus als ein System von Subsystemen (Organen, Zellen und Systemen von Zellen) charakterisiert werden, die sich in ihrer strukturellen Verwirklichung überschneiden, so dass alle Subsysteme Teil des Bereiches der Verwirklichung der Nische der anderen sind. Die verschiedenen Subsysteme, die sich in einem Organismus strukturell überschneiden, existieren in ihm jedoch als eine Art von unabhängigen Entitäten, weil sich nicht ihre jeweiligen Organisationen überschneiden, sondern nur ihre Strukturen. Aufgrund dieser Umstände beinhaltet der ontogenetische Erhalt eines Organismus den gleichzeitigen unabhängigen Erhalt der unterschiedlichen Organisationen aller anderen Systeme (Subsysteme), die sich in ihm strukturell überschneiden. Daher, z.B. und ausdrücklich gesagt, bedingt die fortlaufende Existenz jedes einzelnen Organismus den gleichzeitigen Erhalt von: seiner autopoietischen Organisation (entweder erster oder zweiter Ordnung, oder beides, je nach Fall), die eigentliche Organisation des betrachteten Organismus, die unterschiedlichen Organisationen der verschiedenen Zelltypen und die unterschiedlichen Organisationen der verschiedenen Organe. Was schließlich in der Reproduktion eines Organismus erhalten wird, ist die initiale Struktur, welche die Möglichkeit der ontogenetischen Verwirklichung aller Systeme konstituiert, die sich in dessen Verwirklichung überschneiden. D.h., die Reproduktion eines Organismus beinhaltet als eine Konsequenz die gleichzeitige Reproduktion aller Subsysteme, die durch ihre strukturelle Überschneidung mit ihm an seiner Verwirklichung mitwirken. Deswegen ist die Evolutionsgeschichte der lebenden Systeme nicht nur eine Geschichte des Erhalts und des Wandels von Abstammungslinien von Organismen (s. 3.11. unten und auch im Anhang: „Abstammungslinie“ und „Phylogenese“), sondern auch von Abstammungslinien von anderen Systemarten, die sich mit ihnen in ihrer strukturellen Verwirklichung überschneiden. Wir werden entsprechend von lebenden Systemen sprechen, wenn wir uns auf sie im allgemeinen beziehen, und von Organismen, wenn wir uns auf die ontogenetischen Phänotypen (s. 3.9. unten und auch im Anhang: „Phänotyp“ und „Ontogenetischer Phänotyp“) beziehen wollen, als die Art des Lebendigseins, die Lebewesen in ihrem ontogenetischen und phylogenetischen Werden erhalten.

III.4. Ontogenetisches Ko-Driften

Die rekursiven Interaktionen zwischen zwei oder mehr Organismen lassen eine ontogenetische Ko-Drift entstehen, als einen Fluss von kongruenten zusammenhängenden strukturellen Veränderungen in der Bewahrung der jeweiligen Organisationen und der wechselseitigen Anpassung, da ein jeder Teil der Nische des anderen ist. D.h., in der ontogenetischen Ko-Drift folgen die rekursiv interagierenden Organismen wechselseitig kongruenten strukturellen Driften, und ein jeder folgt dem Pfad von strukturellen Veränderungen, auf dem er seine Organisation und seine Anpassung in Beziehung zu den anderen in einem fortlaufenden Prozess erhält, der solange andauert bis einer von ihnen sich separiert oder desintegriert. Dies ist darüberhinaus das Fundament für die Konstitution der Biosphäre als einem System von strukturell zusammenhängenden rekursiv interagierenden Systemen, die ihre jeweiligen unterschiedlichen Organisationen in einem Fluss des kontinuierlichen strukturellen Wandels bewahren, in einer offenen Dynamik der strukturellen Ko-Drift, die alle Systeme in gegenseitiger struktureller Kopplung (s. Anhang: "Strukturelle Kopplung") erhält und neue erzeugt. Desweiteren ist es diese Bedingung, die aus der Ontogenese (und der Phylogenese) einen Prozess macht, der im gleichzeitigen Erhalt sowohl der Organisation eines Systems als auch seiner Nische besteht.

III.5. Sich überschneidende Identitäten

Wie wir oben bereits unter Punkt III.3. gesagt haben, hat die strukturelle Verwirklichung eines Organismus als eines autopoietischen Systems die Ko-Verwirklichung von vielen anderen Systemen zur Folge, die sich mit ihm strukturell überschneiden (Subsysteme), die aber in unterschiedlichen Beziehungsbereichen existieren, da sie durch unterschiedliche Organisationen definiert sind. Diese unterschiedlichen Entitäten oder Subsysteme in struktureller Überschneidung haben unterschiedliche strukturelle Dynamiken und durchleben unterschiedliche ontogenetische strukturelle Driften beim Erhalt ihrer jeweiligen sich nicht überschneidenden Organisationen, selbst wenn sie strukturell nicht völlig unabhängig sind, weil ihre unterschiedliche strukturelle Dynamik an der gegenseitigen Verwirklichung durch ihre Teilnahme an der Verwirklichung des Trägersystems (des Organismus in diesem Fall), das sie integrieren, teilnimmt. Obgleich die Subsysteme, die sich in einem Organismus strukturell überschneiden, in unterschiedlichen sich nicht überschneidenden Beziehungsbereichen existieren, beeinflussen sie sich daher gegenseitig durch ihre unterschiedliche strukturelle Dynamik, da die strukturellen Veränderungen in einem Subsystem im Wandel der strukturellen Verwirklichung des anderen resultieren. Als allgemeines Ergebnis befinden sich Subsysteme in struktureller Überschneidung in dem System, das sie trägt, in einer ko-strukturellen Drift, aber sie können auch unabhängig desintegrieren, wenn ihre Desintegration nicht zu einer Desintegration des Trägersystems führt.

Jedes lebende System kann durch die Verwirklichung seiner Autopoiesis in dem Moment seiner Reproduktion der phylogenetische Träger unterschiedlicher orga-

nischer Subsysteme sein, die in struktureller Überschneidung mit ihm existieren. Als Homo sapiens können wir daher als reproduktiver Träger von solch unterschiedlichen Arten von Identitäten fungieren wie z.B. Wirbeltier, Säugetier und Primat. Wir nannten das System ein Trägersystem, dessen Verwirklichung den phylogenetischen Erhalt der anderen Systeme, die sich mit ihm strukturell überschneiden, sicherstellt. Dasselbe ereignet sich mit Entitäten oder Systemen anderer Art, wie Organen oder Organsystemen als besondere Subsysteme, die sich ebenso in ihrer Verwirklichung mit der Verwirklichung des lebenden Systems, das sie trägt, überschneiden. Solche Systeme wie Organe werden ebenso durch die Reproduktion des Systems, das sie trägt, erhalten. Für gewöhnlich betrachten wir Organe nicht als unabhängig existierende Entitäten, weil wir den Bereich, in dem sie als solche existieren, nicht leicht sehen. Wenn wir uns jedoch der Evolutionsgeschichte der Organe zuwenden, können wir dennoch sehen, dass sie Abstammungslinien bilden, die durch den Erhalt von einigen besonderen epigenetischen und morphogenetische Mustern beim Erhalt der Realisierung der Nische des Trägersystems über dessen aufeinanderfolgende Generationen hinweg definiert werden. Systeme, die sich strukturell mit einem lebenden Trägersystem überschneiden, können in der Tat selbst Trägersysteme für andere Systeme sein, die sich mit ihnen strukturell überschneiden. Wenn ein Trägersystem desintegriert, desintegrieren dementsprechend auch alle Subsysteme, die sich mit ihm strukturell überschneiden. D.h., allgemein formuliert, obgleich unterschiedliche Entitäten, die sich selbst durch die Verwirklichung eines Trägersystems verwirklichen, mit dem sie sich strukturell überschneiden, dabei von der Verwirklichung des Trägersystems abhängen, existieren alle sich strukturell überschneidende Entitäten individuell in der Verwirklichung ihrer jeweiligen Nischen, in ihren jeweiligen Existenzbereichen (Abb. 3; und Maturana 1988). Abschließend ist, was in der Reproduktion eines lebenden Systems als einem Trägersystem von anderen Subsystemen, die nur in struktureller Überschneidung mit ihm existieren, erhalten wird, eine initiale Struktur, die in ihrer Epigenese (s. die nächsten beiden Abschnitte) die epigenetische Verwirklichung unterschiedlicher Systeme, die sich mit ihm überschneiden, erlaubt.

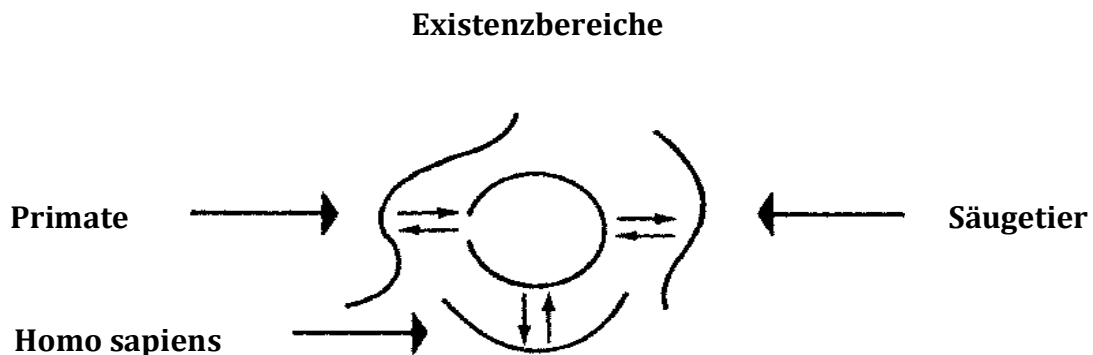


Abb. 3. Diese Abbildung versucht die vielfachen Identitäten zu zeigen, die bei der Verwirklichung irgendeines lebenden Systems in struktureller Überschneidung existieren können. Ein besonderes, lebendes System mag also ein Homo sapiens, ein Primate oder ein Säugetier sein, in unterschiedlichen Beziehungsbereichen als unterschiedliche Arten der Verwirklichung seines Lebendigseins.

III.6. Epigenese

Ein lebendes System ist ein molekulares autopoietisches System erster oder zweiter Ordnung und seine Verwirklichung, da es als solches eine zusammengesetzte Einheit ist, bezieht in jedem Moment die Teilnahme all seiner Komponenten mit ein, und es kann nicht behauptet werden, dass irgendeine davon alleine durch sich selbst für Eigenschaften des Systems verantwortlich wäre. Tatsächlich ist es deswegen nicht angemessen von genetischem Determinismus zu sprechen, oder in nicht metaphorischer Weise zu sagen, dass irgendeine Eigenschaft oder ein Merkmal, die oder das ein Organismus zeigt, wenn er als Ganzes operiert, genetisch bestimmt wäre, oder in nicht metaphorischer Weise zu sagen, dass ein besonderes Merkmal eines Organismus als Ganzes durch die nukleäre DNA der Zellen eines solchen Organismus bestimmt wäre. Was wir jedoch sagen können, ist, dass in der Ontogenese eines Organismus nichts geschieht, was seine initiale gesamtgenetische Konstitution nicht erlaubt, und dass jedes Merkmal, Charakteristikum oder jede Eigenschaft in einem Organismus als Ganzem oder in seinen Komponenten (Zellen, Organe oder systemische Beziehungen zwischen Zellen und zwischen Organen) als Resultat eines epigenetischen Prozesses auftaucht (s. Anhang: „Genetik“, „Gesamtgenotyp“, „Genotyp“). Und wir sagen auch, dass ausgehend von seiner initialen Gesamtstruktur die Lebensgeschichte eines lebenden Systems als eine ontogenetische strukturelle Drift verläuft und als ein epigenetischer Prozess stattfindet, in dem, was auch immer im Organismus geschieht, zu jedem Zeitpunkt im Zusammenspiel seiner strukturellen Dynamik zu diesem Zeitpunkt in ihm entsteht, moduliert durch die strukturellen Veränderungen, die in ihm durch seine Interaktionen mit dem Medium ausgelöst wurden. So ist die Epigenese ein Prozess, in dem die initiale Gesamtstruktur eines lebenden Systems die strukturellen Veränderungen, die es in seiner ontogenetischen Drift durchmachen wird, nicht vorherbestimmt, weil diese Moment für Moment in den Interaktionen der Struktur des lebenden Systems mit dem Medium, in dem es lebt, entstehen werden.

Die Initialstruktur eines lebenden Systems konstituiert einen strukturellen Ausgangspunkt, der für das lebende System bestimmt oder vorgibt, was ein Beobachter als den besonderen Bereich all der möglichen ontogenetischen Transformationen sieht, die dieses lebende System in einer epigenetischen Form leben könnte. Dennoch ist ein solcher Bereich von ontogenetischen / epigenetischen Möglichkeiten (s. Anhang: „Epigenetisches Feld“) konzeptionell, da nur eine der Ontogenesen, die der Beobachter im epigenetischen Feld als mögliche betrachtet, tatsächlich in der Epigenese des lebenden Systems verwirklicht werden wird. Wie wir bereits sagten, entsteht darüberhinaus die tatsächliche Ontogenese, die ein lebendes System lebt, in der Geschichte seiner Interaktionen, und existiert als solche nicht, außer im Verlauf dieser Geschichte, weil sie sich als epigenetischer Prozess ereignet. Nur wenn die Initialstruktur und die Geschichte der Interaktionen während der Epigenesen der reproduktiven Abfolge der lebenden Systeme wiederholt werden, werden dem entsprechend die nachfolgenden lebenden Systeme die gleiche Ontogenese leben. Nur wenn ein Beobachter bestätigen könnte, dass ein besonderer Phänotyp unabhängig vom Verlauf der epigenetischen Geschichte eines Organismus auftaucht, könnte er

oder sie mit operationaler Sinnhaftigkeit etwas Ähnliches sagen, was einer sagen mag, wenn er von genetischer Bestimmung spricht. Genetische Bestimmung zu behaupten, kann dann nur metaphorisch gemeint sein, weil ein Phänotyp, selbst auf zellulärer Ebene, nur auf epigenetische Weise entstehen kann. Dass ein Beobachter ein Strukturmerkmal eines Organismus zu einem gewissen Zeitpunkt in dessen ontogenetischer Drift mit gewissen Aspekten von dessen initialer Struktur in Verbindung bringen kann, widerlegt nicht die Tatsache, dass alle Merkmale oder Charakteristika eines Organismus in epigenetischer Weise aus dessen initialer Struktur hervorgehen. Was mit angemessener, biologischer, operationaler Sinnhaftigkeit dennoch behauptet werden kann, ist, was wir bereits sagten, dass nichts in der Epigenese eines Organismus geschehen wird, was seine initiale Struktur als gesamtgenetische Konstitution nicht erlaubt. Die initiale Gesamtstruktur eines Organismus bestimmt das Feld aller epigenetischen Verläufe, denen er in seiner Ontogenese folgen kann. Aber der epigenetische Pfad, dem der Organismus tatsächlich in seiner Ontogenese folgt, entsteht notwendigerweise Moment für Moment aufs neue im Verlauf seiner Interaktionen, wenn er im Erhalt von Organisation und Anpassung lebt.

Zusammengefasst ist Epigenese die Existenzweise lebender Systeme in der Verwirklichung des Lebendigeins; und dies ist so ungeachtet, ob sie in der metabolischen Verwirklichung ihres Lebendigeins als einzelne Zellen existieren, als vielzelliger Organismus im Prozess ihrer Embryonalentwicklung, in der Konstitution von symbiotischen Entitäten oder in ihrem Leben als freie autonome Wesen. In allen Fällen sind darüberhinaus die internen Dimensionen des lebenden Systems Teil des Beziehungsbereiches, in dem seine Epigenese stattfindet, und niemals kann behauptet werden, dass die Eigenschaften des lebenden Systems als solche das alleinige Resultat der Operation irgendeines seiner Komponenten wäre (s. auch Anhang: „Epigenese“).

III.7. Medium, Umwelt und Nische (nochmals)

Es folgt aus dem, was wir oben im Abschnitt III.2. gesagt haben, dass wenn ein lebendes System lebt, es in der Tat lebt, indem es kontinuierlich eine Nische verwirklicht, die durch sein tatsächliches Lebendigein in Erscheinung tritt. In dieser Dynamik begegnet das lebende System nicht einer präexistierenden Nische, weil sie erst mit dessen Lebendigein in Erscheinung tritt. Erst wenn sie in der Unterscheidung durch den Beobachter bei der Erklärungsweise der lebenden Systeme in Erscheinung treten, existieren Medium, Umwelt und Nische als eine operationale Beziehungsdynamik, die das Lebendigein der lebenden Systeme möglich macht. Was der Beobachter dann tatsächlich sagt, ist folgendes:

a) Wenn ein Beobachter ein lebendes System unterscheidet, unterscheidet er oder sie es in einem Medium. Und er tut dies, indem er es als eine strukturdeterminierte Entität unterscheidet, die lebt, indem sie ihre Nische in einem Medium verwirklicht, das sie nicht sieht.

b) Im Fluss seines Lebendigeins passt ein lebendes System sich nicht dem Medium, der Umwelt oder seiner Nische an, es operiert einfach in seiner geschlossenen

strukturellen Dynamik und verwirklicht dabei eine Nische die kontinuierlich de novo entsteht.

Bei der Erklärung, wie lebende Systeme existieren und historisch diversifizieren, ist es dann nicht möglich mit irgendeinem operationalen Sinn zu argumentieren, dass lebende Systeme sich in einem historischen Prozess der Anpassung an ein präexistierendes Medium oder eine präexistierende Umwelt diversifizierten. Darüber im Klaren, ist es zugleich notwendig, sich bewusst zu sein, dass beide, lebendes System und Nische, sich zusammen in der Onto- bzw. Phylogenese des lebenden Systems verändern, und dass lebendes System und Medium sich tatsächlich zusammen in einem kontinuierlichen Werden der Biosphäre als einem verbundenen Netzwerk von lebenden und nicht lebenden Systemen verändern, das operational in jedem Moment als eine neue Gegenwart entsteht.

III.8. Reproduktion und Vererbung

Das Phänomen der Reproduktion ereignet sich genau in dem Moment, in dem ein System eine Teilung oder einen Bruch durchmacht, wobei in den resultierenden Fragmenten die Organisation des Originalsystems erhalten wird und auf diese Weise zwei oder mehr Einheiten derselben Art entstehen wie die erste war. Etwas Ähnliches geschieht umgekehrt, wenn zwei oder mehr Einheiten derselben Klasse zusammen verschmelzen und eine andere Einheit dieser Klasse entstehen lassen. Reproduktion als ein Prozess, der die Organisation eines Vorläufersystems erhält, indem er die besondere strukturelle Dynamik erhält, die diese Organisation in den aus einer reproduktiven Teilung hervorgehenden Fragmente verwirklicht, konstituiert das Phänomen der Vererbung (Maturana 1980, Maturana & Varela 1984). Als solches beinhaltet die Reproduktion einerseits den Erhalt der Struktur in der Nachkommenschaft, welche für die Verwirklichung der durch sie erhaltenen Organisation erforderlich ist, und andererseits den Erhalt der strukturellen Eigenheiten des Mediums, das die Verwirklichung einer solchen Organisation erlaubt. Aufgrund dessen ereignet sich Reproduktion als ein systemisches Phänomen, das stattfindet, wenn das Wechselspiel zwischen der Struktur des sich reproduzierenden lebenden Systems und der Struktur des Mediums im Erhalt der Vorläuferorganisation in der Nachkommenschaft resultiert. Mit anderen Worten, das Phänomen der Vererbung vollzieht sich als ein Phänomen des Erhalts einer Organisation durch eine systemisch-reproduktive Teilung. Aufgrund ihres Zustandekommens mittels systemischer Reproduktion hängt die Vererbung in lebenden Systemen nicht von irgendeiner speziellen Molekülart ab. Selbst dann nicht, wenn es spezielle Molekülarten gibt, die besondere Prozesse der molekularen Produktion bei der Verwirklichung der Autopoiese des lebenden Systems sicherstellen, wie es sich mit den Nukleinsäuren verhält. Wir behaupten desweiteren, dass Reproduktion ein systemisches Phänomen ist, das möglich ist, wenn die Verwirklichung der Organisation des Systems, das sich reproduziert (ein lebendes System in unserem Fall), sich nicht auf Kompartimente verteilt, sondern durch seine strukturelle Dynamik auf solche Weise verteilt ist, dass das System zumindest einen reproduktiven Bruch zulässt. Tatsächlich ist es die nicht kompartimentierte Verteilung

der Komponenten und Prozesse, die an der strukturellen Verwirklichung eines Systems teilnehmen, die seine Reproduktion entweder direkt durch Bruch oder Abtrennung oder indirekt durch die Produktion von Gameten möglich macht, und nicht irgendeine besondere Art von Komponente. Reproduktion ist ein allgemeines Phänomen in der Natur, und sie ist nicht in irgendeiner besonderen Weise den Lebewesen eigen, obgleich sie sich bei ihnen gegenwärtig auf viele verschiedene Weisen ereignet, die von der komplexen mitotischen Zellteilung (über die Meiose, Produktion und Verschmelzung der Gameten laufend) bis hin zum Bruch oder der Abtrennung von multizellulären reproduktiven Fragmenten reicht, wie es auf diverse systematische oder zufällige Weisen in vielen verschiedenen Arten von Organismen geschieht.

Von einem strukturellen Standpunkt aus gesehen, ist das, was in der reproduktiven Teilung eines lebenden Systems vererbt wird, das, was wir oben (s. III.6.) den „Gesamtgenotyp“ oder die „initiale Gesamtstruktur“ des neu entstehenden lebenden Systems genannt haben. Aber dieser Gesamtgenotyp spezifiziert nicht die Zukunft des lebenden Systems, er begründet nur den Bereich der möglichen Epigenesen, von denen nur eine in der internen und externen strukturellen Dynamik verwirklicht werden wird, die in der Ontogenese des neuen lebenden Systems stattfindet, moduliert durch den besonderen Verlauf von Interaktionen, die dieses in seiner besonderen Lebensgeschichte durchmacht. Entsprechend sind beide, Reproduktion und Vererbung, systemische Phänomene, nicht nur aufgrund des systemischen Charakters der Realisierung der inneren Prozesse des lebenden Systems, sondern auch weil die Phänomene Reproduktion und Vererbung aus der Lebensgeschichte des lebenden Systems resultieren, die sich im Wechselspiel zwischen der internen strukturellen Dynamik des lebenden Systems und der Struktur des Mediums ergibt. Was somit bei der Reproduktion erhalten wird, ist eine Art des ontogenetischen Werdens, die in systemischer Weise die Epigenese des lebenden Systems und den Erhalt derjenigen Eigenheiten des Mediums umfasst, welche die Verwirklichung eines solchen ontogenetischen Werdens erlauben. Wir haben die Art des ontogenetischen Werdens, die ein lebendes System im Laufe seines Lebens von seinem Anfang bis zu seinem Tod verwirklicht, „ontogenetischer Phänotyp“ genannt, und der ontogenetische Phänotyp wird durch die systemische Reproduktion nur erhalten, wenn die Möglichkeit der Verwirklichung der „ontogenetischen Nische“ ebenso als ein Teil des Prozesses der systemischen Reproduktion erhalten wird. Was dementsprechend bei der systemischen Reproduktion irgendeiner besonderen Organismusart erhalten wird, ist ein ontogenetischer Phänotyp, der auf eine epigenetische Weise entsteht, die den systemischen Erhalt von beidem mitsichbringt - sowohl der initialen Struktur, die einen solchen ontogenetischen Phänotyp möglich macht, als auch des Mediums, in welchem die Interaktionsgeschichte, die diese Phänotyp zu Ergebnis hat, sich tatsächlich in der Realisierung seiner entsprechenden ontogenetischen Nische ereignen kann. Oder, in anderen Worten, was bei der systemischen Reproduktion irgendeines besonderen Phänotyps geschieht, ist der systemisch reproduktive Erhalt von einer besonderen initialen Gesamtstruktur und von besonderen Eigenheiten des Mediums, der in der epigenetischen Verwirklichung des reproduktiv erhaltenen ontogenetischen Phänotyps resultiert.

Die wesentlichen Ergebnisse des systemischen Charakters von Reproduktion und Vererbung sind in Summe drei:

Erstens, im Verlauf der Generationen des lebenden Systems verändern sich lebendes System und Medium zusammen kongruent.

Zweitens, dies ereignet sich als das einfache Resultat der Geschichte von rekursiven Interaktionen zwischen den lebenden Systemen und dem Medium.

Und drittens, wann immer eine Gruppe von lebenden Systemen beginnt zusammenzuleben, wird ihr Zusammenleben ein Merkmal des Mediums, das in ihrer reproduktiven Geschichte erhalten wird, bis sie eigenständig desintegrieren oder sich trennen.

III.9. Der ontogenetische Phänotyp

Die besondere Lebensform, die ein Organismus im Verlauf seiner Ontogenese von seinem Anfang bis zu seinem Tod realisiert, als die Art, seine Interaktionen im Medium zu leben, haben wir ontogenetischer Phänotyp genannt. Der ontogenetische Phänotyp, den ein lebendes System lebt, entsteht daher in epigenetischer Weise in einem Prozess, der das Wechselspiel der strukturellen Dynamik sowohl des lebenden System wie des Mediums, involviert, so dass der ontogenetische Phänotyp, den irgendein lebendes System im Verlauf seines Lebendigseins verwirklicht, nicht durch eine besondere initiale Gesamtstruktur bestimmt wird, mit welcher der Organismus sein Leben beginnt, und auch nicht dadurch bestimmt werden kann. D.h., der ontogenetische Phänotyp, den ein lebendes System in seinem Lebendigsein als eine besondere Organismusart verwirklicht, ist nicht und kann nicht genetisch bestimmt sein, wenngleich die genetische Gesamtkonstitution irgendeines neu entstehenden Organismus die Verwirklichung des ontogenetischen Phänotyps, den es tatsächlich im Verlauf seines Lebendigseins verwirklicht, erlauben muss. Deshalb kann kein ontogenetischer Phänotyp in der Lebensgeschichte eines lebenden Systems entstehen, der nicht möglich gemacht würde von der initialen Gesamtstruktur des neu entstehenden Organismus und der Struktur des Mediums, in dem er sein Leben beginnt, als ein Resultat der systemischen Reproduktion, die ihn hat entstehen lassen. In anderen Worten, obwohl weder die initiale Gesamtstruktur eines neu entstehenden Organismus noch die Umstände des Mediums, in dem ein lebendes System lebt, festlegen, und nicht festlegen können, welchen ontogenetischen Phänotyp ein lebendes System in seinem Leben verwirklicht, müssen beide solcherart sein, dass sie, wie auch immer, die Verwirklichung des ontogenetischen Phänotyps, den ein lebendes System lebt, erlauben. Die Verwirklichung des ontogenetischen Phänotyps, den ein lebendes System lebt, ereignet sich deswegen in dem epigenetischen Wechselspiel der zwei dynamisch voneinander unabhängigen Systeme als ein besonderes historisches Ereignis. Die Wiederholung oder Wiederaufführung eines ontogenetischen Phänotyps erfordert die besondere dynamische Fügung dieser zwei unabhängigen Systeme, die eine solche Wiederaufführung möglich macht.

III.10. Die Bildung von Abstammungslinien

Die initiale Gesamtstruktur eines neu entstehenden lebenden Systems ist nicht irgendeine, sondern sie ist eine Variation der elterlichen. Ähnlich ist das Feld der möglichen Epigenesen des neu entstehenden lebenden Systems nicht irgendeines, sondern es ist eine Variation des elterlichen. Zur gleichen Zeit ist die Struktur des Mediums, in dem ein lebendes System zu leben beginnt und lebt, nicht irgendeine, und sie verändert sich auch nicht zufälligerweise, sondern sie verändert sich in historischer Weise, die vom Lebenslauf des Vorläufersystems abhängt. Unter diesen Umständen findet die Reproduktion eines lebenden Systems nicht an irgendeinem Platz oder unter irgendwelchen Umständen statt, sondern sie ereignet sich an einer besonderen Stelle und unter einer besonderen Konstellation von Umständen, die durch den besonderen Verlauf, dem die elterliche Epigenese folgte, systemisch bestimmt sind. D.h., die initiale Gesamtstruktur eines neu entstehenden Lebewesens wird von dem sich reproduzierenden Organismus nicht irgendwohin platziert, sondern eher an eine besondere Stelle in einem besonderen Bereich, der durch die besondere Lebensgeschichte der Eltern bestimmt ist. Konsequenterweise ist, was bei der Reproduktion eines lebenden Systems auftaucht, ein anderes lebendes System, das einen besonderen ontogenetischen Phänotyp in der Form eines Organismus verwirklicht, der, wie sich herausstellen wird, den einen oder anderen ontogenetischen Phänotyp leben wird, abhängig vom Pfad, dem es in seiner Lebensgeschichte folgt, startend in einem Medium unter strukturellen und interaktionellen Bedingungen, die sich durch die Ereignisse in der Lebensgeschichte der Vorläufer ergeben haben. Nur wenn folglich bei der Reproduktion eines lebenden Systems sowohl die initiale Gesamtstruktur des reproduzierenden Organismus als auch die Interaktionsereignisse im Medium solcherart sind, dass in der Epigenese des neuen Organismus der elterliche ontogenetische Phänotyp wiederholt wird, wird der elterliche Phänotyp durch systemische Reproduktion in dem rekursiven Wechselspiel dieser zwei Bedingungen in der neuen Generation erhalten. Wenn das geschieht, und sowohl ein ontogenetischer Phänotyp als auch die Bedingungen des Mediums, das dessen Verwirklichung erlaubt, Generation für Generation durch systemische Reproduktion erhalten werden, dann entsteht darüber hinaus eine Abstammungslinie als eine besondere Geschichte der phylogenetischen Drift in der Erhaltung einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung (s. Anhang: „ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung“).

Zum reproduktiven Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps kann es zweifellos nur kommen, wenn die besonderen systemischen Beziehungen, die ihn möglich machen, als ein historisches Zusammentreffen in den rekursiven Interaktionen zwischen den lebenden Systemen und dem Medium zustande kommen. Aber zugleich ist dieses Zusammentreffen in der Geschichte lebender Systeme das Resultat ihres eigentlichen Zustandekommens im systemisch reproduktiven Erhalt ihrer Organisation und gegenseitigen Anpassung bei der Bildung einer Biosphäre, als eines Netzwerkes von Abstammungslinien, in dem alle lebende Systeme als das Medium der anderen an der Verwirklichung ihrer jeweiligen Nischen mitwirken. Die Bildung und der Erhalt einer Abstammungslinie von Organismen und die Bildung und der Erhalt der Biosphäre, als eines Netzwerkes von ko-adaptierten Abstammungslinien von Organis-

men, ereignet sich deshalb nur, wenn es als systemisches Resultat ihrer rekursiven Interaktionen zu einer systemischen Dynamik wechselseitiger struktureller Kopplung zwischen den lebenden Systemen und dem Medium kommt. Entweder das Lebendige der lebenden Systeme trägt im Medium zum Entstehen der Bedingungen für die Verwirklichung ihres Lebendigseins bei oder sie desintegrieren.

Als ein Resultat des reproduktiven Erhalts des elterlichen ontogenetischen Phänotyps bei der Bildung einer Abstammungslinie, werden überdies gleichzeitig viele Subsysteme, die in struktureller Überschneidung mit ihm existieren, erhalten werden und operational unabhängige Abstammungslinien formen, die nur solange existieren können, wie die Abstammungslinie des tragenden ontogenetischen Phänotyps erhalten wird. Oder, in anderen Worten, der Erhalt des ontogenetischen, die Abstammungslinie definierenden Phänotyps bringt mit seinem Erhalt auch den Erhalt mit sich von:

- a) der autopoietischen Organisation des reproduzierten lebenden Systems als Träger all der Subsysteme, die an seiner Verwirklichung mitwirken;
- b) der besonderen Organisation, welche die Klassenidentität des sich reproduzierenden Systems als die besondere Art von Organismus definiert, die er ist; und
- c) der unterschiedlichen Organisationen all der Subsysteme oder Komponenten, die sich mit ihm reproduzieren, weil sie sich in ihrer strukturellen Verwirklichung mit der Verwirklichung des reproduzierten lebenden Systems überschneiden.

Wenn, nachdem ein lebendes System einen reproduktiven Bruch durchgemacht hat, der besondere ontogenetische Phänotyp, den es als eine besondere Organismusart verwirklichte, nicht in der Nachkommenschaft erhalten wird, erscheint ein lebendes System oder mehrere, die einen oder mehrere von dem elterlichen unterschiedlichen ontogenetischen Phänotyp verwirklichen. Wenn dies geschieht, erscheint ein neuer Typ von lebendem System unter der Form einer neuen Organismusart in der Verwirklichung eines neuen ontogenetischen Phänotyps, der eine Variation der Organismusart des Vorläufersystems ist. Die neuen Organismen mögen dann, oder auch nicht, die Träger der gleichen Entitäten oder Subsysteme sein, die sich in der strukturellen Verwirklichung ihres Vorläufers überschneiden. Wenn sich die neuen lebenden Systeme reproduzieren, eröffnen sich darüberhinaus zwei Möglichkeiten für die Bildung von neuen Abstammungslinien: eine ist, dass ein neuer ontogenetischer Phänotyp erscheint, der beginnt fortan Generation für Generation erhalten zu werden, womit unmittelbar eine neue Abstammungslinie etabliert wäre; die andere ist, dass nach einer Serie von aufeinanderfolgenden systemischen Reproduktionen mit in jeder Generation verwirklichten Veränderungen im ontogenetischen Phänotyp, einer davon im weiteren durch systemische Reproduktion beibehalten wird mit dem Erhalt der initialen Gesamtstruktur und der Konfigurationen des Mediums, welche den systemisch reproduktiven Erhalt dieses ontogenetischen Phänotyps möglich machen. Wir nennen diesen Prozess „die phylogenetische Verschiebung des ontogenetischen Phänotyps“. Wenn sich dieser Prozess ereignet, ist das, was ein Beobachter sieht, der die historische Abfolge der Abstammungslinien betrachtet, ein phylogenetischer Sprung in der Bildung einer neuen Abstammungslinie.

Der Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps durch die reproduktive Bildung einer Abstammungslinie geht einher mit dem Erhalt der Bedingungen des Mediums, wel-

che die Verwirklichung dieses ontogenetischen Phänotyps möglich machen, als ein spontanes Resultat der systemischen Dynamik des Erhalts von Organisation und Anpassung der sich reproduzierenden Organismen. Wenn sich die Bildung und der Erhalt der Abstammungslinien in einer Gruppe von lebenden Systemen ereignet, die rekursiv in einer Weise miteinander interagieren, in der alle als Teil des Mediums der anderen operieren, ist das, was sich ereignet, wie wir oben aufgezeigt haben, die Geschichte des Erhalts der wechselseitigen Anpassung von vielen strukturell kongruenten, ontogenetischen Phänotypen vor einem unbelebten Hintergrund in einer Dynamik, die alle zusammen in die Bildung einer Biosphäre oder eines Ökosystems einschließt. Die spontane systemische Bildung der Abstammungslinien und die spontane systemische phylogenetische Verschiebung der ontogenetischen Phänotypen bei der Bildung einer Biosphäre, als ein Resultat des Erhalt von Leben und Anpassung, ist es, was die Biosphäre und die ökologischen Systeme sowohl belastbar als auch zerbrechlich macht. Sie können sich von Störungen innerhalb gewisser systemischer Grenzen erholen, aber wenn diese systemischen Grenzen überschritten sind, desintegrieren sie unwiederbringlich.

III.11. Verhalten

Die Beziehungsdynamik, die wir als Beobachter Verhalten nennen, wenn wir ein lebendes System in seinen Interaktionen mit dem Medium unterscheiden, ereignet sich als ein Fluss von Begegnungen des lebenden Systems und des Mediums und ist nicht etwas, was das lebende System alleine macht. D.h., das Verhalten eines Organismus findet als ein Fluss seiner Interaktionen statt, wenn er als Gesamtheit in seinem Existenzbereich operiert, und bezieht sowohl die strukturelle Dynamik des Organismus als auch die des Mediums mit ein. Mit anderen Worten, was wir als Beobachter als das Verhalten eines lebenden Systems sehen, ist die interaktionelle und beziehungsmaßige Dynamik, durch die ein lebendes System als eine besondere Organismusart sein Lebendigkeit in seinem Existenzbereich verwirklicht. Als solches ist Verhalten nicht etwas, was das lebende System macht; stattdessen findet Verhalten statt und entsteht Moment für Moment in den rekursiven Begegnungen des lebenden Systems mit dem Medium. Was ein Beobachter als Verhalten eines Organismus sieht, sind zugleich nicht die tatsächlichen strukturellen Begegnungen des Organismus mit dem Medium, sondern was ihm oder ihr als der Fluss der Interaktionen und Beziehungen erscheint, die im Verlauf dieser Begegnungen stattfinden. Wenn wir unter diesen Umständen ein lebendes System betrachten, wie es im Medium, in dem es existiert, interagiert, können wir in Bezug darauf, wie es tatsächlich in seinem Verhalten operiert, drei dynamische Bereiche unterscheiden, nämlich:

a) den Bereich der internen strukturellen Dynamik des lebenden Systems, wenn es in der Verwirklichung seines Lebendigkeit operiert. Das ist der strukturelle Bereich, den wir gewöhnlich bezeichnen, wenn wir von Physiologie sprechen;

b) den Bereich der strukturellen Dynamik des Mediums, den wir häufig nicht sehen, wenn wir das Medium als ein Behältnis behandeln und das Verhalten als etwas, das der Organismus macht;

c) den Bereich der Operation des lebenden Systems als einer Gesamtheit in der Verwirklichung seines Lebendigseins, wenn es sich als ein Ganzes mit dem Medium in Beziehung setzt und mit ihm interagiert. Er ist das, was wir gewöhnlich den Verhaltensbereich des lebenden Systems nennen (Abb. 4).

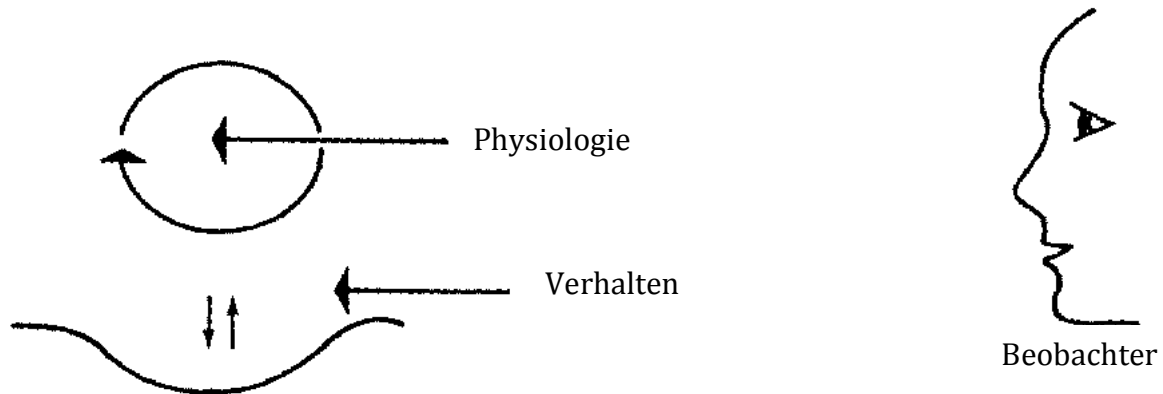


Abb. 4 Diese Abbildung versucht die zwei Bereiche zu zeigen, in denen ein lebendes System existiert: den physiologischen Bereich und den Verhaltensbereich. Der physiologische Bereich ist der Bereich, in dem das lebende System in der Operation seiner Komponenten als ein geschlossenes, molekulares, autopoietisches System existiert. Der Verhaltensbereich ist der Bereich, in dem das lebende System dem Medium in der Verwirklichung seiner Nische begegnet und in dem das Verhalten im Wechselspiel der strukturellen Dynamik des lebenden Systems und der strukturellen Dynamik des Mediums stattfindet. Die Physiologie bezieht also nur das lebende System ein, während das Verhalten in der Nische sowohl die dynamische Struktur des lebenden Systems als auch die dynamische Struktur des Mediums miteinbezieht.

Da sich der Bereich der Physiologie und der Bereich des Verhaltens nicht überschneiden, können die Phänomene des einen nicht von den Phänomenen des anderen abgeleitet werden, und die Operationen, die in einem von beiden stattfinden, können nicht in Begriffen der Operationen, die in dem anderen stattfinden, ausgedrückt werden. Daraus folgt, dass, wenn Verhalten zwischen dem lebenden System als Gesamtheit und dem Medium, in dem es interagiert, stattfindet, das Verhalten im Verlauf der Interaktionen des lebenden Systems und des Mediums als Lenker fungiert, und als solches den Verlauf der strukturellen Dynamik des lebenden Systems mit der strukturellen Dynamik des Mediums verkoppelt. Was geschieht ist das Folgende: Wenn Verhalten stattfindet, löst die strukturelle Dynamik des lebenden Systems strukturelle Veränderungen im Medium aus, und zugleich lösen die strukturellen Veränderungen, die im Medium vorsichgehen, wenn Verhalten stattfindet, strukturelle Veränderungen im lebenden System aus. Da das Lebendigsein im kontinuierlichen Erhalt von Autopoiese und Anpassung durch das Verhalten des lebenden Systems stattfindet, fungiert das Verhalten des lebenden Systems durch die Kopplung der

strukturellen Dynamik von lebendem System und Medium als Führer beim Erhalt oder Verlorengelangen des Lebendigseins. D.h., obgleich die zwei operationalen oder phänomenalen Bereiche, in denen ein lebendes System existiert, sich nicht überschneiden, gibt es eine strukturelle generative Beziehung zwischen ihnen, welche die strukturelle Dynamik des lebenden Systems mit der des Mediums verkoppelt, nämlich: der Verlauf des Verhaltens moduliert den Verlauf der strukturellen Veränderungen des lebenden Systems, und die strukturellen Veränderungen des lebenden Systems modulieren den Verlauf des Verhaltens, und dies findet in einem Fluss von kongruenten Veränderungen des lebenden Systems und des Mediums statt entlang des Pfades des Erhalts von Autopoiese und Anpassung im lebenden System.

Zusammengefasst: Obwohl der Verlauf des Verhaltens eines lebenden Systems von den Verläufen sowohl seiner internen strukturellen als auch der unabhängigen strukturellen Dynamik des Mediums abhängt, bestimmt weder die eine noch die andere alleine „sein Verhalten“, weil es in den rekursiven Begegnungen von lebendem System und Medium entsteht und sich ereignet und somit unter Mitwirkung von beiden. D.h., die interne strukturelle Dynamik eines lebenden Systems bestimmt nicht sein Verhalten, sie macht es nur möglich. Die umgekehrte Situation ist auch der Fall. Im tatsächlichen Lebendigsein eines lebenden Systems generiert dementsprechend der Fluss seines Verhaltens in jedem Moment die Umstände, unter denen es dem Medium, das es enthält, begegnet. Und dadurch bestimmt er, welche strukturellen Konfigurationen des Mediums, und in welcher Sequenz, in dem lebenden System strukturelle Veränderungen auslösen, ohne diese zu festzulegen. Der kontinuierliche Fluss des Verhaltens, den ein lebendes System in den Begegnungen mit dem Medium lebt, konstituiert deshalb die strukturelle Beziehungsdynamik, durch die das lebende System und das Medium sich zusammen auf einem Pfad kongruent verändern, der in der Tat durch das Verhalten des lebenden Systems geleitet wird. Oder, in anderen Worten, da ein lebendes System und das Medium operational unabhängige strukturelle Dynamiken haben, bleiben die strukturellen Veränderungen des lebenden Systems und die strukturellen Veränderungen des Mediums nur so lange in operationaler Kongruenz wie das entstehende Verhalten des lebenden Systems kontinuierlich im Erhalt von Organisation und Anpassung des sich verhaltenden lebenden Systems resultiert.

Unter diesen Umständen ergeben sich in der Konsequenz der Operation eines lebenden Systems als strukturdeterminierten Systems vier zusätzliche Dinge im Verhaltensbereich:

a) Dass in dem Ausmaß, in dem die strukturelle Dynamik des lebenden Systems nicht sein Verhalten bestimmt, sondern dieses in den Interaktionen des lebenden Systems und des Mediums entsteht und stattfindet, das gleiche von einem Beobachter gesehene und benannte Verhalten, als die gleiche interaktionelle und beziehungs-mässigen Dynamik, unter vielen verschiedenen internen strukturellen Dynamiken des lebenden Systems entstehen kann.

b) Dass die interne strukturelle Dynamik eines lebenden Systems und das Verhalten, das in seinen Interaktionen im Medium entsteht im Laufe der strukturellen Drift des lebenden Systems unabhängig voneinander variieren können.

c) Dass der Bereich interner, struktureller Variabilität irgendeines besonderen lebenden Systems möglicherweise viel größer ist als sein Bereich der Variabilität seines Verhaltens.

d) Dass es der Erhalt von Organisation (Autopoiese) und Anpassung durch das Verhalten ist, was die ontogenetische (und phylogenetische) strukturelle Drift eines lebenden Systems (und einer Abstammungslinie) leitet, da das Verhalten eines lebenden Systems dessen Lebensweise in den rekursiven Interaktionen zwischen lebendem System und Medium verwirklicht, während diese zwei mit unabhängigen strukturellen Dynamiken operieren, die nur durch das Verhalten gekoppelt sind.

Die Rolle, die das Verhalten in der ontogenetischen strukturellen Drift in der Gestaltung der individuellen Lebensgeschichte (und daher auch der phylogenetischen Geschichte) der lebenden Systeme spielt, ist also fundamental. In der Tat, in dem Ausmaß, in dem das Verhalten des lebenden Systems den Verlauf der strukturellen Veränderungen leitet, die in ihm im Verlauf seiner Interaktionen ausgelöst werden, kanalisiert und leitet der Verhaltensablauf, der in den Interaktionen des lebenden Systems im Medium entsteht, den Ablauf seiner ontogenetischen strukturellen Drift innerhalb der Einschränkungen, welche die Verwirklichung eines ontogenetischen Phänotyps unter Erhalt von Autopoiese und Anpassung erlauben. In anderen Worten, der Verlauf des Verhaltensflusses eines lebenden Systems leitet den Verlauf seiner Epigenese, so dass der tatsächliche Verlauf der Epigenese eines lebenden Systems Moment für Moment im Wechselspiel der Struktur des lebenden Systems und der Struktur des Mediums entsteht und durch den Verlauf seiner verhaltensmäßigen Dynamik entlang seiner ontogenetischen Drift geleitet wird. Da aber das Verhalten eines lebenden Systems in der Interaktion des lebenden Systems und des Mediums entsteht, kann ein besonderer ontogenetischer Phänotyp nur unter der Leitung des Verhaltens wiederholt werden, wenn die notwendigen dynamischen strukturellen Bedingungen des lebenden Systems und des Mediums wiederholt werden. Einige der systemischen Konsequenzen dessen, was wir bisher gesagt haben, können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Das Verhalten eines Organismus verwirklicht im Verlauf seiner Lebensgeschichte seine Lebensweise, und ist als solches ein Aspekt seines ontogenetischen Phänotyps.

2. Das Verhalten, das ein Beobachter als eine Konfiguration von dynamischen Beziehungen sieht, die in den rekursiven Beziehungen eines lebenden Systems und des Mediums stattfindet, ist Teil der systemischen Beziehungsdynamik, die ein besonderes lebendes System als eine besondere Art von Organismus verwirklicht. Die innere strukturelle Dynamik eines lebenden Systems bestimmt nicht sein Verhalten, wenn sie auch an seiner Erzeugung teilnimmt, weil das Verhalten in den Organismus-Medium-Beziehungen stattfindet. Zugleich bestimmt die Verhaltensdynamik, die ein Beobachter im Ablauf der Interaktionen eines lebenden Systems im Medium unterscheidet, nicht, welche strukturellen Veränderungen im lebenden System stattfinden. Es leitet nur den Verlauf der strukturellen Veränderungen, die in ihm bei seiner strukturellen Drift ausgelöst werden. Das gleiche geschieht in Bezug auf die strukturellen Veränderungen des Mediums.

3. Verhalten, als die dynamische Verwirklichung des Lebendigseins eines lebenden Systems im Ablauf seiner Interaktionen in einem Medium, ist ein Aspekt der Verwirklichung seiner Lebensweise und findet in jeden Moment als Teil der Verwirklichung seines ontogenetischen Phänotyps als eine Besonderheit seiner Epigenese statt. Streng genommen, gibt es demgemäß keine genetische Bestimmung, noch kann es eine genetische Bestimmung irgendeines Merkmales oder einer Besonderheit eines Organismusverhaltens geben, weil sich das Verhalten als eine systemische Beziehungsdynamik in den rekursiven Interaktionen des lebenden Systems und des Mediums ereignet, die beide in unabhängigen autonomen strukturellen Dynamiken operieren.

4. Der reproduktive Erhalt irgendeiner besonderen Verhaltensweise in einer Abstammungslinie ergibt sich bei der Erfüllung von drei Bedingungen: erstens, der reproduktive Erhalt der initialen Struktur, die es möglich macht, dass dieses Verhalten in der Epigenese der Mitglieder der Abstammungslinie entstehen kann; zweitens, der Erhalt der Eigenheiten in der strukturellen Dynamik des Mediums, welche die Realisierung dieses Verhalten in der Epigenese der Mitglieder der Abstammungslinie möglich macht; und drittens, das Zusammentreffen der zwei vorgenannten Bedingungen von einer Generation zur nächsten.

IV. Unser Erklärungsvorschlag

Nun werden wir von den operationalen und epistemologischen Grundlagen, die wir in den vorangegangenen Abschnitten dargestellt haben, Gebrauch machen, um einen generativen Mechanismus vorzuschlagen, der direkt oder indirekt die Phänomene der organischen Evolution entstehen lassen könnte.

Wir unterscheiden uns nicht von Darwin oder anderen Evolutionstheoretikern in Bezug auf die Akzeptanz der Aussage, dass die gegenwärtige Vielfalt der lebenden Systeme in der Biosphäre das Resultat einer evolutionären Geschichte ist, die auf dem phylogenetisch unterschiedlichen Überleben basiert. Aber wir unterscheiden uns darin, dass wir behaupten, dass der generative Mechanismus des evolutionären Prozesses nicht eine natürliche Selektion ist, sondern das, was wir „phylogenetische natürliche Drift“ nennen: ein Prozess der spontanen Bildung, des Erhalts und der Diversifizierung der Abstammungslinien durch den systemisch reproduktiven Erhalt von Organisation und Anpassung in Form eines ontogenetischen Phänotyps, wie auch einer der spontanen Auslöschung von Abstammungslinien, wenn es nicht zu solch einem systemischen Erhalt kommt. In anderen Worten, wir behaupten, dass es der von uns phylogenetische Drift genannte Prozess ist, was als ein Resultat seines Operierens die Diversifizierung, den Erhalt und die Auslöschung von Abstammungslinien hervorbringt, von denen wir modernen Biologen sagen, sie seien die Konsequenz der natürlichen Selektion. Lassen Sie es uns wiederholen: wir behaupten, dass die natürliche Selektion die Konsequenz der Evolution und nicht ihr generativer Mechanismus ist, sondern dass die natürliche Drift der generative Mechanismus der Evolution ist.

Tatsächlich schlagen wir einen grundlegenden konzeptionellen Wechsel im Umgang mit denselben fundamentalen Fragen vor, die Darwin zur Theorie der Evolution mittels natürlicher Selektion führten. Wir behaupten, dass sich Wandel als eine spontane Eigenheit der molekularen Existenz eines lebenden Systems (und aller molekularen Systeme) kontinuierlich ereignet, und dass er als eine intrinsische Bedingung der Existenz lebender Systeme nicht erklärt werden muss. Was erklärt werden muss, ist der Verlauf, dem der Wandel in der Onto- und Phylogenese der lebenden Systeme folgt. Wenn wir Wandel als eine intrinsische Bedingung lebender Systeme akzeptieren, müssen wir überdies nicht in Begriffen wie Selektionsdruck denken, um den Wandel oder den Kurs, dem der Wandel folgt, in der Lebensgeschichte der lebenden Systeme zu erklären. Es ist eine systemische Bedingung, dass, wann immer in einem System einige Beziehungen beginnen erhalten zu werden, alles andere um sie herum offen ist, sich zu wandeln (s. Anhang: „Systemische Dynamik“). Wir behaupten, dass die Organisation und die Anpassung, als die Beziehung der operationalen Kongruenz zwischen lebendem System und Medium, in dem es lebt, das ist, was in den Beziehungen zwischen lebendem System und Medium im Lebendigsein des lebenden Systems erhalten wird. Wir behaupten daher, dass, während sich lebendes System und Medium kontinuierlich wandeln, es der Erhalt von Anpassung und Organisation ist, was Moment für Moment die Verläufe bestimmt, denen der kontinuierliche Wandel des lebenden Systems und seine Verhältnisse folgen, und was dazu führt, dass diese Veränderungen beim Erhalt des Lebendigseins des lebenden Systems dynamisch kongruent bleiben, solange es lebt. Wir denken klarerweise nicht, dass eine solche konzeptionelle Verschiebung im Hinblick auf die natürliche Selektion als generativen Mechanismus der Evolution trivial ist, weil sie zu denselben Endresultaten führt, nämlich dem unterschiedlichen Überleben. Ganz im Gegenteil denken wir, dass eine solche Verschiebung es uns erlauben wird, ein umfassenderes Verständnis der biologischen Phänomene im allgemeinen wie auch der Geschichte der Biosphäre im besonderen zu erlangen.

Lassen Sie uns nun das Operieren des Mechanismus, von dem wir behaupten, dass er die historische Diversifizierung der lebenden Systeme hervorbringt, im Detail betrachten, indem wir die grundlegenden Fragen, die wir an den Beginn dieser Abhandlung stellten, beantworten.

IV.1. Phylogenetische Drift

Was Generation für Generation in einer Abstammungslinie von sich systemisch reproduzierenden lebenden Systemen erhalten wird, ist die molekulare Autopoiese und die Bedingungen des Mediums, die den Erhalt der Verwirklichung der Autopoiese in den sich reproduzierenden Systemen möglich machen. Wenn eine Abstammungslinie einer bestimmten Art von Organismen sich gebildet hat, ist das, was Generation für Generation mit jedem lebenden System, das als ein Mitglied dieser Abstammungslinie erscheint, erhalten wird, die Art der Verwirklichung des ontogenetischen Phänotyps dieser besonderen Art von Organismen und die Bedingun-

gen des Mediums, die diese Verwirklichung möglich machen. Wenn eine Säugetier-Abstammungslinie gebildet wurde, ist das, was Generation für Generation mit jedem lebenden System, das als ein Mitglied dieser Linie erscheint, erhalten wird, der ontogenetische Phänotyp „Säugetier“ sowie die Bedingungen des Mediums, in dem dieser ontogenetische Phänotyp verwirklicht werden kann. Allgemein formuliert ist das, was in einer Abstammungslinie von sich systemisch reproduzierenden lebenden Systemen Generation für Generation erhalten wird, der ontogenetische Phänotyp, der die Abstammungslinie definiert, und die Bedingungen des Mediums, welche die Verwirklichung der Nische dieses ontogenetischen Phänotyps möglich machen. Da aber ein ontogenetischer Phänotyp durch viele verschiedene Gesamtgenotypen verwirklicht werden kann, erlaubt der Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps durch systemische Reproduktion dem Gesamtgenotyp im Verlauf der Generationen zu variieren, solange wie diese Variationen nicht mit der Verwirklichung des erhaltenen ontogenetischen Phänotyps interferieren. Ähnlich erlaubt der Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps durch seine systemische Reproduktion dem Medium, sich um den Erhalt der Bedingungen für die Verwirklichung seiner Nische herum zu verändern, da ein ontogenetischer Phänotyp unter vielen verschiedenen Konfigurationen des Mediums verwirklicht werden kann, solange dieses die Verwirklichung der Nische des ontogenetischen Phänotyps gestattet. Unter diesen Umständen kann man sagen, wenn es zur systemischen Reproduktion kommt, ergibt sich die Möglichkeit der Variation in den Realisationsbedingungen des ontogenetischen Phänotyps, der in jedem reproduktiven Schritt erhalten wird, durch Variationen im Gesamtgenotyp der sich reproduzierenden Systeme, wie auch durch Variationen in der Konfiguration des Mediums, in dem die Nische des sich reproduzierenden Systems verwirklicht wird. Wenn also das, was systemisch reproduziert wird, die Autopoiese ist (d.h., wenn das, was durch systemische Reproduktion erhalten wird, das Lebendigsein ist und die Konfiguration des Mediums, die Leben möglich macht), dann eröffnet sich die Möglichkeit für a) Variationen in der Weise, in der die neu entstehenden lebenden System ihre Autopoiese verwirklichen; und b) für die Etablierung einer neuen Abstammungslinie oder mehreren neuen Abstammungslinien der Organismen, wenn einige der neuen Formen, die Autopoiese zu verwirklichen, beginnen in den lebenden Systemen erhalten zu werden, die im Verlauf ihrer aufeinanderfolgenden systemischen Reproduktionen entstehen.

Lassen Sie uns diese Dynamik etwas anders beschreiben: ein ontogenetischer Phänotyp wiederholt sich in der Reproduktion eines lebenden Systems, wenn eine besondere Initialstruktur in diesem erhalten wird und, wenn eine besondere Interaktionsgeschichte in Form einer besonderen Konfiguration von Begegnungen mit dem Medium, während der strukturellen Drift des neuen Lebewesens in dessen Epigenese wiederholt wird. Der Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps über aufeinanderfolgende Reproduktionen hinweg, und damit die Bildung einer Abstammungslinie, sind daher Prozesse, welche die Wiederholung einer besonderen Beziehungsdynamik zwischen Lebewesen und Medium, das eine solche Wiederholung möglich macht, in jeder Generation beinhalten. Was daher in der Folge der Reproduktionen erhalten werden muss, z.B. während der Geschichte des Erhalts einer besonderen Säugetier-Abstammungslinie, ist eine bestimmte Initialstruktur und eine besondere

Konfiguration von Beziehungen und Interaktionen in der individuellen Ontogenese eines jeden neuen lebenden Systems, das Mitglied der Abstammungslinie ist, so dass im Wechselspiel dieser zwei Bedingungen sich die Epigenese ergäbe, wie sie für diese besondere Säugetierart eigentümlich ist. Allgemein, entsteht dann eine Abstammungslinie durch den systemisch reproduktiven Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung von einer Generation zur nächsten.

Wir behaupten, dass die historische Permanenz einer Abstammungslinie, d.h. der fortgesetzte Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung durch aufeinanderfolgende Reproduktionen, sich aus einer systemischen Dynamik ergibt, als Folge der systemischen und nicht der genetischen Natur der Verwirklichung des ontogenetischen Phänotyps. In diesem Prozess kann der Gesamtgenotyp, der die Verwirklichung des ontogenetischen Phänotyps unterstützt und möglich macht, ohne sie zu bestimmen, variieren, während die Abstammungslinie innerhalb eines Bereiches möglicher Veränderungen erhalten wird, der durch den Erhalt eben dieses die Abstammungslinie definierenden ontogenetischen Phänotyps bestimmt wird. Solange die strukturellen dynamischen Bedingungen im Medium erhalten werden, welche die Epigenese möglich machen, die den liniendefinierenden Phänotyp verwirklicht, ist zugleich auch dessen Struktur für Veränderungen offen, entsprechend dessen eigener Veränderungsdynamik und dessen Interaktionen mit den Organismen, die es enthält, solange die Abstammungslinie erhalten wird. Unter diesen Umständen formt sich eine neue Abstammungslinie als ein Abzweig einer bereits existierenden, wann immer ein neuer ontogenetischer Phänotyp, der in der Verwirklichung von einer der epigenetischen Möglichkeiten entsteht, die der Gesamtgenotyp der Nachkommen von einem oder mehrerer Mitglieder der „elterlichen“ Abstammungslinie erlaubte, beginnt durch systemische Reproduktion erhalten zu werden, und wenn zugleich auch die Bedingungen des Mediums erhalten werden, die die Nische des neuen ontogenetischen Phänotyps möglich machen. D.h., ob die Aufzweigung der neuen Linie zu einem gegebenen Moment in der Geschichte irgendeiner Abstammungslinie stattfindet oder nicht, hängt davon ab, ob die systemischen Beziehungen zwischen den lebenden Systemen und dem Medium bestehen, das eine solche sich abzweigende Linie möglich macht. Das Abzweigen einer neuen Linie ist ein konservatives Phänomen, in dem als Variationen der erhaltenen Eigenschaften der epigenetischen Realisierungsdynamik des ontogenetischen Phänotyps der Vorfahren sowohl die besonderen Eigenschaften des neu erhaltenen ontogenetischen Phänotyps entstehen als auch die besonderen Eigenschaften des Mediums, die die Realisierung der Nische des neuen ontogenetischen Phänotyps erlauben. Wenn unter diesen Umständen geformte neue Abstammungslinien wiederum eine oder mehrere Aufzweigungsepisoden durchmachen sollten, würde ein verzweigtes System von Abstammungslinien gebildet werden, das durch eine gemeinsame Herkunft und eine gemeinsame epigenetische Geschichte verbunden wäre, und in dem die neuen ontogenetischen Phänotypen wie auch die Bedingungen für die Realisierung ihrer passenden Nischen sich zusammen kongruent geändert haben würden. Diesen spontanen Prozess der Erzeugung und Aufzweigung der Abstammungslinien von Organismen durch die systemisch reproduktive Aufeinanderfolge von lebenden Systemen mit Erhalt und Veränderung des liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyps, zusammen mit dem

Erhalt und der Veränderung der Bedingungen des Mediums, welche die Realisierung der passenden Nischen dieser ontogenetischen Phänotypen erlauben, nennen wir „natürliche phylogenetische Drift“. Natürliche phylogenetische Drift ist dann ein Prozess, der spontan abläuft, wann immer die obenerwähnten Bedingungen vorherrschen. Was darüberhinaus bei der natürlichen phylogenetischen Drift in der Ko-Drift der vielen Abstammungslinien passiert, ist, strenggenommen, die Bildung einer Biosphäre als eines Netzwerkes ontogenetischer Phänotyp-Nische-Beziehungen, die als eine historische Wellenfront von ko-driftenden lebenden Systemen entsteht, von denen jedes ein Teil des Mediums ist, in dem die anderen wiederum ihre Nischen verwirklichen.

Phylogenetische Drift ist daher ein historischer systemischer Prozess, der in der reproduktiven Aufeinanderfolge von Individuen stattfindet, wenn sie ein sich aufzweigendes System von Abstammungslinien bilden. Phylogenetische Drift findet nicht als ein Prozess der Diversifizierung von Populationen statt, auch wenn das eine historische Konsequenz ist. Überdies ereignet sich der Prozess der phylogenetischen Drift mit Abstammungslinien, die durch sich systemisch reproduzierende individuelle lebende Systeme gebildet werden, selbst wenn diese existentiell vom Erhalt der Population, die sie zusammensetzen, abhängen. Dies ist so, selbst wenn manche Populationen als ein Ergebnis der besonderen Beziehungsweise der individuellen lebenden Systeme, die sie zusammensetzen, (wie Sexualität oder Symbiose) Einheiten bilden, die als solche in einem anderen Beziehungsbereich existieren. Multizelluläre Organismen sind ein Extremfall dieser Art von Zusammensetzung, da sie multizelluläre Einheiten bilden, die durch systemische Reproduktion einiger ihrer zellulären Komponenten erhalten werden. In den Abstammungslinien der Organismen, die ihr genetisches Material austauschen oder sich sexuell reproduzieren, nimmt schließlich die phylogenetische Drift die Form eines Netzwerkes des Erhalts und der Veränderung von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen an, das sich innerhalb der dynamischen Grenzen verändert und stabilisiert, wie sie durch die verschiedenen den Genfluss zwischen ihnen begrenzenden Mechanismen gesetzt werden.

Die strukturelle Dynamik des Mediums ist operational unabhängig von der der verschiedenen Organismenarten, die im Prozess der phylogenetischen Drift in ihm entstehen, und diese verschiedenen Organismenarten realisieren im Medium verschiedene Nischen, die vor der tatsächlichen Operation der lebenden Systeme in ihm nicht existierten. D.h., die den neuen Formen der in der natürlichen phylogenetischen Drift entstehenden lebenden Systemen entsprechenden neuen Nischen entstehen und verändern sich mit der Verwirklichung der ontogenetischen Phänotypen, die im Laufe der natürlichen phylogenetischen Drift erscheinen und erhalten werden oder sich verändern. Als strukturdeterminierte Systeme interagieren die verschiedenen Organismen und das Medium, indem jeder im anderen strukturelle Veränderungen auslöst, die sie nicht bestimmen. In der natürlichen phylogenetischen Drift entstehen und ändern sich demgemäß beide zusammen kongruent, die ontogenetischen Phänotypen und ihre korrespondierenden Nischen, indem sie einem Pfad folgen, der Moment für Moment in der natürlichen phylogenetischen Drift im transgenerationalen Erhalt von Organisation und Anpassung entsteht. Das ist es, in der Tat, was wir be-

zeichnen, wenn wir vom Erhalt der ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung in der natürlichen phylogenetischen Drift reden.

Als eine Konsequenz tritt bei der Diversifizierung der Abstammungslinien im Verlauf der natürlichen phylogenetischen Drift nichts auf, was man angemessenerweise eine Selektionskraft oder einen Selektionsdruck nennen könnte. Es gibt keinen Zweifel, dass ein Beobachter, der das unterschiedliche Überleben von gewissen Individuen sieht, die eine sich verändernde Population zusammensetzen, legitimerweise sagen kann, dass die Überlebenden im Verlauf der Geschichte der Population selektiert wurden. Was der Beobachter jedoch nicht sagen kann, ist, dass der Mechanismus, der das beobachtete unterschiedliche Überleben erzeugt, ein Selektionsdruck oder ein Selektionsprozess ist, es sei denn, er behauptet, dass die phylogenetische Drift dieser selektive Mechanismus ist. Aber das letztere zu sagen, hieße nur, den Prozess der phylogenetischen Drift als den tatsächlichen generativen Mechanismus der Evolution zu verschleiern oder zu verstecken. In der Evolution ist Selektion das Ergebnis des unterschiedlichen Überlebens, und deshalb kann sie nicht ihr Ursprung sein. Demgemäß, und wie wir bereits gesagt haben, ist, was Evolutionsbiologen natürliche Selektion nennen, wenn sie beim Vergleich von Populationen in unterschiedlichen Momenten ihrer Geschichte ein unterschiedliches Überleben beobachten, in der Tat das Ergebnis des Prozesses der Produktion und des Erhalts von Abstammungslinien unter den Bedingungen des systemisch reproduktiven Erhalts von Autoptiose und Anpassung, den wir natürliche phylogenetische Drift genannt haben, und nicht das Ergebnis der Aktion irgendeiner Kraft (engl.: force).

Unter diesen Umständen können wir als einen allgemeinen Kommentar die folgenden tautologischen Aussagen machen: a) dass all die strukturellen Veränderungen, die die Mitglieder einer Abstammungslinie in der deren Geschichte durchmachen, sich eingebunden in die Erhaltung des liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyps ereignen, indem sie einem Pfad folgen, der durch den systemisch reproduktiven Erhalt dieses ontogenetischen Phänotyps bestimmt wird, solange die Abstammungslinie erhalten bleibt; b) dass die Bildung und der Erhalt der Abstammungslinie sich als Auftakt ereignet für die kontinuierliche Variation der genetischen Gesamtkonstitution der Mitglieder der Abstammungslinie innerhalb der Grenzen, die in jedem systemisch reproduktiven Schritt definiert werden durch den Erhalt von einerseits der initialen Körperstruktur, die den ontogenetischen Phänotyp der Abstammungslinie wiederholen kann, und andererseits der Bedingungen des Mediums, die eine solche Wiederholung möglich machen; und c) dass es für den Erhalt der Abstammungslinie keine anderen besonderen Beschränkungen gibt im Hinblick auf die initiale gesamtgenetische Konstitution der in ihr entstehenden Organismen oder im Hinblick auf die besonderen Eigenschaften des Mediums, in dem diese ihr Lebendigkeitsein beginnen, als die, welche die Verwirklichung der Epigenese des liniendefinierenden Phänotyps erlauben.

Schließlich und als eine Zusammenfassung dieses Punktes schlagen wir vor:

1. Dass die Geschichte der Diversifizierung der lebenden Systeme wie auch die Konfiguration der Biosphäre, das Ergebnis der spontanen Erzeugung und der Diversifizierung von Abstammungslinien in der natürlichen Drift ist, die mit der systemischen Reproduktion von lebenden Systemen begann.

2. Dass die natürliche phylogenetische Drift eine Geschichte des Erhalt und der Variation von ontogenetischen Phänotypen ist, die durch systemische Reproduktion erhalten werden, in einem Prozess, in dem die Organismen und das Medium sich beim Erhalt einer bestimmten Form der Organismus-Medium-Beziehung zusammen verändern.

IV.2. Die Beteiligung des Verhaltens

Lebende Systeme existieren als Gesamtheit in einem Beziehungsraum, und es ist ihre Verwirklichung in diesem Beziehungsraum, was ihre onto- und phylogenetische Geschichte konstituiert und bestimmt. Wie wir bereits sagten, erscheint darüberhinaus einem Beobachter die Verwirklichung des Lebendigseins eines lebenden Systems in einem Beziehungsraum als Verhalten und der Fluss des Lebens als der Fluss des Verhaltens. In diesen Umständen und entsprechend dem, was wir im Abschnitt III. 11 sagten, ist das Verhalten als der Fluss der dynamischen Begegnungen zwischen lebendem System und Medium der Bereich der ontogenetischen Verwirklichung eines lebenden Systems als einer besonderen Art von Organismus, der Moment für Moment den Verlauf seiner Interaktionen ermittelt und den Pfad festlegt, dem seine Epigenese folgt. Zugleich partizipiert das Verhalten in gleicher Weise an der systemisch reproduktiven Verwirklichung und Bewahrung eines ontogenetischen Phänotyps, und es bestimmt, indem es den Verlauf der Interaktionen des reproduzierenden Organismus bestimmt, die phylogenetische Hinzuwahl aller genetischen Variationen, die in der Geschichte einer Abstammungslinie bei deren Erhalt vorkommen mögen.

Der Fluss des Verhaltens, oder in allgemeineren Begriffen, der Fluss der Interaktionen eines lebenden Systems im Verlauf seines Lebendigseins in seinem Existenzbereich, fungiert dann als eine beziehungsmäßige und interaktionelle Dynamik, die den Pfad kanalisiert, dem seine strukturelle Drift während seiner Ontogenese folgt. D.h., das Verhalten der Mitglieder einer Abstammungslinie agiert durch seine Teilnahme am systemisch-reproduktiven Erhalt der liniendefinierenden Lebensweise über die Generationsfolge hinweg als ein Mechanismus der Hinzuwahl von jeglicher Gesamtgenotypvariation der Linienmitglieder für die Realisierung und den Erhalt der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung. Und es tut dies, indem es eine systemisch-operationale Grenze setzt, die bei jedem reproduktiven Schritt trennt, was von einer Generation zur nächsten erhalten, und was nicht erhalten wird. Es folgt, dass es in der Abfolge der Generationen, die durch systemische Reproduktion entstehen, die von den sich reproduzierenden Organismen im Verlauf ihrer individuellen Ontogenese tatsächlich gelebte Verhaltenshistorie ist, was bestimmt, welche Variationen des Gesamtgenotyps von Generation zu Generation erhalten werden, und was den Verlauf der phylogenetischen Drift bestimmt, an der diese Organismen beteiligt sind. Insbesondere, da in jedem Organismus der Genotyp unter der Verwirklichung der Epigenese verborgen bleibt, die er in seiner Ontogenese lebt, operiert der systemisch-reproduktive Erhalt irgendeiner besonderen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung als ein Mechanismus, der notwendiger-

weise alle Genotypvariationen hinzuwählt, die zum Erhalt dieser liniendefinierenden Beziehung taugen (s. Abb. 5 u. 6).

Lassen Sie uns das Gesagte in den folgenden drei Aussagen zusammenfassen.

1. Verhalten nennen wir, den Fluss der Interaktionen eines lebenden Systems in seiner Nische bei der Verwirklichung seines wie auch immer gearteten Lebendigseins. Als solches bringt das Verhalten eines Organismus zu jedem Zeitpunkt für einen Beobachter sichtbare und unsichtbare Dimensionen der Interaktion mit sich, die für ihn oder sie nur im Verlauf seiner oder ihrer Beobachtung der Epigenese des Organismus ersichtlich werden können. Das Verhalten ist der interaktionelle Aspekt der Verwirklichung der Lebensweise eines lebenden Systems in der Verwirklichung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die es gerade lebt.

2. Unserer Ansicht nach, ist es das Verhalten der Organismen, als der Fluss ihrer Interaktionen in ihrem besonderen Lebensbereich bei der tatsächlichen Verwirklichung ihrer individuellen Ontogenese, und nicht ihre genetische Konstitution, oder irgendeine Art von dirigierendem äußerlichem Druck im Verlauf der Verwirklichung ihres Lebendigseins, was über systemische Reproduktion den Verlauf leitet, dem die phylogenetischen strukturellen Driften der lebenden Systemen in der Evolution folgen.

3. Unserer Ansicht nach, setzt im allgemeinen die durch systemische Reproduktion in einer Abstammungslinie erhaltene Lebensweise eine operationale Grenze im Hinblick auf die genetischen Veränderungen, die durch systemische Reproduktion in den Linienmitgliedern erhalten werden, und die auf diese Weise den Verlauf der phylogenetischen Gendrift der Abstammungslinie leitet, ohne zu bestimmen, welche genetischen Veränderungen in ihr zustande kommen werden (s. Anhang, genetische Drift).

IV.3. Die reproduktive Verschiebung des ontogenetischen Phänotyps

In dem Ausmaß wie es in der Epigenese das Verhalten eines Organismus ist, das den Verlauf seiner Interaktionen im Medium leitet, und das bestimmt, wann und wo die Reproduktion stattfindet und der Nachwuchs erscheint, kann es nach dem reproduktiven Ereignis, bei dem ein basaler ontogenetischer Phänotyp erhalten wird, zu drei unterschiedlichen Phänomenen kommen:

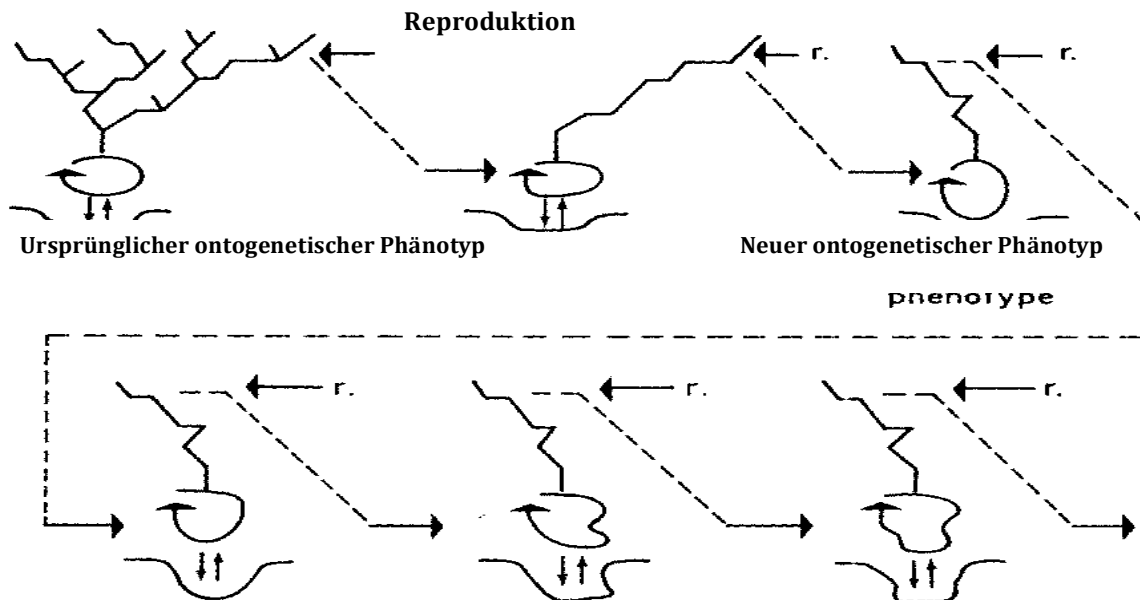
a) Der besondere ontogenetische Phänotyp der Vorfahren, der vom basalen getragen wird, wird in der Epigenese des Nachwuchses der aufeinanderfolgenden Generationen erhalten. Wenn dies geschieht, wird die Abstammungslinie der Vorfahren erhalten.

b) Der besondere ontogenetische Phänotyp der Vorfahren wird in der systemischen Reproduktion des basalen ontogenetischen Phänotyps nicht erhalten, und ein neuer besonderer ontogenetischer Phänotyp wird durch die Realisierung des Trägers des basalen ontogenetischen Phänotyps in der Epigenese des Nachwuchses verwirklicht. Wenn dies geschieht und die resultierenden Organismen reproduzieren sich, indem sie ihren Nachwuchs an einen Ort setzen, an dem diese ihre Epigenese

verwirklichen, lässt der neue ontogenetische Phänotyp von nun an die Bedingung (a) entstehen: eine neue Abstammungslinie entsteht.

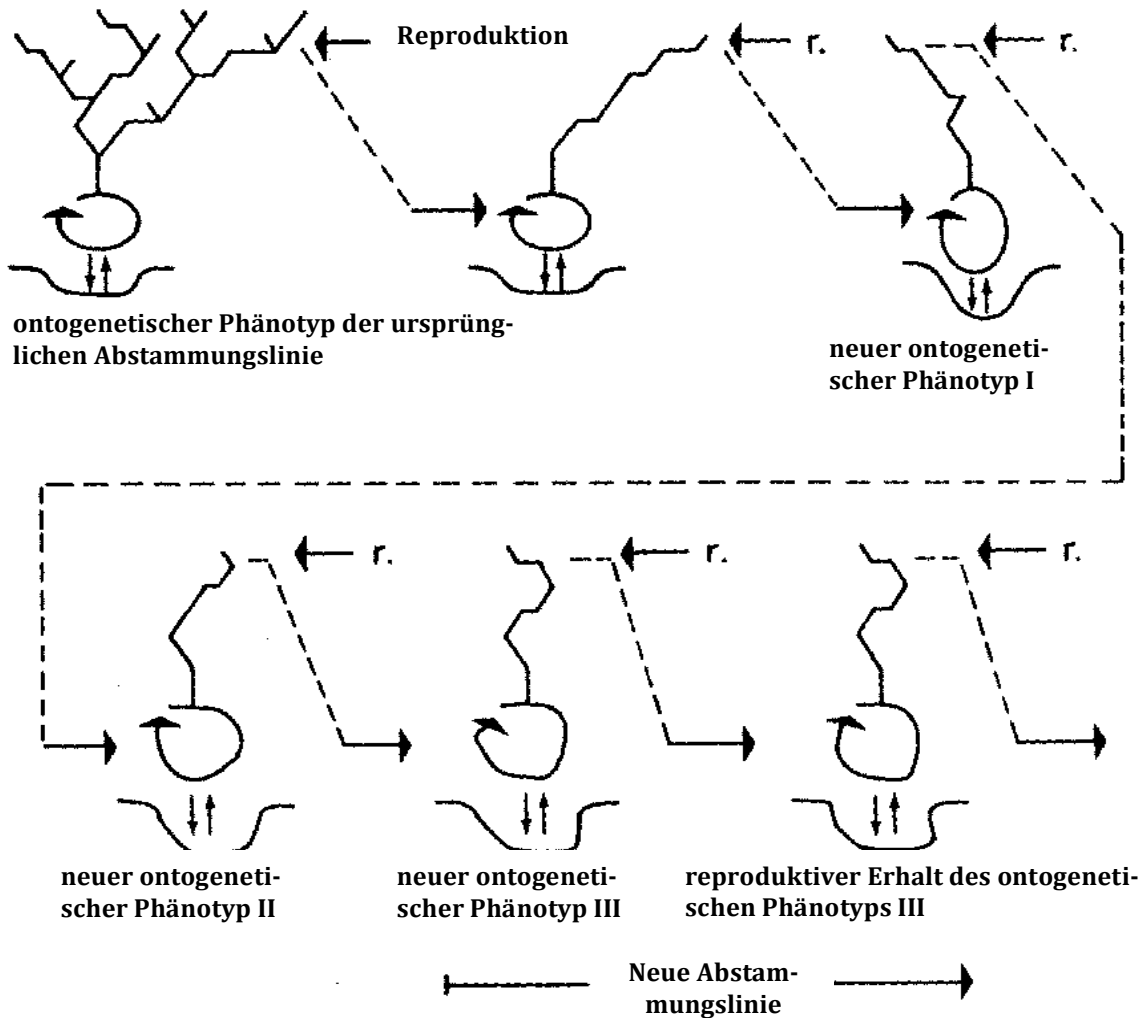
c) Der besondere ontogenetische Phänotyp der Vorfahren wird in der systemischen Reproduktion des basalen ontogenetischen Phänotyps nicht erhalten, und ein neuer ontogenetischer Phänotyp erscheint derart, dass im Moment der Reproduktion des Organismus, der ihn realisiert, ein neuer besonderer ontogenetischer Phänotyp erscheint, und so fort bis sich Bedingung (b) einstellt. Wenn dies geschieht, sieht ein Beobachter, dass eine neue Abstammungslinie nach einer Serie von sprunghaften Veränderungen des in jeder Generation realisierten ontogenetischen Phänotyps erscheint.

Abb. 5



Diese Abbildung versucht eine Vorstellung von der fortschreitenden Verschiebung der genetischen Konstitution der aufeinanderfolgenden Mitglieder der neuen Abstammungslinie zu vermitteln. Die neue Linie entsteht durch systemisch-reproduktiven Erhalt einer Variation der standardmäßigen epigenetischen Realisierung wie sie zur elterlichen Linie passt. Die fortschreitende Verschiebung der genetischen Konstitution der Mitglieder der neuen Linie lässt die fortschreitende Verschiebung des epigenetischen Feldes der neuen Linie entstehen wie auch die genetische Stabilisierung der organischen Bedingungen, die den Erhalt der neuen Linie möglich machen. In dieser Abb. und in den Abb. 6 u. 7 stellt die Aufzweigung über den geschlossenen Pfeilen (lebende Systeme) das Feld der möglichen epigenetischen Verläufe dar, denen die Ontogenese eines lebenden Systems in seiner individuellen Lebensgeschichte folgen mag; die Zick-Zack-Linie über manchen lebenden Systemen stellt die besonderen epigenetischen Verlauf dar, dem die Lebensgeschichte dieses lebenden Systems tatsächlich folgt; und der gerade Pfeil und das „r.“ zeigen den Moment der Reproduktion an.

Abb. 6



Diese Abbildung versucht die Veränderung oder die Verschiebung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung zu illustrieren, die von jedem lebenden System entlang eine Serie von systemisch-reproduktiven Schritten realisiert wird, in dem das organische Leben erhalten wird. Wenn dies geschieht verändert oder verschiebt sich die ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung kontinuierlich solange bis eine besondere entsteht, die von Generation zu Generation durch systemische Reproduktion erhalten wird (eine neue Abstammungslinie hat sich etabliert), oder die Reproduktion des organischen Lebens kommt an ein Ende.

Wenn sich Fall (b) ereignet, entsteht eine neue Abstammungslinie in einer einzigen Verschiebung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die durch systemische Reproduktion erhalten wird. Wenn sich Fall (c) ereignet, entsteht eine Aufeinanderfolge von sprunghaften Verschiebungen der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, wie sie Generation für Generation verwirklicht wird, die solange

anhält bis eine neue besondere Abstammungslinie durch systemische Reproduktion erhalten und damit begründet wird. Die durch den Prozess der sprunghaften Verschiebung der ontogenetischen Phänotypen hervorgebrachten aufeinanderfolgenden Veränderungen mögen einem Beobachter groß oder klein erscheinen, aber im tatsächlichen Prozess ist die Größe der einzelnen sprunghaften Veränderung des ontogenetischen Phänotyps nicht wichtig. Was von Bedeutung ist, ist, dass solch ein Prozess tatsächlich stattfindet, und schließlich das Erscheinen einer neuen Abstammungslinie, oder das Ende einer solchen Serie von sprunghaften Verschiebungen als Resultat haben kann. Wir nennen diesen ganzen Prozess „systemisch-reproduktive Veränderung der Beziehung zwischen dem ontogenetischen Phänotyp und seiner ontogenetischen Nische“.

Der Prozess der reproduktiven Verschiebung des ontogenetischen Phänotyps bringt die systemisch-reproduktive Verlagerung des Feldes möglicher Epigenesen für jeden neuen Organismus mit sich, was wir „die systemisch-reproduktive Verschiebung des epigenetischen Feldes“ der systemisch reproduzierenden Organismen nennen. Die systemisch-reproduktive Verlagerung des epigenetischen Feldes ist in jeder Generation das Resultat der Veränderung des Gesamtgenotyps der Organismen, die an der Verschiebung des ontogenetischen Phänotyps teilnehmen. Das Entstehen einer neuen Abstammungslinie im Erhalt einer neuen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung durch systemische Reproduktion ist nicht das Ende des Verschiebungsprozesses des epigenetischen Feldes, und hat nicht die notwendige Stabilisierung des neuen Gesamtgenotyps zur Folge. Aber es zeigt sehr wohl, dass in der Beziehung zwischen lebendem System und Medium die systemische epigenetische Dynamik, die in jeder neuen Generation den liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp realisiert, erhalten wird, und dass jeder andere Aspekt des genetischen Systems der Mitglieder der Abstammungslinie für Veränderung offen ist. Mit anderen Worten, die Etablierung einer neuen Abstammungslinie impliziert das Entstehen einer systemischen dynamischen Beziehung zwischen lebendem System und Medium, die so lange erhalten werden wird, wie die im Gesamtgenotyp und im Medium hergestellten Variationen nicht mit dem Erhalt der epigenetischen Realisierung der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung interferiert. Dass die Entstehung einer neuen Abstammungslinie kein genetischer Prozess ist, sondern das Resultat des systemischen Erhalts der Anpassung in der Organismus-Medium-Beziehung, während sich beide, Organismus und Medium, in kontinuierlichem Wandel befinden, und dass dies so ist, selbst wenn die genetische Gesamtkonstitution der teilnehmenden Organismen es ist, was aus der Perspektive der Organismen den neuen ontogenetischen Phänotyp möglich macht, - das gerade ist es, was die Diversifizierung der Abstammungslinien, als einen Prozess möglich macht, der sich im Wechselspiel von Erhalt und Veränderung in wenigen Generationen ereignen kann. Zugleich ist es das, was das Ko-Driften von verschiedenen Systemen mit operational unabhängigen Dynamiken des Strukturwandels möglich macht, wie auch die daraus folgende Bildung von Ökosystemen und Biosphären.

Das ist jedoch nicht alles. Wir haben gesagt, dass das Verhalten tatsächlich als die systemische Beziehungsdynamik operiert, die, indem sie die operationale Kongruenz zwischen dem Organismus und dem Medium betrifft, die reproduktive Bewah-

rung oder Verschiebung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen (der Lebensweisen) in der systemisch-reproduktiven Geschichte lebender Systeme sicherstellt, und somit den Verlauf leitet, dem ihre phylogenetischen Driften folgen. Jede neue Konfiguration von ontogenetischem Verhalten, die in einer Abstammungslinie lebender Systeme beginnt durch systemische Reproduktion erhalten zu werden, stellt also nicht nur eine Veränderung im ontogenetischen Phänotyp dar, der in der Reproduktion dieser lebenden Systeme erhalten wird, sondern auch die Grundlage einer neuen besonderen Abstammungslinie von Organismen. In der Geschichte dieser neuen Linie (wie es sich in der Geschichte einer jeden Abstammungslinie ereignet) wird der systemisch-reproduktive Erhalt dieser Konfiguration des liniendefinierenden ontogenetischen Verhaltens als kanalisierende Begrenzung für den Verlauf fungieren, dem die rekursiven Variationen des Gesamtgenotyps der Organismen der Abstammungslinie folgen, welche um den Erhalt der Genom- und Medium-Bedingungen herum erhalten werden, die wiederum die ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen möglich machen, die ihrerseits diese Konfiguration des ontogenetischen Verhaltens möglich machen und realisieren. Oder, mit anderen Worten, die phylogenetische genetische Drift in der neuen Abstammungslinie wird einem Verlauf folgen, der durch den verhaltensmäßigen Erhalt der Realisierung der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung geleitet wird. Ferner wird sich dies als ein Prozess ereignen, der in der wechselseitigen Verbindung des Beziehungserhalts bei der Verschiebung der genetischen Gesamtkonstitution der Linienmitglieder und der Verschiebung der Konfiguration des Mediums resultiert, die den Erhalt dieser Beziehung mitsichbringt durch eine Verschiebung des epigenetischen Feldes der Mitglieder der Abstammungslinie. Allgemein, konstituieren in einer Abstammungslinie Verhalten als ein beziehungsmaßiger Prozess wie auch der systemisch-reproduktive Erhalt einer Konfiguration ontogenetischen Verhaltens eine Dynamik der operationalen Kopplung der ontogenetischen und phylogenetischen strukturellen Driften des Organismus mit den ontogenetischen und phylogenetischen strukturellen Driften der Nische.

Lassen Sie uns diesen Punkt in drei Aussagen zusammenfassen:

1. Der Verlauf der Veränderungen der genetischen Gesamtkonstitution der Mitglieder einer Abstammungslinie ergibt sich nicht als das Resultat einer selektiven Dynamik, im Sinne tatsächlicher wettbewerblicher Vorteile oder der Optimierung der Anpassungsbeziehungen, sondern als Resultat einer phylogenetischen Gendrift, die vermittelt einer Dynamik des systemisch-reproduktiven Erhalts eines ontogenetischen Phänotyps (einer Lebensweise) entsteht und durch die natürliche phylogenetische Drift der Abstammungslinie operational begrenzt wird (Abb. 7). Wenn jemand das phylogenetische Resultat dieses Prozesses betrachtet, ist es, als ob der Erhalt der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung als eine selektierende Kraft auf die genetische Variabilität der Linienmitglieder fungierte, aber wir behaupten, dass dem nicht so ist, weil es der tatsächliche Prozess des Lebendigseins und dessen Erhalt ist, worum es beim Lebendigsein geht, und nicht ein vergleichsweises Überleben. Unter diesen Umständen ist dann das unterschiedliche Überleben, das ein Beobachter im Verlauf der Geschichte der lebenden Systeme sehen kann, und das er oder sie als natürliche Selektion bezeichnet, eine Konsequenz der Evolution und nicht ihr

generativer Mechanismus. Die Konsequenzen von dem, was wir gerade in diesem und den vorausgegangenen Abschnitten sagten, werden in einigen der folgenden Kapitel (s. *VI. Konsequenzen*) ausführlicher dargestellt werden.

2. Der ontogenetische Phänotyp des systemisch reproduzierenden lebenden Systems kann eine fortschreitende Verschiebung oder eine sprunghafte Umformung durchmachen, ohne direkt eine Abstammungslinie entstehen zu lassen, oder es kann zu nur kurzen aufeinanderfolgenden Abstammungslinien kommen bis sich eine langdauernde etablierte, als ein Merkmal des ununterbrochenen Prozesses der phylogenetischen Drift. Was in diesem Prozess bei jedem reproduktiven Schritt erhalten wird, ist die Abstammungslinie der lebenden Systeme, und was sich ändert ist die besondere Form des Lebendigseins des lebenden Systems in systemischer Reproduktion, oder die ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung. Unter diesen Umständen operiert die Abstammungslinie der lebenden Systeme als der Träger aller anderen Abstammungslinien, die sich mit ihr überschneiden, bis sie oder die anderen verschwinden. Allgemein formuliert und die Dynamik der phylogenetischen Drift vorausgesetzt, kann jede ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung, die in einer reproduktiven Sequenz erhalten wird, als ein Träger eines oder mehrerer, sich mit ihr überschneidender und durch sie sich reproduzierenden ontogenetischen Phänotypen operieren. Wenn es zu der strukturellen Überschneidung von mehreren ontogenetischen Phänotypen in der oben angedeuteten Weise kommt, folgt die phylogenetische Drift der getragenen ontogenetischen Phänotypen wie auch ihre entsprechenden Bereiche möglicher Epigenesen einem Pfad der Generation für Generation durch die phylogenetische Drift der tragenden Abstammungslinie bestimmt wird. Das allgemeine Ergebnis der Operation des Prozesses der strukturellen Überschneidung der ontogenetischen Phänotypen ist die spontane Erzeugung von neuen Abstammungslinien, Variationen innerhalb der Abstammungslinien, Veränderungen der Abstammungslinien und Aufzweigungen der Abstammungslinien, die der phylogenetischen Drift des tragenden ontogenetischen Phänotyps folgen.

3. Die Verschiebung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung durch eine Serie von systemischen Reproduktionen ereignet sich entweder in der Verwirklichung von einigen unterschiedlichen Möglichkeiten eines einzigen Bereiches möglicher Ontogenesen oder als einige Teilveränderungen in einem gegebenen epigenetischen Feld. Dieser Prozess ist darüberhinaus immer das Ergebnis des systemisch-reproduktiven Erhalts einer besonderen basalen Art von lebendem System in einem Medium, das im Verlauf der verhaltensmäßigen Realisierung der neu entstehenden Organismen erscheint und sich verändert, in einer phylogenetischen Dynamik, die Moment für Moment dem Pfad des strukturellen Wandels folgt, auf dem die betroffenen lebenden System ihre Organisation und Anpassung erhalten. Den systemischen verhaltensmäßigen Erhalt der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung vorausgesetzt, ereignen sich zugleich zwei Dinge: a) Die Abstammungslinie wird solange erhalten wie die im Gesamtgenotyp der Linienmitglieder stattfindenden Veränderungen nicht mit dem Erhalt der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung interferieren; und b) Da jede Veränderung im Gesamtgenotyp der Linienmitglieder eine Veränderung im Feld ihrer möglichen Epigenesen nachsichzieht, bringt sie auch die Möglichkeit des Erscheinens von neuen Abstam-

mungslinien mitsich durch den verhaltensmäßigen Erhalt einer Veränderung in der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die der involvierte Organismus während seines Lebens verwirklicht, sofern die Umstände des Medium dies erlauben.

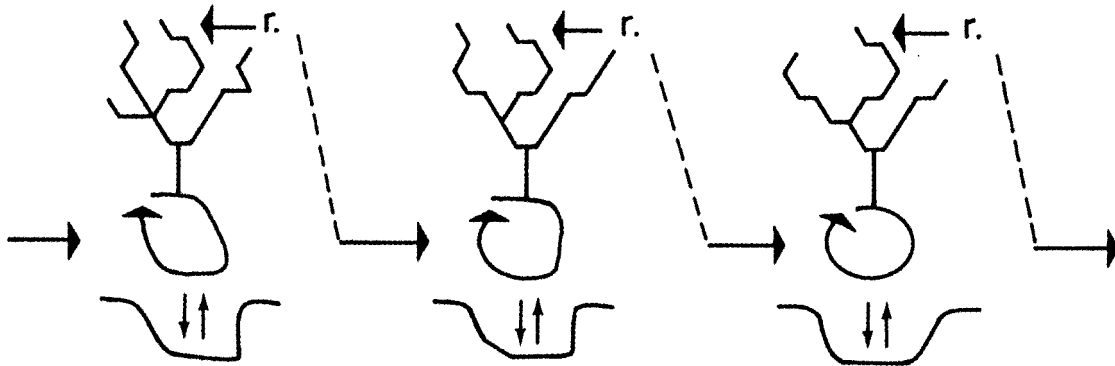


Abb. 7. Diese Abbildung versucht die Veränderung oder die Verschiebung des epigenetischen Feldes und die Veränderung der genetischen Konstitution zu illustrieren, die im Verlauf der Generationen stattfindet, während die besondere Beziehung zwischen dem ontogenetischen Phänotyp und seiner ontogenetischen Nische, die die Abstammungslinie definiert, von Generation zu Generation durch systemische Reproduktion erhalten wird. (Dass dies epigenetisch realisiert wird, zeigen der Pfeil und das „r“ (= Reproduktion) an).

IV.4. Die Beteiligung des Mediums

Das Medium, als all das, was der Beobachter sieht oder sich vorstellt, dass es ein lebendes System oder eine Gruppe von lebenden Systemen in ihrer Realisierung als solche enthalte, erscheint in seiner oder ihrer Unterscheidung als ein strukturdeterminiertes System mit einer Strukturveränderungsdynamik, die unabhängig ist von dem Organismus oder den Organismen, die es enthält. Unter den Bedingungen der Ko-Drift sind die betroffenen Organismen Teil des Mediums eines jeden anderen, und sie operieren mit den nicht-organischen Eigenheiten des Mediums als einem Hintergrund der variablen Interaktion, in dem alle die verschiedenen Organismen in ihren wechselseitigen ontogenetischen und phylogenetischen strukturellen Driften im Erhalt von Organisation und Anpassung dahinfließen. Ein Beobachter, der in diesen Umständen, die ontogenetische und phylogenetische Drift der von ihm oder ihr unterschiedenen lebenden Systeme erklärt, behandelt das Medium als eine unabhängige Quelle von Gelegenheiten für die Verschiebung der ontogenetischen Phänotypen und für die Realisierung von Variationen in der Epigenese im Verlauf der Geschichte des Erhalts und der Diversifizierung der Abstammungslinien.

Daher ist das Medium nicht nur als allgemeines Behältnis beteiligt, sondern es fungiert fundamental als der Bereich der Verwirklichung der ontogenetischen Nische der lebenden Systeme, die es enthält. Entsprechend ist es nicht möglich die lebenden Systeme unabhängig vom Medium zu betrachten. Aber zugleich dürfen wir nicht

vergessen, dass das Medium nicht festlegt, was den lebenden Systemen geschieht, die es enthält, und mit denen es interagiert, da diese strukturdeterminierte Systeme sind, und umgekehrt auch nicht, dass das Medium operational von den lebenden Systemen, die es enthält, unabhängig ist, auch wenn es infolge seiner Interaktionen mit ihnen strukturelle Veränderungen durchmacht; ebenso dürfen wir nicht vergessen, dass lebende Systeme vom Medium operational unabhängig sind, weil sie operationale Begrenzungen haben, die sie davon abgrenzen, und die durch den Erhalt ihrer Autopoiese definiert werden. Und schließlich dürfen wir nicht vergessen, dass ein lebendes System und das Medium (welcher Zusammensetzung auch immer), in dem es seine ontogenetische Nische verwirklicht, sich zusammen spontan und kongruent verändern, solange wie das lebende System seine Organisation und Anpassung erhält.

V. Antworten

Lassen Sie uns nun zu unseren Antworten auf die am Anfang dieses Aufsatzes gestellten Fragen kommen, ohne sie hier zu wiederholen, aber mit der Einladung an den Leser sie wieder zu überdenken:

V.1. Die Entstehung der biologischen Vielfalt

Die gegenwärtige Vielfalt der lebenden Systeme auf der Erde ist das Ergebnis der Bildung, Transformation und Auslöschung von Abstammungslinien in einer fortlaufenden phylogenetischen Drift, in der die lebenden Systeme und die nicht lebenden Aspekte des Mediums für den jeweils anderen Teil des Mediums sind, in dem sie ihre jeweiligen Nischen unter Erhalt ihrer jeweiligen Organisation verwirklichen. Der Mechanismus, der das Ko-Driften der Abstammungslinien der lebenden Systeme entstehen lässt, ist die systemische Reproduktion. Bei der systemischen Reproduktion bringt der Erhalt der Autopoiese von einer Generation zur nächsten den Erhalt der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung mitsich, die das reproduzierte lebende System verwirklichte. Obgleich die genetische Gesamtkonstitution eines lebenden Systems bestimmt, was sich in seiner Epigenese ereignen mag, ist der reproduktive Erhalt des ontogenetischen Phänotyps kein Phänomen, das durch die genetische Gesamtkonstitution des reproduzierenden lebenden Systems festgelegt würde. Der reproduktive Erhalt des ontogenetischen Phänotyps irgendeiner besonderen Art von lebenden Systemen und die daraus folgende Bildung von Abstammungslinien ist ein systemisches Phänomen, das die Verwirklichung und den Erhalt der fortlaufenden Existenz der betroffenen lebenden Systeme zu Folge hat, da diese in einem kontinuierlichen Fluss von Interaktionen in einem sich ändernden Medium leben, in einem Prozess, der solange andauert wie das Medium sich mit ihnen kongruent verändert. Wenn das Medium, in welchem sich die natürliche Drift einer Abstammungslinie er-

eignet, die Abstammungslinie anderer lebender Systeme einschließt, die ebenso phylogenetisch driften, verflechten sich entweder die phylogenetischen Driften der Abstammungslinien und formen ein System von Abstammungslinien in ko-struktureller phylogenetischer Drift, in der die verschiedenen Abstammungslinien ihre jeweilige strukturelle Drift in Kongruenz miteinander verändern, oder sie trennen sich, oder einige oder alle werden ausgelöscht.

Die fortlaufende phylogenetische Ko-Drift der lebenden Systeme, die die Biosphäre formen, ereignet sich spontan und begann auch spontan mit der systemischen Reproduktion als eine Komplikation der ontogenetischen Ko-Driften der ursprünglichen lebenden Systeme. Systemische Reproduktion veränderte nicht die Natur des Phänomens der strukturellen Drift, aber sie veränderte den Umfang, womit sie die Geschichte der lebenden Systeme im Prozess der phylogenetischen strukturellen Drift und Diversifizierung der Abstammungslinien entstehen ließ.

Die Bildung einer Abstammungslinie ist ein konservativer Prozess, d.h., er findet in der systemisch-reproduktiven Bewahrung einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung statt. Zugleich bringt die Diversifizierung der Abstammungslinien den systemisch-reproduktiven Erhalt von Veränderungen um eine basale ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung herum mitsich, die als tragende Abstammungslinie erhalten wird. Dieser konservative Charakter des Prozesses der Bildung von Abstammungslinien resultiert in der rekursiven Produktion von Systemen von Abstammungslinien, die sowohl Ähnlichkeiten als auch Unterschiede zwischen den Mitgliedern der verschiedenen Abstammungslinien zur Folge haben. Dieser konservative Charakter der Abstammungslinienbildung ist das Resultat des konservativen Charakters der Verschiebung der ontogenetischen Phänotypen vor dem Hintergrund des systemischen Erhalts des epigenetischen Prozesses.

Die Grundlagen der Antwort zur Frage i), die am Anfang der Einführung zu diesem Aufsatz gestellt worden war, sind folgende:

1. Solange wie lebende Systeme autopoietische Systeme (erster oder zweiter Ordnung) sind, die in struktureller ontogenetischer Ko-Drift existieren; und
2. Solange lebende Systeme bei Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung eine systemische Reproduktion durchmachen; dann
3. sind die Konsequenzen davon: a) die Erzeugung von Abstammungslinien und von Systemen von Abstammungslinien, die über das Verschieben der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die durch systemische Reproduktion erhalten wird, in ko-strukturellen phylogenetischen Driften existieren, b) der systemisch-reproduktive Erhalt von Variationen der realisierten ontogenetischen Phänotyp-Nischen-Beziehung mit der konsequenten Begründung von neuen Abstammungslinien, c) der systemische Erhalt von epigenetischen Ähnlichkeiten über Abstammungslinien hinweg, und d) der Erhalt von Abstammungslinien, solange wie die Bedingungen 1. und 2. erhalten bleiben, und die Auslöschung der Abstammungslinien, falls sie nicht erhalten werden.

Die Antwort zur in der Einführung gestellten Frage i) ist dann: Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den gegenwärtig existierenden lebenden Systemen sind das Ergebnis der Art der Bildung von Abstammungslinien durch den systemisch-reproduktiven Erhalt von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen unter Um-

ständen, in denen neue Abstammungslinien aus Verschiebungen der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen entstehen, die dann durch systemische Reproduktion erhalten werden.

V.2. Anpassung

Der Erhalt der Anpassung, d.h. der Erhalt der Beziehung dynamischer operationaler Übereinstimmung zwischen dem lebendem System und dem Medium im Bereich der Nische, ist eine Existenzbedingung des lebenden Systems. Das gleiche ist der Fall für den Erhalt der autopoietischen Organisation des lebenden Systems als einer molekularen diskreten Entität. Lebende Systeme existieren nur solange wie ihre Autopoiese und Anpassung erhalten wird. Diese zwei konstitutiven Bedingungen für die Existenz von lebenden Systemen erlaubt uns die Frage ii) in den folgenden Begriffen zu beantworten: Die operationale Übereinstimmung und Harmonie zwischen lebenden Systemen und ihren Umständen, die mit dem Ausdruck Anpassung bezeichnet wird, ist eine konstitutive Bedingung ihrer Existenz und bedarf keiner Erklärung. D.h., entweder das lebende System erhält seine Anpassung und lebt, oder es erhält seine Anpassung nicht und stirbt. Anpassung ist eine Beziehung der operationalen Übereinstimmung mit dem Medium, in der ein lebendes System sein Lebendigkeit erhält, nicht eine Form des Lebens. D.h., ein lebendes System kann nur existieren und als solches entsprechend durch einen Beobachter unterschieden werden unter der Bedingung von Interaktionen, in denen seine Autopoiese und Anpassung in der Realisierung seiner Nische erhalten werden. Die Existenzbedingung der Anpassung im Medium des lebenden Systems ist daher notwendigerweise eine Invariante, solange das System lebt. Gegeben, dass lebende Systeme notwendigerweise bei ihrer Verwirklichung als solche in Anpassung in ihrer Nische existieren, kann es konsequenterweise keine vergleichsweise besser oder schlechter angepassten lebenden Systeme geben, und gibt es auch nicht. Die Behauptung, dass es solche gäbe, oder dass ein lebendes System mehr oder weniger an ein Medium angepasst sei, offenbart die Meinung des Beobachters darüber, was er oder sie als ein angemessenes Leben für das beobachtete lebende System erachtet.

Von all dem, was wir gerade gesagt haben, folgt, dass die Unterscheidung eines lebenden Systems durch einen Beobachter immer und notwendigerweise eine lebende Entität in operationaler Übereinstimmung mit ihren Verhältnissen, die einem Lebewesen entsprechen, hervorbringt. Und das ist so, selbst wenn in der Betrachtungsweise des Beobachters, der es sich in anderen Umständen vorstellt, oder der sich eine mögliche Zukunft (ein Werden) für es vorstellt, es nicht immer so scheinen mag. Es folgt auch, dass der Verlust der Anpassung notwendigerweise den Tod des lebenden Systems mitsichbringt, und dass, insofern ein lebendes System lebendig ist, es die Beziehung der Anpassung mit dem Medium durch die Realisierung seiner Nische erhält, selbst wenn für den Beobachter das lebende System so aussieht, als ob es bald sterben würde. Da der Erhalt der Anpassung eine konstitutive Bedingung für die Existenz des lebenden Systems ist, ist Anpassung auch nicht das Resultat eines Mechanismus wie der, den wir Biologen umschreiben oder andeuten, wenn wir

den Begriff der natürlichen Selektion gebrauchen, so als wäre dies der Mechanismus, der die Anpassung erzeugt.

Aber aus all dem, was wir bisher gesagt haben, ergibt sich eine fundamentale Konsequenz, und die ist, dass in dem Ausmaß wie der Erhalt der Anpassung eine konstitutive Bedingung bei der Verwirklichung des Lebens ist, der Erhalt der Anpassung als der dynamische Bezugspunkt fungiert, um den herum sich alle strukturellen Veränderung in der gemeinsamen strukturellen Drift der lebenden Systeme und des Mediums ereignen müssen, da sie sich notwendigerweise in ihren rekursiven Interaktionen zusammen verändern. Wenn das nicht geschehen sollte, stirbt das lebende System, und wenn es vor der Reproduktion stirbt, und es gibt keine anderen lebende Systeme als Träger der gleichen ontogenetischem Phänotyp-Nische-Beziehung, dann kommt seine Abstammungslinie an ihr Ende.

Dies ist unsere Antwort auf Frage ii), die wir anfangs in der Einführung zu diesem Aufsatz gestellt hatten.

V.3. Vielfalt und Ähnlichkeit

Was wir über die Konstitutionsbedingungen lebender Systeme als autopoietische Systeme sagten und über die Reproduktion als den Prozess, der das Phänomen der Vererbung durch den Erhalt eines Gesamtgenotyps erzeugt, der entweder die Möglichkeit des Erhalts der Abstammungslinie eröffnet oder verweigert, zeigt, dass die Ähnlichkeiten und Unterschiede, die wir unter den Lebewesen sehen, aus der systemischen Dynamik der Bildung und des Erhalts von Abstammungslinien resultieren und nicht durch die Gegenwart von bestimmten besonderen Molekülarten wie etwa Nukleinsäuren (DNS) oder Proteinen bestimmt sind, selbst wenn diese für ihr Erscheinen notwendig sind. Die verschiedenen Molekülarten und ihre unterschiedlichen Produktionsformen in den Zellen, wie auch ihre unterschiedlichen Transmissionswege im reproduktiven Prozess, wirken bei dem Erhalt der Charakteristika der Organismen mit oder bei ihrem Verschwinden, aber sie bestimmen diese nicht, weil diese in einem epigenetischen Prozess entstehen. Die unterschiedlichen Molekülarten, die die lebenden Systeme zusammensetzen, wie auch ihre unterschiedlichen Produktionsweisen, bestimmen in der Tat unterschiedliche Klassen von Genetik, insoweit wie sie durch ihre Verteilung in der Nachkommenschaft zum Zeitpunkt der Reproduktion unterschiedliche Wege bilden, Genealogien zu erzeugen, aber sie erzeugen oder bestimmen nicht das Phänomen der Vererbung, das ein systemisches Phänomen ist, das beide miteinbezieht, den Organismus und das Medium (s. VI.4.). Deshalb bestimmt keine besondere Klasse oder Art von Molekülen, noch könnte es irgendeine, aus sich selbst heraus die ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung oder die die Identität der unterschiedlichen Klassen von lebenden Systemen definierende Lebensweise, die sie möglich machen. Die genetische Gesamtkonstitution eines Organismus, wie wir im Verlauf dieses Essays bereits mehrfach sagten, bestimmt einen Bereich möglicher Epigenesen; aber welche von diesen möglichen Epigenesen sich im Laufe des Lebens irgendeines besonderen lebenden

Systems ereignet, ist das Resultat des aktuellen Wechselspiels des Lebendigseins des lebenden Systems und seines Mediums in der Realisierung seiner Nische.

Aber da ist noch mehr. Wir haben zuvor als eine allgemeine systemische Bedingung festgestellt, dass wann immer in einer Ansammlung von Elementen irgendeiner Art in irgendeinem Bereich eine besondere Beziehungskonfiguration beginnt erhalten zu werden, sich um die erhaltene Beziehungskonstellation herum für alle anderen Beziehungen in dieser Ansammlung von Elementen ein Raum für Veränderung eröffnet. Eine Konsequenz dieser systemischen Bedingung in Bezug auf lebende Systeme ist, dass, wenn eine Abstammungslinie durch systemische Reproduktion einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung entsteht, die gesamte molekulare Konstitution der lebenden Systeme, die Mitglieder der Abstammungslinie sind, offen wird für Veränderungen um die dynamische molekulare Konfiguration herum, die mit dem Erhalt der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung erhalten wird. Als ein Ergebnis driftet die genetische Gesamtkonstitution auf einem Pfad entlang, der durch den systemisch-reproduktiven Erhalt der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung definiert wird. In der Geschichte der lebenden Systeme folgt der Genotyp dem ontogenetischen Phänotyp in einem Prozess, der sich spontan in Richtung der genetischen Erleichterung der Realisierung der durch systemische Reproduktion in der Begründung einer Abstammungslinie erhaltenen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung. Auf eine Weise ist es das, was Julian Huxley (in seinem Buch „*Evolution: The New Synthesis*“, 1963) implizierte, wenn er vom Entgegenkommen (Akkommodation) des Genoms im Verlauf der Generationen spricht. Detailliertere Überlegungen zu diesem letzten Punkt werden im Kapitel VI.6. dargelegt.

All dies erlaubt uns, unsere obigen Antworten zu den Fragen (i) und (ii) wie folgt zu erweitern: Die Dynamik der Bildung von Abstammungslinien, die wir oben beschrieben haben, ist spontan und führt sowohl zur Stabilisierung der Abstammungslinien wie auch zur Hervorbringung von neuen, abhängig von der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die durch die Interaktionen zwischen lebendem System und seinem Medium in seiner epigenetischen Verwirklichung realisiert und über die aufeinanderfolgenden Generationen hinweg durch systemische Reproduktion erhalten wird. Die lebenden Systeme und das Medium, das sie enthält, sind Systeme, die in einem fortlaufenden Fluss der kongruenten strukturellen Veränderungen historisch verflochten sind, in einem beide miteinbeziehenden Prozess, in einer einzigen strukturellen Ko-Drift oder Geschichte der strukturellen Koppelung. Da ein lebendes System und das Medium, das es enthält, operational in ihrer jeweiligen strukturellen Dynamik als strukturdeterminierte Systeme unabhängig sind, werden dennoch unterschiedliche Arten von Organismen unterschiedliche Klassen von phylogenetischen Driften entstehen lassen, mit oder ohne Bildung einer Abstammungslinie, abhängig von der zeitlichen Beziehung ihrer unterschiedlichen strukturellen Dynamiken und der strukturellen Dynamik des Medium in ihrer Ko-Drift. Wenn es im Fluss der natürlichen phylogenetischen Drift zu einer Verschiebung der ontogenetischen Phänotypen kommt, entsteht jeder neue ontogenetische Phänotyp als Veränderung auf dem epigenetischen Pfad, der zuvor in einer Abstammungslinie erhalten worden war, und er entsteht als systemische Verwirklichung von einem der möglichen epigenetischen

Pfaden, die der totale Genotyp, mit dem das entsprechende lebende System sein Leben begonnen hat, erlaubt. Wegen dieser Entstehungsweise von neuen ontogenetischen Phänotypen, umfasst jeder neue ontogenetische Phänotyp, der in der natürlichen phylogenetischen Drift einer Abstammungslinie erscheint, notwendigerweise einen größeren oder kleineren Teil des ontogenetischen Phänotyps der vorangegangenen Generation. Unter diesen Umständen wird der neue ontogenetische Phänotyp häufig nur eine Modifikation der zeitlichen Dynamik der Verwirklichung des ontogenetischen Phänotyps der Elterngeneration sein, oder einer Erweiterung oder Unterdrückung des einen oder anderen Aspektes von dessen Verwirklichung (s. VI.11.). In jedem Fall jedoch wird jede neue Abstammungslinie als ein historisch stabilisierter systemisch-reproduktiver Erhalt einer neuen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung entstehen, als ein Resultat von aufeinanderfolgenden Verschiebungen des ontogenetischen Phänotyps im Verlauf einer unbestimmten Zahl von Generationen. Auf diese Weise ist die phylogenetische natürliche Drift die Quelle sowohl des Erhalts von Ähnlichkeiten als auch der Erzeugung von Vielfalt. Dies ist auch die Antwort zu der oben in der Einführung gestellten Frage (iii).

V.4. Die biologische Grundlage von Systematiken

Als eine Konsequenz des Mechanismus der Abstammungslinienbildung, den wir bereits diskutiert haben, und ausgehend von irgendeinem Punkt in der reproduktiven Geschichte der lebenden Systeme, wird die natürliche phylogenetische Drift notwendigerweise ein System von Abstammungslinien hervorbringen, das in einem linearen oder verzweigten sequentiellen Prozess als Serie von aufeinanderfolgenden Modifikationen des ursprünglichen ontogenetischen Phänotyps auftauchen wird. Die phylogenetische Drift fließt als ein historischer Prozess, in dem jede reproduktive Verschiebung der bis dahin erhaltenen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung in einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung resultiert kann, die bewahrt werden und so eine neue Abstammungslinie entstehen lassen kann, die solange andauern wird bis sie ausgelöscht wird, oder solange bis eine neue Verschiebung der erhaltenen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung eine andere neue Linie entstehen lässt. In diesem Prozess, wird spontan ein System von Abstammungslinien geformt, in dem die früheren ontogenetischen Phänotypen mehr oder weniger als Teil der Epigenese der späteren erscheinen. Der Erhalt von mehr oder weniger ausgedehnten epigenetischen Konfigurationen des ontogenetischen Phänotyps der Vorfahren in der Realisierung der späteren ontogenetischen Phänotypen der Mitglieder des Abstammungsliniensystems resultiert darin, dass die unterschiedlichen epigenetischen Konfigurationen Linien von ontogenetischen Phänotypen bilden, die wiederum von ontogenetischen Phänotypabstammungslinien getragen werden, die sie in ihre Realisierung einschließen, wie die sich aufgabelnden Systeme eines Baumes. Die natürliche phylogenetische Drift ereignet sich als ein System von Aufzweigungen der Abstammungslinien, in dem die kleineren Äste die Eigenheiten der dickeren Stämme, von denen sie abgingen, erhalten. Ein von oben gesehener Querschnitt eines Systems von Verzweigungen dieser Art erlaubt uns die Äste entsprechend der

Ähnlichkeiten zu gruppieren, die von der jeweiligen Herkunftsgeschichte als Modifikation einer vorangegangenen Konfiguration abhängen. Unter diesen Bedingungen beantworten wir die in der Einführung dieser Abhandlung gestellte Frage (iv) folgendermaßen: In dem Ausmaß wie wir Lebewesen die Gegenwart einer ununterbrochenen Aufzweigungsgeschichte der Abstammungslinienformation in einer natürlichen phylogenetischen Drift sind, kann ein Taxonom, der die lebenden Systeme, die er oder sie in verschiedene, durch ihre unterschiedlichen Grade der Ähnlichkeit definierten Kategorien unterscheidet, nichts tun, als sie entweder nach den Konstellationen der Ähnlichkeiten zu gruppieren, die ihren Ursprung in einer Geschichte des phylogenetischen Erhalts von einer bestimmten epigenetischen Konfiguration haben, oder nach Ähnlichkeiten, die nicht einen solchen Charakter haben. Unter diesen Umständen wird ein Taxonom, der beim Herstellen einer Klassifikation irgendeiner Kategorie nicht anders kann als Organismen zusammenzustellen, die sich in der Konstellation ihrer Eigenheiten ähneln, und welche letztere ihm oder ihr in einem nicht geschichtlichen Kontext erscheinen, spontan diejenigen Ähnlichkeiten bevorzugen, die aus dem Erhalt von epigenetischen Zusammenhängen in den unterschiedlichen Abstammungslinien resultieren, weil sie unvermeidlich zusätzliche unerwartete phänotypische Korrelationen einschließen oder offenbaren, die nicht möglich gewesen wären, wenn seine oder ihre Klassifikation nur auf zufälligen Ähnlichkeiten basierten. Das Resultat ist, und ist es bei vielen Gelegenheiten gewesen, dass erfahrene Taxonomen taxonomische Gruppierungen vornahmen, die biologisch-historische Relevanz hatten, selbst wenn sie mögliche evolutionäre Beziehungen nicht bedacht hatten. Die klassifikatorische Vision der Taxonomen ist überdies eine grundlegende Quelle für evolutionäre Einsichten in der Geschichte der Biologie gewesen.

V.5. Die biologische Bedeutung der taxonomischen Kategorien

Wenn der Taxonom taxonomische Kategorien schafft, indem er in seinen oder ihren Klassifikationen Unterscheidungen von ontogenetischen Phänotypen folgt, wie sie den unterschiedlichen Organismusformen, die er oder sie unterscheidet, gemeinsam sind, wird er oder sie durch die Offenbarung des gegenwärtigen Moments des historischen Gewordenseins der dadurch klassifizierten Lebewesen biologisch signifikante taxonomische Kategorien bilden. Wenn der Taxonom bei der Klassifizierung der Lebewesen unterschiedliche Klassen von ontogenetischen Phänotypen organisiert, die er oder sie je nach dem unterscheidet, wie sie einander in ihren Ähnlichkeiten und Unterschieden enthalten, wird er oder sie ferner eine Klassifikation vorschlagen, in der die taxonomischen Kategorien, die „höher“ genannt werden können, notwendigerweise auf der Unterscheidung von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen basieren, die dem Erhalt der ältesten epigenetischen Konfigurationen entsprechen. Die Natur des durch die Taxonomen realisierten klassifikatorischen Aktes vorausgesetzt, behaupten wir also, dass solche Begriffe wie Königreich, Stamm, Klasse, Familie, Gattung und Arten in der Tat taxonomischen Kategorien entsprechen, welche die Unterscheidung von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen repräsentieren, die Abstammungslinien oder Systemen von Abstammungslinien defi-

nieren und aufgrund dessen biologische Bedeutung haben. Unter diesen Umständen ergibt es sich auch, dass taxonomische Hauptkategorien mit der Unterscheidung von ontogenetischen Phänotypen korrespondieren, die als Aspekte der Epigenese der ontogenetischen Phänotypen, die taxonomische Untergruppen definieren, realisiert werden. Wenn ein lebendes System, das als ein Mitglied einer besonderen Art unterschieden wird, seinen ontogenetischen Phänotyp als ein Mitglied eben dieser Art realisiert, realisiert es also gleichzeitig die Epigenese der ontogenetischen Phänotypen, die der Gattung, der Familie, der Klasse, dem Stamm und dem Reich angemessen ist, zu der oder dem es gehört als gegenwärtig resultierende Form der phylogenetischen Drift, die es entstehen ließ. Es folgt dann, dass die taxonomischen Kategorien, die durch den Taxonomen gebildet werden, nicht willkürlich sind, insoweit sie auf der Unterscheidung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen basieren, welche die unterschiedlichen Abstammungslinien definieren, die er oder sie in seinen oder ihren Klassifikationen bezeichnet. Und es folgt auch, dass eine gute Taxonomie genau eine ist, die von einem Biologen gebildet wurde, der ein Taxonom wurde, indem er die operationale Betrachtungsweise lernte, die es ihm oder ihr erlaubt, Unterscheidungen zu machen, die die Ähnlichkeiten erfassen, welche historische Beziehungen offenbaren. Dies bedeutet auch, dass der generative Mechanismus für höhere taxonomische Kategorien nicht anders ist als der für die niederen (Abb. 8).

Zusammengenommen stellen obige Abschnitte 4 und 5 unsere Antwort zur Frage (iv) dar, die in der Einführung dieses Essays dargelegt wurde.

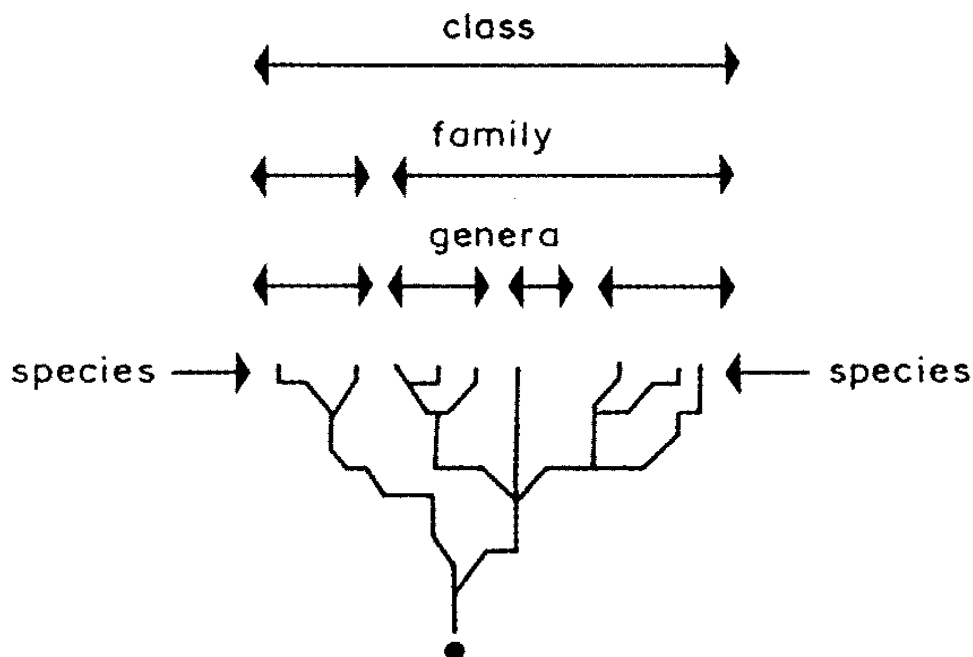


Abb. 8. In dieser Abbildung versuchen wir einen Stammbaum darzustellen, in dem die unterschiedlichen sich aufzweigenden Systeme unterschiedliche ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehungen repräsentieren, die als unterschiedliche Abstammungslinien erhalten wurden. Die Größe der Seitverlagerung des vertikalen Verlaufs der Äste an jedem Knotenpunkt repräsentiert mehr oder weniger ausgedehnte Verschiebungen der angestammten Phänotyp-Nische-Beziehungen. Die Spitzen des Stammbaumes entsprechen den gegenwärtigen Arten. Die horizontalen Pfeile über dem Stammbaum

repräsentieren die unterschiedlichen Phänotyp-Nische-Beziehungen, die der Taxonom bezeichnet, wenn er oder sie die unterschiedlichen taxonomischen Kategorien beim Gruppieren der aktuellen Arten unterscheidet.

VI. Konsequenzen

Im Folgenden, werden wir einige abschließende Überlegungen anstellen, in denen wir mehrere Konsequenzen des bereits Gesagten für das Verständnis der Geschichte der lebenden Systeme und die Konstitution der Biosphäre untersuchen wollen, und wir werden Antworten auf einige der auf diesem Gebiet offenen Fragen skizzieren.

VI.1. Sexualität

In unserer vorangegangenen Diskussion bezogen wir uns nicht auf Sexualität, weil wir denken, dass solch ein Bezug keine substantielle Änderung im Hinblick auf das Phänomen der phylogenetischen Drift einführt. Sicherlich modifiziert Sexualität das Phänomen der genetischen Drift, indem es ein geschlossenes Netzwerk des Genflusses etabliert und dadurch der Dynamik des Erhalts der ontogenetischen Phänotypen und Lebensweisen eine neue Dimension hinzufügt. Ja, indem Sexualität die Zellverschmelzung oder den molekularen Austausch in die Dynamik der systemischen Reproduktion einbringt, erweitert sich die genetische Variabilität der Organismen durch molekulare Rekombination, aber Vererbung bleibt das Resultat des systemisch reproduktiven Erhalts einer Epigenese, die es erlaubt eine besondere ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung zu verwirklichen. Mit der Erweiterung der genetischen Variabilität, die die Sexualität durch genetische Rekombination und genetische Verdeckung (*engl.*: occultation) mitsichbringt, werden die Felder oder Bereiche der epigenetischen Variabilität erweitert, sobald sie phylogenetisch erhalten werden als gebundene oder geschlossene Netzwerke von genetischen Konfigurationen, die Abstammungslinien von polytypischen ontogenetischen Phänotypen bilden, von denen eine natürlich der sexuelle Dimorphismus ist. Mit der Erweiterung der epigenetischen Variabilität, die die Sexualität bringt, wird die Möglichkeit zur Verschiebung der durch systemische Reproduktion erhaltenen ontogenetischen Phänotypen bei jeder reproduktiven Gelegenheit erweitert. Die Beschränkungen der genetischen Rekombination, wie jeder Mechanismus, der mit dem Genfluss zwischen unterschiedlichen Gemeinschaften sich kreuzender Organismen interferiert, resultiert zugleich darin, dass die genetische Variabilität innerhalb der sexuellen Linie im Verlauf ihrer phylogenetischen Drift systemisch beschränkt wird - innerhalb der durch die Stabilität solcher Beschränkungen definierten Grenzen. Und dennoch ändert keines dieser Phänomene, die den Verlauf der phylogenetischen Drift der sexuellen Organismen modulieren, etwas an der systemischen Natur von Reproduktion und Vererbung oder

der Natur der phylogenetischen Drift in dem Verständnis wie wir es dargestellt haben.

VI.2. Natürliche Selektion

In der modernen Biologie wird Anpassung als eine Beziehung von mehr oder weniger Effizienz im Gebrauch des Mediums durch das lebende System gesehen. Konsequenterweise sehen moderne Biologen Anpassung als eine Variable und denken, dass die Vielfalt der lebenden Systeme das Ergebnis eines historischen Prozesses der kontinuierlichen Verbesserung der Anpassung der lebenden Systeme an das Medium sei, in dem sie leben. Unter diesen Umständen betrachten moderne Biologen natürliche Selektion als den Mechanismus, der den evolutionären Wandel und die Vielfalt in einer Dynamik der kontinuierlichen Verbesserung der Anpassung entstehen lässt. D.h., der Begriff der natürlichen Selektion wird im biologischen Diskurs gebraucht, als ob er den generativen Mechanismus des evolutionären Wandels darstelle. Unter dieser Betrachtungsweise ist eine Kraft nötig oder ein externes Agens, um den adaptiven Wandel herzustellen, und auf diese Kraft oder auf dieses externe Agens bezieht man sich als selektiven Druck oder selektive Strategie. Wie wir oben sagten, denken wir anders darüber.

Lebende Systeme als molekulare autopoietische Systeme existieren in einem rekursiven kontinuierlichen strukturellen Wandel. Strukturellen Wandel in lebenden Systemen müssen wir nicht rechtfertigen, struktureller Wandel ist für sie eine Existenzbedingung. Lebende Systeme bleiben nur solange lebendig wie sie ihre dynamische strukturelle Kongruenz mit dem Medium operational erhalten, in dem sie ihr Lebendigsein in der Verwirklichung ihrer Nische realisieren. Diese operationale strukturelle Kongruenz zwischen lebendem System und dem Medium, während das lebende System seine Nische realisiert, ist es, was wir mit dem Wort Anpassung bezeichnen, und wovon wir sprechen, wenn wir sagen, dass der gemeinsame Erhalt von Anpassung und Autopoiese eine Existenzbedingung für lebende Systeme ist. In Übereinstimmung mit dieser Existenzbedingung der lebenden Systeme behaupten wir: a) dass es nicht die Herkunft des Wandels oder die Herkunft der Anpassung ist, was in der Geschichte der lebenden Systeme auf der Erde zu erklären ist, sondern der Verlauf, dem ihr Wandel folgt in der Bildung ihrer Abstammungslinien; und b) dass der Mechanismus, der den Verlauf des Wandels leitet und die gegenwärtige Vielfalt der lebenden Systeme entstehen ließ, ebenso wie ihre vielen unterschiedlichen Lebensweisen in Anpassung und Ko-Anpassung in dem Netzwerk der lebenden Systeme, das die Biosphäre bildet, in der phylogenetische Drift gesehen werden muss, bei der Erzeugung, dem Erhalt und der Diversifizierung der Abstammungslinien durch den systemisch-reproduktiven Erhalt der unterschiedlichen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen. Oder, in anderen Worten, wir behaupten, dass der Prozess, der die Vielfalt der lebenden Systeme entstehen ließ, die wir in der heutigen Biosphäre finden, nicht irgendein Selektionsmechanismus ist, sondern das unterschiedliche Überleben bei der Verwirklichung des Lebens und der Bildung von Abstammungslinien.

nien unter Erhaltung der Anpassung durch systemische Reproduktion, was wir natürliche phylogenetische Drift genannt haben.

Unter diesen Umständen ist natürliche Selektion nicht der Mechanismus, der das unterschiedliche Überleben in der evolutionären Geschichte der lebenden Systeme hervorbringt. Evolution ist die Geschichte der Diversifizierung der lebenden Systeme, die durch natürliche phylogenetische Drift zustande kommt. Und natürliche phylogenetische Drift ereignet sich im Verlauf des systemisch-reproduktiven Erhalts von Autopoiese und Anpassung in der rekursiven Begegnung der lebenden Systeme und dem Medium als strukturdeterminierten Systemen, die unter unabhängigen Dynamiken des strukturellen Wandels existieren. Desweiteren verläuft die Diversifizierung der Abstammungslinien der lebenden Systeme nicht in einer Konkurrenzdynamik des Überlebens des Fittesten, sondern sie folgt dem Verlauf des Überlebens der Passung beim Erhalt von Autopoiese (des Lebens) und Anpassung.

Wir denken, dass, wenn Darwin (1872) davon sprach, dass der Prozess des historischen Wandels der lebenden System sich ereigne, „als ob es eine Selektion gäbe“, er die aktive Form des Begriffes der Selektion gebrauchte, um sich auf das Ergebnis eines generativen Mechanismus oder eines Prozesses zu beziehen, der in der Gegenwart eines jeden Organismus operieren sollte, um so das unterschiedliche Überleben hervorzubringen. Aber Darwin gebrauchte mit dem Ausdruck vom „Überleben des Fittesten“ den Begriff der Konkurrenz, was tatsächlich eine erklärende Metapher ist, die der Beobachter gebraucht, um über das unterschiedliche Überleben Rechenschaft zu geben, das er oder sie in der reproduktiven Geschichte der Populationen beobachtet. Der Gebrauch dieser Metapher war und ist irreführend, weil sie den Blick auf den tatsächlichen Mechanismus des unterschiedlichen Überlebens verdunkelt, der im Verlauf von Generationen die natürliche Selektion zum Ergebnis hat, der nämlich ist das Überleben der Passung durch Erhalt der Anpassung. Unseren Ausführungen gemäß ist dann der generative Mechanismus, der auf jeden Organismus während seines gegenwärtigen Lebendigseins Anwendung findet und das unterschiedliche Überleben im Verlauf der Generationen erzeugt, das „Überleben der Passung“. Und dies wollen wir mit dem allgemeinen Ausdruck bezeichnen, dass die Geschichte der lebenden Systeme dem Pfad der phylogenetischen natürlichen Drift folgt. Wenn Kimura und Weiss (1964) vom Überleben des Glücksfall sprechen, und Cavalli-Sforza (1996) von der genetischen Drift in den Grenzen der natürlichen Selektion spricht, sehen sie dies ansatzweise, aber sie erkennen nicht vollauf, dass es der Erhalt der Anpassung ist, was den Pfad der Evolution leitet mit dem Ergebnis der natürlichen Selektion.

In der Tat denken wir, und wiederholen es, dass das biologische Phänomen, das ein Biologe bezeichnet, wenn er von natürlicher Selektion spricht, das Resultat eines unterschiedlichen Überlebens ist, das er oder sie in einer Population oder in einer Gruppe von Organismen beim Vergleichen von verschiedenen Klassen von Phänotypen oder Genotypen zu zwei unterschiedlichen historischen Momenten im Verlauf ihrer ontogenetischen und phylogenetischen strukturellen Drift und Ko-Drift sieht. Wir behaupten ferner, dass, wenn es Sexualität gibt, sich die ontogenetische und phylogenetische Drift und Ko-Drift für jedes System der sexuellen Abstammungslinien innerhalb der Grenzen des Genflusses und der genetischen Rekombination ereignet,

die durch die unterschiedlichen Mechanismen gesetzt sind, die den Genfluss zwischen sich nicht kreuzenden Populationen beschränken. Die phylogenetische Drift der sich sexuell reproduzierenden Organismen ist keine Ausnahme, und ereignet sich unter dem gleichen fundamentalen Mechanismus der ontogenetischen und phylogenetischen strukturellen Drift und Ko-Drift der asexuellen Individuen und Abstammungslinien, d.h., durch den Erhalt und die Verschiebung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen unter den Bedingungen, die wir bereits darlegten.

Desweiteren denken wir, dass seit Darwin der Gebrauch des Begriffes der natürlichen Selektion als Bezeichnung einer Kraft zur Erklärung der Anpassung, und die Hinwendung zu Populationen als Möglichkeit den Verlauf der Evolution zu quantifizieren und vorherzusagen, unsere Sicht auf die Evolution als einen Prozess verdunkelt hat, der sich durch systemische Reproduktion in der Gegenwart der lebenden individuellen Organismen ereignet entlang dem Pfad des Erhalts von Autopoiese und Anpassung, als dem Mechanismus, der das unterschiedliche Überleben hervorbringt. Die Schwierigkeit, natürliche phylogenetische Drift als den generativen Mechanismus der Evolution zu sehen, selbst wenn ein Bewusstsein für die permanente Gegenwart der genetischen Drift besteht, ist unter diesen Umständen, dass natürliche Selektion so behandelt wird, als ob sie der Mechanismus wäre, der dem unterschiedlichen Überleben die Richtung gäbe, ungeachtet des Wissens, dass natürliche Selektion eine Konsequenz des Verlaufes ist, dem das unterschiedliche Überleben folgt, das ihn doch lenken sollte (Cavalli-Sforza 1996, S. 75 – 84). Diese Einstellung ergibt, denken wir, wenn man Reproduktion nicht als einen systemischen Prozess sieht und ebenso nicht, dass es die Entstehung von Abstammungslinien durch Erhalt der Anpassung und einer Lebensweise im systemisch-reproduktiven Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung ist, was dem evolutionären Prozess bei der Bildung einer Biosphäre als eines Netzwerkes von miteinander in Beziehung stehenden Abstammungslinien die Ausrichtung gibt, und nicht der Erhalt einer genetischen Konstitution.

Nach uns findet Evolution in der Dynamik der Erzeugung und Diversifizierung der Abstammungslinien statt und nicht im Wandel der genetischen Konstitution von Populationen, der nur ein Ergebnis davon ist. Leben ereignet sich in der Gegenwart der Operation des lebenden Systems in der Verwirklichung seines Lebendigseins, und im lebenden System ereignet sich nichts, was durch die Zukunft bestimmt wäre. Das unterschiedliche Überleben, das mit dem Ausdruck natürliche Selektion bezeichnet wird, muss also das Ergebnis eines Prozesses sein, der durch solch einen Begriff verdunkelt wird, und dieser Prozess muss in der sich kontinuierlich wandelnden Gegenwart stattfinden, als die sich der Fluss des Lebens darstellt. Unter diesen Umständen behaupten wir, dass der Prozess, der zum Erhalt und der Differenzierung der Lebensweisen führt, den wir Biologen mit dem Begriff der Evolution bezeichnen, die Dynamik der Erzeugung und Differenzierung der Abstammungslinien durch den systemisch-reproduktiven Erhalt von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen ist. Ja wir behaupten, dass, weil systemische Reproduktion dynamische Beziehungskonfigurationen zwischen Organismus und Medium erhält (beim Erhalt von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen), und nicht genetische Konfigurationen per se, dass natürliche phylogenetische Drift die genetische Drift in einer Weise

kanalisiert, die nicht in einer genetischen Homogenisierung resultiert. Unter diesen Umständen behaupten wir deshalb, dass es die natürliche phylogenetische Drift ist, welche die Ausrichtung des evolutionären Prozesses entstehen lässt, die wir Biologen seit Darwin mit dem Begriff der natürlichen Selektion zu erklären versucht haben.

VI.3. Arten und Artenbildung

Die den Begriff der Arten betreffende ausgedehnte Kontroverse entsteht irgendwie aus der Effektivität der taxonomischen Betrachtungsweise und der Effektivität beim Bilden organischer Kategorien, die biologische Bedeutung haben, vor einem Hintergrund von Zweifeln über die Grundlagen der biologischen Rechtmäßigkeit einer solchen Effektivität. Die Frage ist: Sind die taxonomischen Kategorien biologische Entitäten, oder sind sie nur klassifikatorische Artefakte? Mit dem Begriff der biologischen Arten als einem genetisch geschlossenen System sich kreuzender Populationen, der von Ernst Mayr (1963) entwickelt wurde, schien das Thema der Grundlegung für den Begriff der Arten als biologische Entität erledigt zu sein. Und es schien so, weil die Sicht auf die biologischen Arten als einem genetisch geschlossenen System sich kreuzender Populationen einen biologischen Mechanismus offenbarte, der den Genfluss zwischen ihren Mitgliedern und den Mitgliedern anderer unterschiedlicher, sich kreuzender Populationen begrenzt, und so klar auf zwei Dinge hinwies: a) auf eine biologische Entität mit einer historischen Existenz, und b) auf den biologischen Mechanismus, der eine solche Entität erzeugt, indem er eine Gruppe von Organismen in ein gemeinsames evolutionäres Schicksal von Wandel und Erhalt der dynamischen Konfiguration der Genbeziehungen einschließt. Darüberhinaus stimmte diese Sicht der Arten als eines Systems sich kreuzender Organismen völlig mit der Vorstellung überein, dass Evolution in Begriffen der sich wandelnden genetischen Konstitution von Populationen zu verstehen sei. Unserer Ansicht nach, verschwinden die alten konzeptionellen Schwierigkeiten jedoch nicht ganz. Und dies ist so, weil der Begriff der biologischen Arten als ein Begriff entsteht, der mit der Sicht auf die natürliche Selektion als den generativen Mechanismus des evolutionären Prozesses in Bezug auf Populationen assoziiert ist, was unserer Meinung nach nicht akzeptiert werden kann, weil die natürliche phylogenetische Drift der Mechanismus ist, der als die Konsequenz seines Operierens die natürliche Selektion erzeugt. Hinzu kommt, dass der Begriff der biologischen Arten assoziiert wird mit einer Sicht, die Anpassung als eine Variable behandelt, und die natürliche Selektion auf der Grundlage anpassungsmäßiger Vor- und Nachteile operieren sieht in Anbetracht einer kontinuierlichen Konkurrenz um das Überleben, während man gleichzeitig die Geschichte der Diversifizierung der lebenden Systeme oder der Evolution als die Geschichte des genetischen Wandels von Populationen betrachtet. Und schließlich entsteht der Begriff der biologischen Arten aus einer Denkweise, die dazu einlädt, die Idee zu akzeptieren, dass alle Charakteristika und Merkmale eines Organismus, die ein Beobachter als evolutionär erhalten identifizieren kann, genetisch bestimmt seien, und die als das Resultat eines selektiven Prozesses aufgetaucht und erhalten worden seien, der sie

je nach ihren anpassungsmäßigen Vorteilen in einem Bereich oder Feld der Konkurrenz ums Überleben erhält. Wir denken entsprechend, dass die Herangehensweise, die Arten und die Artenbildung in Bezug auf Populationen zu betrachten, mehreren Schwierigkeiten in Form von Phänomenen gegenüber steht, die sie nicht erklären kann. Die folgenden drei sind die, die wir für die auffälligsten halten:

a) Der Erhalt von asexuellen Abstammungslinien von organischen Formen, die entweder permanent oder vorübergehend durch etwas erhalten werden, was nicht die Konstitution geschlossener genetischer Bereiche nachsichzieht, wie es nach dem Konzept der biologischen Arten für die Artenbildung erforderlich sein sollte.

b) Das Vorhandensein von Organismuseigenschaften, die der Beobachter klar als in einer Abstammungslinie erhalten unterscheiden kann, aber denen er oder sie keinen akzeptablen anpassungsmäßigen Ursprung zuschreiben kann.

c) Die biologische Relevanz der taxonomischen Unterscheidungen, die ein erfahrener Taxonom macht, ganz gleich was die unterschiedene Kategorie sein mag.

Unsere Art, mit diesen und anderen Fragen in Sachen der Artenbildung und der Taxonomie umzugehen, folgt einem Pfad, der sich von dem von Ernst Mayr unterscheidet. Wir denken, dass, was ein Taxonom tut, wenn er oder sie behauptet, eine Art zu unterscheiden, und seine oder ihre Unterscheidung biologisch-organischen Sinn macht im Kontext eines Systems der taxonomischen Unterscheidungen, sind zwei Dinge: das eine ist, einen ontogenetischen Phänotyp zu unterscheiden, der eine Abstammungslinie der Organismen definiert; das zweite ist, zu behaupten, dass die ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung, die er als Art unterscheidet, eine Knotenposition einnimmt bei der Aufzweigung der Abstammungslinien im Rahmen der phylogenetischen Drift, weil die neuen Abstammungslinien, die daraus hervorgehen mögen, ebenfalls Arten sind. Wenn ein anderer Taxonom behaupten sollte, dass die gemachte Klassifikation nicht adäquat wäre, würde er oder sie behaupten, dass entweder die Klassifikation, die der erste Taxonom machte, einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung nicht entspräche, oder dass die vom ersten Taxonom definierte Abstammungslinie keine solche Knotenposition in der phylogenetischen Drift einnähme, weil sie nur die Variation einer Art wäre, nämlich eine Unterart. Deshalb betrachten wir folgendes als eine angemessene Charakterisierung der Arten als einer taxonomischen Kategorie: Eine Art ist eine taxonomische Kategorie, die der Unterscheidung einer Abstammungslinie entspricht, die durch den Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung definiert wird, die wiederum Sexualität einschließen mag oder nicht, und von der der Taxonom denkt, dass ihr die Bedeutung eines Knotenpunktes in der Dynamik der Diversifizierung der Abstammungslinien zukomme, weil die neuen Abstammungslinien, die aus ihr hervorgehen mögen, denselben Knotencharakter im Verlauf der natürlichen phylogenetischen Drift haben werden. Wir können auch sagen, dass eine Art eine Knoten-Abstammungslinie im oben erwähnten Sinne ist. Wir meinen, dass die biologische Art nach Ernst Mayr, als eine sich kreuzende Population von Organismen, die durch die biologischen Beschränkungen des genetischen Austausches mit anderen solchen Populationen mittels verschiedener Isolationsmechanismen als eine genetisch geschlossene Einheit konstituiert wird, ein Spezialfall des systemisch-reproduktiven Erhalts einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung ist, die Sexualität einschließt. Nichts kann

sich in der Lebensgeschichte eines Organismus ereignen, was nicht von seiner genetischen Gesamtkonstitution zu Beginn seiner Existenz erlaubt oder möglich gemacht wird. Dennoch entsteht, was immer sich tatsächlich im Verlauf der Lebensgeschichte eines lebenden Systems ereignet, als ein systemischer epigenetischer Prozess, und was immer als Lebensweise Generation für Generation erhalten wird, wird durch systemische Reproduktion unter Teilnahme des genetischen Systems erhalten, aber nicht durch dieses bestimmt. Obgleich also Genetik und Genfluss, oder dessen Mangel, als Eigenheiten bei der Bildung der biologischen Art mitwirken, ist es nicht die Genetik, die in irgendeinem Fall ihre besondere Identität bestimmte, sondern der systemisch-reproduktive Erhalt der sie definierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung. Daher ist es wegen des systemischen Charakters des Erhalts des liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyps, dass sexuelle und asexuelle Abstammungslinien (Arten) in der phylogenetischen Drift auf die gleiche Weise begründet und erhalten werden. Unter diesen Umständen ist der Unterschied zwischen sexuellen und asexuellen Abstammungslinien, dass in den asexuellen Abstammungslinien die genetische Variabilität der Linienmitglieder, die die Möglichkeit für genetische Variationen in den erhaltenen ontogenetischen Phänotypen eröffnet, allein von internen Rekombinationen und / oder Mutationen herrührt, während in sexuellen Abstammungslinien diese Variabilität durch sexuelle Genrekombination erweitert wird.

Lassen Sie es uns in den folgenden 11 Aussagen zusammenfassen:

1. Der Taxonom behauptet Artenmitglieder anhand der Merkmale erkennen zu können, die er oder sie als Teil der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung erachtet, und er ist insoweit erfolgreich, als der Verlauf der natürlichen phylogenetischen Drift zeigt, dass er oder sie in der Tat eine nodale (Knoten-) Abstammungslinie unterschied.

2. Der ontogenetische Phänotyp, der eine Art charakterisiert, wird nicht genetisch bestimmt, obwohl seine Realisierung in den Artenmitgliedern von der genetischen Gesamtkonstitution abhängig ist, die ihn zu Beginn ihrer Existenz möglich macht. Was eine Abstammungslinie definiert, ist der Erhalt einer Organismus-Medium-Dynamik mittels systemischer Reproduktion in Form des systemisch-reproduktiven Erhalts einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung.

3. Sexualität und genetische Isolation modulieren das Werden und den Erhalt von sexuellen Arten, aber sie bestimmt nicht, was in deren Geschichtsverlauf erhalten wird, weil diese Geschichte im systemisch-reproduktiven Erhalt eines epigenetischen Prozesses entsteht, ungeachtet des Vorhandenseins oder des Fehlens von Sexualität. Die Isolationsmechanismen, die den Genfluss zwischen Populationen beschränken, operieren als Eigenheiten der systemischen Dynamik, die die artdefinierende ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung erhält, ungeachtet irgendeines Hinweises auf eine genetische Festlegung.

4. Phylogenetische Drift ist ein Prozess der kontinuierlichen Transformation und Diversifizierung von Abstammungslinien vermittels systemisch reproduktiven Erhalts im Verlauf der Geschichte einer Linie von Variationen der definierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung. Wenn in diesem Prozess eine besondere Variation der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung beginnt durch systemische

Reproduktion derart erhalten zu werden, dass sie eine nodale Abstammungslinie wird, entsteht eine neue Art. Als solche ereignet sich die Artenbildung in der systemisch-reproduktiven Dynamik, die die strukturelle Kopplung zwischen Organismus und Medium erhält; und wenn es unterschiedliche Arten von Organismen gibt, die auf eine Weise leben, bei der sie einen Teil des Medium des jeweils anderen bilden, wird sich die Artenbildung notwendigerweise als ein systemischer Prozess der Ko-Artenbildung in der Konstitution einer Biosphäre ereignen.

5. Die Artenbildung ist kein Populationsphänomen, weil eine Art als eine nodale Abstammungslinie Sexualität einschließen kann oder auch nicht. Asexuelle Arten formen Populationen als Systeme der Koexistenz, die keinen Genaustausch zur Folge haben. Sexuelle Arten formen Systeme der Koexistenz, die Populationen von sich tatsächlich oder möglicherweise kreuzenden Organismen bilden. Das Wort Population wird so entweder gebraucht, um sich auf eine Ansammlung von Organismen zu beziehen, die in irgendeiner Beziehung der Koexistenz leben, oder, um sich auf Organismen zu beziehen, die ein Netzwerk des tatsächlichen oder möglichen Genaustausches durch Sexualität bilden. Was auch immer der Fall sein mag, Populationen sind im Hinblick auf den Prozess der Artenbildung nebensächlich und begründen ihn nicht.

6. Wenn auch die Artenbildung kein Populationsphänomen ist, wird die Art und Weise, auf welche die artdefinierende ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung erhalten wird, in der Bildung unterschiedlicher Populationsarten resultieren, die unterschiedlich an der Verwirklichung der artdefinierenden Lebensweise mitwirken werden. Sexuelle und asexuelle Organismen werden unterschiedliche Arten von Populationen bilden, und daher unterschiedliche Bereiche der Koexistenz. Im Fall der sexuellen Organismen werden also die sich kreuzenden Populationen geschlossene Bereiche des Genaustausches sein, und sie werden mehr oder weniger genetisch uniform sein entsprechend dem Ausmaß, wie sich alle miteinander kreuzen. Im Fall der nicht sexuellen Organismen werden die Populationen, die sie formen, mehr oder weniger genetisch uniform sein, in Abhängigkeit davon inwieweit die Organismus-Medium-Beziehung die epigenetische Variabilität in ihrer ontogenetischen Verwirklichung beschränkt.

7. In dem Ausmaß wie die phylogenetische Drift und die Artenbildung, die sie mitschlingt, sich in einem Bereich interagierender und in Wechselbeziehungen stehender lebender Systemen ereignet, in der spontanen Dynamik des Lebensflusses in Erhaltung von Organisation und Anpassung, ist die Ko-Artenbildung ein notwendiges Ergebnis in Form von lokalen und entfernten ökologischen Zusammenhängen in der Bildung einer Biosphäre. D.h., was ein Beobachter als ökologische Ko-Anpassung sieht, ist ein unvermeidliches Ergebnis des spontanen Ko-Driftens und der Ko-Artenbildung.

8. Artenbildung wird sich notwendigerweise als ein spontaner Prozess in kleinen Populationen ereignen, wo lokale Gewohnheiten des Lebens als ontogenetische Phänotypen durch systemische Reproduktion bewahrt werden können. Desweiteren wird in großen Populationen sich sexuell fortpflanzender Organismen die systemische Reproduktion von Gewohnheiten und verhaltensmäßigen Präferenzen die Möglichkeit der Panmixie unterbrechen und Bereiche der Inzucht schaffen, die der verhal-

tensmäßigen Kanalisierung der genetischen Drift die Dimension der Paarungspräferenzen hinzufügen. (s. Anhang, „Gewohnheiten“).

9. Im Prozess der Artenbildung wird die Verschiebung des ontogenetischen Phänotyps einem Beobachter als sprunghaft oder als graduell erscheinen je nach der zeitlichen Perspektive, von der aus er oder sie seine oder ihre Beobachtung macht. In einem strengen operationalen Sinn jedoch wird der Prozess der Artenbildung immer sprunghaft sein mit großen oder kleinen Sprüngen in Abhängigkeit von der Zahl der Generationen, die vom Beginn der Verschiebung des ontogenetischen Phänotyps bis zur endgültigen Etablierung der neuen Abstammungslinie einbezogen waren.

10. Ein Beobachter, der Populationen von Organismen zu verschiedenen Zeitpunkten ihrer Geschichte vergleicht, während er sich der in ihnen zu beobachtenden relativen Häufigkeit der unterschiedlichen Genotypen zuwendet, ohne zu bedenken, dass die Artenbildung als eine phylogenetische Drift der ontogenetischen Phänotypen stattfindet, wird jede Veränderung der relativen Häufigkeit der unterschiedlichen beobachteten Genotypen als Ergebnis einer Änderung der Genhäufigkeiten sehen, die durch einen Prozess der positiven Selektion von bestimmten Genen und der negativen Selektion von anderen zustande kam. Einem solchen Beobachter wird es nicht gelingen, die beobachtete Änderung in der Genhäufigkeit als Ergebnis des unterschiedlichen Überlebens von ontogenetischen Phänotypen zu sehen, in einem Prozess, in dem all die genetischen Veränderungen bei der Verwirklichung der ontogenetischen Phänotypen hinzugewählt werden, die beim Erhalt des Lebens erhalten werden. Ein Wandel in der genetischen Konstitution der Organismen einer Population im Verlauf ihrer evolutionären Geschichte ist ein Ergebnis des unterschiedlichen Überlebens der Mitglieder der Population im Verlauf einer Geschichte der phylogenetischen Drift und erfolgt also ebenfalls in einer Driftdynamik.

11. Als eine geschlossene Population im Hinblick auf den genetischen Austausch mit anderen genetisch ähnlich geschlossenen Populationen, ist die sogenannte biologische Art nur aufgrund der Mitwirkung der Sexualität an der mit ihr erhaltenen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung ein Sonderfall, und nicht aufgrund der Form, in der diese erhalten wird, die die gleiche ist wie bei den asexuellen Abstammungslinien.

Nach unserer Auffassung ereignet sich die Artenbildung daher im systemisch-reproduktiven Erhalt und Wandel der Abstammungslinien von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen in einer systemischen Dynamik, die die lebenden Systeme und ihre Nischen als operationale Gesamtheiten in kontinuierlichem Wandel mit einbezieht, solange Organisation und Anpassung der mitwirkenden Organismen erhalten werden. D.h., die Artenbildung ist keine Besonderheit der Geschichte nur der lebenden Systeme, sondern sie ist eine Besonderheit der Geschichte der Biosphäre. Die Artbildung ist ein biologischer Prozess, in dem lebende Systeme und Medium sich zusammen auf eine Weise kongruent verändern, in der jedes lebende System und, was es tut, als Teil des Mediums der anderen fungiert. Zugleich, denken wir, sollte es ersichtlich sein, dass Arten, wie sie im Akt der Klassifikation erscheinen, eine kategorische Ordentlichkeit haben, die nicht die Fluidität des evolutionären Prozesses widerspiegeln, und dass der Taxonom im Klassifikationsakt eine grandiose

Leistung historischer Abstraktion vollbringt. Als Abstraktionen der historischen Dynamik sind alle taxonomischen Kategorien historische biologische Entitäten und nicht bloß taxonomische Konstrukte. Taxonomische Kategorien erscheinen in der Unterscheidung der Beobachter, aber sie machen nur biologischen Sinn, wenn der Taxonom genügend biologisches Verständnis und Einsicht hat, um durch die analogen Abstraktionen die Vergangenheit in der Gegenwart zu sehen und von der Gegenwart eine Zukunft abzuleiten, die künftige Biologen akzeptieren werden.

VI.4. Vererbung

Das Phänomen der Vererbung, wie es mit der systemischen Reproduktion in Erscheinung tritt, operiert als das Fundament der Geschichte der lebenden Systeme, als ein Faktor in der Bildung und dem Erhalt von Abstammungslinien. In diesem Aufsatz haben wir gezeigt, dass aufgrund seiner Konstitutionsweise das Phänomen der Vererbung nicht von einer besonderen molekularen Struktur abhängt, wenngleich die im Akt der systemischen Reproduktion erhaltene molekulare Struktur es möglich macht. Wir zeigten: a) dass sich Vererbung im Erhalt von Organisation und Anpassung durch systemisch Reproduktion auftritt oder stattfindet; und b) dass sich systemische Reproduktion als ein Prozess der Teilung ereignet, der den Organismus und das Medium miteinbezieht durch den Erhalt einerseits der Strukturen in den Systemen, die aus dieser Strukturteilung resultieren, welche die Realisierung der besonderen Organisation des sich teilenden Systems möglich machen, und andererseits der strukturellen Besonderheiten des Mediums, in welchem die neuen resultierenden Systeme damit fortfahren können, ihre besondere Organisation zu verwirklichen. Was das Wort Vererbung also im biologischen Bereich bezeichnet, ist ein systemischer Prozess in einer strukturellen Dynamik, die lebende Systeme und Medium miteinander in Verbindung bringt im Erhalt der Strukturen und Beziehungen der lebenden Systeme und des Mediums, unter denen das Leben sich erhält. Als solches leitet der Prozess, der mit dem Wort Vererbung bezeichnet wird, den transgenerationalen Erhalt und Wandel aller Klassen von lebenden Systemen in ihrem historischen Werden, indem er durch das, was erhalten wird, Grenzen setzt in Bezug auf die Variabilität des molekularen Prozesses, der den Erhalt oder das Auslöschen der verschiedenen ontogenetischen Phänotypen möglich macht, die durch die systemische Reproduktion des Lebens entstehen. Und, schließlich, weil Vererbung ein systemisches Phänomen ist und kein molekulares, spielt Verhalten als ein Teilnehmer in der systemischen Dynamik des Lebens und der Reproduktion eine zentrale Rolle im Verlauf, dem die phylogenetische Drift der lebenden Systeme folgt, indem es festlegt, was in der fortlaufenden Existenz jeder Klasse von lebenden Systemen im Verlauf der Bildung und des Erhalts von Abstammungslinien durch systemische Reproduktion erhalten wird, und was nicht.

VI.5. Evolution und die Entstehung lebender Systeme

Wie wir zuvor festgestellt haben, entsteht, wann immer in einer Ansammlung von Elementen eine Konfiguration von Beziehungen beginnt sich zu erhalten, ein System, das als eine Einheit durch die erhaltene Beziehungskonfiguration definiert wird, die fortan zu seiner Organisation wird. Zur gleichen Zeit, da ein System beginnt sich zu erhalten, beginnen auch die Bedingungen des Mediums, das seinen Erhalt möglich macht, in der System-Medium-Beziehung erhalten zu werden, oder das System desintegriert. Wie ein System entsteht, entstehen auch die Bedingungen seiner Existenz, und daher beginnt und existiert ein System im Erhalt seiner Organisation und Anpassung an das Medium, in dem es existiert. Sowie ein System seine Existenz im Erhalt seiner Organisation und Anpassung beginnt, beginnt seine ontogenetische strukturelle Drift. Das muss auch im Ursprung der lebenden Systeme geschehen sein mit dem spontanen Entstehen von diskreten molekularen autopoietischen Einheiten, die so lange Bestand hatten, als die System-Medium-Beziehung, die sie möglich machte, erhalten wurde. Als diese ursprünglichen lebenden Systeme darüberhinaus durch einfache Teilung eine Reproduktion durchmachten, die im systemisch-reproduktiven Erhalt ihrer molekularen autopoietischen Organisation resultierte, begann die Evolution als eine phylogenetische strukturelle Drift, in der sich um den Erhalt von Autopoiese und Anpassung der so generierten lebenden Systeme herum alles ändern konnte. Mit anderen Worten, wir behaupten, dass, als lebende Systeme mit dem Spontanereignis von molekularen autopoietischen Einheiten auf der Erde erschienen, diese ersten lebenden Systeme in einer ontogenetischen strukturellen Drift existierten, in einer nicht-reproduktiven Dynamik der epigenetischen strukturellen Variationen in der Verwirklichung von Leben und Sterben. Wir behaupten auch, dass, als es in der Dynamik der ontogenetischen strukturellen Variationen der lebenden Systeme erstmals zu reproduktivem Bruch und reproduktiver Verschmelzung kam, die phylogenetische Drift mit der konsequenten Bildung und Aufzweigung von Abstammungslinien anfang im systemisch-reproduktiven Erhalt der verschiedenen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen, die solange andauerten wie Autopoiese und Anpassung durch systemische Reproduktion erhalten wurden. Mit dem, was wir gerade gesagt haben, und mit all dem, was wir im Verlauf dieses Aufsatzes als Besonderheiten des operationalen Bereiches der lebenden Systeme dargestellt haben, haben wir die spontanen dynamischen Bedingungen aufgezeigt, die die Konstituierung und Geschichte der strukturellen Veränderungen der terrestrischen Biosphäre haben entstehen lassen müssen in einer Dynamik des Wandels und des Erhalts, die in der gegenwärtigen Vielfalt der Existenzweisen der heute lebenden Systeme resultierte. D.h., wir behaupten, dass der historische Prozess, den wir mit dem Wort Evolution bezeichnen, die natürliche phylogenetische Drift ist, als der generative Mechanismus der gegenwärtigen Vielfalt der terrestrischen lebenden Systeme.

Mit anderen Worten, was wir mit all dem zuvor gesagten vorschlagen ist: dass die Abstammungslinien der Zellen wie auch die Abstammungslinien der Gruppen von Zellen, die die Organismen bilden (seien sie homogenetische Symbionten wie all diejenigen, deren unterschiedliche Gewebe von derselben Stammzelle abstammen, oder heterogenetische Symbionten, wie diejenigen, die von heterogenen zellulären

Gruppen abstammen, die sich selbst in der Begründung einer Einheit aggregierten), dass all diese Abstammungslinien, die in der Biosphäre existieren und existiert haben, unter demselben Mechanismus gebildet wurden, nämlich der natürlichen phylogenetischen Drift. Zugleich behaupten wir, dass das zuvor Gesagte für alle zusammengesetzten biologischen Entitäten in ihrem Bereich der Bildung als besondere ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehungen gültig ist. Und wir behaupten auch, dass dies der Grund ist, warum es verschiedene unabhängige und sich überschneidende Typen und Klassen von Abstammungslinien gibt, wobei jede in dem operationalen Bereich existiert, in dem der definierende ontogenetische Phänotyp vorkommt, und entsprechend der Art der Erzeugung der Komponenten der zusammengesetzten Einheiten, die solche ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen in dem Moment ihrer systemischen Reproduktion verwirklichen oder tragen. Schließlich möchten wir betonen, dass die natürliche phylogenetische Drift sich in den rekursiven Interaktionen zwischen den lebenden Systemen und dem Medium ereignet, als ein Prozess, der notwendigerweise in einem kontinuierlichen Ko-Driften dahinfließt, das für jedes lebende System in jedem Moment alle Dimensionen seines Existenzbereiches miteinbezieht, während jedes lebende System zugleich als Teil des Mediums der anderen operiert. Oder mit anderen Worten, da die natürliche phylogenetische Drift sich als eine spontane Dynamik im kontinuierlichen Erhalt der strukturellen Kopplung zwischen Medium und lebenden Systemen durch den Erhalt ihrer wechselseitigen Ko-Anpassung ereignet, bildet die natürliche phylogenetische Drift einen Prozess, in dem die Biosphäre als ein multidimensionales Netzwerk von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen auftaucht, die ein System der komplementären phylogenetischen Ko-Driften bilden, als ein gigantisches verwickeltes System ökologischer Zusammenhänge.

VI.6. Der ontogenetische Phänotyp zieht den Gesamtgenotyp mitsich

Die Etablierung einer Abstammungslinie mit dem Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung befreit die genetische Variabilität der lebenden Systeme, die Mitglieder der Linie sind, innerhalb der Grenzen, die durch das epigenetische Feld, das die Verwirklichung eines solchen Phänotyps erlaubt, operational gesetzt sind, und schafft einen Bereich der genetischen Kooptation für all die Variationen, die seinen Erhalt nicht unmöglich machen. Mit anderen Worten, die Bildung und der Erhalt einer Abstammungslinie mit dem systemisch-reproduktiven Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, erlaubt, dass der Gesamtgenotyp sich in einem offenen Driften bei jedem reproduktiven Sprung ändern kann, solange diese Änderungen die initialen Bedingungen weiterhin erhalten, welche die epigenetische Realisation des liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyps erlauben. Wenn das nicht geschehen sollte, findet die Abstammungslinie ein Ende, oder es gibt eine Verschiebung in den ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen, die durch die systemische Reproduktion der Lebenden erzeugt oder erhalten wird. Eine basale Konsequenz davon ist, dass je länger eine Abstammungslinie überdauert, umso mehr kann sich der Gesamtgenotyp hin zu einer Kondition verschieben, die mehr und

mehr die Beziehungsdynamik zwischen lebendem System und dem Medium erleichtert, in dem sich die Epigenese ereignet, die den liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp verwirklicht. An diesem Prozess ist darüberhinaus das Medium mit seiner eigenen Dynamik des strukturellen Wandels beteiligt, und der systemische Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps erlaubt dem Medium sich in allen Dimensionen zu wandeln, solange die Realisation der Nische des reproduktiv erhaltenen ontogenetischen Phänotyps auch erhalten wird.

Als die Evolution begann, wurden die Gesamtgenotypen der Mitglieder der unterschiedlichen Abstammungslinien offen für ein Driften entlang ihres phylogenetischen Erhalts innerhalb der Grenzen, wie sie Generation für Generation durch die in jedem systemisch-reproduktiven Schritt erhaltene ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung definiert wurden. Mit anderen Worten, wenn eine Abstammungslinie beginnt, folgt der Gesamtgenotyp ihrer Mitglieder einem Driftpfad, der durch den Erhalt der Abstammungslinie definiert ist, in einem Prozess der genetischen Drift innerhalb der Grenzen, die durch den Erhalt der epigenetischen Verwirklichung der erhaltenen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung definiert werden. Es ist die phylogenetische Drift der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen, die in der Evolution lenkt, was im Genom im Verlauf der Geschichte des genetischen Wandels einer Abstammungslinie oder eines Systems von Abstammungslinien erhalten wird oder verloren geht, und nicht anders herum: der genetische Wandel des Genoms folgt dem ontogenetischen Phänotyp in der natürlichen phylogenetischen Drift in Form einer genetischen Drift, die durch den systemisch-reproduktiven Erhalt der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen beschränkt wird. Durch den systemischen Erhalt oder die Verschiebung des ontogenetischen Phänotyps, die sich bei der phylogenetischen Drift ergibt, werden unter diesen Umständen alle genetischen Variationen, die nicht mit der epigenetischen Realisation des in jeder Generation verwirklichten ontogenetischen Phänotyps interferieren, bei der Realisierung der erhaltenen ontogenetischen Phänotypen hinweggewählt. Diese Hinzuwahl der genetischen Variabilität ist Teil des operationalen und strukturellen Hintergrundes, der das Feld möglicher epigenetischer Verläufe moduliert, welches die Verschiebung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen beim phylogenetischen Driften möglich macht. Dazu kann es freilich kommen, weil die Ontogenese eines lebenden Systems als ein epigenetischer Prozess abläuft, und es keine genetische Festlegung davon gibt, was in der Lebensgeschichte eines lebenden Systems geschieht. Abschließend ist folgendes bemerkenswert:

1. Aufgrund der epigenetischen Verwirklichung des ontogenetischen Phänotyps ist der Begriff des selektiven Wertes von Genen nicht notwendig, um den Prozess der Evolution zu erklären;

2. Da die genetischen Veränderungen in einer Abstammungslinie dem Pfad folgen, der durch den systemischen Erhalt der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung bestimmt wird, wird die phylogenetische Drift, als ein historischer Prozess, in dessen Verlauf jeder Moment als eine Modifikation des vorausgegangenen entsteht, notwendigerweise einem unidirektionalen Pfad folgen, der durch die erhaltene ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung bestimmt wird; und

3. Wenn es zu Überschneidungen mehrerer unterschiedlicher ontogenetischer Phänotypen bei der Realisierung einer besonderen Träger-Abstammungslinie kommt, wird der Verlauf des genetischen Wandels in der phylogenetischen Drift der Träger-Abstammungslinie die Hinzuwahl all der genetischen Veränderungen mitsichbringen, welche die Verwirklichung der verschiedenen sich mit ihr überschneidenden ontogenetischen Phänotypen erhalten (s. VI.8. Unten).

Dass der Genotyp in der Evolution dem Phänotyp folgen sollte, erscheint nach dem Gesagten offensichtlich. Was nicht offensichtlich ist, ist, welche Dimensionen der genetischen Variabilität in diesen Prozess einbezogen sind.

VI.7. Verhalten und Evolution

Dass die ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung in der Bildung einer Abstammungslinie durch systemische Reproduktion und nicht durch genetische Festlegung erhalten werden sollte, machte Verhalten, als den Bereich der beziehungsmaßiger Epigenese, zum zentralen Akteur in der Einrichtung des Verlaufs, dem die natürliche phylogenetische Drift in der Evolution folgt. Dass das Verhalten den Verlauf der natürlichen phylogenetischen Drift lenkt, wird ersichtlich, wenn wir erkennen, dass Verhalten ein Aspekt der Epigenese ist, und dass die Epigenese, auf ihren Beziehungsaspekt hin betrachtet, im Bereich der Realisierung des lebenden Systems als einer Gesamtheit im Medium faktisch Verhalten ist. Der Gesamtgenotyp bestimmt bei jedem lebenden System im Moment seiner Erzeugung den Bereich all der möglichen epigenetischen Verläufe, denen es in seiner Lebensgeschichte folgen kann, wenngleich nur einer in der Tat in seiner Ontogenese stattfinden wird. Darüberhinaus legt der Gesamtgenotyp bei jedem lebenden System an dessen Lebensbeginn den Bereich all der möglichen Verhaltensweisen fest, die es möglicherweise in seinen Interaktionen im Medium leben kann, ohne irgendeine zu vorzugeben. Und dies macht der Gesamtgenotyp so, weil auch Verhalten in einer systemischen Weise in den tatsächlichen Beziehungen zwischen dem lebenden System und dem Medium entsteht, als ein epigenetischer Prozess der Realisierung einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die mit ihm beginnt. Weil Verhalten in der Begegnung des lebenden Systems und des Mediums entsteht, während beide als strukturell unabhängige Systeme operieren, ist es nicht möglich von genetisch bestimmtem Verhalten zu sprechen, und die Idee der Vererbung von verhaltensmäßig erworbenen Eigenschaften im Sinne Lamarck's ist nicht haltbar.

Jedoch ist jede besondere verhaltensmäßige Verwirklichung eines Organismus, die als Gewohnheit oder Präferenz an der Sicherstellung der Bedingungen, die durch systemische Reproduktion das Wiedererscheinen einer solchen Präferenz oder einer solchen Gewohnheit in der nächsten Generation möglich machen, indem sie den Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps erlauben, der solch eine Präferenz oder Gewohnheit als eine seiner Besonderheiten einschließt, eine Gelegenheit zur Bildung einer Abstammungslinie, in der der Gesamtgenotyp in seiner phylogenetischen Drift dem Erhalt eines solchen ontogenetischen Phänotyps folgen wird. Wenn dies geschehen sollte, würde eine solches Verhalten oder eine solche Präferenz die ope-

rationale Bedingung stellen, die den Anfang und dann schließlich die Etablierung einer Abstammungslinie möglich macht. Darüberhinaus wird eine solche systemische Dynamik als spontanes Ergebnis haben, dass der Gesamtgenotyp der Mitglieder der so konstituierten Abstammungslinie in seiner Drift einem Pfad folgen wird, der durch den systemischen Erhalt der Realisierung des verhaltensmäßig definierten ontogenetischen Phänotyps begrenzt wird.

Sicher, wenn es so etwas wie eine große Population sexueller Organismen mit Panmixie geben sollte, würde Verhalten nur dann einen Lenker in der phylogenetischen und genetischen Drift darstellen, wenn es einen Faktor der reproduktiven Isolation bildete. Deshalb denken wir, dass es in sexuellen Populationen leichter zu einer Verschiebung eines ontogenetischen Phänotyps kommen wird, in der Gewohnheit und erlernte verhaltensmäßige Präferenzen die sexuellen Zusammentreffen bestimmen. Und wir bestehen darauf, dass dies genau so ist, weil Gewohnheiten und gelernte Präferenzen dem Lebensraum Grenzen setzen, wie sie auch die reproduktiven Wahlakte der Organismen begrenzen, die gewissermaßen durch die tatsächlichen Lebensumstände in der bewohnten Lokalität bestimmt sind, und sie tun dies in einer spontanen systemischen Dynamik, die solche Gewohnheiten und Präferenzen unterhält, solange die lokalen Umstände durch eben dieselben Präferenzen und Wahlakte erhalten werden. Wenn Darwin (1872) und andere zeitgenössische Autoren (wie in McFarland 1993 übersichtsweise dargestellt, pp 113-126), von sexueller Selektion sprechen, spricht er von der genetischen Drift, die in der phylogenetischen Drift einer Abstammungslinie von den Paarungsgewohnheiten und Präferenzen der Mitglieder der Abstammungslinie geleitet wird.

Was wir in Bezug auf die Beteiligung des Verhaltens und der Gewohnheiten beim Lenken des Verlaufs der phylogenetischen Drift im allgemeinen und der genetischen Drift im besonderen sagen, ist keine Art und Weise, heimlich von Lamarck'scher Vererbung von erworbenen Eigenschaften zu sprechen, und auch keine, die biologische Bedeutung der Genetik zu mindern. Nichts geschieht in der Lebensgeschichte eines lebenden Systems, was seine initiale genetische Konstitution nicht erlaubte oder sich nicht darauf gründete. Aber wir verweisen auf ein Phänomen, welches mehr Aufmerksamkeit erfordert, und das ist die epigenetische Modulation des Erbgutes als ein Resultat des systemischen Charakters der Reproduktion.

VI.8. Symbiose und die spontane Bildung von zusammengesetzten Lebewesen

Wann immer in irgendeinem gegebenen Bereich von Elementen eine Konfiguration von präferenziellen Interaktionen zwischen einigen der Elementen beginnt spontan erhalten zu werden, entsteht eine operationale Grenze, welche die Elemente separiert, die an der Realisierung einer solchen Beziehungskonstellation mitwirken, von den anderen Elementen des Bereiches, und es entsteht eine zusammengesetzte Einheit oder ein zusammengesetztes System sowie seine Nische oder sein Existenzbereich. Wenn das geschieht, tauchen die neu entstehende zusammengesetzte Einheit und ihr Existenzbereich spontan gemeinsam in einer ko-ontogenetischen strukturellen Drift auf. Ferner geschieht dies unabhängig von der tatsächlichen Art

der Zusammensetzung der zusammengesetzten Einheit, von der Art der darin einbezogenen Elementen und vom Existenzbereich der neuen Einheit als einer Gesamtheit. Wenn die Elemente, die an der Zusammensetzung der zusammengesetzten Einheit mitwirken, lebende Systeme sind, die ihre Bedingung erhalten, während sie gleichzeitig bei der Zusammensetzung mitwirken, ist die zusammengesetzte Einheit ein Symbiont. Symbionten können sich als Symbionten reproduzieren und mit dem Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps eine Abstammungslinie entstehen lassen. Die Form der Phylogenese, schließlich, die mit der Bildung eines symbiotischen Systems erzeugt wird, hängt von der Reproduktion ab, an der es als eine Gesamtheit mitwirkt, und von der Art der Reproduktion seiner Komponenten.

Eukaryotische Zellen entstanden also als eine Abstammungslinie von heterogenetischen Symbionten durch den gänzlichen Einschluss von einigen ursprünglich unabhängigen Zellen als Symbionten in andere, die durch ihre reproduktive Teilung als Träger agierten. Vielzellige Organismen entstanden als homogenetische Symbionten, die sich aus Zellen zusammensetzen, die sich nach ihrer reproduktiven Teilung nicht separierten, und die sich als vielzellige Gesamtheiten durch Einzelzellseparation, Bruch oder Gametenfusion reproduzieren. Was in allen Fällen von vielzelligen Organismen bei der Reproduktion vererbt wird, ist eine initiale zelluläre Struktur, der Gesamtgenotyp, von dem alle zellulären Abstammungslinien abstammen, die den homogenetischen Symbionten als einen Gesamtorganismus zusammensetzen. Bei heterogenetischen Symbionten, die durch zelluläre Assoziation ohne Fusion entstehen, wie zum Beispiel Flechten und Termiten, umfasst der reproduktive Prozess, bei der Bildung der Gründereinheit der neuen Generation, das Zusammenkommen von Mitgliedern mehrerer unterschiedlicher Komponentenabstammungslinien. Wenn sie dies tun, treten die unterschiedlichen Zellarten, die bei der Zusammensetzung einer solchen symbiotischen Einheit zusammenkommen, in ein phylogenetisches Kodriften ein, bei dem sich ihr jeweiliges phylogenetisches Driften dem Erhalt der heterogenetischen symbiotischen Abstammungslinie, die sie integrieren, untergeordnet finden. Mit anderen Worten, der phylogenetische Erhalt des heterogenetischen symbiotischen Systems resultiert darin, dass das unterschiedliche phylogenetische Driften der Komponentenabstammungslinien notwendigerweise dem phylogenetischen Driften der symbiotischen heterogenetischen Abstammungslinie, die sie integrieren, untergeordnet wird; und dies geschieht in einer Dynamik der Unterordnung, die zum völligen Verlust ihrer reproduktiven Unabhängigkeit führen kann. Ferner gibt es keine intrinsische Begrenzung für die Arten der biologischen Komponenten, die ein heterogenetisches symbiotisches System integrieren können; diese können zellulär oder organisch sein, und im Prinzip gibt es kein Limit für die Vielfalt von Systemen und die Arten des phylogenetischen Driftens, die durch Symbiose entstehen können.

Schließlich, überschneiden sich viele verschiedene Systeme oder zusammengesetzte Einheiten in dieser Dynamik der Zusammensetzung, durch das Zusammenkommen von unabhängigen biologischen Entitäten oder durch die systemische interne Organdifferenzierung, und sie werden in einer Träger-Abstammungslinie erhalten, wie wir das im Text oben in Abschnitt III.5 beschrieben haben. Wir erwähnen das hier, um zu betonen, dass das, was bei der Symbiose geschieht, nur ein Aspekt der allgemeinen Dynamik der Zusammensetzung und strukturellen Überschneidung von

Entitäten ist, die in unterschiedlichen Beziehungsbereichen existieren, wie wir im nächsten Abschnitt näher sehen werden.

Alles, was wir in Bezug auf die Bildung von zusammengesetzten Einheiten sagten, gilt unabhängig davon, ob der Beobachter fähig ist oder nicht, in jedem Moment die Grenzen der Einheit oder der Einheiten zu zeigen, auf die er sich bezieht, wenn er von einer zusammengesetzten Einheit spricht. Und dies ist so, weil der Beobachter durch das Bezugnehmen auf die Bedingungen der Bildung eines Systems oder einer zusammengesetzten Einheit, sich sowohl auf die Dynamik der Zusammensetzung als auch auf ihr mögliches Werden bezieht, wenn die Bedingungen für ihre Existenz und ihren Erhalt erst einmal entstanden sind. Was geschieht ist, dass in dem Moment, in dem der Beobachter ein System oder eine zusammengesetzte Einheit unterscheidet, er oder sie eine operationale Dynamik impliziert, die ihre Grenzen definiert und bildet. Nach unserer Erklärung fand die Geschichte der lebenden Systeme als eine natürliche phylogenetische Drift statt, mit der spontanen Bildung von vielen unterschiedlichen Arten von organischen Systemen und zusammengesetzten Einheiten in vielen unterschiedlichen Bereichen, durch das Wechselspiel von vielen unterschiedlichen Arten von ontogenetischen und phylogenetischen Ko-Driften, die sich auf viele unterschiedliche Weisen überschneiden haben.

VI.9. Die Überschneidung von Abstammungslinien

Wie wir bereits in Abschnitt III.5. sagten, operiert jedes lebende System bei der Verwirklichung seiner Ontogenese als der Träger von vielen verschiedenen Organisationen, die in struktureller Überschneidung mit ihm existieren, und die von einer zur nächsten Generation durch seine systemische Reproduktion erhalten werden. Das Ergebnis davon ist, dass jede Abstammungslinie von lebenden Systemen als Träger-Abstammungslinie eines System von sich strukturell überschneidenden ontogenetischen Phänotypen operiert, die ansonsten in anderen Beziehungsbereichen existieren als die Trägerlinie. Wir sagten auch, dass solch eine eingebettete Linie eine zur Trägerlinie unterschiedliche historische Dynamik der phylogenetischen Drift haben kann, und in der Tat häufig hat, genau weil ihre Mitglieder in anderen Operationsbereichen existieren als die Mitglieder der Trägerlinie. Dies ist der Fall bei unterschiedlichen ontogenetischen Phänotypen, die der Taxonom als die verschiedenen höheren Kategorien unterscheidet, wie Gattung, Familie, Klasse oder Stamm, zu denen jedes Mitglied einer Art gehört, und die durch diese in der Realisierung ihrer jeweiligen Ontogenesen und Abstammungslinien durch systemische Reproduktion erhalten werden. Andere Fälle sind die Abstammungslinien, die durch den phyletischen Erhalt von Arten oder Systemen von Organen, Zelltypen oder metabolischen Systemen gebildet werden oder auch von suprazellulären Systemen, wie Gemeinschaften, die durch ein Verhalten gebildet werden, das Teil der Lebensweise ist, die die ganze Abstammungslinie ihrer Mitglieder (soziale Insekten) definiert. Was diese Überschneidungen der Abstammungslinien möglich macht, ist der systemisch-reproduktive Erhalt einer tragenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung eines besonderen Gesamtgenotyps, der zu einer epigenetischen Verwirklichung all der unterschiedli-

chen ontogenetischen Phänotypen der sich überschneidenden Abstammungslinien fähig ist, solange die Beziehungsbereiche, in denen sie existieren, nicht mit seiner Verwirklichung als tragendem ontogenetischen Phänotyp interferieren. Von all dem Gesagten leiten wir ab, dass je basaler der ontogenetische Phänotyp ist, der die Träger-Abstammungslinie definiert, und je zahlreicher daher die verschiedenen Formen, in denen er realisiert werden kann, um so größer ist die Anzahl der Abstammungslinien, die sich in ihm überschneiden können.

VI.10. Die evolutionäre Veränderungsrate

Da ein lebendes System und das Medium, das es enthält, operational unabhängige strukturelle Dynamiken haben, können unterschiedliche Abstammungslinien unterschiedliche Raten oder Rhythmen des phyletischen Wandels haben, abhängig von den besonderen dynamischen Beziehungen zwischen den lebenden Systemen und dem Medium, die beim Erhalt oder bei der Verschiebung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen in jeder der Abstammungslinien überwiegen in der Aufeinanderfolge ihrer Generationen. Da alle lebende Systeme in der Gegenwart existieren, werden sich aber zugleich durch den Erhalt ihrer wechselseitigen Ko-Anpassung in der kontinuierlichen Gegenwart ihres Lebens im Ko-Driften die unterschiedlichen zeitlichen Dynamiken all der biologischen Prozesse in Einklang bringen, die mit der Ko-Ontogenese und ko-phylogenetischen Drift der lebenden Systeme verbunden sind, die ein Ökosystem oder eine Biosphäre integrieren - oder das Ökosystem oder die Biosphäre oder sie selbst werden desintegrieren. Lassen sie uns das in einigen wenigen systemischen Aussagen darstellen: a) die zeitlichen Dynamiken, mit denen die verschiedenen in die Realisierung der lebenden Systeme involvierten Prozesse ablaufen, sind eine Besonderheit von deren struktureller Dynamik; b) die zeitlichen Dynamiken der Prozesse, die durch strukturell unabhängige Dynamiken realisiert werden, sind intrinsisch unabhängig; c) wenn sich die Struktur eines Systems ändert, ändert sich auch die strukturelle Dynamik, so dass sich auch die zeitliche Dynamik der mit ihr oder durch sie realisierten Prozesse ändert, sofern nicht die besondere Konfiguration dieser strukturellen Dynamik eine Besonderheit dessen ist, was im Leben des lebenden Systems, in dem dieser Prozess stattfindet, erhalten wird; und d) als eine Konsequenz des Vorhergehenden: wenn zwei lebende Systeme durch ihre rekursiven Interaktionen eine strukturelle Kopplung eingehen, werden die sonst unabhängigen zeitlichen Dynamiken der durch sie realisierten Prozesse eine dynamische Harmonisierung durchmachen, die wiederum durch das bestimmt wird, was in jedem von ihnen durch ihre strukturelle Kopplung erhalten wird. Allgemein formuliert, ist es in der Tat die konstitutive Bedingung der operationalen Unabhängigkeit zwischen den zeitlichen Dynamiken von strukturdeterminierten Systemen, was jede besondere Geschichte von struktureller Kopplung zwischen ihnen zu einer Geschichte macht, die durch den Erhalt dieser strukturellen Kopplung auf einem Kurs der zeitlichen Harmonisierung von Prozessen driftet, welche sonst mit operational unabhängigen Raten stattfinden. Das Ergebnis im biologischen Bereich ist die Erzeugung der synchronen und diachronen Harmonisierung all der biologischen Prozesse, die eine

biologische Entität integrieren, ungeachtet ihrer unterschiedlichen besonderen Zeitlichkeit.

Die Vielfalt der evolutionären Raten in der Geschichte der Biosphäre, ist also eine Konsequenz der Unabhängigkeit der Dynamiken des strukturellen Wandels, die zwischen lebenden Systemen und ihrem Medium in einer systemischen Gesamtdynamik besteht, die die Biosphäre erhalten hat. Es gibt keinen Grund anzunehmen, dass unterschiedliche Abstammungslinien ähnliche evolutionäre Raten haben sollten. Alles, was erwartet werden kann, ist, was wir bereits sagten, nämlich, dass die Prozesse, die durch Systeme verwirklicht werden, die eine strukturelle Kopplung eingehen, spontan in eine zeitliche Harmonisierung eintreten sollten, die so lange dauert wie ihre strukturelle Kopplung dauert.

Aber das ist nicht alles. Die Konfiguration aller organischen Beziehungen in irgendeinem besonderen biologischen System taucht kontinuierlich in der phylogenetischen Drift durch systemische Reproduktion auf, als eine einzigartige sich ständig wandelnde Gegenwart im Wechselspiel der unterschiedlichen zeitlichen Dynamiken all der biologischen und nicht-biologischen Prozesse, die in den Erhalt einer gewissen Konfiguration von Leben einbezogen sind, während es allem anderen frei steht sich zu wandeln. Das Ergebnis ist, dass in der evolutionären Geschichte eines Systems von Abstammungslinien ein ontogenetischer Phänotyp nur solange erhalten werden kann, wie die zeitlichen Zusammenhänge all der bei der Verwirklichung der Organismen der Mitglieder dieser Abstammungslinie involvierten intra- und extraorganischen Prozesse, wie auch die von jenen Mitgliedern anderer Abstammungslinien, die mit ihnen an einer Geschichte der ko-phylogenetischen Drift mitwirken, in der tatsächlich Realisierung dieser lebenden Systeme in der Gegenwart erhalten werden. Allgemein formuliert, denken wir, dass die zeitliche Harmonie all der zyklischen und nicht-zyklischen Prozesse innerhalb der Organismen und in ihren Beziehungen zum Medium, wie sie bei den gegenwärtig lebenden Systemen zu beobachten sind, sich im Verlauf der Geschichte der Biosphäre etablierte, als das spontane und notwendige Ergebnis der strukturellen Kopplung der Organismen, die sie in der ko-phylogenetischen Drift zusammensetzen.

VI.11. Nochmalige Zusammenfassung: Die Beziehung zwischen Ontogenese und Phylogenese

Wir sagten, dass jede neue Abstammungslinie im Verlauf der phylogenetischen Drift einer vorhandenen entsteht, wenn eine neue ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung beginnt von Generation zu Generation durch systemische Reproduktion bewahrt zu werden. Wir sagten auch, da die neue ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung beim Erhalt der basalen tragenden entsteht, muss der neue ontogenetische Phänotyp in seiner Epigenese als eine Variation in der Epigenese eines vorhergehenden realisiert werden. Eine der Konsequenzen dieser Art der Entstehung einer neuen Abstammungslinie ist, dass die Mitglieder jeder neuen Abstammungslinie in ihrer Epigenese alle oder einige Aspekte der initialen Epigenese der Mitglieder der Abstammungslinie, von der sie entstanden, wiederholen müssen. Eine andere Kon-

sequenz ist, dass in einer Aufeinanderfolge von Abstammungslinien die Epigenese der Mitglieder einer späteren Abstammungslinie nacheinander jene Aspekte der Epigenesen der Linien der Vorfahren wiederholen müssen, die historisch in der späteren Linie als ein Resultat der Entstehungsweise der neuen erhalten wurden. Was ein Beobachter als Ergebnis des Prozesses der phylogenetischen Drift sieht, wenn er oder sie verschiedene Klassen von Lebewesen vergleicht, sind zwei Dinge: das eine, worauf man sich gewöhnlich als „die Rekapitulation von Aspekten der Phylogenese in der Ontogenese“ bezieht, ist die Ähnlichkeit zwischen frühen Besonderheiten der Epigenesen von Organismen, die zu rezenteren Abstammungslinien gehören, und Besonderheiten der erwachsenen Organismen der phylogenetischen Ahnenlinie; das andere, was sicherlich mit dem ersteren in Zusammenhang steht, ist der Erhalt von sich überschneidenden ontogenetischen Phänotypen, die die höheren Taxa definieren, in der Epigenese und der strukturellen Konfiguration der erwachsenen Organismen der niederen Taxa. Doch es gibt noch etwas zusätzliches, was erwähnt werden muss. Da die phylogenetische Drift durch die Verschiebung des epigenetischen Feldes als ein Prozess des Wandels und des Erhalts von epigenetischen Möglichkeiten der Mitglieder einer sich wandelnden Abstammungslinie fließt, bleiben die meisten der epigenetischen Möglichkeiten, die in einem solchen Prozess erhalten werden, unter dem, was in den durch systemische Reproduktion erhaltenen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen tatsächlich verwirklicht wird, verborgen. Unter diesen Umständen müssen sich notwendigerweise Fälle ergeben, in denen es möglich ist durch molekulare oder beziehungsmäßige Manipulation die Epigenese eines Organismus zu modulieren und so in ihm die Verwirklichung einer gewissen epigenetischen Konfiguration zu erzielen, die bei der phylogenetischen Drift versteckt oder verdrängt gewesen war, und zwar ohne seine genetische Konstitution ändern zu müssen. Die Studien von Kollar und Fisher (1980) über die epigenetische Induktion bei der Entwicklung von Vögeln stellt ein gutes Beispiel für diese letztere Situation.

VI.12. Nicht-adaptive Eigenschaften

Der Begriff der nicht-adaptiven Merkmale in der modernen Biologie bezieht sich auf jene Merkmale eines Organismus, die als Besonderheiten seines ontogenetischen Phänotyps erscheinen, denen der Beobachter keinen funktionalen Grund zuschreiben kann, der ihr Vorhandensein im Sinne einer Selektionsgeschichte rechtfertigen würde. Solche nicht-adaptiven Eigenschaften werden im Kontext einer Evolutionstheorie so genannt, die meint, dass alles, was ein Beobachter als Merkmal oder Eigenschaft bei einem Lebewesen unterscheiden kann, vorhanden sei, weil es irgendeine Funktion für sein Überleben habe, und es deshalb selektiert worden sei, weil es den Vorfahren der Organismen, die es aufweisen, oder ihnen selbst irgendwelche wettbewerblichen Vorteile über einige ihrer Zeitgenossen gegeben hätte oder gäbe. Wie es nun ersichtlich sein sollte, denken wir nicht, dass diese Betrachtungsweise der Geschichte der lebenden Systeme den tatsächlichen Mechanismus der Geschichte der Diversifikation der lebenden Systeme beschreibt, den wir moderne Biologen Evolution nennen. Der Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-

Beziehung durch systemische Reproduktion resultiert darin, dass alles, was bei der epigenetischen Realisierung eines lebenden Systems mitwirkt, in der Abstammungslinie erhalten werden kann. Da der Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung durch systemische Reproduktion eine freie Variation aller epigenetischen Prozesse erlaubt, die nicht mit der Verwirklichung der zu erhaltenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung interferieren, gibt es stets zugleich Raum in der phylogenetischen Drift einer Abstammungslinie für den systemischen Erhalt von Prozessen und Strukturen, die bei der Verwirklichung der Epigenese eines lebenden Systems mitwirken, aber nicht direkt mit der Verwirklichung und dem Erhalt der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung verbunden sind, die mit der Abstammungslinie erhalten wird. Solche Strukturen und Prozesse können variieren oder invariant bleiben, solange sie nicht mit dem zweifachen Erhalt von Organisation und Anpassung der lebenden Systeme, die sie tragen, interferieren. Wenn diese Strukturen oder Prozesse zu irgendeinem Zeitpunkt beginnen direkt beim Erhalt der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung mitzuwirken, hören sie auf, sich frei wandeln zu können, und ihre phylogenetische Drift wird mit der liniendefinierenden ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung verbunden. Wenn wir ferner bedenken, dass die Verwirklichung und der reproduktive Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung bei den Mitgliedern einer Abstammungslinie systemische Prozesse sind, die sich in der Gegenwart des Lebendigseins der Linienmitglieder ereignen und nicht das Ergebnis eines Vergleiches zwischen diesen und anderen lebenden Systemen sind, wird es ersichtlich, dass die Begriffe des Anpassungsvorteils oder des Anpassungswertes nicht den Mechanismus des historischen Wandels der lebenden Systeme in der Biosphäre beschreiben, und dass sie nur von metaphorischer Bedeutung sind, die oft irreführend ist.

VI.13. Die Gerichtetheit des evolutionären Wandels

Das Wort Evolution bezeichnet eine Weise, die gegenwärtige Vielfalt des Lebens als ein Ergebnis einer Geschichte der Abstammung mit Abwandlung zu erklären. Wie wir im Verlauf dieses Aufsatzes gezeigt haben, halten wir die natürliche phylogenetische Drift für den Mechanismus, der die Veränderung durch Abstammung mit Abwandlung erzeugt. Und weil die Geschichte lebender Systeme als ein Prozess der natürlichen phylogenetischen Drift abläuft, behaupten wir, dass die Evolution als ein Prozess ohne Ziel oder Zweck abläuft, ohne irgendeiner vorherbestimmten Richtung zu folgen. Und dennoch erscheinen historische Prozesse, dadurch dass sie historisch sind, d.h. Prozesse, die sich als ein Werden ereignen, in dem jeder Moment als eine Transformation eines vorangegangenen erzeugt wird, einem Beobachter, der von der Gegenwart aus zurückschaut, als wären sie einem Kurs des Wandels gefolgt, der sie von der Form der Vorfahren dazu geführt hätte, die jetzige Form zu erreichen. Aber historische Prozesse folgen keinem vorgegebenen oder beabsichtigtem Verlauf oder einer Richtung, und die Richtung, die ein Beobachter in ihnen sieht, ist nur das Ergebnis des Weges, den sie nahmen. Der gerichtete Charakter von historischen Prozessen ergibt sich aus der Tatsache, dass jede neue Situation in ihnen den Bereich

der Veränderungen, die ihm möglicherweise folgen können, beschränkt. Die Gegenwart in der Geschichte der lebenden Systeme ist also ein Ergebnis, keine Errungenschaft. Oder mit anderen Worten, wir können im Fall der lebenden Systeme sagen: da lebendes System und Medium sich in der natürlichen phylogenetischen Drift gemeinsam kongruent verändern, wird jede Verschiebung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die durch systemische Reproduktion in einer besonderen Abstammungslinie der lebenden Systeme erhalten wird, eine operationale Beschränkung für die künftigen Verschiebungen der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung darstellen ebenso wie für die genetische Drift im Rahmen der phylogenetischen Drift dieser Abstammungslinie. Das Ergebnis wird sein, dass alle Abstammungslinien in der Tat gerichteten Verläufen des Wandels folgen werden, in denen die unterschiedlichen Richtungen, denen sie folgen, nicht vorherbestimmt sind, sondern Moment für Moment *de novo* in ihrer phylogenetischen Drift entstehen. Daher kann, zum Beispiel, der systemisch-reproduktive Erhalt der Gewohnheit, mit Bewegungen der vorderen Extremitäten zu laufen und zu springen, die, während das Tier in der Luft ist, in einer Änderung der Sprungrichtung resultieren (auf der Flucht vor Raubtieren oder beim Beutefang), die Richtung des phyletischen Wandels etabliert haben, die Vögel als eine Fortbewegungsweise hervorgebracht hat, deren Erhalt den Pfad der strukturellen Drift einer Abstammungslinie von laufenden Dinosauriern begrenzte. Ähnlich könnte der Erhalt der Gewohnheit schwimmend im Meer zu fressen, als Pflanzen- oder Fleischfresser, bei den terrestrischen Tieren die Richtung des Pfades der natürlichen phylogenetischen Drift etabliert haben, der zu den gegenwärtigen Meeressäugetieren führte. Allgemein formuliert, denken wir demgemäß, dass wir, um uns die mögliche Herkunft der verschiedenen Formen der gegenwärtigen Organismen vor Augen zu führen, uns vorstellen müssen, welche basalen ontogenetischen Gewohnheiten Generation für Generation durch systemische Reproduktion erhalten worden sein mussten, so dass diese gegenwärtigen Formen als eine Abstammungslinie erscheinen konnten, die durch den reproduktiven Erhalt von epigenetischen Variationen in der Realisierung jener ontogenetischer Gewohnheiten definiert werden.

Die Verschiebung des Verständnisses, die in unserem Erklärungsvorschlag impliziert ist, zieht die Erkenntnis nach sich, dass die Gerichtetheit, die im Pfad gesehen wird, dem die natürliche phylogenetische Drift einer Abstammungslinie oder eines Systems von Abstammungslinien folgt, aus dem systemisch-reproduktiven Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung unter den Bedingungen des Erhalts der Anpassung resultiert, und nicht aus einem Prozess der genetischen Selektion in einem Bereich der variablen Anpassung.

VI.14. Die Asynchronizität beim molekularen und organischen evolutionären Wandel

Dass der Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps in der phylogenetischen Drift einer Abstammungslinie eine systemische Konsequenz des Erhalts einer besonderen dynamischen Beziehung zwischen lebendem System und Medium sein sollte, resultiert auch darin, dass, wenn es eine Überschneidung der ontogenetischen Phänotypen in

der epigenetischen Realisierung eines lebenden Systems gibt, die sich überschneidenden ontogenetischen Phänotypen miteinander verflochtene aber unabhängige phylogenetische Driften durchlaufen werden. Die phylogenetischen Driften solcher sich überschneidender Phänotypen verlaufen unabhängig voneinander, weil jede von ihnen in einem unterschiedlichen Beziehungsraum existiert; aber dieselben phylogenetischen Driften bilden ein ko-driftendes System miteinander und mit den lebenden Systemen, die sie tragen. Wenn sich dies ereignet, verlaufen die phylogenetischen Driften solcher ontogenetischen Phänotypen unabhängig, weil jede von ihnen in einem unterschiedlichen Beziehungsraum existiert, gleichzeitig aber fließen dieselben phylogenetischen Driften in struktureller Überschneidung, weil sie alle durch den systemisch-reproduktiven Erhalt der Autopoiese des tragenden lebenden Systems, das durch sie verwirklicht wird, selbst gebildet und verwirklicht werden. Dies gilt für alle ontogenetischen Phänotypen unabhängig davon, ob sie im Organbereich (Organe wie die Leber), im zellulären Bereich (wie das Immunsystem) oder im Bereich der Molekülproduktion (wie das System der Proteinsynthese oder der Krebs-Zyklus) existieren. Unter diesen Umständen ist die grundlegende Konsequenz im Hinblick auf die Unabhängigkeit der phylogenetischen Drift der sich überschneiden ontogenetischen Phänotypen, die uns hier interessiert, die folgende: Die zeitlichen Verläufe der phylogenetischen Driften der ontogenetischen Phänotypen, die sich in der Realisierung eines lebenden Systems überschneiden sind unabhängig, und sie können in der Rhythmik weit voneinander abweichen, wenn ihre Synchronizität nicht für den phylogenetischen Erhalt des tragenden Systems notwendig ist. Dass genau dies geschieht, wird in den Asynchronizitäten ersichtlich, die man beim Vergleich der Rhythmen des evolutionären Wandels der sich überschneidenden molekularen und organischen Phänotypen beobachten kann.

VI.15. Der konservative Charakter der Evolution

Die natürliche phylogenetische Drift ist ein Prozess des systemisch reproduktiven Erhalts von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen in einem Netzwerk von ko-driftenden Organismen, die die Biosphäre bilden. Wir behaupten, dass es dieser Prozess ist, was wir Biologen mit dem Ausdruck biologische Evolution bezeichnen. Die ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung, deren Erhalt die Grundlage der natürlichen phylogenetischen Drift bildet, und die in ihrem Erhalt Träger von vielen anderen sich mit ihr überschneiden ist, ist die Autopoiese. In einem strengen biologischen Sinn ist also die Evolution der lebenden Systeme die Geschichte des Erhalts der Autopoiese in der systemischen Reproduktion von operational unabhängigen Systemen, die in der Bildung der Biosphäre in Ko-Drift miteinander existieren. Oder, mit anderen Worten, Evolution ist die Geschichte der Bildung, Verzweigung und Überschneidung von Abstammungslinien lebender Systeme, in denen die erhaltenen unterschiedlichen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen Variationen der Art der epigenetischen Realisierung und Ko-Realisierung von Autopoiese ist. Als ein Prozess des phylogenetischen Erhalts ko-driftender Abstammungslinien von Variationen in der Art der Autopoieseverwirklichung, ist die Evolution ferner die tatsächliche

Geschichte des systemisch reproduktiven Erhalts von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen in der phylogenetischen Ko-Drift, die in vielen Fällen Aggregate von Lebewesen bilden. Letztere können viele verschiedene Formen haben, entweder als heterogenetische Symbionten, die reproduktiv autonome Einheiten formen mit einer phylogenetischen Drift, in der die systemische Reproduktion der lebenden Systeme, die sie zusammensetzen, der systemischen Reproduktion der Symbionten als Gesamtheiten untergeordnet ist, oder als homogenetische Symbionten, die als Gesamtheiten sich durch singuläre Zellen reproduzieren, oder als Systeme, die als Gesamtheiten keine Symbionten sind, sondern ökologische Einheiten bilden, die sich als ein Resultat ihrer Ko-Drift als lebenden Systeme mit voneinander abhängigen ontogenetischen Phänotypen zusammensetzen. Die Evolution der lebenden Systeme ist deshalb ein Prozess der Bildung und Diversifizierung von Abstammungslinien durch die natürliche phylogenetische Drift, die durch systemische Reproduktion jeden ontogenetischen Phänotyp in Ko-Drift mit anderen erhält, wenn die systemischen Umstände, die einen solchen Erhalt möglich machen, auftreten, und sie findet in einer Dynamik der nicht-genetischen, systemischen Festlegung statt, die durch die Regelmäßigkeiten der molekularen Produktion moduliert wird, welche die Genetik zum Vorschein bringt. Als solches ereignet sich die Evolution im Hinblick auf ihre Kontinuität ohne jede Begrenzung außer der Persistenz der beziehungsmaßigen Bedingungen, die den systemisch-reproduktiven Erhalt der Autopoiese möglich machen, und sie ereignet sich in einer systemischen Weise, bei der all die lebenden Systeme, die daran mitwirken, in die Schaffung dieser Bedingungen bei der Bildung der Biosphäre miteinbezogen sind.

VII. Schlussworte

Die Geschichte der lebenden Systeme auf der Erde und des Entstehens der Biosphäre, zu der wir Menschen gehören, ist das Ergebnis der spontanen Bildung und des Erhalts eines Netzwerkes von ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen durch die systemische Reproduktion der lebenden Systeme. In dieser Geschichte, zumindest mit dem Erscheinen von uns Menschen als sprachhandelnden Tieren, wurde das Nachdenken über Leben und Selbstbewusstsein, als Bewusstsein des Selbstbewusstseins, Teil dessen, was in der Biosphäre geschieht, und daher Teil des Flusses der natürlichen phylogenetischen Drift, der sie zu einer von Moment zu Moment sich kontinuierlich wandelnden Gegenwart macht. D.h., was wir Menschen über uns selbst und über die Welt, die wir leben, denken, ist nun Teil des Mediums geworden, in dem sich die systemische Geschichte der Biosphäre ereignet. Unsere Sicht und unsere Blindheit zählen jetzt im Fluss der biologischen Evolution. Deshalb sind Erklärungen und Verständnis nicht trivial, sie bestimmen die Wissensbereiche, in denen wir Menschen existieren, und daher, was wir als lebende Systeme und Komponenten der Biosphäre der Erde tun. Und deshalb ist es nicht trivial, ob wir denken, dass natürliche Selektion der generative Mechanismus von Evolution und Anpassung ist, oder ob wir denken, der Erhalt der Anpassung ist eine konstitutive

Bedingung für die Existenz lebender Systeme, und der Mechanismus, der die Evolution generiert, ist die natürliche phylogenetische Drift. Wir handeln im jeweiligen Fall unterschiedlich.

Was zweifellos am eindrucksvollsten ist, wenn man auf die Biosphäre im Großen und Ganzen sieht und über lebende Systeme in ihrer natürlichen Existenz nachdenkt, ist die Vielfalt der Lebensweisen, die sie aufzeigen, und die normale dynamische strukturelle Kohärenz oder Anpassung zwischen den unterschiedlichen Formen der lebenden Systemen und den besonderen Umständen, in denen jedes von ihnen lebt. Als ein Resultat davon werden wir in der Absicht, diese Vielfalt als ein Ergebnis der Geschichte des Wandels der Biosphäre zu erklären, so beschäftigt mit dem Wandel und dem Erreichen der unterschiedlichen Formen der Anpassung, in der die unterschiedlichen Arten von lebenden Systemen leben, dass wir nicht recht sehen, was erhalten wird, selbst wenn wir wissen, dass die Geschichte der lebenden Systeme notwendigerweise als eine Geschichte des Wandels um den Erhalt des Lebens herum stattgefunden hat. Darüberhinaus haben der Glaube an den genetischen Determinismus und an die Langsamkeit des Prozesses der selektiven adaptiven Veränderung uns blind gemacht, so dass wir die konstitutive systemische Dynamik der Geschichte der Biosphäre und die tatsächliche Mitwirkung der Dynamik von Erhalt und Wandel in dieser Geschichte nicht leicht sehen konnten. Entsprechend konnten wir auch nicht sehen, dass der Erhalt des Lebens durch Reproduktion der lebenden Systeme und die Bildung von Abstammungslinien ein systemischer Prozess ist, wie wir auch nicht sehen konnten, dass der Verlauf, dem der epigenetische Wandel in der Lebensgeschichte eines lebenden Systems oder der evolutionäre Wandel in einer Abstammungslinie oder einem System von Abstammungslinien durch den systemischen Erhalt von Leben und Anpassung stattfindet. Wandel findet in dynamischen Systemen kontinuierlich statt, aber der Verlauf, dem der Wandel in irgendeinem Bereich des Wandels zu irgendeinem Zeitpunkt folgt, wird systemisch durch das bestimmt, was erhalten wird. Und was bei Systemen im Allgemeinen erhalten wird und insbesondere bei lebenden Systemen, sind die Organisation und die Anpassung.

In diesem Aufsatz behaupten wir, dass Wandel und Anpassung nicht erklärt werden müssen, weil Leben konstitutiv unter einem kontinuierlichen strukturellen Wandel im Erhalt von Autopoiese und Anpassung stattfindet. D.h., wir behaupten in diesem Aufsatz, dass die Geschichte der lebenden Systeme sich als ein konservativer Prozess ereignet hat, in dem nicht der strukturelle Wandel erklärt werden muss, sondern der Verlauf, dem er von seiner Entstehung bis zur Gegenwart folgte. In diesem Verständnis betonten wir, dass die Geschichte der lebenden Systeme sich im Zusammenspiel von Erhalt und Wandel ereignet hat. Was wir aber jetzt betonen möchten, ist die systemische und nicht kausale Natur des Zusammenspiels von Erhalt und Wandel.

Die Nukleinsäure-Genetik wirkt durch den molekularen reproduktiven Erhalt der basalen Eigenschaften der Anfangsstruktur jedes neuen Organismus bei der Spezifikation der Organismen mit, und dadurch wirkt sie als ein basaler entscheidender Faktor dabei mit, was in der Epigenese eines jeden Organismus möglich ist, und was nicht. Die Nukleinsäure-Genetik ist ohne Zweifel ein fundamentaler Aspekt der Bildung und des Erhalts von Abstammungslinien; als solcher ist der genetische Wandel

auf lange Sicht der Hintergrund, auf dem aller phyletischer Wandel steht, aber wir behaupten, dass er den phyletischen Wandel nicht leitet und nicht leiten kann aufgrund der epigenetischen Natur aller Aspekte der Realisierung eines lebenden Systems als eines besonderen Organismus und aufgrund des systemischen Charakters von Reproduktion und Vererbung. Deshalb behaupten wir in diesem Aufsatz, dass, was erhalten wird, wenn eine Abstammungslinie erhalten wird, ist das dynamische Zusammenspiel zwischen lebendem System und Medium, das zum systemisch-reproduktiven Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung in Form eines epigenetischen Prozesses führt, in dem es keine genetische Festlegung gibt.

Unsere Behauptung, dass Vererbung ein systemisches Phänomen ist, bei dem Nukleinsäuren eine fundamentale aber nicht bestimmende Rolle spielen, ist keine Behauptung einer Vererbung erworbener Eigenschaften im Lamarck'schen Sinn. Aber es ist die Behauptung, dass das besondere, von einem Organismus gelebte Leben eine zentrale Rolle dabei spielt, was sich bei seinen Nachkommen ereignet, indem es bei der Schaffung der Bedingungen mitwirkt, unter denen sie leben werden, und dabei, was von einer Generation zur nächsten erhalten wird. Unter der Behauptung, dass alle Eigenschaften eines Organismus durch genetische Bestimmung entstehen, werden jene Eigenschaften, von denen man nicht sagen kann, dass sie genetisch bestimmt wären, als irrelevante phänotypische Variationen, bloße Gewohnheiten oder nur erlerntes Verhalten abgetan, was keine direkten evolutionären Konsequenzen hätte, es sei denn, es käme zur genetischen Vererbung. Aber selbst in der Leidenschaft des blinden genetischen Reduktionismus ist es nicht möglich zu behaupten, dass alle Eigenschaften eines Organismus genetisch bestimmt werden könnten, ohne zu leugnen, dass wir wissen, dass die Organismus-Medium-Beziehung notwendigerweise als ein epigenetischer Prozess verläuft. Wenn wir, die Autoren, unter diesen Umständen behaupten, dass Vererbung ein systemisches Phänomen ist, assoziiert mit systemischer Reproduktion, behaupten wir auch, dass der Evolutionsverlauf durch das Verhalten geleitet wird, und dass Gewohnheiten und Lernen als phänotypische Realisierungen durch das Erweitern der ontogenetischen Variabilität auch die Diversifizierung von Abstammungslinien erweitert und erhalten haben müssen, indem sie die Verschiebung und den Erhalt von Lebensweisen modulierten.

Nichts kann in der Epigenese eines lebenden Systems geschehen, das nicht durch die initiale Gesamtstruktur der Zelle oder der Zellgruppe, mit der es seine individuelle Existenz beginnt, möglich gemacht wurde. Aber gleichzeitig ist, was immer in der tatsächlichen Lebensgeschichte eines lebenden Systems geschieht, ein Ergebnis der epigenetischen Verwirklichung der besonderen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die es eben lebt, und ist in keiner Weise durch seine initiale Gesamtstruktur vorbestimmt. Genetische Rekombination, Mutation und die Modulation der genetischen Aktivität in der Epigenese sind Quellen der Variabilität der initialen Gesamtstruktur, mit der ein lebendes System seine Lebensgeschichte beginnt, inmitten des genetischen und systemischen Erhalts dieser initialen Gesamtstruktur. Gleichzeitig hat auch das Medium, in dem ein lebendes System lebt, Dimensionen der systemischen Stabilität und Dimensionen des nicht-systemischen Wandels, der in die Bedingungen, unter denen systemische Reproduktion stattfindet, eine Variabili-

tät einführt, die Möglichkeiten für die Verschiebung der in jeder Generation realisierten ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung eröffnet. Und dennoch bestimmt keiner von diesen beiden operational unabhängigen Bereichen der Stabilität und des Wandels durch sich selbst, was in der biologischen Evolution geschieht; die Dynamik der Evolution findet in ihrem Zusammenspiel statt, und in der operationalen Unabhängigkeit dieser Bereiche kommt es zum systemisch-reproduktiven Erhalt von Autopoiese und Anpassung, als Quelle sowohl der Stabilität als auch der Diversifizierung der Abstammungslinien.

Der Glaube an den genetischen Determinismus hat uns auch für die strukturelle Fluidität lebender Systeme blind gemacht und uns zu evolutionären Überlegungen geführt, die unsere Sicht auf das stören, was bewahrt wird im Bereich des permanenten Wandels, in dem Leben stattfindet, so dass wir das Zusammenspiel von Wandel und Erhalt nicht recht sehen, von dem wir doch wissen, dass es da sein muss. Zweifellos ist der genetische Erhalt ein zentraler Teil des Erhalts des ontogenetischen Phänotyps von der einen zur nächsten Generation. Aber da die Genetik den ontogenetischen Phänotyp nicht bestimmt, ist das genetische System offen, sich auf Weisen zu ändern, die wir nicht sehen, weil wir sie nicht erwarten. Der ontogenetische Phänotyp als die tatsächliche Realisierung eines lebenden Systems verbirgt alle genetischen Variationen, die seine Realisierung oder seine systemische Reproduktion nicht stören. Das gleiche kann über die Realisierung der ontogenetischen Nische gesagt werden, die all die Variationen des Mediums verbirgt, die ihre Realisierung im Verlauf der Ontogenese irgendeines besonderen lebenden Systems nicht stören. Und es ist genau das Verbergen der genetischen Variabilität und der Variabilität des Mediums durch die Realisierung einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, was Evolution als einen Prozess der natürlichen phylogenetischen Drift durch systemische Reproduktion erlaubt. Die epigenetische Realisierung bei jedem Organismus mit einem besonderen ontogenetischen Phänotyp, als eines besonderen Falles im Bereich der Möglichkeiten, die das epigenetische Feld der initialen Zelle oder des initialen Systems von Zellen in ihrem Begegnen mit einem dynamischen Medium bietet, ist es, was die Diversifizierung der Abstammungslinien durch die Verschiebung der ontogenetischen Phänotypen erlaubt hat, die durch die aufeinanderfolgenden systemischen Reproduktionen der lebenden Systeme unter Erhalt von Autopoiese und Anpassung realisiert und erhalten wurden. Aufgrund dieser Bedingung des Verdecktseins der genetischen Variabilität und der Variabilität des Mediums in der Realisierung und dem Erhalt einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung durch systemische Reproduktion gibt es keine anderen Einschränkungen hinsichtlich der Zeitlichkeit oder der Vielfalt des Prozesses, der neue Abstammungslinien entstehen lässt, als die der besonderen historischen Umstände, unter denen eine besondere ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung in der natürlichen phylogenetischen Drift erhalten wird.

Eine Schwierigkeit für das Verständnis der systemischen Beziehung zwischen Erhalt und Wandel entspringt dem verbreiteten Glauben daran, dass wissenschaftliche Erklärungen darin bestünden, etwas, das sich in einem Phänomenbereich ereignet, in Begriffen eines Prozesses eines fundamentaleren Phänomenbereiches zu erklären. Dieser Glaube bildet die Basis für die reduktionistische Haltung, die vorgibt, alle

biologischen Phänomene seien genetisch bedingt. Eine solche Haltung macht uns blind für die unterschiedlichen Bereiche, in denen biologische Prozesse oder Phänomene stattfinden. Durch diese Haltung sehen wir ferner nicht, dass ein lebendes System in zwei sich nicht überschneidenden Phänomenbereichen existiert, nämlich dem Bereich, in dem das lebende System als eine interagierende Gesamtheit existiert (als irgendeine Art von Organismus), und dem Bereich, in dem es als ein molekulares System existiert (als ein autopoietisches molekulares Netzwerk). Das lebende System lebt, d.h. existiert als ein Organismus, in der Verwirklichung seiner Nische im Medium, welches der Bereich ist, wo es als eine Gesamtheit mit einer sich wandelnden Struktur operiert. Gleichzeitig ist das lebende System als ein Organismus möglich, da es auch als ein dynamisches molekulares System in kontinuierlichem strukturellem Wandel existiert, d.h. als ein autopoietisches System, das für den Durchfluss von Materie offen ist. Da sich diese zwei Phänomenbereiche nicht überschneiden, kann was sich in dem einen ereignet nicht in Begriffen der Phänomene des anderen ausgedrückt werden. Aber der Organismus wird durch den strukturellen Wandel seiner molekularen Realisation erhalten, und seine intrinsische Struktur als ein molekulares autopoietisches System folgt einem Pfad des Wandels, der von seinen Interaktionen als Organismus in der Realisierung einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung abhängt. Unter diesen Umständen ist, was erhalten wird, und was sich im Verlauf des Lebens eines lebenden Systems wandelt, in diesen zwei Phänomenbereichen unterschiedlich. Wenn ein lebendes System seine beziehungsmaßige Identität als eine besondere Art von Organismus erhält, ist also seine molekulare Struktur innerhalb der Grenzen, wie sie durch die beziehungsmaßige Identität definiert sind, für Veränderung offen. Gleichzeitig ist, wenn ein lebendes System seine Organisation als ein geschlossenes autopoietisches Netzwerk durch seinen kontinuierlichen molekularen Wandel erhält, seine beziehungsmaßige Identität als eine Gesamtheit offen, sich innerhalb der durch den Erhalt seiner autopoietischen Realisation definierten Grenzen zu verändern. Die Beziehung zwischen diesen beiden Existenzbereichen lebender Systeme ist systemisch, nicht kausal, und was sich in dem einen ereignet setzt nur Begrenzungen für das, was sich in dem anderen ereignen kann. Solange das lebende System lebendig ist, solange modulieren beide Aspekte des Lebens einander durch dynamische strukturelle Beziehungen. Es ist diese Doppelsexistenz, was die Evolution eines lebenden Systems durch natürliche phylogenetische Drift möglich macht. Und aufgrund dieser Doppelsexistenz leiten Verhaltensweisen und Gewohnheiten den Verlauf der phylogenetischen Drift, indem sie definieren, was im Beziehungsbereich erhalten wird, in dem der Organismus operiert, und ebenso, was sich in seiner internen molekularen strukturellen Dynamik ändern kann.

Die Biosphäre als ein System von lebenden Systemen, das ein Netzwerk von sich in phylogenetischer Ko-Drift überkreuzenden Abstammungslinien formt, fließt als eine Wellenfront in einer sich kontinuierlich wandelnden Gegenwart. Nichts ereignet sich in der Biosphäre als eine Vorbereitung für die Zukunft, oder unter Berücksichtigung der Zukunft, selbst wenn in jedem Moment das Ergebnis von allen und jedem einzelnen Prozess in der Biosphäre bestimmt, was in ihrem kontinuierlichen Fluss des Wandels in ihr entsteht. Wir denken, dass es der Fluss der Veränderungen der

Biosphäre als einer sich kontinuierlich wandelnden Gegenwart ist, den wir Biologen bezeichnen wollen, wenn wir von Evolution sprechen, um die Vielfalt und die ökologischen Zusammenhänge der vielen Arten von lebenden Systemen zu erklären, die wir in unserem Leben finden. Aber wenn dem so ist, dann müssen wir Biologen akzeptieren, dass, was wir bezeichnen wollen, wenn wir von natürlicher Selektion sprechen, das Resultat der natürlichen ko-phylogenetischen Drift ist, zu der es in der Biosphäre kommt, indem sich die biologische Vielfalt durch die Diversifizierung der Abstammungslinien als eine Konsequenz der systemischen Reproduktion unter Erhalt von Autopoiese und Anpassung ergibt.

Vielleicht gibt man dem Begriff der natürlichen Selektion seine angemessene Bedeutung, wenn man sagt, die natürliche Selektion ist das historische Ergebnis der natürlichen Drift. Natürliche Selektion ist nicht und kann nicht ein Mechanismus sein, der den Prozess der Anpassung der Organismen an nicht vorhandene Bedingungen erzeugt. Die Geschichte der Diversifizierung der lebenden Systeme ist der Erhalt dessen, was lebt, durch den Erhalt der Anpassung als einer Bedingung des Lebens. Ja, Evolution ist ein tautologisches Phänomen, wie es alle natürlichen Phänomene sind.

ZITIERTE LITERATUR

- BETTY J (1992) Random Drift. In: Fox-Keller E & EA Lloyd (eds) *Keywords in Evolutionary Biology*: 273–281. Harvard University Press, Cambridge, London.
- BEKKER RT (1978) Dinosaur feeding behavior and the origin of flowering plants. *Nature* 274: 661-663.
- BELL G (1997) *Selection, the mechanism of evolution*. Chapman & Hall, New York. xxiii+689 pp.
- BENTON MJ (1990) *Vertebrate Paleontology*: 46-48. Unwin Hyman Ltd. London.
- BRANDON RN (1990) *Adaptation and environment*: 3-44. Princeton University Press, New Jersey.
- BROOKS RD & EO WILEY (1986) *Evolution as entropy. Toward a Unified Theory of Biology*: 19-25. The University of Chicago Press, Chicago, London.
- CAVALLI-SFORZA L (1996) *Geni, Popoli e Lingue*: 85-95. Adelphi Edizioni S.P.A., Milano.
- CRONIN TM & N IKEYA (1990) Tectonic events and climate change, opportunities for speciation in cenozoic marine ostracoda. In: Ross R & W Allmon (eds) *Causes of Evolution*: 210-248. The University of Chicago Press, Chicago.
- DARWIN C (1872) *The Origin of Species by means of Natural Selection or the preservation of favored races in the struggle for life*, 6th ed.: 40-120. The New American Library.

- GOULD SJ (1994) Tempo and mode in the macroevolutionary reconstruction of Darwinism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91: 6764-6771.
- GOULD SJ & RC LEWONTIN (1979) The spandrels of San Marcos and the Pangloss paradigm. A critique of the adaptationist program. *Proceedings of the Royal Society of London B205*: 581-98.
- GOULD SJ & N ELDREGDE (1977) Punctuated equilibria: The tempo and mode of evolution reconsidered. *Paleobiology* 3: 115-151.
- HUXLEY J (1963) *Evolution: the modern synthesis*, 2nd ed.: 107-121. Allen and Unwin, London.
- KIMURA M (1992) Neutralism. In: Fox-Keller E & EA Lloyd (eds) *Keywords in Evolutionary Biology*: 225-228. Harvard University Press, Cambridge, London.
- KIMURA M & GH WEISS (1964) The stepping-stone model of population structure and the decrease of genetic correlation with distance. *Genetics* 49: 561-76
- KOLLAR E & C FISCHER (1980) Tooth induction in chick epithelium: expression of quiescent genes for enamel synthesis. *Science* 207: 993-995.
- LEWIN R (1980) Evolutionary theory under fire. *Science* 210: 883-887.
- MATURANA HR (1975) The organization of the living: a theory of the living organization. *International Journal of Man and Machine Studies* 7: 3-34.
- MATURANA HR (1980) Autopoiesis: reproduction, heredity and evolution. In: Zeleny M (ed) *Autopoiesis, dissipative structures, and spontaneous social orders*:105-140. Westview Press, Boulder.
- MATURANA HR (1990) Science and daily life: the ontology of scientific explanations. In: Krohn W, G Koppers & S Nowotny (eds) *Selforganization: portrait of a scientific revolution*: 70 – 110. Kluwer Academic Publishers.
- MATURANA HR & F VARELA (1972) *De máquinas y seres vivos*: 9-113. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- MATURANA HR & F VARELA (1984) *El árbol del conocimiento*: 19-81. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- McFARLAND D (1993) *Animal Behaviour*: 113-126. Longman Scientific and Technical, Essex, U.K..
- MAYR E (1963) *Animals species and evolution*: 28-437. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge Mass.
- MEDEL R (in press) Assessment of parasite-mediated selection in a two host-one parasite system in plants. *Ecology*.
- SEGER J & W STUBLEFIELD (1996) Optimization and adaptation. In: Rose MR & GV Lauder (eds) *Adaptation*: 93-102. Academic Press, San Diego, California.
- VON UEXKÜLL J (1957) A stroll through the world of animals and men. In: Schiller CH (ed) *Instinctive behavior: the development of a modern concept*: 103-123. International Universities Press, New York.

ANHANG:

BEGRIFFE UND KONZEPTE

Abstammungslinie: Eine Stammesgeschichte definiert durch den Erhalt einer besonderen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung mittels systemischer Reproduktion. Die durch systemische Reproduktion erhaltene ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung definiert die Abstammungslinie, und eine Abstammungslinie entsteht in dem Moment, in dem eine besondere ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung beginnt in aufeinanderfolgenden systemischen Reproduktionen erhalten zu werden. Eine Abstammungslinie bleibt solange bestehen wie die sie definierende ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung von Generation zu Generation durch systemische Reproduktion erhalten wird, und endet, wenn dieser Prozess endet. Eine Abstammungslinie ist dann in der Tat das Resultat des systemisch-reproduktiven Erhalts eines Phänotyps, einer Lebensweise, und nicht des Erhalts eines Genotyps.

Anpassung: Beziehung der operationalen Übereinstimmung zwischen einem lebenden System und dem Existenzbereich, in dem es seine Organisation erhält, weil seine Interaktionen in einem solchen Bereich nur Perturbationen in ihm auslösen (Veränderungen der Struktur ohne Verlust der Organisation). Als solches ist die Beziehung der Anpassung für ein lebendes System notwendigerweise eine Invariante; d.h., entweder wird die Anpassung im Fluss der Existenz des lebenden Systems erhalten, weil es in seinen Interaktionen mit dem Medium nur Perturbationen begegnet, und das lebende System fortfährt zu leben, oder das lebende System desintegriert, weil es in eine Interaktion eintritt, die seine Desintegration auslöst. Mit anderen Worten, der Erhalt der Anpassung ist eine Existenzbedingung für lebende Systeme. Weil ein lebendes System in einem kontinuierlichen Strukturwandel existiert, gleitet es ferner im Medium auf einem Pfad der Interaktionen folgend, auf dem es in einer strukturellen Dynamik, in der lebendes System und Medium sich zusammen kongruent verändern, die Anpassung erhält, oder es erlebt eine destruktive Interaktion und stirbt (Maturana, 1988).

Autopoiese: Ein System, das als Einheit als ein geschlossenes Netzwerk der Produktion von Komponenten gebildet wird, die durch ihre Interaktionen dieselbe Art von Komponenten produzieren, die sie produziert haben, ist ein autopoietisches System. Ein molekulares autopoietisches System als ein autopoietisches System, dessen Komponenten Moleküle sind, ist ein lebendes System. Ein lebendes System ist als ein molekulares System offen für den Fluss von Materie (Molekülen), und doch ist ein lebendes System gleichzeitig als ein autopoietisches System in seiner Zustandsdynamik ein geschlossenes System. In diesem Zusammenspiel von Offenheit und Geschlossenheit existiert ein lebendes System in einem Fluss des kontinuierlichen strukturellen Wandels, während es seine Autopoiese und seine Anpassung erhält. Es ist notwendig hier anzumerken, dass ein lebendes System als ein molekulares autopoietisches System eine autonome Entität im Bereich der Komponenten ist (dem Mo-

lekularbereich), dessen Existenz keinerlei zusätzlicher Unterstützung bedarf. Die molekulare Wärmebewegung ist Teil der molekularen Beschaffenheit, molekulare Interaktivität ist Teil ihrer strukturellen Beschaffenheit, und molekulare Interaktionen lassen Moleküle entstehen. Alle anderen Systeme, von denen behauptet wird, sie wären autopoietisch, bestehen aus Komponenten, die durch die Unterstützung anderer Entitäten existieren, die sie dazu veranlassen, das zu tun, was für die Realisierung der behaupteten Autopoiese erforderlich ist. In diesem Sinne, als molekulare Systeme, existieren lebende Systeme als die Art von Entitäten, die vielleicht die einzigen autopoietischen sind.

Epigenese: Epigenese ist der Prozess der strukturellen Transformation, den ein Organismus Moment für Moment im Verlauf seiner Ontogenese (in der Realisierung seines Lebens) durchmacht, ausgehend von seiner initialen Gesamtstruktur (seines Gesamtgenotyps). Die Epigenese findet als zwei ineinander verflochtene Prozesse der strukturellen Transformation des Organismus als Ganzes statt: der eine findet statt, wenn der Organismus als Gesamtheit im Medium interagiert, und der andere findet in der zellulären und organischen Differenzierung statt, als der interne Prozess, der gewöhnlich als Morphogenese bezeichnet wird. Der erste, den wir organismische Epigenese bezeichnen werden, ereignet sich als eine Transformation, die im Wechselspiel der eigenen strukturellen Dynamik des Organismus und den strukturellen Veränderungen, die im Verlauf seiner Interaktionen im Medium in ihm ausgelöst werden, und er folgt einem von seinen Interaktionen abhängigen Verlauf. In der organismischen Epigenese werden die autopoietische Organisation des lebenden Systems und seine Beziehung der operationalen Kongruenz mit seinem Existenzbereich (seiner Nische), d.h., seine Anpassung, erhalten. In der organismischen Epigenese verändern sich dann das lebende System und die Nische zusammen kongruent in der Verwirklichung der angemessenen ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung. Der zweite Prozess der epigenetischen Transformation, den wir morphogenetische Epigenese nennen werden, ereignet sich als ein epigenetischer Prozess, in dem alle Komponenten Moleküle Zellen und Organe des Organismus eine strukturelle Transformation durchmachen, die von Moment zu Moment durch ihre indirekten oder direkten Interaktionen miteinander moduliert wird im Erhalt der systemischen Konstitution des Organismus in der Realisierung seines Lebendigseins. Streng gesprochen, ist dann die Epigenese eines lebenden Systems die gesamte ontogenetische strukturelle Drift, die es von Anfang an in der Realisierung seines Lebens durchmacht. Als solches ereignet sich die Epigenese als eine sich kontinuierlich wandelnde Gegenwart ohne Bezug auf die Vergangenheit oder die Zukunft. Wegen dieser Bedingungen gibt es keine Vorherbestimmung im strukturellen Werden der Epigenese eines Organismus. Damit gibt es keinen genetischen Determinismus, und kann es ihn nicht geben. Weil die Epigenese sich als eine sich wandelnde Gegenwart ereignet, fließen zugleich die zwei epigenetischen Prozesse, die involviert sind, als eine ontogenetische strukturelle Drift, bei der jeder einem Pfad des strukturellen Wandels folgt, der jeden Moment als ein fortlaufendes Aufkommen ohne Alternativen entsteht (s. Abb. 9).

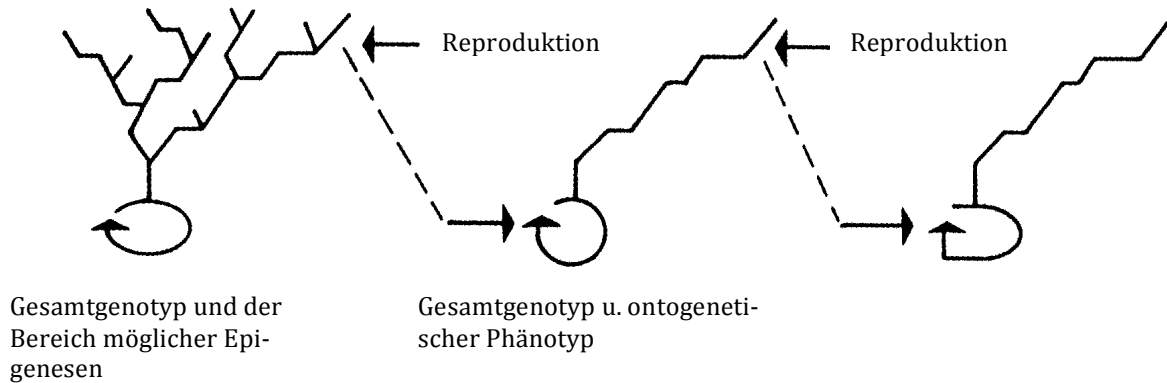


Abb. 9 Diese Abbildung zeigt die kontinuierliche Verschiebung der genetischen Konstitution der Mitglieder einer Abstammungslinie, die im Verlauf des systemisch reproduktiven Erhalts einer ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung stattfindet, die in ihrer epigenetischen Verwirklichung die genetischen Variationen verbirgt.

Epigenetisches Feld oder der Bereich der möglichen epigenetischen Pfade: Ein Beobachter kann sagen, dass der Gesamtgenotyp (die initiale Gesamtstruktur) eines lebenden Systems, die dessen Anfang bildet, für dieses ein epigenetisches Feld spezifiziert, als ein Bereich aller epigenetischen Pfade, die ihm in seiner Lebensgeschichte möglich sind, und von dem nur einer realisiert werden wird. Mit anderen Worten, das epigenetische Feld ist der Bereich aller möglichen Driften, die ein lebendes System in Abhängigkeit von der Interaktionsgeschichte, die es tatsächlich lebt, durchlaufen mag, und der in der initialen Struktur des Lebewesens durch dessen Gesamtgenotyp als ein Bereich seiner möglichen ontogenetischen Driften festgelegt wird. Im strengen Sinn allerdings existiert ein solches Feld möglicher Epigenesen nur als ein Bereich von Möglichkeiten für einen Beobachter. Und das ist so, weil der epigenetische Pfad, dem jeder Organismus beginnend von seiner Anfangsstruktur (Gesamtgenotyp) aus folgt, nur der eine ist, dem er tatsächlich folgen kann in einem Verlauf, der sich von Moment zu Moment aufs neue ergibt, entsprechend den strukturellen Interaktionen, die es in diesem Moment mit dem Medium in der Realisierung seiner Nische lebt, in einem Prozess, der solange andauert bis er stirbt. Die Epigenese ist also ein Prozess der strukturellen Drift, der in der Begegnung zwischen den in ihrer strukturellen Dynamik unabhängigen Systemen, Organismus und Medium, entsteht. (Abb. 10).

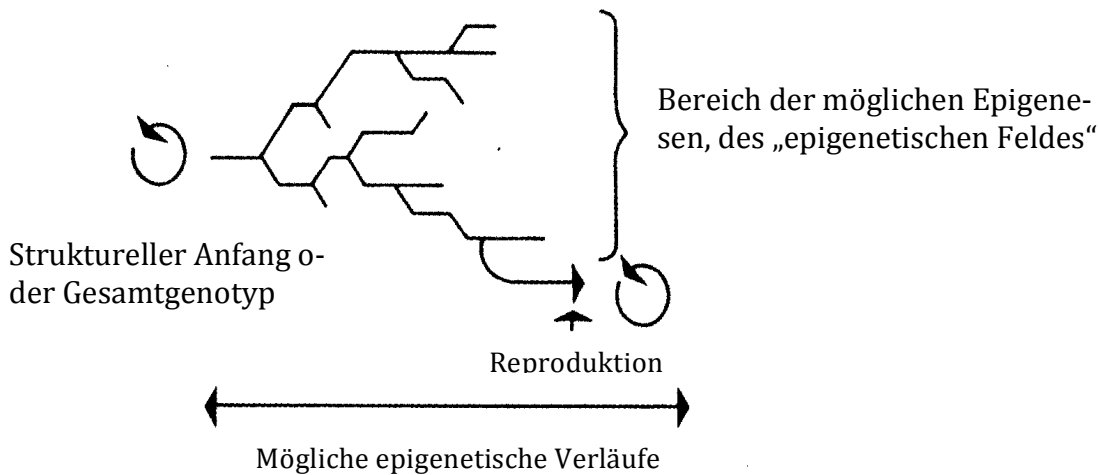


Abb. 10. Diese Abbildung stellt die vielen Verläufe dar, die sich ein Beobachter am Beginn irgendeines lebenden Systems als mögliche Ontogenesen vorstellen mag. Aber in irgendeiner individuellen Lebensgeschichte wird sich tatsächlich nur einer von all diesen vorstellbaren, möglichen epigenetischen Verläufen ereignen. Dieser Verlauf wird in der Abbildung als der Pfad dargestellt, der zu dem Pfeil führt, der auf den Beginn eines neuen lebenden, durch systemische Reproduktion entstehenden Systems zeigt.

Genetische Drift: Der Ausdruck genetische Drift wird gebraucht, um sich auf genetische Veränderungen zu beziehen, die in einer Population erhalten werden, wobei man sich vorstellt, dass sie sich aufgrund ihres neutralen Charakters nicht in Verbindung mit der natürlichen Selektion ereignen, oder als eine Konsequenz versehentlicher Isolation und zufälliger Populationsstichproben (Beatty, 1992; Kimura, 1992). Wir werden von genetischer Drift in einem weiteren Sinn sprechen, um uns auf die genetischen Veränderungen zu beziehen, die durch systemische Reproduktion von einer Generation zur nächsten erhalten werden. Genetische Drift ist kein spezieller Prozess, aber er ist das Ergebnis der Freiheit des Genoms, sich in jeder möglichen Weise zu verändern, solange die ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung in einer Abstammungslinie erhalten wird. Mit anderen Worten, insoweit als ein lebendes System in einem ontogenetischen Phänotyp realisiert wird, ist die genetische Drift eine Konsequenz der Freisetzung des Genotyps, in einer phylogenetischen Drift zu variieren, die alle genetischen Variationen in einem Bereich hinzuwählt, der durch den systemisch-reproduktiven Erhalt eines ontogenetischen Phänotyps bestimmt wird. Die genetische Drift fungiert dann als eine systemische Dynamik, die Generation für Generation in der Geschichte einer Abstammungslinie stattfindet, als ein Prozess der Hinzuwahl aller genetischen Variationen beim Erhalt oder der Verschiebung der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung, die durch systemische Reproduktion erhalten wird.

Genetik: Studium der Konfiguration der Genealogien in Beziehung zur Art, wie die phänotypischen Eigenschaften und Molekülklassen, die die verschiedenen Arten lebender Systeme bilden, durch systemische Reproduktion hergestellt und verteilt werden. Wir denken, es gibt verschiedene Formen, wie die Genealogien gebildet

werden entsprechend den unterschiedlichen Wegen der Verteilung der phänotypischen Eigenschaften in der zellulären Stammesgeschichte. Wir denken also, dass die mit der Produktions- und Replikationsweise der Nukleinsäuren verbundene Form, das ist die, die man im allgemeinen meint, wenn von Genetik gesprochen wird, die fundamentalste ist nach ihrer Mitwirkung bei der Synthese und strukturellen Spezifizierung der vielen Molekülklassen wie auch bei der deren regulärer Verteilung während der Zellteilung. Aber gleichzeitig denken wir, dass es andere genealogische Systeme gibt, wie die, die die unterschiedlichen Zellreihen in der Embryonalentwicklung und in der Zelldifferenzierung entstehen lassen, und die nur indirekt von Nukleinsäuren abhängen, weil sie sich als Eigenheit der Epigenese ereignen. Desweiteren ereignet sich die tatsächliche Zellaktivität und die zelluläre Differenzierung als ein epigenetischer Prozess, bei dem, was in einer Zelle bei der Operation seines genetischen Systems (DNA) stattfindet von Moment zu Moment durch seine eigene systemische Dynamik und seine direkten und indirekten Interaktionen mit den Strukturen des Medium und anderer Zellen in der systemischen Verwirklichung des multizellulären Systems, das sie integrieren mögen, moduliert wird.

Genotyp: Das Genensemble der Keimzellen eines Organismus, das durch die Gesamtheit seiner Nukleinsäuren gebildet wird.

Gesamtgenotyp: Der Gesamtgenotyp ist die gesamte initiale Struktur eines Organismus, und als solches umfasst er alle seine Komponenten und nicht nur sein Genom. Der Gesamtgenotyp eines Organismus mag eine Zelle gewesen sein, die durch mitotische Teilung entstand oder durch die Fusion von zwei Gameten oder durch die Vereinigung von heterogenetischen Zellen in Symbiose, oder es mag auch eine Gruppe von Zellen gewesen sein wie im Fall der Organismen, die durch Geminatio (Doppelbildung) oder durch Fraktur (Bruchteilung) multizelluläre Einheiten voneinander abtrennen und dadurch Abstammungslinien bilden. Der Gesamtgenotyp als die initiale Gesamtstruktur eines Organismus bestimmt den Bereich aller möglichen epigenetischen Pfade, dem solch ein Organismus in seiner Ontogenese folgen könnte, wenngleich er nur einem folgen wird, der von Moment zu Moment in seiner Epigenese entsteht.

Gewohnheiten: Gewohnheiten sind Verhaltensweisen, die anerkanntermaßen aus beziehungsmässigen Besonderheiten der Epigenese eines Organismus entstanden sind, und die im Verlauf seiner Ontogenese als Lebensweisen erhalten werden, die aus einer Präferenz heraus angenommen wurden. Gewohnheiten leiten das tägliche Leben eines Organismus und wirken bei der Vorgabe der beziehungsmässigen Bedingungen mit, in denen es als Aspekte seines ontogenetischen Phänotyps lebt, und sie tragen auf diese Weise zur systemischen Dynamik bei, unter der sich die systemische Reproduktion ereignet, indem sie die epigenetischen Besonderheiten der elterlichen Lebensweise in der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung der nächsten Generation bewahren. Wenn sie durch systemische Reproduktion erhalten werden, leiten also Gewohnheiten den Verlauf der phylogenetischen strukturellen Drift einer Abstammungslinie.

Ontogenese: Die besondere Geschichte der strukturellen Transformation eines Organismus in der epigenetischen Realisierung seines ontogenetischen Phänotyps. Die Ontogenese fließt als eine epigenetische, strukturelle Drift unter Erhalt von Organisation und Anpassung. Die Ontogenese eines Organismus ist seine epigenetische Realisierung.

Ontogenetische Drift oder ontogenetische strukturelle Drift: Ontogenetische strukturelle Drift nennen wir den Fluss der epigenetischen strukturellen Veränderungen eines Systems im Verlauf seiner Ontogenese in seinem Existenzbereich. Die ontogenetische strukturelle Drift eines lebenden Systems folgt einem Kurs, der Moment für Moment entsteht, indem sie dem Pfad folgt, auf dem der Organismus gleichzeitig Organisation und Anpassung durch seine Interaktionen erhält. Die strukturelle Drift eines Systems ist ein „Alles-oder-Nichts-Prozess“, d.h., entweder erhält das System unter struktureller Drift gleichzeitig Organisation und Anpassung und bleibt also in struktureller Drift, oder es desintegriert. Desweiteren ändern sich in der ontogenetischen strukturellen Drift eines lebenden Systems das lebende System und die Umstände, in denen es lebt, zusammen kongruent, so dass ein lebendes System, solange wie es lebendig ist, sich niemals fehl am Platz befindet oder in mangelnder Kongruenz mit seinem Existenzbereich. Wenn die operationale Kongruenz (Anpassung) zwischen einem lebenden System und dem Medium im Verlauf seiner strukturellen Drift verloren geht, desintegriert das lebende System und existiert nicht mehr.

Ontogenetischer Phänotyp: Phänotypische Transformation eines lebenden Systems während seiner Epigenese, die sich von seiner Konzeption oder seinem Beginn als einer singulären Entität bis zu seinem Tod erstreckt. Als solches ist der ontogenetische Phänotyp die Gestaltung der strukturellen Umwandlung, die ein lebendes System in seiner Epigenese in der Realisierung seiner besonderen Lebensgeschichte durchmacht. Der ontogenetische Phänotyp ist nicht dasselbe wie die besondere Lebensgeschichte, die ein besonderes lebendes System lebt, wenn gleich sie während Verschiebungen des ontogenetischen Phänotyps zusammenfallen mögen, sondern er korrespondiert mit einer Form der Lebensgeschichte. Wenn ein besonderer ontogenetischer Phänotyp beginnt durch systemische Reproduktion von Generation zu Generation erhalten zu werden, entsteht eine Abstammungslinie, die durch die dadurch erhaltene ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung definiert wird. Allgemein formuliert, ist es die ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung, die durch systemische Reproduktion in den Organismen einer Abstammungslinie oder eines Systems von Abstammungslinien erhalten wird, was diese Abstammungslinie oder dieses System von Abstammungslinien als irgendeine besondere Spezies, Gattung oder Klasse von Organismen im Fluss der natürlichen phylogenetischen Drift definiert. Das, was ein Beobachter unterscheidet, wenn er oder sie den „Lebenszyklus“ einer bestimmten Art von Organismen unterscheidet, ist also die ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung, die diese Art von Organismen definiert oder charakterisiert.

Ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung: Das lebende System und das Medium verändern sich beide zusammen kongruent im Verlauf der ontogenetischen und phylogenetischen Drift, an der sie unter den Bedingungen des systemischen Erhalts von Autopoiese und Anpassung teilnehmen. Was tatsächlich unter diesen Umständen im Verlauf der Geschichte einer Abstammungslinie von lebenden Systemen realisiert wird, ist die systemische Bedingung, unter der das lebende System folglich gleichzeitig seinen ontogenetischen Phänotyp und seine ontogenetische Nische realisieren kann. Diese systemische Dynamik ist es desweiteren, was wir implizieren, wenn wir behaupten, dass es eine ontogenetische Phänotyp-Nische-Beziehung ist, die in einer Abstammungslinie oder einem System von Abstammungslinien erhalten wird, und diese systemische Dynamik ist es, die wir implizieren, wenn wir behaupten, dass die Biosphäre ein Netzwerk von unabhängigen Abstammungslinien ist, das zusammengehalten wird durch die strukturelle Kopplung im Erhalt der zusammenhängenden ko-ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehungen.

Organisation: Die Organisation eines Systems ist die Konfiguration der Beziehungen zwischen den Komponenten, welche die Klassenidentität dieses Systems definiert und konstituiert. D.h., es ist die Organisation, was ein System als ein System einer besonderen Art definiert und konstituiert, und nicht seine Komponenten. Die Organisation, die ein System als ein System einer bestimmten Klasse definiert, bleibt invariant, solange als das System seine Klassenidentität erhält. Oder mit anderen Worten, solange wie die die Klassenidentität definierende Organisation erhalten wird, erhält das System seine Klassenidentität. Zu sagen, dass ein System nach einigen strukturellen Veränderungen ein System derselben Art bleibt, heißt, dass sich die Struktur des Systems verändert hat, aber nicht seine Organisation.

Phänotyp: Die momentane strukturelle und beziehungsmäßige Gegenwart eines Organismus, die während seiner Realisierung im Fluss seiner Ontogenese zu jedem Zeitpunkt seine Art der Beziehung und Interaktion in einem Medium festlegt, ist der Phänotyp. Der Phänotyp eines Organismus entsteht von Moment zu Moment in der Begegnung des Organismus mit dem Medium. Ein Organismus operiert als eine Gesamtheit in seinem Interaktionsbereich je nach dem wie er in seinem Phänotyp entsteht. Der Phänotyp eines Organismus verändert sich überdies im Verlauf seiner Ontogenese in einem kontinuierlichen Wechselspiel zwischen seiner internen strukturellen Dynamik und den Veränderungen, die in ihm im Fluss seiner Interaktionen ausgelöst werden. Der Phänotyp eines Organismus ist zu jedem Zeitpunkt die Gegenwart seiner Epigenese zu diesem Zeitpunkt. Der Phänotyp ist deshalb nicht ein Ausdruck des Genotyps des Organismus, sondern er ist ein Moment in seinem epigenetischen Leben. Wenn ein Beobachter einen Organismus unterscheidet, tut er oder sie das, indem er oder sie mit ihm entsprechend der durch seine phänotypische Gegenwart definierten Dimensionen interagiert, und der Phänotyp eines Organismus taucht in der Unterscheidung eines Beobachters als die interaktionelle Realisierung des Organismus zu diesem Zeitpunkt seiner Epigenese auf. Jenachdem wie der Beobachter seine oder ihre Aufmerksamkeit bei der Unterscheidung eines Organismus orien-

tiert, kann er oder sie daher strukturelle verhaltensmäßige oder beziehungsmäßige Aspekte in dessen phänotypischer Gegenwart unterscheiden. In Summe ist der Phänotyp die operationale Realisierung eines lebenden Systems in seinem Existenzbereich, und die unterschiedlichen phänotypischen Charakteristika, die ein Beobachter an ihm unterscheidet, korrespondieren mit den unterschiedlichen Dimensionen der Realisierung des lebenden Systems, die in der Unterscheidung des Beobachters durch seine oder ihre Interaktionen mit ihm erscheinen.

Phylogenese: Reproduktive Aufeinanderfolge von Ontogenesen mit Erhalt eines fundamentalen ontogenetischen Phänotyps und Erhalt oder Verschiebung von anderen sekundären ontogenetischen Phänotypen, die sich mit dem fundamentalen in dessen Realisierung überschneiden. In anderen Worten, weil die Ontogenese eines Organismus die gleichzeitige Realisierung vieler anderer Entitäten oder verschiedener Systeme impliziert, die sich mit ihm in seiner strukturellen Realisierung überschneiden, gibt es eine Überschneidung der Phylogenesen derart, dass die Realisierung von einem die Realisierung der anderen impliziert.

Strukturdeterminiertes System: Ein strukturdeterminiertes System ist ein so beschaffenes System, dass alles, was ihm oder in ihm geschieht, in ihm in einer Weise entsteht, die durch die operationalen Zusammenhänge seiner Struktur bestimmt ist. Oder mit anderen Worten, ein strukturdeterminiertes System operiert in jedem Moment entsprechend seiner Struktur in diesem Moment im Zusammenspiel der Eigenschaften seiner Komponenten. Die Struktur eines strukturdeterminierten Systems bestimmt alles, was in seiner internen Dynamik geschieht, wie auch das, was es als eine Interaktion zulässt. Es ist deshalb möglich zu sagen, dass die Struktur eines strukturdeterminierten Systems bestimmt: a) die strukturellen Veränderungen, die es unter Erhalt der Organisation durchmachen kann, d.h. Zustandsveränderungen; b) die strukturellen Veränderungen, die es durchmachen kann, und bei denen es seine Organisation nicht erhalten kann, d.h. desintegrierende Veränderungen; c) die Strukturen des Mediums, die in ihm strukturelle Veränderungen auslösen können mit Erhalt der Organisation (Zustandsveränderungen), d.h. Perturbationen; und schließlich d) die Strukturen des Mediums, die ihm ihm strukturelle Veränderungen mit Verlust der Organisation auslösen können (desintegrierende Veränderungen), d.h. zerstörende Interaktionen. Die Punkte (c) und (d) weisen darauf hin, dass es nicht die Struktur der Umgebung ist, die der Beobachter auf ein strukturdeterminiertes System einwirkend sieht, sondern die Struktur des Systems, die bestimmt, welchen Strukturen des Mediums es als seiner Nische begegnen kann, und was sie in ihm auslösen können. Der Begriff des Strukturdeterminismus ist keine ontologische Annahme, sondern er entsteht als eine Abstraktion, die der Beobachter von der Dynamik und den beziehungsmäßigen Zusammenhängen seiner oder ihrer Operation als solcher macht.

Struktur: Die Komponenten und die Beziehungen zwischen Ihnen, die ein besonderes System als einen besonderen Fall einer besonderen Klasse realisieren, ist die Struktur dieses Systems. Da die Struktur eines Systems seine Komponenten und die

zwischen ihnen gehaltenen Beziehungen einschließt, bezieht die Struktur eines Systems mehr Dimensionen ein als in seine Organisation einbezogen sind, die nur Beziehungen umfasst. In der Tat schließt die Organisation eines Systems in jedem Moment nur eine Teilmenge all der Beziehungen ein, die in der Struktur des Systems in diesem Moment realisiert sind, und sie existiert als solche nur als eine die Klassenidentität definierende Beziehungskonfiguration, die in der strukturellen Dynamik des Systems erhalten wird. Das bedeutet, dass die Organisation eines Systems nicht unabhängig ist von den Strukturen, die es realisieren. Die Struktur eines Systems kann daher in zwei Weisen variieren: a) auf eine Weise, dass das System seine Organisation erhält und also seine Klassenidentität erhält; und b) auf eine Weise, dass das System seine Organisation verliert und desintegriert, da es seine Klassenidentität nicht erhält.

Strukturelle Kopplung: Wenn zwei oder mehr strukturdeterminierte Systeme in eine rekursive Interaktion eintreten und strukturelle Veränderungen durchmachen, ohne ihre jeweilige Klassenidentität zu verlieren, verändern sich ihre Strukturen zusammen kongruent, und es ergibt sich eine strukturelle Kopplung. Wir nennen sowohl die Dynamik der zusammenhängenden strukturellen Veränderungen, die sich in einem solchen Fall ergeben, als auch den Zustand des strukturellen Zusammenhangs, als Resultat dieser Dynamik, strukturelle Kopplung. Die Strukturelle Kopplung bleibt so lange bestehen wie sie bestehen bleibt.

Systemische Dynamik: Ein System ist jede Ansammlung von Elementen, die durch eine Konfiguration von Beziehungen miteinander verbunden sind, die die Organisation konstituiert, die seine Klassenidentität als ein diskretes Ganzes definiert und spezifiziert. Solange die Organisation eines Systems invariant bleibt, erhält das System seine Klassenidentität. Und vice versa, heißt, zu sagen, ein System erhält seine Klassenidentität, dass seine Organisation invariant geblieben ist. Die dynamischen Bedingungen, die einem System erlauben, seine Klassenidentität zu erhalten, machen es frei, seine Struktur innerhalb der Grenzen des Erhalts der die Klassenidentität definierenden Organisation zu verändern. Wenn wir über systemische Dynamik sprechen, sprechen wir darüber, was in einem System geschieht, das als ein Resultat der strukturellen Zusammenhänge aller Systemkomponenten entsteht, wie sie beim Erhalt der Beziehungen, die es definieren, mitwirken, unabhängig von der Art des Systems, um das es sich dabei handeln mag. Zum Beispiel: Die Freisetzung der Struktur eines Systems sich innerhalb der Grenzen zu verändern, die durch den Erhalt der Organisation des Systems bestimmt sind, wenn die Bedingungen, unter denen dieses seine Klassenidentität erhält, sich durch seinen Einschluss in ein größeres System ergeben, ist ein systemisches Phänomen. Ontogenetische Drift und phylogenetische Drift sind systemische Phänomene in dem Sinn, dass sie sich, ohne bzw. mit Einbeziehung systemischer Reproduktion, in der Dynamik des Erhalts der ontogenetischen Phänotyp-Nische-Beziehung im Leben des lebenden Systems ereignen. In beiden Fällen bilden lebendes System und Medium ein System in zusammenhängender Umformung, das solange andauert, wie Autopoiese und Anpassung durch ihre rekursiven Interaktionen erhalten werden.