

Georg A. Litsche



Theoretische Anthropologie
Grundzüge einer theoretischen Rekonstruktion
der menschlichen Seinsweise

Band 10

ICHS

International Cultural-historical Human Sciences

ICHS

**International Cultural-historical Human
Sciences**

**Herausgegeben von Joachim Lompscher und
Georg Rückriem
Bd. 10**

**Georg A. Litsche
Theoretische Anthropologie**

Georg A. Litsche

Theoretische Anthropologie
Grundzüge einer theoretischen Rekonstruktion
der menschlichen Seinsweise

Berlin 2004

ICHS

International Cultural-historical Human Sciences

ist eine Schriftenreihe, die der kulturhistorischen Tradition verpflichtet ist – das ist jene, vor allem von Lev S. Vygotskij, Aleksej N. Leont’ev und Aleksandr R. Lurija entwickelte theoretische Konzeption, die den Menschen und seine Entwicklung konsequent im Kontext der Kultur und der gesellschaftlich-historischen Determination betrachtet. Dabei kommt der Tätigkeit als der grundlegenden Form der Mensch-Welt-Wechselwirkung für die Analyse der menschlichen Entwicklung und Lebensweise entscheidende Bedeutung zu, sowohl unter einzelwissenschaftlichen Aspekten und deren Synthese zu übergreifender theoretischer Sicht als auch im Hinblick auf praktische Problemlösungen. Die Schriftenreihe veröffentlicht sowohl Texte der Begründer dieses Ansatzes als auch neuere Arbeiten, die für die Lösung aktueller wissenschaftlicher und praktischer Probleme bedeutsam sind.

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Theoretische Anthropologie

Litsche, Georg A.

2004: Lehmanns Media – LOB.de, Berlin

ISBN: 3-86541-000-6

Druck: Docupoint Magdeburg

Wenn die Welt so wäre,
wie sie aussieht,
dann brauchten wir nur hinzuschauen.
So aber müssen wir denken.

Vorwort

Die Idee zu diesem Buch entstand vor etwa 30 Jahren. Damals arbeitete ich an der Ausarbeitung von Grundzügen einer pädagogischen Theorie. Dabei wurde mir bewusst, dass es der Pädagogik wie allen anderen Wissenschaften vom Menschen an einer Theorie der menschlichen Seinsweise mangelte, welche die theoretische Grundlage für die Ausarbeitung von Theorien für alle speziellen Fragestellungen bilden konnte. An Stelle wissenschaftlicher Theorien fungierten als gedankliche Voraussetzungen der verschiedenen Wissenschaften vom Menschen „Menschenbilder“, die unterschiedlichsten philosophischen, religiösen oder anderen ideologischen Gedankensystemen entstammten und über deren Herkunft die Autoren oft nicht einmal reflektierten. Bis heute, in einer Zeit von PISA-Studien, Drogenreports und steigender Kinder- und Jugendkriminalität hat sich an diesem Zustand nichts Grundlegendes geändert, so dass die Idee zu diesem Buch nichts an Aktualität eingebüßt hat.

Zunächst konnte ich nur sporadisch in meiner Freizeit an der Entwicklung meiner Idee arbeiten und musste mich mit dem Gedanken trösten, sie in der Zeit des „Ruhestandes“ in Angriff nehmen zu können. In dieser Zeit des Wachsens der Idee hatte ich viele gute Gespräche mit Freunden, Bekannten und Kollegen. Sie alle trugen zum Reifen meiner Gedanken bei und jedem bin ich dankbar für seine Bereitschaft zum ernsthaften Gespräch.

Von besonderer Bedeutung für die Entwicklung meiner Ideen war mein Freund Rudolf Loschan[†], mit dem mich lange Jahre einer tiefen Freundschaft verbunden und der die Fertigstellung dieses Buches nicht mehr erleben konnte. Viele gute Gespräche konnte ich auch mit Rolf Löther führen, der kenntnisreich manche Ungenauigkeit vermeiden half.

In der Zeit der unmittelbaren Fertigstellung des Buches haben Joachim Lompscher und Georg Rückriem als Herausgeber die Aufnahme des Titels in die Schriftenreihe „International Cultural-historical Human Sciences“ ermöglicht. Georg Rückriem hat sich zudem der Mühe einer gründlichen Durchsicht des Manuskripts unterzogen. Dieter Gemeinhardt danke ich für die Mühe, die er beim kritischen Lesen des Textes aufgewandt hat.

Natürlich kann ein solches Projekt nicht ohne Unterstützung der Familie realisiert werden. Meine Frau trug nicht nur durch freundliche Duldung, sondern vor allem auch durch aktive Mithilfe bei der technischen Realisierung zur erfolgreichen Fertigstellung des Buches bei, und mein Sohn Stefan hat es trotz väterlicher Autorität nicht an kritischen Fragen und Einwänden mangeln lassen.

Sie alle haben Anteil am Erfolg, für Mängel bin allein ich zuständig.

Berlin im Juli 2004

Georg A. Litsche

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Inhaltsverzeichnis.....	4
Einführung	8
Kapitel 1: Biogenese	27
1 Einleitung	28
2 Die Orte der Biogenese.....	31
2.1 Die Entstehung konzentrierter Phasen in der Hydrosphäre	32
2.2 Die Entstehung stabiler Bläschen	35
2.3 Die Entwicklung des Urozeans.....	39
2.4 Stabile Bläschen reagieren.....	41
2.5 Die Entwicklung der stabilen Individuen	44
3 Die Entstehung lebender Systeme	48
3.1 Die thermodynamische Grenze	48
3.2 Die Schloss-Schlüssel-Reaktion	50
3.3 Die Fotosynthese	52
3.4 Allgemeine Bestimmungen des Lebendigen	54
Kapitel 2: Ökogenese	63
1 Einleitung	64
2 Die Herausbildung ökologischer Systeme	66
2.1 Das Ende des Urozeans	66
2.2 Der nächste Schritt der Rekonstruktion.....	68
2.3 Die biotische Evolution	72
3 Die Beziehungen der trophischen Systeme	77
3.1 Das trophische Gleichgewicht	77
3.2 Die Entwicklung des trophischen Gleichgewichts	79
4 Die funktionelle Minimalausstattung der heterotrophen Zelle	85
4.1 Die Entstehung der Verdauung.....	87
4.2 Die Entstehung der Beweglichkeit	87
4.3 Eiweiße werden Nachrichtenträger.....	92
4.4 Die signalgesteuerte Kinese.....	96
4.5 Der Begriff des Signals	99
4.6 Information wird Bedürfnis	101
5 Die Entwicklung der synökologischen Ausstattung der Individuen.....	106
5.1 Ursprüngliche Formen von Wachstum und Vermehrung.....	106
5.2 Biotisches Wachstum und Fortpflanzung	108
5.3 Die Herausbildung genetischer Strukturen	112
5.4 Reduplikation und Gentransfer.....	115
6 Zu den Begriffen „Subjekt“ und „Zelle“	118

6.1	Zum Terminus „Subjekt“	118
6.2	Zum Begriff der Zelle	121
7	Zusammenfassung und Ausblick	123
Kapitel 3: Zoogenese		125
1	Einleitung	126
2	Die Organisation der tierischen Tätigkeit	127
2.1	Die Ausgangsabstraktion	127
2.2	Die Komponenten der Tätigkeit	128
2.3	Die Organisationsformen der Tätigkeit	130
3	Die Entwicklung der individuellen Tätigkeitsformen	133
3.1	Die Entwicklung der Körpergröße und die Kinese	136
3.2	Die direkte Tätigkeit	137
3.3	Die Entwicklung der operationalen Tätigkeit	140
3.4	Die Herausbildung der kollektiven Tätigkeit	144
4	Die Herausbildung der Vielzelligkeit	146
4.1	Die strukturelle Minimalausstattung vielzelliger Subjekte	146
4.2	Die Herausbildung des vielzelligen Gesamtsubjekts	149
4.3	Zum Begriff der Funktion im vielzelligen Organismus	153
5	Die Tätigkeit des vielzelligen Gesamtsubjekts	157
5.1	Die Entstehung der geradlinigen Bewegung	157
5.2	Hormonale und nervöse Steuerung	159
5.3	Die Herausbildung von Nervenzellen	160
Kapitel 4: Psychogenese		167
1	Einleitung	168
2	Die Entwicklung der nervösen Steuerung der direkten Tätigkeit	169
2.1	Die nervöse Steuerung der direkten Tätigkeit	169
2.2	Die Entstehung der Psyche	182
3	Die Steuerung der operationalen Tätigkeit	196
3.1	Die Herausbildung neuer Sinneszellen	196
3.2	Die Entstehung psychischer Zentren höherer Ordnung	198
3.3	Die Steuerung der operationalen Tätigkeit durch psychische Abbilder	222
3.4	Gegenständlichkeit und Objektivität der psychischen Abbilder	244
4	Zusammenfassung und Ausblick	246
Kapitel 5: Soziogenese		251
1	Einleitung	252
2	Die genetische Organisation ursprünglicher sozialer Systeme ..	255
2.1	Begriffe sozialer Systeme	256
2.2	Die Herausbildung biotischer Arten	258
2.3	Der Gentransfer bei Prokaryonten	261
2.4	Die Steuerung des Gentransfers	266
2.5	Trieb und Bedürfnis	270

3	Die genetische Organisation der Vielzeller	275
3.1	Die Herausbildung von Geschlechtern	275
3.2	Die genetische Organisation der biotischen Art der Vielzeller...	277
4	Die soziale Organisation der Fortpflanzung	281
4.1	Zeitweilige Sozietäten	283
4.2	Dauerhafte Sozietäten.....	284
4.3	Zusammenfassung	287
5	Die Organisation der Kenntnis der eigenen Art.....	289
5.1	Die präpsychische Steuerung der Handlungen	289
5.2	Die psychische Steuerung der Handlungen	291
6	Die Entstehung von Signalhandlungen.....	306
6.1	Bewegungen werden Nachrichten	306
6.2	Nachahmung und Imitation	307
6.3	Nachahmung, Tradition, Kultur.....	312
7	Zusammenfassung	315
7.1	Handlung und Tätigkeit.....	315
7.2	Handlung und Psyche	316
7.3	Handlung und psychische Abbilder.....	319
7.4	Tradierung, Kultur, Lernen.....	326
Kapitel 6: Anthropogenese.....		327
1	Einleitung	328
2	Die kollektive Tätigkeit.....	330
2.1	Die Komponenten gemeinsamer Aktionen.....	330
2.2	Die nächsten Schritte	336
2.3	Die theoretische Rekonstruktion des Ich	338
3	Der Begriff der kollektiven Tätigkeit	355
3.1	Ich und Wir.....	356
3.2	Der Begriff des kollektiven Subjekts.....	358
3.3	Komponenten der kollektiven Tätigkeit	361
3.4	Zusammenfassung: Das Problem des freien Willens.....	365
4	Das soziologische missing link der Menschwerdung	368
4.1	Einleitung	368
4.2	Kommunitäten und Ethnien.....	369
4.3	Initiation und Inzesttabu	371
4.4	Das soziologische Problem der Menschwerdung	372
4.5	Die hypothetische Ur-Gesellschaft	375
4.6	Die Dreiphasentätigkeit als Vehikel der Menschwerdung.....	382
4.7	Das Wohlbefinden gesellschaftlicher Subjekte	399
5	Der theoretische Begriff der Ur-Gesellschaft	405
Kapitel 7: Institutionalisierung.....		409
1	Einleitung	410
2	Die Institutionalisierung der Dreiphasentätigkeit	413

2.1	Soziale Entitäten	413
2.2	Die Institutionalisierung der sozialen Funktionen	417
3	Die Herausbildung der Kultur.....	426
3.1	Die kulturelle Funktion des Werkzeugs.....	426
3.2	Die Aneignung des Werkzeugs.....	428
3.3	Das gesellschaftliche Individuum	430
3.4	Die Herausbildung der pädagogischen Tätigkeit	447
3.5	Zusammenfassung	454
4	Die technische Entwicklung der Arbeit	455
4.1	Die Zurichtung der Arbeitswerkzeuge	455
4.2	Zeichen und Abbild	462
4.3	Die eigenständige individuelle Arbeit.....	471
4.4	Die Entwicklung von Denken und Sprechen	477
5	Die Herausbildung der Stammesgesellschaft.....	489
	Ausblick	494
	Nachwort	501
	Literatur.....	503
	Autoren.....	511
	Sachworte	513

Einführung

Nichts kennzeichnet den Zustand der Wissenschaften vom Menschen deutlicher als die Tatsache, dass es sogar an einem gemeinsamen Wort für diese Wissenschaften mangelt. Es fehlt an einem Ausdruck, der ähnlich wie die Termini „Physik“, „Chemie“ und „Biologie“ die Gesamtheit der Wissenschaften vom Menschen bezeichnen würde. Obwohl sich der Ausdruck „Anthropologie“ hervorragend dazu eignen würde, wird er nicht einheitlich verwendet und umfasst nur einige der Wissenschaften vom Menschen.

In Ermanglung eines anderen geeigneten Terminus bezeichne ich mit dem Terminus „Anthropologie“ für die Zwecke dieses Buches im Sinne seiner ursprünglichen etymologischen Bedeutung die Gesamtheit der Wissenschaften vom Menschen. Wie Zoologie, Ökologie oder Genetik beispielsweise biologische Wissenschaften sind, werden Medizin, Ethnografie oder Geschichte als anthropologische Wissenschaften aufgefasst. Diese Festlegung dient zunächst ausschließlich dem Zweck, dem Terminus „theoretische Anthropologie“ eine Bedeutung zuzuschreiben, die das Anliegen dieses Buches hinreichend genau zum Ausdruck bringen kann. Eine umfassende Darstellung der Entwicklung und gegenwärtigen Verwendung des Ausdrucks „Anthropologie“ gibt Löther (1992).

Als Erster hat den Ausdruck „Theoretische Anthropologie“ meines Wissens Alois Dempf verwendet und diese als Fortsetzung einer „Theoretischen Biologie“ im Sinne Uexkülls verstanden (vgl. Dempf, 1950, S. 24, S. 76ff.). Ich benutze diesen Ausdruck eher in der terminologischen Tradition von Alois Dempf als in dem Ansatz der COTA, der Commission on Theoretical Anthropology der International Union of Anthropological and Ethnological Sciences, der eher die Bedeutung von „Allgemeine Anthropologie“ hat und bereits im Jahre 1997 kurz nach der Gründung der COTA wieder aufgegeben wurde.

Das Fehlen eines gemeinsamen Ausdrucks zur Bezeichnung der Wissenschaften vom Menschen ist Ausdruck der Tatsache, dass die anthropologischen Wissenschaften bei weitem noch nicht den Grad an Integration erreicht haben, durch den sich Physik, Chemie und Biologie auszeichnen. So bieten die Naturwissenschaften ein System von grundlegenden Theorien, die zumindest logisch untereinander verträglich sind und deren grundlegende Thesen wie die Erhaltungssätze oder die Gesetze der biotischen Evolution in jeder einzelnen Theorie gültig bleiben.

Das ist in den Theorien der anthropologischen Wissenschaften anders. Viele enthalten grundlegende Sätze, die nicht nur jeweils

untereinander logisch unverträglich sind, sondern vielfach auch unverträglich mit grundlegenden Sätzen der Naturwissenschaften. Tooby & Cosmides (1992) haben sich dazu grundlegend geäußert. In meiner Arbeit „Neue Paradigmen müssen her“ habe ich die logische Widersprüchlichkeit einiger verbreiteter Paradigmen der Wissenschaften vom Menschen dargelegt (Litsche 2001). Roth diskutiert dieses Problem unter dem Aspekt der Ergebnisse der modernen Neurophysiologie und kritisiert die logische Unverträglichkeit von Natur- und Geisteswissenschaften als die fehlende Anschlußfähigkeit vieler anthropologischer Begriffe an grundlegende naturwissenschaftliche Kategorien:

„Die in einem bestimmten Begriffssystem verwendeten Begriffe dürfen nämlich nicht ausschließlich in diesem System eindeutig sein, sondern sie müssen eine *Anschlußfähigkeit* an umfassendere Begriffssysteme aufweisen. (Roth 2003, S. 195)

Da die spezifischen Eigenschaften des Menschen lange Zeit Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung waren, bevor die Idee der Evolution des Menschen aus dem Tierreich entstand, ist die scharfe Trennlinie, die zwischen Mensch und Natur gezogen wurde, nicht verwunderlich. Sie wurde nach der Begründung der Evolutionstheorie durch Darwin heftig verteidigt, indem methodische Prinzipien entwickelt wurden, durch die jede Zurückführung menschlicher Merkmale auf nichtmenschliche Quellen als methodisch unzulässig betrachtet wurde. Einige Beispiele mögen das belegen:

- Die Linguistische Gesellschaft von Paris untersagte im Jahre 1866 alle Spekulationen über den Ursprung der Sprache.
- Lowie, ein amerikanischer Anthropologe, (1917) schrieb dazu: “the principles of psychology are as incapable of accounting for the phenomena of culture as is gravitation to account for architectural styles,” and “culture is a thing *sui generis* which can be explained only in terms of itself*Omnis cultura ex cultura*” (Lowie, 1917/1966: S. 25-26; 66).
- Murdock, ein amerikanischer Ethnologe, schrieb in einem vielfach zitierten Essay, Kultur sei “independent of the laws of biology and psychology”. (Murdock, 1932. S 200)

Die eklektische Struktur der anthropologischen Wissenschaften ist eine unmittelbare logische Folge der Vorstellung, dass der Mensch außerhalb der Natur steht und deshalb nur aus sich selbst erklärt werden kann. Dieser Eklektizismus kann nur durch die Idee überwunden werden, dass die Menschheit einen einheitlichen natürlichen Ursprung hat, der die theoretische Grundlage einer einheitlichen Erklärung der menschlichen Seinsweise bildet. Der theoretische Ansatz für die Entwicklung einer

monistischen Struktur der Theorien vom Menschen war mit der Formulierung der Theorie der Evolution durch Darwin gegeben.

Sie bildete die theoretische Grundlage für Untersuchungen, die von der Annahme ausgingen, dass die menschlichen Bestimmungen aus nichtmenschlichen Vorformen hervorgegangen sind und die Mensch und Tier folglich gemeinsam besitzen müssen. Untersuchungen dieser Art begannen mit den Arbeiten Köhler's, der im Jahre 1913 seine Untersuchungen zur Intelligenz der Menschenaffen (vgl. Köhler, 1921!) begann. Seitdem wissen wir, dass Schimpansen die Fähigkeit besitzen, Werkzeuge herzustellen und diese zur Problemlösung einzusetzen und folglich ein gewisses Verständnis von Ursache und Wirkung haben. Ähnliche Beobachtungen wurden später in den 30er und 40er Jahren von Yerkes auch in den USA gemacht.

Im Jahr 1960 begann Jane Goodall dann die erste Studie an Schimpansen im Freiland (Gombe Stream, Tansania), der einige weitere Langzeitstudien folgten. Im Jahre 2000 legten Boesch und Boesch-Achermann Ergebnisse ihrer Langzeitstudie im Tai Nationalpark vor. Diese und viele andere Untersuchungen führten dazu, dass bei allen untersuchten und für spezifisch menschlich gehaltenen Eigenschaften festgestellt werden musste, dass diese in gewisser Weise auch bei nichtmenschlichen Lebewesen anzutreffen sind.

Diese Entwicklung veranlasste die amerikanische Anthropologin K. Gibson 1993 anlässlich einer interdisziplinären Konferenz zum Thema „Tools, language and intelligence“ zu folgendem Stoßseufzer:

„Unfortunately, the demolition of one behavioral discontinuity after another brings us no closer to charting the evolution of human cognition than did the discontinuity theories of early decades. If apes possess all behaviors that humans can think to define, then what, if anything, evolved? Do any significant cognitive differences exist?“ (Gibson, 1993, S. 7)

Forschungen dieser Art führten schließlich zu Konzepten, die aus den verhaltensbiologischen Forschungen an Menschenaffen hervorgehen und den Hiatus zwischen Mensch und Natur dadurch zu schließen versuchen, dass die Spezifik der Bestimmungen der menschlichen Seinsweise, die menschliche Kultur, als quantitative Fortschreibung von Bestimmungen ansehen, die bereits in nichtmenschlichen Seinsweisen ausgebildet sind. (vgl. z. B. Boesch & Boesch-Achermann, 2000 oder Savage-Rumbaugh, 1995)

Auf diese Weise wird die theoretische Erfassung der Spezifik der menschlichen Seinsweise nicht wirklich in das System der Naturwissenschaften *integriert*, die anthropologischen Wissenschaften werden vielmehr als Disziplinen in dem System der Naturwissenschaften *untergeordnet*. Dadurch wird der Graben zwischen den anthropologischen und den Naturwissenschaften aber nur vertieft, weil

spezifisch Menschliches wie das gesellschaftliche Bewusstsein, die menschliche Sprache u. a. sich der Erfassung mit rein naturwissenschaftlichen Kategorien entzieht.

Die Auffassung, dass die Menschen manche ihrer spezifischen Eigenschaften mit einigen Tieren, speziell Primaten, gemeinsam haben, beruht jedoch auf Ungenauigkeiten in der begrifflichen und terminologischen Erfassung bestimmter Ähnlichkeiten zwischen manchen Eigenschaften bei Mensch und Tier. Sie entwickelte sich gewissermaßen „top down“, indem gefragt wurde, welche menschlichen Eigenschaften bereits bei unseren Vorfahren gefunden werden können. Bereits durch diese Fragestellung wurden Termini, mit denen ursprünglich menschliche Eigenschaften bezeichnet wurden, auch zur Bezeichnung von Eigenschaften bei Tieren benutzt.

So ist beispielsweise die Zuordnung des Terminus „Werkzeuggebrauch“ zu bestimmten menschlichen und tierischen Verhaltensweisen die paradigmatische Vorwegnahme von Ergebnissen einer eigentlich erst durchzuführenden Untersuchung, in der nachzuweisen wäre, dass die Bezeichnung dieser verschiedenen Verhaltensweisen mit ein und demselben Terminus zutreffend ist. Die zu beantwortende Frage muss also heißen: „Worin unterscheiden sich *menschliches* Denken, *menschliche* Gesellschaft, *menschliche* Werkzeugherstellung von ihren biotischen Vorformen?“ Erst wenn nachgewiesen würde, dass zwischen den untersuchten menschlichen und nichtmenschlichen Bestimmungen keine signifikanten Unterschiede bestehen, wäre diese Verwendung nur eines Terminus zulässig.

Die gegenwärtige Diskussion des Verhältnisses der anthropologischen zu den Naturwissenschaften wird auch durch die rasanten Fortschritte der neurophysiologischen Forschung bestimmt. Eine umfassende Darstellung des Standes dieser Diskussion findet man beispielsweise bei Roth. (Vgl. Roth 2003, S. 194ff.!) Die Richtung der Argumentation ist die gleiche, wie die folgende Textstelle zeigt:

„Diese Anschauung (die Trennung von Natur- und Geisteswissenschaften G.L.), die das wissenschaftliche Lager-Denken auch heute noch weitgehend beherrscht, wird aber durch die neuen Erkenntnisse der Biologie, der Hirnforschung und der Psychologie hinfällig. Zum einen hat der Mensch gegenüber den Tieren seine Einzigartigkeit verloren; er ist sowohl körperlich als auch geistig-psychisch ein Teil der belebten Natur. Geist und Bewußtsein stellen sich als naturhafte Ereignisse dar, die in manchen Formen nicht einmal auf den Menschen beschränkt sind. (Roth 2003, S. 206)

Für die Lösung dieser Aufgabe sieht Roth folgenden Weg:

„Es muss also unser Bestreben sein, den traditionellen Graben zwischen den Natur- und Biowissenschaften einerseits und den Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften andererseits zu überbrücken und letztlich zuzuschütten. Dies meint nicht die Forderung, dass alle diese Disziplinen ihre Eigenexistenz aufgeben müssten (wie häufig befürchtet wird), sondern nur, dass sich zwischen der Biologie in Form der Evolutionsbiologie, der

Verhaltensforschung und der Neurobiologie einerseits und der Psychologie, der Ethnologie und den empirischen Sozialwissenschaften andererseits jeweils „Brückentheorien“ ergeben. (Roth 2003, S. 205f.)

Die Möglichkeiten dieses Vorgehens sind offenbar erschöpft, ohne dass die Integration der Wissenschaften vom Menschen entscheidende Fortschritte gemacht hätte. Die logische Unvereinbarkeit zwischen den naturwissenschaftlichen und anthropologischen Theorien ist nicht überwunden. Eine Integration der anthropologischen Wissenschaften zu einem eigenständigen System wissenschaftlicher Theorien, das mit den grundlegenden Theorien der physikalischen, chemischen und biologischen Wissenschaften logisch konsistent verbunden ist, steht nach wie vor auf der Agenda der Wissenschaften.

Ein Gesamtsystem der Wissenschaften erfordert folglich ein Herangehen, das die Erfassung der qualitativen Besonderheiten der spezifisch menschlichen Bestimmungen in Begriffen ermöglicht, die an die grundlegenden Begriffe von Physik, Chemie und Biologie anschließen. Die grundlegenden Begriffe der menschlichen Seinsweise müssen folglich auf naturwissenschaftliche Begriffe zurückgeführt werden. Da die Begriffe der menschlichen Seinsweise jedoch historisch aus sich heraus unabhängig von jeglicher Bindung an naturwissenschaftliche Kategorien gewachsen sind, kann der Brückenschlag nicht vom Ufer der Anthropologie aus erfolgen. Dieser Weg müsste die Begriffe der Naturwissenschaften aus den Begriffen der Geisteswissenschaften ableiten. Die Brücke kann folglich nur „bottom up“ errichtet werden, als Rekonstruktion der tatsächlichen Entwicklung der menschlichen Seinsweise.

Dieser Weg soll in diesem Buch versucht werden. Er kann aber nicht nur partiell gegangen werden, sondern muss den gesamten Raum überbrücken. Und da er kaum begangen ist, kann ein erster Versuch nur den Entwurf für ein Gerüst dieser Brücke zeichnen. Elemente dieser Konstruktion sind die begrifflichen und terminologischen Systeme der Wissenschaften, von denen nur diejenigen in das Konstrukt einbezogen werden, die als Minimalausstattung ein hinreichend tragfähiges Gerüst ergeben.

*

Die hier zu rekonstruierende Entität ist das Leben der Menschen, ihre spezifische Art und Weise, Menschen zu sein. Dabei geht es nicht um die Frage, wie die Menschen *sind*, sondern um die Frage, wie die Menschen *Menschen* sind.

Diese Seinsweise ist das Resultat der Evolution. Die Evolution ist so der „Konstrukteur“ des zu rekonstruierenden Originals. Ihr die Methode abzuschauen, mit der sie die menschliche Seinsweise hervorgebracht hat, schien mir ein geeigneter Weg zu sein, das Vorbild auch theoretisch zu rekonstruieren.

Dabei geht es nicht darum, den gesamten Prozess der chemischen, biologischen und sozialen Evolution in all seinen Verzweigungen, Umwegen und Zickzacks darzustellen, sondern diesen Prozess auf seine theoretisch erforderliche Minimalausstattung zu reduzieren. Grundzüge dieses methodischen Vorgehens habe ich bereits an anderer Stelle dargelegt (Litsche 2001).

Was die Kenntnis des tatsächlichen Verlaufs angeht, stehen wir bei seiner theoretischen Rekonstruktion vor dem Problem, dass uns dieser nur lückenhaft bekannt ist. Insbesondere fehlt uns die Kenntnis des tatsächlichen Geschehens beim Übergang von einer Entwicklungsstufe in die folgende. Es gibt noch viele „missing links“. Sie können bei der theoretischen Rekonstruktion zunächst nur durch Hypothesen ersetzt werden, zu deren Darstellung geeignete begriffliche und terminologische Werkzeuge entwickelt werden müssen. Diese Hypothesen können durch weitere empirische Forschungen geprüft werden und so die Theorie verifizieren.

Da die Evolution allmählich, in einzelnen Schritten verläuft, muss auch ihre Rekonstruktion schrittweise erfolgen. Dabei hier kommt es auf die Rekonstruktion der logisch erforderlichen Schritte an. Wie die Evolution muss auch ihre Rekonstruktion jedoch bei jedem Schritt ein System ergeben, das in seiner Umwelt nicht nur lebensfähig ist sondern gegenüber seinem Vorgänger auch einen Auslesevorteil besitzt.

Gerade diese Bedingungen unterscheiden die Rekonstruktion von einer einfachen Konstruktion, die Teile solange zusammenfügt, bis ein funktionierendes System entsteht, ohne dass eine der Zwischenstufen funktionieren muss. Diesen ahistorischen Weg der Konstruktion konnte die Evolution nicht beschreiten, sie musste stets Zwischenstufen entwickeln, die in ihrer Umwelt lebensfähig waren. Mit diesen Umweltbedingungen sind auch diese Zwischenstufen untergegangen und müssen deshalb hypothetisch rekonstruiert werden.

Das erfordert, nicht nur die zur Herausbildung der menschlichen Seinsweise minimal erforderlichen fossilen und rezenten lebenden Systeme zu rekonstruieren, sondern auch die jeweiligen „fossilen“ Umweltbedingungen, unter denen diese den Auslesevorteil erhielten, durch den die notwendigen Fortschritte der Evolution möglich wurden.

Die schrittweise theoretische Rekonstruktion der Herausbildung der menschlichen Seinsweise ergibt schließlich ein theoretisches Konstrukt,

in dem die logische Ordnung der rezenten Bestimmungen die historische Abfolge ihrer Herausbildung widerspiegelt. Das Konstrukt der menschlichen Seinsweise erhält also nacheinander Bestimmungen, die das Leben zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf unterschiedlichen Entwicklungsstufen hervorgebracht hat. Ihre theoretische Rekonstruktion muss genau diese Entwicklungsstufen widerspiegeln. Beginnen muss die Rekonstruktion der menschlichen Seinsweise folglich am Anfang, d. h. mit der Rekonstruktion der Entstehung des Lebens.

Das zu entwickelnde theoretische Modell muss nur die für das Funktionieren der jeweiligen Entwicklungsstufe erforderliche Minimalausstattung enthalten. Die Betrachtungsweise ist also vorwiegend systemtheoretisch, für die nur die Funktionen des Systems und seiner Elemente von Bedeutung sind, während stoffliche und anatomisch-morphologische Aspekte vernachlässigt werden können. Letztere werden dann bedeutsam, wenn es um die Frage geht, welche empirisch gegebenen Systeme als Realisierungen des jeweiligen theoretischen Konstrukts angesehen werden können.

Um nun eine besondere künstliche Terminologie für die theoretischen Modelle zu vermeiden, wurden, soweit möglich, sowohl für die theoretischen Konstrukte als auch für deren empirische Realisierungen die gleichen sprachlichen Ausdrücke benutzt. Nur zur Bezeichnung hypothetisch erforderlicher missing links mussten eigene Termini gebildet werden. Zur Vermeidung von Missverständnissen habe ich nach einer dazu geeigneten sprachlichen Gestaltung gesucht, wobei ich gelegentlich eine gewisse Umständlichkeit nicht zu vermeiden gewusst habe.

*

Zur Präzisierung der Vorgehensweise ist es weiter erforderlich, den Ausdruck „theoretisch“ genauer zu bestimmen. In der Literatur sind verschiedene Verwendungsweisen dieses Terminus anzutreffen, deren Spezifik sich jeweils aus dem Begriff ergibt, der als dem Begriff der Theorie komplementär angesehen wird. Durch sie wird das Bezugssystem gekennzeichnet, in das der jeweilige Theorie-Begriff eingeordnet ist. Solche Bezugssysteme sind beispielsweise:

- Theorie - Praxis
- Theorie - Methode
- Theorie - Empirie.

Ganz allgemein sind Theorien meist systematisch geordnete Gedanken über einen Bereich der Realität. Verschiedene Typen von Theorien

unterscheiden sich hinsichtlich der Methoden, mit denen ihre Begriffe gebildet werden. In einem engen Sinne wird die Theorie als hypothetisch-deduktive Theorie angesehen und von der empirischen Theorie, der empirischen Form wissenschaftlicher Erkenntnis unterschieden.

Ein wesentliches Merkmal von Theorien dieser Art ist die Spezifik ihrer Objekte. Das Objekt einer hypothetisch-deduktiven Theorie und tatsächlich real existierende Dinge sind nicht dasselbe. Objekte der Theorie sind mehr oder weniger adäquate Modelle, Abbilder der Wirklichkeit, sie sind deren theoretische Rekonstruktionen.

Beispiele dafür lassen sich in den Naturwissenschaften finden. Die Physik z. B. bearbeitet Objekte, wie den ‚idealen Transformator‘, den ‚absolut schwarzen Körper‘ oder die ‚ideale Flüssigkeit‘. Diesen Begriffen entspricht kein wirklich existierendes Ding, sie sind Idealisierungen, logische Konstruktionen. In der Terminologie der Logik bilden diese Begriffe eine leere Klasse ab. Trotzdem haben sie sich als unentbehrlich bewährt, ohne sie gäbe es keine theoretische Physik.

Theoretische Begriffe werden durch *Idealisierung* gebildet. Dieses Verfahren beruht darauf, dass von messbaren Parametern eines empirisch gegebenen Individuenbereich ausgehend ein Grenzwert gebildet wird, der in der Realität nicht erreicht wird. So ist z. B. der ‚ideale Transformator‘ ein Transformator mit dem Wirkungsgrad 1, der in der Realität nie erreicht wird. Ähnlich werden alle theoretischen Begriffe der Physik gebildet. Dadurch wird ein idealisiertes Objekt, ein theoretisches Modell geschaffen, das die zur Idealisierung benutzte Eigenschaft logisch repräsentiert. Die Funktion des so gewonnenen theoretischen Modells besteht darin, den wirklichen Gegenstand in der theoretischen Analyse zu vertreten.¹

Den Objekten experimenteller und anderer empirischer Arbeiten kommen die idealisierten Merkmale stets nur in einem bestimmten Maße zu. Für die Darstellung der Theorie haben sie vor allem die Funktion, theoretisch abgeleitete Aussagen zu veranschaulichen. Durch sie werden abstrakte Aussage mit einem vorstellbaren dinglichen Inhalt versehen. Sie dienen nicht dem ‚Beweis‘ dieser theoretischen Aussagen, da sie ja aus diesen durch Idealisierung gewonnen wurden.

Hypothetisch-deduktive Theorien sind als Aussagen über ideale Objekte nicht wahrheitsfähig i.e.S., sie sind zweckmäßig, wenn empirisch als wahr erwiesene Aussagen aus ihnen ableitbar sind. Alles empirisch Bestätigte muss daher aus der Theorie ableitbar sein. Die

¹ Weiter führende Ausführungen zu der Methode dieser Arbeit findet man auf meiner Website <http://www.forschungsprojektMensch.de>. (Litsche 2001b und 2001c)

Auswahl solcher empirischer Daten ist daher beliebig und erfordert folglich keine speziellen Literaturangaben. Jedes neue Lehrbuch gilt als Quelle.

Dieser Umstand bestimmt die Auswahl der in dieser Arbeit zitierten Quellen. Beim Verweis auf Fakten, die als allgemein bekanntes Lehrbuchwissen angesehen werden können, wird nicht eigens auf eine Quelle verwiesen. Nur wenn Aussagen über neuere Ergebnisse empirischer Untersuchungen abgeleitet werden, wird diese explizit zitiert. Es ist nicht Aufgabe theoretischer Rekonstruktionen, neue empirische Daten zu ermitteln. Sie müssen die vorhandenen Daten neu ordnen und systematisieren. Die explizite Mitteilung empirischer Daten hat daher nicht die Funktion, die theoretisch entwickelten Sätze zu beweisen, sondern dient vorwiegend der Veranschaulichung. Auch eine sehr große Anzahl empirischer Daten ist kein Beweis für die Wahrheit einer Theorie, denn ein einziges empirisches Faktum genügt, sie zu falsifizieren.

Die Besonderheit der hier zu entwickelnden Theorie besteht in ihrer „Brückenfunktion“. Sie ist nicht Theorie eines abgegrenzten Objektbereiches, sondern soll verschiedene Objektbereiche mittels anschlussfähiger Begriffe miteinander verbinden. Das vorhandene empirische Material und die bestehenden theoretischen Konzepte werden dabei in die neue theoretische Konstruktion einbezogen. Dazu ist es gelegentlich erforderlich, sie aus ihren gewachsenen Zusammenhängen zu lösen und auf neue Art miteinander zu verbinden. Vorhandene begriffliche und terminologische Systeme müssen also einer gewissen Revision unterzogen werden.

Im Verlaufe der Rekonstruktion müssen schließlich auch Objektbereiche überbrückt werden, zu denen es weder empirisches Material noch theoretische Konzepte gibt. Solche Lücken müssen durch hypothetische Konstruktionen ausgefüllt werden. Dabei werden auch Aussagen abgeleitet, die bisher noch keiner empirischen Prüfung unterzogen wurden. Die Ableitung solcher empirisch verifizierbarer Aussagen zeigt die heuristische Zweckmäßigkeit der Theorie.

*

Für eine einleitende Vorschau über den einzuschlagenden Weg bildet die Metapher der Brücke über einen Graben nicht das ab, was eigentlich zu leisten ist, denn sie lässt den Graben zwischen den Naturwissenschaften und den Wissenschaften vom Menschen ebenso unangetastet wie die Metapher des Zuschüttens. Ich gehe vielmehr von einem Paradigma aus, in dem alle Wissenschaften Orte auf einer

Landkarte darstellen. Die dargestellte Landschaft ist die Welt, in der wir leben.

Auf dieser Landkarte gibt es noch unkartierte Räume, weiße Flächen, zwischen durch die noch keine verbindenden Wege gefunden wurden. In Ermanglung der Kenntnis der Wege werden nun in diesen weißen Flächen die verschiedensten Barrieren angenommen (Abbildung 1B). Diese Annahme ist genauso gut begründet wie die Annahme, dass die Räume zwischen den bekannten Orten von einer noch unübersehbaren weiten Ebene ausgefüllt sind (Abbildung 1A).

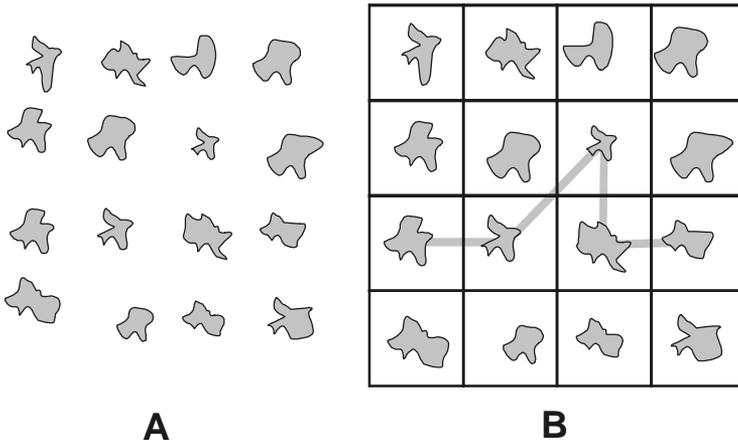


Abbildung 1: Landkarte der Wissenschaften (—: mögliche Verbindungswege, Gitter: hypothetische Barrieren)

Es lässt sich also begründet annehmen, dass bisher nicht überwundene Gräben oder hypothetische Schritte nicht überbrückt werden müssen, sondern Schritt für Schritt überwunden werden können. Die Gegenstände der einzelnen Wissenschaften grenzen unmittelbar aneinander und sind, wie jede Grenze, durch *einen* Schritt zu überwinden (Abbildung 1b).

In dieser Annahme ist das in dieser Arbeit verfolgte Ziel begründet, die menschliche Seinsweise schrittweise zu rekonstruieren und zu zeigen, dass der Mensch etwas Besonderes ist, das durch *rekonstruierbare* Schritte aus der biotischen Seinsweise des Lebendigen hervorgegangen ist. Es gibt keine Gräben zwischen Mensch und Natur, die überbrückt oder zugeschüttet werden müssten. Es gibt nur die kontinuierliche Evolution.

Die auf dieser Karte dargestellte Landschaft ist das Ergebnis der Entwicklung unserer Erde. Das heißt, dass das räumliche Bild der

Landkarte auch eine zeitliche Dimension erhalten muss. Die realen Orte, die in den verschiedenen Wissenschaften abgebildet werden und damit den Gegenstand dieser Wissenschaften ausmachen, haben nicht immer bestanden. Der Weg, der zwischen den Orten der Wissenschaft zu finden ist, entsteht erst in der Zeit.

In dieser Sicht werden die weißen Flächen der Landkarte als verschiedene Formen der Überbrückung der Zeit interpretiert und beispielsweise als „Katastrophen“, „qualitative Sprünge“ oder „Fulgurationen“ bezeichnet. In der biotischen Evolution werden solche Sprünge gewöhnlich „Makroevolution“ genannt.

Die Annahme von Barrieren oder Sprüngen unterstellt eine Natur, in der es nicht nur kontinuierlich zugeht, sondern in der es auch zu Diskontinuitäten, eben zu Sprüngen usw. kommt, die nicht auf kontinuierliche, allmählich verlaufende Prozesse zurückzuführen sind. Solche Diskontinuitäten werden in großer Zahl *beschrieben*, aber in keinem Falle *erklärt*. Damit korreliert der Umstand, dass die Bezeichnungen für die hypothetischen Diskontinuitäten vorwiegend und oft *expressis verbis* aus philosophischen Konzepten stammen und nicht durch irgendeine logisch nachvollziehbare Form der Verallgemeinerung empirischer Sachverhalte entwickelt werden.

Damit soll nicht die Existenz von Diskontinuitäten in Abrede gestellt werden. Dort, wo sie erklärt werden können, lassen sie sich stets auf einen bestimmten Schritt in einer Folge kontinuierlich ablaufender Schritte zurückführen wie beispielsweise das Sieden von Wasser auf die kontinuierliche Erhöhung der Geschwindigkeit der Moleküle oder die biotischen Mutationen auf den Austausch eines Basenpaares der DNA. (s. auch S. 49!)

Für die Rekonstruktion dieser Entwicklung bedeutet das, dass die Reihenfolge der Darstellung auch die zeitliche Abfolge dieser Entwicklung darstellen muss. Womit die Entwicklung anfängt, damit muss auch die Rekonstruktion anfangen. Die jetzt gegebenen wissenschaftlichen Abbilder der entwickelten Gegenstände müssen - um im Bilde zu bleiben - auf einen Stapel gelegt werden, aus dem sie dann in der Reihenfolge ihres Auftretens entnommen und so angeordnet werden, das die entstehenden räumlichen Beziehungen der genetischen Abfolge entstehen (Abbildung 2).

Die größte Schwierigkeit besteht nun darin stets zu beachten, dass bei jedem Schritt der Rekonstruktion nur das in die Gestaltung des Konstrukts einbezogen werden kann, was zum rekonstruierten Zeitpunkt der Entwicklung auch bereits entstanden ist. In der in Abbildung 2 dargestellten zweiten Stufe der Rekonstruktion kann die Entwicklung nicht rekonstruiert werden, weil nicht entschieden ist, wie die

Entwicklung weitergehen wird. Anderenfalls müsste man annehmen, die Evolution sei vorherbestimmt, wie dies beispielsweise bei vielen kreationistischen Paradigmen der Fall ist.

Erst wenn die Entwicklung den in Stufe 3 dargestellten Schritt vollzogen hat, kann der zurückgelegte Weg rekonstruiert werden.

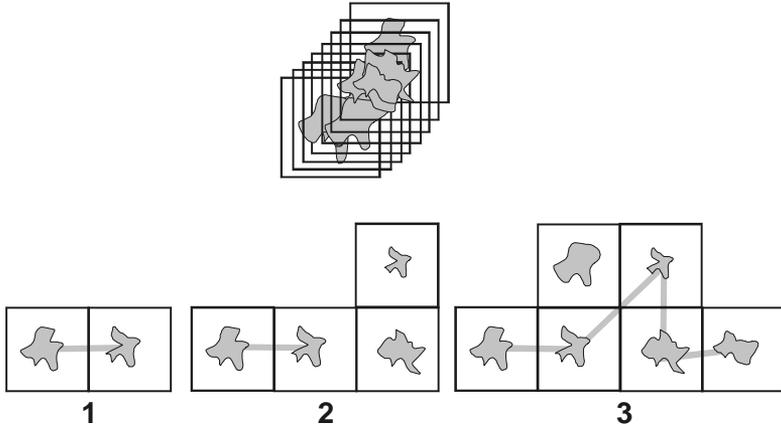


Abbildung 2: Probleme der Rekonstruktion einer Entwicklung
(Erläuterung im Text)

*

Die bisherigen Ausführungen ermöglichen eine begründete Vorschau auf die Gliederung des Buches. Die zu rekonstruierenden Bestimmungen der lebenden Systeme bilden sich schrittweise nacheinander heraus, bestehen und wirken dann aber gleichzeitig nebeneinander. Die sprachliche Form der Darstellung erfordert es aber, auch das gleichzeitig Existierende nacheinander zu beschreiben. Angemessener wäre diesem Sachverhalt die Form einer Partitur, in der gleichzeitig zu spielende Stimmen untereinander geschrieben werden.

Eine solche Darstellungsweise wäre auch der Struktur der zu entwickelnden Theorie angemessen, werden doch bestimmte Themen immer wieder aufgegriffen und zeitversetzt wie die Stimmen eines Kanons² mehrfach in anderem Zusammenhang quasi kontrapunktisch wiederholt.

Das Thema, das in den einzelnen Stimmen und Variationen immer wieder aufgenommen wird, ist die individuelle Tätigkeit als die

² Dieser Vergleich wurde durch Douglas R. Hofstadter (1991) angeregt.

spezifische Seinsweise der lebenden Individuen. Aus ihr geht gewissermaßen als zweites Thema die soziale Handlung hervor, welche die Erhaltung des Lebens in der Zeit ermöglicht.

Bei einer bestimmten Entwicklung des ersten Themas entsteht die Steuerung der Tätigkeit, deren Entwicklung zur Psyche die Entwicklung der Tätigkeit wiederholt wie die zweite Stimme die Melodie eines Kanons wiederholt. Eine weitere Wiederholung erfolgt dann bei der Entwicklung der Steuerung der Handlung.

Die individuelle Tätigkeit der Tiere geht schließlich in die kollektive Tätigkeit der Menschen über, die als vielstimmiger Chor die Gesamtheit der bisher entwickelten Themen und Stimmen aufgreift und die soziale Seinsweise der menschlichen Gesellschaft zu einem symphonischen Finale zusammenführt.

*

Daraus ergibt sich die Abfolge der Darstellung. Nachfolgend werden solche „Essentials“ der einzelnen Kapitel thesenartig aufgeführt, die durch neue Sichten auf bekannte Inhalte als Wegweiser für den bevorstehenden Weg dienen sollen.

1.1.1.1 Kapitel 1: Biogenese

Die Analyse muss mit der Rekonstruktion der Entstehung des Lebens auf der Erde beginnen. Die lebenden Systeme werden als thermodynamisch geschlossene Systeme rekonstruiert, deren Stoffaustausch mit der Umgebung durch die Membran nicht auf thermodynamischem Wege, sondern aktiv unter Einsatz biotischer Energie durch Resorber und Exkretoren erfolgt.

Das theoretische Konstrukt der thermodynamisch impermeablen Membran gestattet die Definition eines Begriffs des lebenden Systems als *Subjekt*, dessen Aktionen nicht mehr Reaktionen auf äußere Einwirkungen sind, sondern autonome Leistungen des Systems.

Autonome Leistungen des lebenden Systems entstehen, wenn die eine konzentrierte Phase des Urozeans dazu übergeht, Energieträger aus der weniger konzentrierten Phase gegen den Konzentrationsgradienten aufzunehmen. Diese Fähigkeit beruht auf Energieträgern, die den in stabilen thermodynamischen Systemen vorhandenen sind. Die Aufnahme von Stoffen gegen den Diffusionsgradienten führt dazu, dass die innere Energie der stabilen Systeme zunimmt. Die Systeme beginnen zu leben, die Wechselwirkung wird zur Tätigkeit.

Die Tätigkeit kann nur während eines bestimmten kritischen Zustandes des Urozeans entstehen. Die stabilen Systeme verfügen über

einen gewissen Energievorrat und die Konzentration der Energieträger des Urozeans erreicht die kritische Größe, die keine Diffusion mehr ermöglicht. Dieser Zustand der konzentrierten Phase ist das *Bedürfnis*. Der kritische Zustand kann nur überwunden werden, indem die thermodynamischen Phasen des Urozeans die Beziehung Subjekt – Gegenstand aufzunehmen und zur Tätigkeit als neuer Wechselwirkung übergehen. Durch ihre Tätigkeit erhält die biotische Phase das thermodynamische Ungleichgewicht.

1.1.1.2 Kapitel 2: Ökogenese

Das ursprüngliche thermodynamische Ungleichgewicht verbraucht die abiotischen Ressourcen des Urozeans und führt mit dem Erreichen des limitierenden Wertes zu einer kritischen Situation: Diese kann unter Erhaltung der biotischen Phase nur überschritten werden, indem sich die biotische Phase in die ökologischen Phasen der Autotrophen und Heterotrophen differenzierte. Der ursprüngliche Urozean wird zur Biosphäre. Diese Biosphäre eine Phase der Hydrosphäre, die als thermodynamisch geschlossenes System durch Zuführung von Energie einen Zustand des Ungleichgewichts aufrecht erhält. Zwischen den einzelnen Komponenten der Biosphäre entsteht das ökologische Gleichgewicht. Das thermodynamische Ungleichgewicht zwischen biotischer und abiotischer Phase kann sich solange erhalten, wie das ökologische Gleichgewicht in der Biosphäre erhalten bleibt. Dadurch ist die Erhaltung der biotischen Phase prinzipiell nur durch die Limitierung der Existenz der Sonne limitiert.

Die Differenzierung der lebenden Individuen in die überindividuellen Systeme der Autotrophen und Heterotrophen erfordert die Entwicklung von Komponenten der individuellen Minimalausstattung, die der Erhaltung der überindividuellen Systeme dienen. Gesteuerte Bewegung, Vermehrung, Gentransfer und genetische Isolation werden zu Auslesevorteilen. Sie gewährleisten die Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts. Mit der Herausbildung der Steuerung entstehen Nachrichten und Informationen als neue Leistungen des Organismus. Die lebenden Systeme erweisen sich auch als informationell geschlossene Systeme, die körpereigenen Prozessen und externen Fernwirkungen subjektive Informationen zuweisen, indem sie interne Prozesse und externe Fernwirkung autonom Informationsträger interpretieren. Die Subjekte werden nicht gesteuert, sie steuern sich selbst.

Mit der Differenzierung der biotischen Phase gehen die lebenden Systeme auch Beziehungen miteinander ein. Diese sozialen Beziehungen werden durch die Handlung als neuer Form der Wechselwirkung realisiert.

1.1.1.3 Kapitel 3: Zoogenese

Die Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts macht die Körpergröße der lebenden Komponenten der Biosphäre zum Auslesevorteil. Die physikalisch bedingte Limitierung der Zellgröße führt zur Herausbildung der Vielzelligkeit. Vielzeller entstehen aus Zellkolonien von genetisch identischen Zellen, die durch mitotische Teilung aus einer Zelle hervorgehen.

Die Zellen bleiben auch im vielzelligen Organismus eigenständige Subjekte. Sie erhalten sich durch ihre Tätigkeit, die ihre Bedürfnisse befriedigt. Aus ihrer genetischen Identität folgt die Identität ihrer Bedürfnisse, die es den einzelnen Zellen ermöglicht, sich zum Gesamtsubjekt mit gemeinsamem Gegenstand zu formieren. Dieses Zusammenleben der Zellen im Vielzeller erfordert neue Komponenten ihrer funktionellen Ausstattung.

Die informationelle Geschlossenheit der Subjekte erfordert die Herstellung der informationellen Geschlossenheit des Gesamtsubjekts. Das erfolgt, indem die Teilsubjekte ihre Lebensäußerungen autonom als Nachrichten des Gesamtsubjekts interpretieren. Das ermöglicht es ihnen, ihre Tätigkeiten zu steuern, indem sie anstelle externer Fernwirkungen von Gegenständen die Lebensäußerungen anderer Zellen setzen. Das ermöglicht es ihnen, ihre Tätigkeit mit den Tätigkeiten der anderen Zellen zu koordinieren. So macht sich jede Zelle zum Teilsubjekt und ihre Zellkolonie zum Gesamtsubjekt.

Diese Form der autonomen Interpretation erklärt die funktionelle Differenzierung der vielzelligen Organismen und die Herausbildung der Koordinierung der Tätigkeiten der Zellen. Die individuellen Tätigkeiten der Zellen sind Funktionen des Gesamtsubjekts.

Mit der Erfüllung seiner Funktion wird jedes Teilsubjekt zum identischen Repräsentanten des Gesamtsubjekts, das in seiner Tätigkeit zum Referenten des Gesamtsubjekts wird.

1.1.1.4 Kapitel 4: Psychogenese

Die zunehmende Differenzierung der biotischen Phase macht die Herausbildung neuer Tätigkeitsformen erforderlich. Die *direkte* Tätigkeit erfordert eine neue Form der Steuerung der Bewegung, die vom nun erforderlichen Nervensystem erfüllt wird.

Die Funktion des Nervensystems besteht in der Steuerung aller anderen Funktionen des Vielzelllers. Diese Funktion verleiht dem Nervensystem eine herausgehobene Stellung gegenüber allen anderen Organen. Ich bezeichne diese Funktion des Nervensystems als „Psyche“. In der Psyche repräsentiert das Nervensystem nicht nur wie alle anderen Organe das Gesamtsubjekt *in* seiner spezifischen Funktion, seine

spezifische Funktion *ist* die Repräsentation. In Bezug auf das Gesamtsubjekt ist die Funktion der Psyche also dessen selbstreferenzielle Repräsentation. In der Psyche referenziert sich das Gesamtsubjekt selbst. Insofern ist die Psyche keine Funktion wie alle anderen auch, sondern eine ausgezeichnete Funktion, welche von den Funktionen aller anderen Teilsubjekte kategorial zu unterscheiden ist. Sie referenziert das Gesamtsubjekt gegenüber den anderen Teilsubjekten.

Mit der Herausbildung der Operation und deren Steuerung entstehen Nervenzellen mit neuen Funktionen. Diese dienen der Anpassung der Tätigkeit an Gegebenheiten der Umwelt durch Einbeziehung von Gegenstandssignalen in die Steuerung. In dieser Funktion verlieren die Nervenzellen ihre herausgehobene Funktion als selbstreferenzielle Referenten des Subjekts. Sie werden wieder zu Funktionen wie alle anderen Funktionen auch. Es sind also referenzielle psychische Funktionen und die selbstreferenziellen Funktionen des Nervensystems als Psyche i.e.S., zu unterscheiden. Zu den referenziellen psychischen Funktionen gehört beispielsweise die Erzeugung psychischer Abbilder.

Diese terminologischen Festsetzungen ermöglichen die präzise Unterscheidung des lebenden Subjekts von der Psyche als Repräsentant dieses Systems. - Nicht das Gehirn fühlt, denkt und entscheidet, sondern das Subjekt fühlt, denkt und entscheidet mittels seines Gehirns.

1.1.1.5 Kapitel 5: Soziogenese

Die Tätigkeit ist kategorial von der Handlung zu unterscheiden. Beide erfüllen unterschiedliche Funktionen bei der Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts der Biosphäre. Die Tätigkeit sichert die Erhaltung der biotischen Phase, indem sie Erhaltung der einzelnen lebenden Individuen und damit das Sein der biotischen Phase als thermodynamisches System gewährleistet. Die Tätigkeit erhält das *thermodynamische Ungleichgewicht* der Biosphäre durch die Erhaltung der lebenden Systeme.

Die Handlung sichert die Erhaltung der biotischen Phase, indem sie die Erhaltung und Entwicklung der Gliederung der biotischen Phase in unterschiedliche ökologische Phasen (die biotischen Arten) gewährleistet. Die Handlung sichert die Erhaltung und Stabilisierung des *ökologischen Gleichgewichts* der Biosphäre.

Handlungen werden nicht von Bedürfnissen angetrieben, sondern von Trieben. Wie das Bedürfnis das lebende System in den Zustand des tätigen Subjekts versetzt, versetzt der Trieb das lebende System in den Zustand des handelnden Artgenossen. Zur Steuerung und Ausführungen der Handlungen nutzt das lebende System einerseits die bei der

Entwicklung der Tätigkeit entstandenen funktionellen Komponenten und bringt andererseits neue hervor.

Die autonome Interpretation richtet sich nun auf die Fernwirkungen der Artgenossen, die als psychische Bilder der Angehörigen der eigenen Art auch individuell gespeichert werden. Dazu ist eine eigenständige Komponente der neuronalen Ausstattung erforderlich, die Prägung und das Artgedächtnis. Bei der Prägung werden individuelle Abbilder der Artgenossen ohne individuelle Wertung gespeichert, sie werden nicht konditioniert. Dadurch wird die Prägung zur ursprünglichen Form der Weitergabe sozialer Informationen auf nicht-genetischem Wege.

Die geprägten psychischen Abbilder der eigenen Art werden in einem eigenständigen Bereich der psychischen Funktionen gespeichert, der nicht mit dem Bereich der Gegenstandsbilder zusammenfällt. Gegenstandsbilder und Artbilder sind disjunkte Mengen psychischer Bilder, auch wenn ihre Signale und Nachrichten auf den gleichen Kanälen transportiert werden. Die psychischen Bilder der eigenen Art sind nicht konditionierbar und resistent gegen Erfahrungen.

Diese Spezifik der geprägten psychischen Bilder der eigenen Art impliziert, dass sie als Bilder derjenigen Entitäten entstehen, die sie als Partner in ihre Handlungen einbeziehen. Diese Mitglieder der eigenen Art bilden die Sozietäten, die im Leben den Individuen anstelle der gesamten Art fungieren. In stabilen Sozietäten führt Prägung zu Tradierung.

1.1.1.6 Kapitel 6: Anthropogenese

In den individualisierten Sozietäten mancher Primaten, den *Kommunitäten*, können die Mitglieder kooperieren und die durch kooperative Aktionen erbeuteten Gegenstände untereinander *teilen*. Das erfolgt, indem die Handlung des Fütterns (Geben) mit einer Tätigkeit zur Nahrungsaufnahme (Nehmen) koordiniert wird. Die beteiligten Partner nehmen also entweder als Subjekt oder als Artgenosse an der koordinierten Aktion teil. Koordinierte Aktionen können nur ausgeführt werden, wenn die korrelierenden Aktionen gleichzeitig ausgeführt werden.

Die zur Herausbildung von Kommunitäten erforderliche psychische Minimalausstattung ermöglicht es dem einzelnen Individuum nicht, den Gegenstand zu *verteilen*, d. h. sowohl sich selbst als auch dem Artgenossen seinen Teil zuzuordnen. Zu dieser Leistung ist eine neue psychische Komponente erforderlich, die es dem Individuum ermöglicht, seine Zustände als Subjekt *und* als Artgenosse zu steuern und so gleichzeitig als Subjekt und als Artgenosse zu agieren. Die psychische Komponente ist das individuelle *Bewusstsein*.

Das individuelle Bewusstsein und die Fähigkeit des Verteilens ermöglicht es den Mitgliedern der Kommunitäten, sich zu kollektiven Subjekten zu assoziieren und zu kollektiver Tätigkeit überzugehen. Die kollektive Tätigkeit besteht aus den Phasen Produktion, Verteilung und Genuss. Sie führt zur Herausbildung neuer sozialer Beziehungen zwischen den beteiligten Individuen, die schließlich zur Entwicklung *genetisch geschlossener* Kommunitäten führt, in denen die reproduktiven Beziehungen zwischen den Generationen durch Initiation und Inzesttabu *gesellschaftlich* organisiert sind. Anthropogenese ist gesellschaftliche Artbildung.

In assoziieren Kommunitäten werden biotische Prozesse zunehmend gesellschaftlich organisiert. Die aus der kollektiven Tätigkeit hervorgehenden sozialen Beziehungen sind die Faktoren, welche die Auslesebedingungen bestimmen, die schließlich zur Evolution der zur Menschwerdung erforderlichen biotischen Ausstattung der menschlichen Individuen führt. Menschwerdung erweist sich als sozialer Prozess, der nicht auf biotische Prozesse zurückgeführt werden kann.

In der kollektiven Tätigkeit werden Vorbereitungsphase und Vollzugsphase durch die Verteilung getrennt. Dadurch wird der Gegenstand zum verteilbaren *Produkt*. Diese Qualität kann eine Entität nur in kollektiver Tätigkeit erhalten. Das Produkt ist die ursprüngliche soziale Entität.

1.1.1.7 Kapitel 7: Institutionalisierung

Mit der Einbeziehung der individuell erzeugten Gegenstände in die kollektive Arbeit werden die Werkzeuge zu Insignien ihrer Träger und dadurch zu gegenständlichen Trägern der gesellschaftlichen Beziehungen, welche die Individuen in der Produktion und im gesellschaftlichen Zusammenleben eingehen. Indem sich die individuellen Insignien von ihren Schöpfern trennen, gewinnen auch sie eine eigenständige gesellschaftliche Existenz als soziale Entitäten. Sie werden gegenständliche Träger tradierter gesellschaftlicher Funktionen, der Institutionen.

Institutionen sind der Existenz der ihren Schöpfern nachfolgenden Generationen vorausgesetzt und steuern deren Aktionen. Die Nachkommen eignen sich die vergegenständlichten sozialen Funktionen und Beziehungen an, indem sie diese individuell reproduzieren, sie „entgegenständlichen“. Durch die Aneignung erhalten die Insignien ihre kulturelle Funktion. Mit der Erzeugung von „Werkzeugen“, die primär der kulturellen Funktion dienen, entsteht die Welt der Kulturgegenstände, die als gegenständliche Träger des gesellschaftlichen Bewusstseins das psychische Leben der menschlichen Individuen bestimmen.

Nachdem die Welt der Kultur einmal entstanden sind, ist sie nun dem Leben der Individuen *vorausgesetzt*. Es muss zwischen dem Prozess der Erzeugung der Kultur und dem Prozess ihrer Aneignung unterschieden werden. Kulturgegenstände sind Entitäten, die durch Vergegenständlichung und Aneignung zu dinglichen Trägern von Inhalten des gesellschaftlichen Bewusstseins der Individuen geworden sind. Die menschlichen Sozietäten werden zu kulturell geschlossenen *Ethnien*.

Mit Initiation und Inzesttabu wandeln sich die Generationen zunehmend in soziale Kategorien um, die spezifische gesellschaftliche Funktionen erfüllen. Die Älteren sind die Erzeuger der Institutionen, *Kulturschaffende*, die sich die Jüngeren aneignen. Im Verlauf der Entwicklung trennen sich diese Funktionen von der Generation. Die Gesellschaft kann Merkmale von Individuen jeder Generation tradieren und institutionalisieren. So kann jeder Kulturschaffender *und* Kulturaneignender werden.

Tierische Sozietäten werden durch die biotische Ausstattung der Individuen hinreichend bestimmt, die durch die biotischen Prozesse der genetischen Vererbung und Prägung von Generation zu Generation weitergeben wird. Sie können aus der biotischen Ausstattung der Individuen rekonstruiert werden. Menschliche Sozietäten, Gesellschaften sind erst durch ihre Institutionen und ihre Kultur hinreichend bestimmt. Erst indem sich die biotische Ausstattung menschlicher Individuen durch die Ontogenese in der einer bestimmten Kultur entwickelt, kann ihre Gesellschaft und deren institutionelle Ausstattung rekonstruiert werden. Vergegenständlichung und Aneignung von Kultur sind die adäquaten Formen der nichtgenetischen Weitergabe sozialer Informationen der Menschen.

Kapitel 1: Biogenese

Die Entstehung lebender Systeme

1 Einleitung

Es mag verwundern, wenn ein Buch, das die Rekonstruktion der menschlichen Seinsweise zu seinem Thema hat, mit der Darstellung der Entstehung des Lebens beginnt. Gewöhnlich wird die Frage nach der Entstehung des Menschen auf andere Fragen zurückgeführt, durch deren Beantwortung man die Ausgangsfrage zu lösen vorgibt. Solche „Stellvertreterfragen“ sind auf die Herausbildung von Merkmalen gerichtet, die gemeinhin zum Merkmalsatz menschlicher Eigenschaften gezählt werden, wie beispielsweise

- Erkenntnisfähigkeit,
- Sprache,
- Kultur usw.

Inzwischen hat sich jedoch die Auffassung verbreitet, dass alle diese Merkmale, die lange Zeit übereinstimmend als essentielle und spezifische menschliche Eigenschaften angesehen wurden, in der einen oder anderen Form auch bei den verschiedensten Tierarten anzutreffen seien und keineswegs nur dem Menschen eigen wären.

Damit ist aber noch keineswegs die Frage beantwortet, wie und unter welchen Bedingungen die spezifisch menschlichen Erscheinungsformen dieser Verhaltensweisen entstanden sind. Man hat sie auf diese Weise nur aus dem Aufgabenbereich der Wissenschaften vom Menschen entfernt und in Fragen der Biologie umgewandelt. Für die Frage, wie und unter welchen Bedingungen diese Eigenschaften bei Tieren entstanden sind, ist die Anthropologie damit nicht mehr zuständig.

Folgt man nun diesem Regress, kommt man schließlich zu der Frage der Entstehung des Lebens, jenem Vorgang, in dem biotischen Eigenschaften des Menschen entstanden sind, aus denen dann auch seine spezifisch menschlichen Eigenschaften hervorgegangen sind. Die Entstehung des Menschen beginnt also mit der Entstehung des Lebens.

*

In diesem Kapitel soll die Entstehung des Lebens unter systemtheoretischem Aspekt rekonstruiert werden. Dabei geht es nicht um die Rekonstruktion der chemischen und biologischen Evolution, sondern um die Rekonstruktion der einfachsten denkbaren lebenden Systeme, der einfachsten denkbaren Struktur eines lebenden Wesens, das auf der Grundlage der Resultate der physikalischen und chemischen Entwicklung der Erde entstanden sein muss.

Systemtheoretische Probleme werden in der Theorie der Biogenese nur gelegentlich und am Rande bearbeitet, im Vordergrund stehen

vorwiegend Fragen der molekularen (chemischen) Evolution wie die Entstehung von Eiweiß- oder DNA- Molekülen. Die hier bedeutsamen Fragen der Systemgenese werden kaum thematisiert. Die experimentellen Arbeiten liefern Simulationen für Prozesse, in deren Ergebnis chemische Komponenten für die Biogenese abiogen entstehen.

Auch zur Modellierung von Zellen als lebenden Systemen gibt es die verschiedensten Ansätze. Eine aktuelle Übersicht findet man bei A. Skusa (2001). Bei diesen Ansätzen handelt es sich meist um Versuche, rezente Zellen in irgend einer Weise nachzubilden. So entwickelt Gánti (1975) den Begriff des „Chemotons“ als chemische Minimalausstattung einer fertigen Zelle. Zu den notwendigen Elementen des Chemotons zählt er die DNA und den Prozess der Reproduktion. Maturana & Varela (1984) entwickeln den Begriff des sich selbst organisierenden („autopoietischen“) Systems, das die Reproduktion nicht als konstituierende Komponente enthält.

Das hier entwickelte Modell ist ein theoretisches Modell, d. h. es wird nicht versucht, ausgehend von Objekten der Realität eine wie auch immer geartete Nachbildung dieser Objekte zu erzeugen, wie das beispielsweise bei der Herstellung eines Blütenmodells der Fall ist. Es wird kein Modell angestrebt, das *so aussieht*, wie ein lebendes System. Es geht vielmehr um die hypothetische Konstruktion eines Modells, das die Seinsweise eines lebenden System theoretisch abbildet, das also so „funktioniert“ wie ein lebendes System.

Zu einer Rekonstruktion der Biogenese wird die Darstellung durch die Abfolge der Entwicklung der Gedanken. Ein einigermaßen komplexes System kann nicht in einem Schritt konstruiert werden, ebenso wenig wie ein lebendes System in einem Schritt entstehen konnte. Dabei ist der Umstand zu beachten, dass gedankliche oder technische Systeme im Prozess ihrer Entwicklung Zwischenstufen durchlaufen können, die nicht eigenständig funktionieren. Wenn beispielsweise eine Uhr aus ihren Bestandteilen zusammen gesetzt wird, ist keine Montagesstufe funktionsfähig, erst mit dem Einbau des letzten Elements entsteht das funktionierende System.

Solche funktionsunfähigen Zwischenstufen konnte es im realen Prozess der Biogenese nicht geben. Die präbiotischen und biotischen Systeme mussten während der gesamten Zeit der Biogenese existenzfähig sein. Die hypothetische Konstruktion der minimalen Zelle wird so auch zur Rekonstruktion der Herausbildung biotischer Systeme. Dabei wird versucht, die für jede Stufe der Rekonstruktion hypothetisch konzipierten Systemelemente mit Ergebnissen empirischer Forschung zu konfrontieren, indem soweit wie möglich Komponenten als Konstruktionselemente benutzt werden, die, wie die allgemein

bekannten Simulationsexperimente gezeigt haben, bereits bei präbiotischen Systemen entstanden sein könnten.

2 Die Orte der Biogenese

Auf unserer Erde existieren lebende Systeme heute in einer kaum überschaubaren Menge und Vielfalt. Im Allgemeinen werden Systeme nur dann als „lebend“ bezeichnet, wenn sie einen gewissen Satz von Merkmalen, die Kennzeichen des Lebens, aufweisen. Über die Notwendigkeit einiger dieser Kennzeichen besteht ein verbreiteter Konsens, während die Unabdingbarkeit anderer strittig ist.

Konsens besteht darüber, dass nicht ein einzelnes Merkmal das Leben ausmacht, sondern erst der Besitz aller der jeweils zum Merkmalsatz gezählten Bestimmungen die Zuweisung des Prädikats „lebend“ rechtfertigt.

Wie dargelegt, kann der Satz der Merkmale des Lebens jedoch nicht in einem Schritt entstehen. Die einzelnen Merkmale mussten allmählich entstehen, wobei jede Stufe der Entwicklung der präbiotischen Systeme ein eigenständig existenzfähiges System sein musste. Einer dieser Schritte musste schließlich den Merkmalsatz „komplett“ machen und die präbiotischen Systeme zum Leben „erwecken“. Von diesem Zeitpunkt an sind die präbiotischen Systeme biotische, lebende Systeme geworden.

Die Bestimmung dieses Zeitpunkts wird ebenso strittig sein wie die Zusammensetzung des Merkmalsatzes selbst. Die Zuordnung des Terminus „lebend“ zu einer bestimmten Entwicklungsstufe des Lebendigen in dieser Arbeit ist daher nur pragmatisch begründet und bedarf der Konvention.

Als Bezeichnung eines Prozess steht der Terminus „Leben“ für die spezifische Art und Weise, in der die lebenden Systeme sich in ihrem spezifischen Zustand erhalten, „Leben“ bezeichnet die spezifische Art und Weise ihres **Seins**, „Leben“ ist die spezifischen Seinsweise³ lebender Systeme. Diese Seinsweise muss sich in einem längeren Prozess herausgebildet haben, der theoretisch und experimentell vor allem in seinen chemischen Aspekten untersucht wird.

Systemtheoretische Analysen dieses Prozesses sind dagegen kaum zu finden. Als Ort der chemischen Evolution, an deren Ende schließlich das Leben steht, wird gewöhnlich die so genannte „Ursuppe“ angesehen.

Präbiotische Systeme wie Koazervate oder Mikrosphären, deren Entstehung theoretisch verstanden ist und experimentell simuliert wurde, werden dagegen nicht als Ort der Biogenese analysiert. Eine schrittweise Rekonstruktion der Herausbildung lebender Systeme erfordert die Analyse der Entwicklung dieses Entwicklungsschrittes.

³ Diese Verwendungsweise des Ausdrucks „Seinsweise“ bezieht sich nicht auf die in manchen Philosophien dargestellten „Seinsmodi“.

2.1 Die Entstehung konzentrierter Phasen in der Hydrosphäre

Soweit wir bisher begründet annehmen können, war das Substrat der Biogenese die meist als „Ursuppe“ bezeichnete frühe („fossile“) Hydrosphäre, eine wässrige Lösung der verschiedensten anorganischen und organischen Substanzen bis hin zu einfachen Eiweißen. Auch der Begriff der „Ursuppe“ ist ein hypothetisches Konstrukt, dem eine Reihe experimentell erfolgreich simulierter Komponenten (Substanzen) und Prozesse zugeschrieben werden. Thermodynamisch ist die Ursuppe eine Etappe der flüssigen Phase der Urerde, die diese im Verlaufe ihrer chemischen Evolution durchlaufen hat. Die Ursuppe ist eine Etappe der Entwicklung der ursprünglichen Hydrosphäre der Erde, in der die Entstehung des Lebens stattgefunden haben muss.

Unter den Komponenten der Ursuppe befinden sich auch Eiweißmoleküle. Die Größe der Eiweißmoleküle bleibt jedoch infolge der hydrolytischen Wirkung des Wassers in diesem Substrat begrenzt. Wenn in diesem Substrat lebende Systeme aus großen Eiweißmolekülen entstehen sollen, müssen Reaktionsräume entstehen, die sich durch eine höhere Konzentration auszeichnen und so ein internes Substrat („Milieu“) bilden, das eine dauerhafte Existenz größerer Eiweißmoleküle ermöglicht. Diese Reaktionsräume müssen in der Zeit stabil sein, wenn sie die Bildung größerer Eiweißmoleküle ermöglichen sollen.

Das bei der theoretischen Konstruktion solcher Reaktionsräume zu lösende Problem liegt in der Abgrenzung des Reaktionsraums. Einerseits muss er hinreichend vom umgebenden Substrat getrennt sein, um ein eigenständiges internes Milieu zu gewährleisten. Andererseits muss die Abgrenzung durchlässig für Substanzen sein, die zur Bildung größerer Eiweißmoleküle erforderlich sind. Empirisch sind solche Begrenzungen bei rezenten Zellen als semipermeable oder selektiv permeable Membranen bekannt.

Bei der Konstruktion eines solchen Reaktionsraumes müssen die Gesetze zweier Ebenen der Thermodynamik berücksichtigt werden. Die *klassische Thermodynamik* beruht auf dem *Stoffbegriff*, der die makroskopischen Eigenschaften thermodynamischer Systeme abbildet. Der Stoffbegriff abstrahiert von der atomaren und molekularen Teilchenstruktur der thermodynamischen Systeme, auf der die makroskopischen Erscheinungen beruhen. Diese werden mit Hilfe statistischer Methoden aus den mikroskopischen Verhältnissen abgeleitet. Um diesem Sachverhalt gerecht zu werden, entwickelte man die so genannte *statistische Thermodynamik*. Der statistischen Thermodynamik beruht auf dem *Teilchenbegriff*. Ihr liegt ein Modell der

mikrophysikalischen Zustände zugrunde, in dem diese Mikrozustände in ihrer Gesamtheit den statistisch wahrscheinlichsten Zustand eines Makrosystems bilden. Ein Beispiel für diesen Zusammenhang sind die Temperatur eines Körpers und die Geschwindigkeit seiner Teilchen. Die makroskopische Eigenschaft der Temperatur wird aus dem Quadrat der mittleren Teilchengeschwindigkeit berechnet werden.

Die Konstruktion eines konzentrierten Reaktionsraumes mit semipermeabler Membran innerhalb der Ursuppe aus deren Komponenten kann nur in Form bläschenförmige Reaktionsräume erfolgen. Größe und Gestalt dieser Reaktionsräume werden durch die *Phasengrenzfläche* bestimmt. An der Grenzfläche herrschen für die zwischen den Teilchen wirkenden zwischenmolekularen Kräfte andere Bedingungen als im Inneren der Phase, denn hier sind sie nur nach einer Seite hin von ihresgleichen umgeben. Darauf beruhen bestimmte Effekte, die an den Grenzflächen auftreten: Oberflächenspannung, Adhäsion, Kapillarwirkung u. a., die auf Anziehungs- und Bindungskräften zwischen den Teilchen beruhen, die nicht im Stoffbegriff erfasst sind. Diese Kräfte zwischen den Teilchen haben jeweils eine bestimmte messbare Größe, sie sind konstant und damit limitiert. Diese Limitierung der Kräfte zwischen den Teilchen beschränkt auch die Größe der Bläschen, die unter den Bedingungen der Ursuppe entstehen können.

Dadurch unterscheidet sich die konzentrierte Phase von anderen thermodynamischen Phasen wie beispielsweise der Phase „Eis“ im Wasser oder eines Kristalls in einer konzentrierten Lösung. Es gibt zwar auch hier die Besonderheiten der Phasengrenze, jedoch führen diese nicht zu einer Limitierung der sich herausbildenden Phase „Eis“ oder „Kristall“. Die konzentrierte Phase ähnelt eher dem Zustand, den eine flüssige Phase als Nebel ausbildet.

Die Limitierung der Bläschengröße folgt aus den makroskopischen Beziehungen zwischen Oberfläche und Volumen von Körpern, die sich aus den Eigenschaften ihrer mikroskopischen Bestandteile ergeben. Während das Volumen des Bläschens in der dritten Potenz zunimmt, nimmt die Grenzfläche nur in der zweiten Potenz zu. Die Stabilität der Grenzfläche wird durch die ebenfalls makroskopische Eigenschaft der Oberflächenspannung bestimmt. Diese wird jedoch durch mikroskopische Eigenschaften ihrer der Teilchen wie Kohäsion und Adhäsion bestimmt. Das Volumen eines Tropfens wird so durch das Verhältnis seines Innendrucks zur Oberflächenspannung limitiert.

Die Ausfällung der konzentrierten Phase aus der Ursuppe kann also nur in Form von Bläschen mit limitierter Größe erfolgen. Diese **präbiotischen Bläschen** sollen den Ausgangspunkt meiner

Rekonstruktion bilden. Sie sollen die Systeme sein, die schrittweise so mit funktionellen Komponenten ausgestattet werden, dass aus ihnen schließlich lebende Systeme hervorgehen. Dabei werden ihre nativen Eigenschaften benutzt und schrittweise so verändert, dass bei jedem Schritt der Rekonstruktion existenzfähige Systeme entstehen.

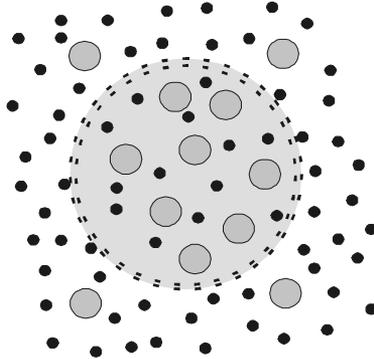


Abbildung 3: Präbiotisches Bläschen (schwarze Punkte: Wassermoleküle, graue Punkte: große Moleküle, punktierte Linie: Grenzfläche)

Thermodynamisch sind diese Bläschen Phasen⁴ der Hydrosphäre, die durch eine **Phasengrenzfläche** von ihren Ursprungsbedingungen separiert sind. Die *Bläschenphasen* bestehen aus denselben Stoffen wie der restliche Teil der Hydrosphäre, sie liegen in der Bläschenphase jedoch in höherer Konzentration vor. Die konzentrierten Bläschen und die weniger konzentrierte Umgebung bilden also Phasen der Hydrosphäre.

Diese höhere Konzentration des **internen Milieus** der präbiotischen Bläschen macht sie zu Orten, in denen Prozesse ablaufen können, die in der weniger konzentrierten Umgebung nicht möglich sind. So können unter diesen Bedingungen auch größere Eiweißmoleküle entstehen, wie sie unter den Bedingungen der Umgebung infolge der hydrolytischen Spaltung zerfallen müssten.

Zugleich konstituiert die höhere Konzentration der Bläschen einen Zustand des thermodynamischen Ungleichgewichts in der Hydrosphäre. Nach dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik jedoch geht dieses

⁴ Im thermodynamischen Sinn ist eine Phase eine homogene, d. h. physikalisch und chemisch überall gleichförmig beschaffene Zustandsform von Materie. In einer einzelnen Phase sind Eigenschaften wie Dichte, Kristallstruktur, Brechzahl, spezifische Wärmekapazität usw. überall gleich. Ein heterogenes System besteht aus mehreren Phasen, die durch Phasengrenzflächen voneinander getrennt sind.

Ungleichgewicht der konzentrierten Phase autonom wieder in die wahrscheinliche Verteilung des thermodynamischen Gleichgewichts über. Die Existenz der konzentrierten Phase ist folglich zeitlich begrenzt, sie ist **labil**. Im Ergebnis der Diffusion stellt sich die wahrscheinliche Gleichverteilung der Teilchen wieder ein. Dadurch werden auch die möglichen Produkte der in den Bläschen ablaufenden Prozesse wie die größeren Eiweißmoleküle wieder zerstört.

Die präbiotischen Bläschen müssen also mit funktionellen Komponenten ausgestattet werden, durch die der Prozess der Diffusion zwischen Bläschen und Umgebung verhindert wird. Die präbiotischen Bläschen müssen stabil werden.

2.2 Die Entstehung stabiler Bläschen

Der erste Schritt der Herausbildung **stabiler Bläschen** vollzieht bereits bei der Entstehung der ursprünglichen Bläschen. Infolge des statistischen Charakters der bläschenbildenden Prozesse sind die entstehenden präbiotischen Bläschen untereinander nicht gleich. Gleiche Größen, gleiche chemische Beschaffenheit und gleiche Konzentration der einzelnen Bläschen setzt die Annahme einer homogenen Struktur der bläschenbildenden Ursuppe voraus. Die experimentelle Simulation der bläschenbildenden Prozesse hat jedoch gezeigt, dass Bläschen sich stets infolge der Schaffung inhomogener Situationen bildeten. So wurden ihre Entstehung durch Mischung von Substanzen oder anderen ähnlichen Einwirkungen ausgelöst. Koazervate und Mikrosphären sind empirische Simulationen von Vorformen solcher präbiotischer Bläschen

Deshalb muss auch angenommen werden, dass die entstehenden Bläschen auch unter natürlichen Bedingungen infolge solcher oder ähnlicher Prozesse entstanden sind und folglich hinsichtlich ihrer Größe, Konzentration und chemischen Beschaffenheit variieren. Ihnen kommt von Beginn an das Merkmal der **Individualität** zu.

Für die weitere Rekonstruktion ist nun bedeutsam, dass sowohl die Grenzflächen als auch die Bläschen aus höhermolekularen Stoffen bestehen, die in der Membran nicht gleichmäßig verteilt sein können. Dadurch entstehen unterschiedlich große Poren, durch die sie eine selektive Durchlässigkeit, die **Semipermeabilität** erhalten. Die semipermeable Membran lässt kleine Moleküle wie Wasser leichter passieren als größere, große Moleküle werden hingegen am Passieren gehindert.

Unter solchen Bedingungen erfolgt die Diffusion gerichtet und wird zur **Osmose**. Die Osmose behindert die ungerichtete Diffusion und verlängert so den Zeitraum, in dem das Bläschen erhalten bleibt. Je

länger diese Zeitspanne andauert, desto mehr große Eiweißmoleküle können im präbiotischen Bläschen entstehen und sich erhalten.

Aber auch dieser Zeitraum ist limitiert. Durch die selektiv permeable Membran dringt stets Wasser osmotisch in die Bläschen ein. Dadurch vergrößert sich ihr Volumen, bis die Membran infolge des steigenden osmotischen Innendrucks reißt und das Bläschen zerfällt.

Die Zeit, in der sich ein präbiotisches Bläschen im Zustand des thermodynamischen Ungleichgewichts erhält, kann verlängert werden, indem die Membran mit funktionellen Komponenten ausgestattet wird, die das osmotisch in die konzentrierte Phase eingedrungene Wasser wieder entfernen. Dadurch bliebe die Konzentration der Bläschenphase längere Zeit erhalten und der der Zerfall der konzentrierten Phase würde aufgehalten werden. Diese funktionellen Komponenten nenne ich „**aktive Poren**“.

Dauerhaft existieren können nur Bläschen, deren Membran so mit aktiven Poren ausgestattet sind, dass ebenso viel Wasser aus dem Bläschen entfernt wird wie osmotisch eindringt. Wird mehr Wasser aus dem System entfernt als osmotisch eindringt, kommt es zum Zerfall der Eiweiße durch Dehydrierung. Im umgekehrten Fall wird das Bläschen osmotisch soweit aufgeschwemmt, bis die Membran platzt.

Es lässt sich nun in theoretischer Idealisierung eine Dichte aktiver Poren in einer Membran denken, bei der sich bei einer gegebenen Konzentration der primären Energieträger in der Umgebung und einer gegebenen Konzentrationsdifferenz zwischen internem Milieu und Umgebung ein **osmotisches Gleichgewicht** zwischen den beteiligten Phasen ausbildet, bei dem die Menge des osmotisch in die konzentrierte Phase eindringenden Wassers gleich der Wassermenge ist, die durch die aktiven Poren wieder entfernt wird. In diesem Falle kommt es nicht zu einem Konzentrationsausgleich sondern das Ungleichgewicht wird zu einem stabilen Zustand. Das Bläschen ist stabil, weil es das **thermodynamische Ungleichgewicht** zu erhalten vermag.

Zwischen den einzelnen stabilen Bläschen und der Umgebung wird durch das osmotische Gleichgewicht ein stabiles thermodynamisches Ungleichgewicht hergestellt und aufrecht erhalten. Die stabilen Bläschen existieren, solange das osmotische Gleichgewichts bestehen bleibt. Nur durch den Zerfall der stabilen Bläschen kann das thermodynamische Gleichgewicht wieder hergestellt werden.

Mit der Entstehung der stabilen Bläschen haben sich die thermodynamischen Verhältnisse in der ursprünglichen Hydrosphäre eine neue Qualität erreicht. Das thermodynamische Gleichgewicht der Ursuppe hat sich in den Zustand eines stabilen thermodynamischen

Ungleichgewichts umgewandelt. Diesen Zustand der Hydrosphäre nenne ich „**Urozean**“.

Zur Erhaltung des osmotischen Gleichgewichts muss im thermodynamischen System des Urozeans eine Arbeit geleistet werden. Wasser muss entgegen dem Diffusionsgradienten aus dem stabilen Bläschen in die Umgebung transportiert werden. Die dazu erforderliche Energie muss der inneren Energie des Systems entnommen werden, da sie (noch) nicht von außen zugeführt werden kann. Dafür steht zunächst die innere Energie einfacher energiereicher Verbindungen zur Verfügung, die abiogen entstehen und im Urozean gelöst sind. Diese **primären Energieträger** können beispielsweise Adenosinphosphate sein, die auch bei allen rezenten Zellen die Energieträger sind, die zum unmittelbaren Vollzug aller Lebensprozesse genutzt werden.

Die Erhaltung des osmotischen Gleichgewichts führt nun notwendig dazu, dass die Bedingungen seiner Erhaltung stetig zerstört werden. Der Verbrauch von primären Energieträgern führt zu einer allmählichen Abnahme der inneren Energie des Urozeans. Schließlich wird ein kritischer Wert erreicht, bei dem der Vorrat an primären Energieträgern die Erhaltung der stabilen Bläschen nicht mehr gewährleisten kann. Die stabilen Bläschen zerfallen und die Biogenese kommt zum Ende. Das Sein der stabilen Phase ist also thermodynamisch begrenzt,

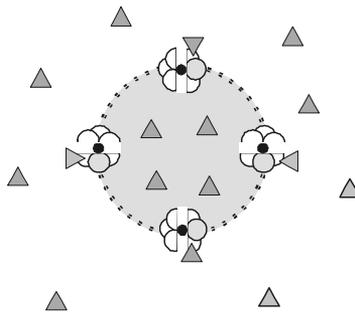


Abbildung 4: Stabiles Bläschen mit aktiven Poren (☉ aktive Pore, ▲ Adenosinphosphat, energiereich)-auf die Darstellung des Wassers wurde verzichtet

Modell 1. Stufe: Das stabile Bläschen

Bläschen mit konzentriertem internen Milieu

Membran mit aktiven Poren

Zeitlich begrenzte thermodynamische Phase im Urozean

Limitierender Faktor: verfügbare primäre Energieträger des Urozeans

Kritischer Punkt: Limitierender Faktor wird Null

Die Zeit, in der das einzelne stabile Bläschen sein osmotisches Gleichgewicht erhalten kann, wird jedoch nicht von den Parametern derjenigen funktionellen Komponenten bestimmt, die dieses Gleichgewicht aufrecht erhalten. Im Begriff des idealen stabilen Bläschens geht die Zeit seiner Existenz gegen unendlich. Das liegt im Begriff des osmotischen Gleichgewichts, durch das es existiert. Die Limitierung der Zeit der Existenz stabiler Bläschen ist eine makroskopische Eigenschaft des thermodynamischen Ungleichgewichts im System des Urozeans, das die energetischen Ressourcen für die Erhaltung dieses Zustandes enthält. Dieser Zusammenhang wird an anderer Stelle weiter verfolgt.

Die abiogene Entstehung osmoregulatorischer Eiweiße ist zwar experimentell noch nicht simuliert worden, die vorliegenden Ergebnisse solcher Experimente vertragen sich jedoch mit der Annahme, dass solche Eiweiße unter den Bedingungen der stabilen Phase abiogen entstehen können.

Für die abiogene Entstehung von einfachen Eiweißen mit einer osmoregulatorischen Funktion könnten bereits die Bedingungen ausreichend gewesen sein, die sich im zeitweilig bestehenden internen Milieu der präbiotischen Bläschen entwickeln können. Die selektive Permeabilität der Membran verlängert zunächst die Existenzzeit des einzelnen Bläschens. Dadurch können unter den Bedingungen des internen Milieus des Bläschens für eine gewisse Zeit chemische Prozesse ablaufen, die unter den Bedingungen der Umgebung nicht stattfinden können. Insbesondere können sich größere Eiweißmoleküle als in der Umgebung bilden. Es lässt sich beispielsweise ein Komplex aus einem einfachen Eiweißmolekül und einem ringförmigen Kohlenwasserstoff als ursprüngliche aktive Pore denken. Solche Verbindungen könnten unter den internen konzentrierten Bedingungen in den konzentrierten Systemen gebildet werden.

In den rezenten Zellen wird diese theoretisch abgeleitete osmoregulatorische Funktion von Aquaporinen erfüllt. Aquaporine sind Eiweiße, die eine Pore von der Größe eines Wassermoleküls besitzen. Durch diese Pore können sie Wassermoleküle in einer Richtung transportieren.

Bei den rezenten Aquaporinen wird die zur Osmoregulation erforderliche Energie durch den Stoffwechsel der Zellen (Dissimilation) bereit gestellt. Das begründet anzunehmende Vorhandensein von abiogen gebildeten Adenosinphosphaten im Urozean ermöglichte eine externe Phosphorylierung der primären aktiven Poren, für die zudem auch die heute erreichte Leistungsfähigkeit nicht angenommen werden

muss. Die hohe Gleichförmigkeit der Aquaporine bei allen rezenten Organismen spricht für ihre frühe Entstehung.

Der Prozess der abiogenen Entstehung von Eiweißen wird theoretisch wie experimentell seit längerer Zeit untersucht. Dabei werden verschiedene Ansätze verfolgt. Soweit gesicherte Ergebnisse vorliegen, sind diese mit dem hier entwickelten Ansatz zumindest verträglich. Die in der Diskussion befindlichen Probleme liegen in den Bedingungen der ursprünglichen Hydrosphäre begründet. Der Ansatz, als Ort der abiogenen Herausbildung höhermolekularer Substanzen eine konzentrierte Phase des Urozeans anzusehen, wurde meines Wissens noch nicht diskutiert. Er könnte einige der offenen Fragen einer Lösung näher führen.

Es ist auch denkbar, dass im präbiotischen Bläschen Gesetze zu wirken beginnen, wie sie in Theorien irreversibler Prozesse in Systemen entfernt vom thermodynamischen Gleichgewicht (Prigogine 1980, Prigogine und Stengers 1981) oder in Theorien zur Autopoiesis (Maturana und Varela 1984) entwickelt wurden. Sie versuchen u. a. Ansätze, die auch die abiogene Synthese von Eiweißen erklären könnten. Diese hier weiter zu verfolgen würde jedoch vom Ziel ablenken, die Grundzüge der menschlichen Seinsweise theoretisch zu rekonstruieren.

2.3 Die Entwicklung des Urozeans

Wie ausgeführt, wird die Zeit, während der das stabile Bläschen bestehen bleibt, nicht durch seine individuellen Eigenschaften bestimmt, sondern durch die energetischen Ressourcen des Urozeans. Diese verringern sich durch die Erhaltung des thermodynamischen Ungleichgewichts stetig. Betrachten wir diesen Prozess der stetigen Verringerung dieser Ressourcen aber bei seiner Annäherung an seinen Grenzwert, dann werden die individuellen Unterschiede zwischen den einzelnen Bläschen bedeutsam. Im Falle knapper Ressourcen sind dies vor allem

- die *Transportleistung* (Maß: Transportierte Wassermoleküle / Zeit) und
- die *Effektivität* des Wassertransports (Maß: Anzahl verbrauchter primärer Energieträger / transportiertes Wassermolekül).

Die Erhaltung des osmotischen Gleichgewichts erfolgt also auf individuell unterschiedlichem Niveau. Individuen, die ihr osmotisches Gleichgewicht auf niedrigem Niveau erhalten, zerfallen bereits bei einer noch relativ hohen Konzentration an primären Energieträgern. Bei dieser Konzentration bleiben dagegen Individuen noch erhalten, die ihr

osmotisches Gleichgewicht auf hohem Niveau stabilisiert haben. Es kommt zur **Selektion** der stabilen Bläschen. Im Ergebnis der Selektion verringert sich die Anzahl der stabilen Bläschen im Urozean. Dadurch verlängert sich infolge des nun sinkenden Energieverbrauchs der erhalten bleibenden Bläschen die Zeit der Existenz des Urozeans.

Der theoretische Grenzwert der Individuenzahl beträgt Null, der maximale Wert der Existenzzeit des Urozeans geht gegen unendlich. Wenn das letzte Bläschen zerfallen ist, ist die Existenzzeit der stabilen Phase und damit des Systems „Urozean“ beendet. Die Hydrosphäre ist wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurückgekehrt.

Infolge der Selektion kommt es also zur Veränderung der Parameter des Urozeans, die den Anteil der Komponenten der stabilen Phase am Gesamtsystem betreffen. Diese Veränderungen treten unabhängig davon ein, ob es auch zu Veränderungen der individuellen Eigenschaften der Bläschen kommt. Deshalb müssen mögliche Modifizierungen der individuellen Beschaffenheit der Bläschen hier auch nicht dargestellt werden. Die stabilen Bläschen können also zunächst als konstante Gebilde mit zeitlich unbegrenzter Existenz angesehen werden.

Die Besonderheit dieser Veränderung des Urozeans ist ihre **Irreversibilität**. Die Bedingung der Existenz der stabilen Phase ist das Vorhandensein primärer Energieträger. Diese werden durch die Existenz der stabilen Bläschen zerstört. Wenn sie nicht mehr abiogen entstehen, können möglicherweise neu entstehende konzentrierte Bläschen nicht mehr stabil werden, weil die dazu erforderliche Energie primärer Energieträger nicht mehr vorhanden sind. Irreversible Veränderungen des Urozeans, die als Folge der Existenz der stabilen Phase notwendig entstehen, sind Merkmale der Entwicklung des Urozeans, seiner *Evolution*.

Die Besonderheit der hier dargestellten präbiotischen Entwicklung besteht darin, dass sich das Gesamtsystem der stabilen Phase entwickelt, ohne dass sich die individuelle Beschaffenheit ihrer Teile verändert. Die Entwicklung der stabilen Phase ist „**überindividuell**“.

Das theoretische Konstrukt der stabilen Phase erweist sich also als Konstruktion eines überindividuellen Systems. Es besitzt das Merkmal der Entwicklung, auch wenn die es konstituierenden individuellen Systeme als konstant angesehen werden.

Zur Evolution kann es nur kommen, wenn der Urozean in seine kritische Etappe eintritt. Erst dann kommt es zur Selektion. Die Selektion ist wiederum eine Folge der Individualität der Bläschen. Die individuelle Beschaffenheit jedes einzelnen Bläschen ist unabhängig von der jedes anderen Bläschens.

Auch die präbiotische Selektion ist kein Prozess, der sich im Individuum vollzieht. Sie ist ein ebenfalls überindividueller Prozess, der im Urozean als Wechselwirkung zwischen stabiler Phase und Umgebung stattfindet. Dabei lösen sich die Komponenten der stabilen Phase auf und es kommt zur Wiederherstellung des thermodynamischen Gleichgewichts der Hydrosphäre.

Der Grenzwert, den die Individuenanzahl der stabilen Phase im Verlaufe ihrer Entwicklung erreichen kann, ist der Wert 1. Wird dieser Wert unterschritten und der Wert Null erreicht, ist die Existenz der stabilen Phase irreversibel beendet. *Leben kann nun nicht mehr entstehen*. Spätestens beim letzten stabilen Bläschen muss eine neue funktionelle Komponente entstehen, die zur Überwindung des limitierenden Faktors erforderlich ist, wenn Leben erhalten werden soll.

Die theoretische Rekonstruktion der Entwicklung der stabilen Phase erfordert also ein „**Ein- Individuum- Stadium**“. In der biologischen Theorie wird dieser Sachverhalt mit dem Terminus des „monophyletischen Ursprung“ sowohl des Lebens wie aller taxonomischen Gruppen lebender Systeme erfasst. Die hier theoretisch abgeleitete Annahme, dass die Biogenese und die Evolution monophyletisch verlaufen, ist auch empirisch begründeter Konsens der biologischen Wissenschaften.

2.4 Stabile Bläschen reagieren

Das thermodynamische Ungleichgewicht zwischen Bläschen und Umgebung kann nur erhalten werden, wenn die abgebauten primären Energieträger ständig reproduziert werden. Mit der Abkühlung der Erde hörte die abiogene Bildung solcher Stoffe jedoch auf, was zum Zerfall der konzentrierten Phase des Urozeans führen muss. Die Entwicklung des Urozeans erreicht ihren ersten kritischen Punkt, wenn die Konzentration der primären Energieträger in der Umgebung den Wert erreicht, bei dem die aktiven Poren ihre osmoregulatorische Funktion gerade noch ausüben können. Wird er unterschritten, zerfällt die konzentrierte Phase.

Das theoretische Modell muss also durch ein neues Element erweitert werden, dessen Funktion die Reproduktion primärer Energieträger ist. Nun bedarf es der Analyse, inwieweit ein solches Element auf der Grundlage der bekannten physikalischen und chemischen Gesetze unter den gegebenen Bedingungen autonom entstehen konnte.

Die Herausbildung immer komplexerer Eiweiße im stabilen Bläschen kann auch zur Entstehung von Eiweißen führen, die katalytische Prozesse ermöglichen, welche andere ebenfalls vorhandene

energiereiche Substanzen so abbauen, dass deren Energie den Prozess des Abbaus der primären Energieträger umkehrt und diese so reproduziert.

Bei den rezenten Zellen ist dieser Prozess die Dissimilation, die bei den meisten rezenten Organismen als biologische Oxidation stattfindet. In den rezenten Zellen wird das Adenosintriphosphat (ATP) als unmittelbare Energiequelle genutzt, das dabei in energieärmeres Adenosindiphosphat (ADP) umgewandelt wird (Dephosphorylierung). Die in der Zellen vorhandenen Vorräte an ATP reichen jedoch nur für einige Minuten. Mit den Mitochondrien verfügen die rezenten Zellen über Einrichtungen, welche die Energie aus anderen energiereichen Stoffen wie beispielsweise Zucker in ADP überführen und diese wieder zu ATP synthetisieren können (Phosphorylierung). Die Dissimilation gewährleistet so die ständige Reproduktion primärer Energieträger in der Zelle.

Die Annahme, dass die Dissimilation im stabilen System zunächst als Leistung einzelner Eiweiße entstand, ist mit den empirisch bestätigten Tatsachen verträglich. Auch einfache Zucker und andere monomere organische Energieträger wie Ethanol hatten sich im Urozean gebildet. Sie konnten ähnlich wie Wasser in geringem Maße in das System diffundieren und dort dissimiliert werden. So konnte sich der reversible chemische Prozess der Phosphorylierung und Dephosphorylierung von ADP/ATP unter den Bedingungen des stabilen Bläschens autonom herausbilden.

Bei der **Dissimilation** werden energiereiche Substanzen, die **sekundären Energieträger**, exotherm abgebaut. Die dabei freigesetzte Energie wird in primäre Energieträger überführt. Diese ermöglichen auf die dargestellte Weise die Erhaltung des stabilen Bläschens.

Die ursprüngliche Dissimilation ist ebenfalls eine exergonische Reaktion, d. h. das dissimilierende Eiweiß *reagiert* auf das durch die Teilchenbewegung ausgelöste Zusammentreffen mit dem sekundären Energieträger. Diese Stufe der Entwicklung der Bläschen nenne ich „**reaktives Bläschen**“. Es unterscheidet sich vom nur stabilen Bläschen dadurch, dass die zur Erhaltung seiner Stabilität erforderliche primäre Energie über den systemeigenen Prozess der Dissimilation geeigneter sekundärer Energieträger wie beispielsweise Milchsäure oder einfache Zucker bereitgestellt wird. Auch diese können durch Diffusion in das stabile Bläschen gelangen.

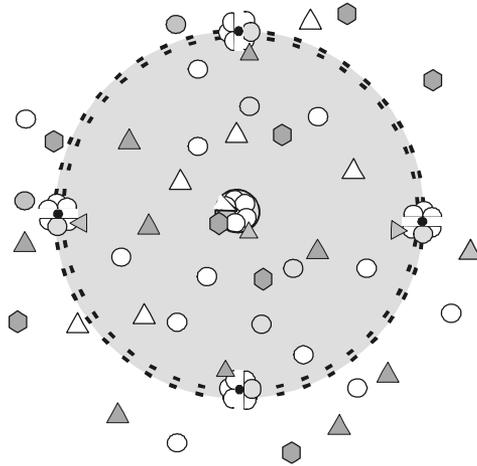


Abbildung 5: Reaktives System (☉ Aktive Pore, phosphoryliert, ▲ Adenosinphosphat, energiereich, ☉ dissimilierendes Eiweiß, ○ ● sekundäre Energieträger, → Weg der Energie)-auf die Darstellung des Wassers wurde verzichtet

Modell 2. Stufe: Das reaktive Bläschen

Stabiles Bläschen mit Dissimilation von sekundären Energieträgern
 Zeitlich begrenztes thermodynamisches System
 Limitierender Faktor: sekundäre Energieträger
 Kritischer Wert: Konzentrationsdifferenz Null

Auch die reaktiven Bläschen bilden eine thermodynamische Phase des Urozeans, die sich mit ihrer Umgebung in einem thermodynamischen Ungleichgewicht befindet.⁵ Neu ist, dass die sekundären Energieträger nun den limitierenden Faktor für die Erhaltung der reaktiven Bläschen bilden. Die ursprünglichen sekundären Energieträger sind ebenfalls kleine Moleküle, die in geringem Maße in Richtung des Diffusionsgradienten in das Bläschen diffundieren. Durch ihren Abbau bei der Dissimilation und der systeminternen Synthese höhermolekularer Substanzen kommt es zu einem ständigen thermodynamischen Einströmen sekundärer Energieträger und anderer niedermolekularer Stoffe in das Bläschen.

Ihre Bezeichnung als „reaktive Bläschen“ drückt aus, dass die systemerhaltende Dissimilation nur als (chemische) Reaktion auf die thermodynamische Zufuhr sekundärer Energieträger stattfinden kann. Durch die Dissimilation wird deren interne Konzentration erniedrigt, die

⁵ Intern sind auch sie eigenständige thermodynamische Systeme mit eigenen Gleichgewichtsprozessen.

dann den Konzentrationsausgleich auf dem thermodynamischen Wege der Diffusion ermöglicht.

2.5 Die Entwicklung der stabilen Individuen

Die Entwicklung der stabilen Phase des Urozeans konnte theoretisch widerspruchsfrei mit der Annahme verbunden werden, dass die Teile der sich entwickelnden Entitäten unveränderlich, eben stabil sind. Diese Annahme kann aber nicht mehr aufrecht erhalten werden, wenn angenommen werden soll, dass sich in den Bläschen autonom dissimilierende Komponenten herausbilden. Wenn dem so ist, dann muss auch eine Veränderlichkeit der individuellen Teile der sich entwickelnden überindividuellen Systeme angenommen werden. Diese Fähigkeit zu autonomer individueller Veränderlichkeit nenne ich ihre **Kreativität**.

Die Wahl dieses Terminus lag aus zwei Gründen nahe. Die individuelle Veränderlichkeit ist eine autonome Eigenschaft der Bläschen. Sie beruht darauf, dass die für die Kreativität bedeutsamen höhermolekularen Komponenten ihres internen Milieus durch ihre selektiv permeable Membran in keine eigenständige Wechselwirkung mit der unmittelbaren Umgebung treten können. Sie wechselwirken nur mit Komponenten des *internen* Milieus, dessen Beschaffenheit durch die selektive Membran individuell bestimmt ist. Zum anderen erfolgen diese internen Wechselwirkungen auf der Grundlage reaktionskinetischer Gesetze. Das aber sind statistische Gesetze, die keine Voraussagen über die Individualität der jeweils miteinander reagierenden mikroskopischen Teile zulassen. Aber gerade die entscheidet über die Beschaffenheit des Reaktionsprodukts. Die Annahme einer so definierten Kreativität der Individuen⁶ ist thermodynamisch und reaktionskinetisch möglich und mit den experimentellen Befunden verträglich.

Der in der Biologie häufig auch zur Bezeichnung der individuellen Veränderlichkeit benutzte Ausdruck „**Variabilität**“ wird selbst innerhalb der Biologie mehrdeutig verwendet. Er bezeichnet nicht nur die individuellen Veränderlichkeit, sondern auch die nur statisch aus den Resultaten der individuellen Veränderlichkeit, den **Varianten** oder **Varietäten** abzuleitende überindividuelle Eigenschaft der Phase, deren Teile die individuelle Veränderlichkeit aufweisen. Ich verwende den Terminus „Variabilität“ nur in diesem letzten überindividuellen Sinn als *Anteil von Varietäten* unter den Individuen einer Phase. Damit kann der

⁶ Dass diese Verwendung des Terminus der Kreativität nichts mit kreationistischen Ansätzen zur Theorie der Biogenese zu tun haben, dürfte auf der Hand liegen.

Unterschied zwischen der individuellen und der überindividuellen Ebene auch terminologisch präzise erfasst werden.

*

Die Forderung nach dem Ein- Individuum- Stadium impliziert, dass die dissimilierende Komponente nur einmal entsteht. Theoretisch muss das reaktive Bläschen folglich aus dem letzten existierenden stabilen Bläschen hervorgehen.

Auf der empirischen Ebene bedeutet das nicht, dass die erforderliche neue funktionelle Komponente erst beim letzten existierenden Individuum entsteht. Empirisch kann das reaktive Bläschen auch vor dem letzten stabilen Bläschen entstehen. Beide Bläschentypen können zeitweilig nebeneinander bestehen. Auch in diesem Falle wird das reaktive Bläschen, das schließlich zum Ausgangspunkt der weiteren Entwicklung präbiotischer Systeme wird, durch Selektion bestimmt.

Ein Fall wie dieser wird in der Theorie irreversibler Prozesse „*Bifurkation* „, genannt und mittels mathematischer Methoden bearbeitet und grafisch dargestellt (s. S. 500!). Solche Verzweigungen werden beispielsweise für kritische Etappen thermodynamischer Systeme entfernt vom Gleichgewicht untersucht. Dieser Gedanke soll hier nicht weiter verfolgt werden. Er wird nur angeführt, um deutlich zu machen, dass dieser systemtheoretische Ansatz einer Theorie der Biogenese mit anderen und allgemeineren Theorien verträglich ist.

Die Herausbildung eines dissimilierenden Apparats vollzieht sich kreativ als chemischer Prozess der Herausbildung neuer Eiweiße im stabilen System. So entstehen neue Varietäten, wodurch sich die Variabilität der präbiotischen Phase erhöht. Die Herausbildung dissimilierender Varietäten ist solange nicht von selektiver Bedeutung, solange das bestehende Ungleichgewicht fern von seinem kritischen Stadium ist. Dissimilierende und nicht dissimilierende Varietäten koexistieren.

Mit der Annäherung an den kritischen Punkt erhalten die reaktiven Bläschen gegenüber den nur stabilen Bläschen jedoch einen Auslesevorteil. Sie überstehen das Verschwinden der primären Energieträger unbeschadet. Durch den nun eintretenden Zerfall der stabilen Bläschen wird der Urozean mit neuen sekundären Energieträgern angereichert, wodurch sich die Zeit bis zum Erreichen des kritischen Punktes verlängert.

Das theoretisch erforderliche Postulat des Ein- Individuum- Stadiums impliziert die Annahme, dass der dissimilierende Apparat nur einmal entstehen muss. Das ist die theoretische minimal erforderliche

kreative Leistung der stabilen Phase. Die Annahme einer mehrfachen Entstehung der Dissimilation würde nur die Geschwindigkeit der weiteren Entwicklung nicht aber ihren grundsätzlichen Verlauf ändern.

Mit der Herausbildung der reaktiven Systeme entsteht ein neues thermodynamisches Ungleichgewicht zwischen konzentrierter Phase und Umgebung, das durch den Vorrat an sekundären Energieträgern bestimmt wird. Die Überwindung der am zweiten kritischen Punkt erreichten Grenze erfordert die Erweiterung des Systems durch ein neues Element. Dieses Element muss die Aufnahme von Energieträgern aus der Umgebung gegen den Diffusionsgradienten ermöglichen.

*

An dieser Stelle soll auf eine Eigenart der Beziehungen zwischen den überindividuellen Systemen und den Individuen, aus denen sie bestehen, hingewiesen werden, da sie in der weitere Rekonstruktion eine Schlüsselstellung einnehmen wird.

In thermodynamischen Systemen, die sich in einem Gleichgewicht befinden oder einem Gleichgewichtszustand zustreben, ergeben sich die makroskopischen Eigenschaften des Systems aus dem mikroskopischen Eigenschaften der Teilchen und werden mittels statistischer Methoden ermittelt. Eine Beeinflussung der Teilchen durch das System ist in der Theorie der Thermodynamik nicht vorgesehen.

Mit der Entstehung präbiotischer Bläschen entstehen auf der Grundlage des stabilen Ungleichgewichts gerade solche nicht vorgesehenen und daher im Rahmen der Thermodynamik nicht vorhersehbaren Beziehungen zwischen Teil und Ganzem. In Systemen im Ungleichgewicht kann eben das Unvorhergesehene geschehen und das Teil nimmt Eigenschaften an, die vom Ganzen bestimmt werden. Diese neuen Eigenschaften der Individuen werden dann wieder mittels statistischer Methoden als makroskopischen Eigenschaften des Ganzen erfasst.

Die Realisierung dieser neuen Beziehung wird zunächst durch die *Kreativität* der Individuen initiiert, wodurch sich die Variabilität des Gesamtsystems erhöht. Kreativität ist eine Eigenschaft der Individuen, die dem überindividuellen System nicht zukommt. Sie veränderte jedoch die Variabilität, eine Eigenschaft des überindividuellen Systems, die den Konstituenten des überindividuellen Systems nicht zukommt.

Die Parameter, welche die zeitweilige Existenz des im Ungleichgewicht befindlichen Systems ermöglichen und damit limitieren, bestimmen nun auf dem Wege der Selektion, welche Varietäten erhalten werden und welche zerfallen müssen. Die das

Ungleichgewicht limitierenden Parameter bestimmen also die Richtung der Selektion. Wie bereits dargelegt, kommt es zur Selektion und damit auch zu deren Ausrichtung erst dann, wenn das im Ungleichgewicht befindliche System sich seinem kritischen Punkt nähert.

Die Irreversibilität der Evolution ergibt sich aus dem Umstand, dass Kreativität und Selektion den kritischen Zustand eines thermodynamischen Ungleichgewichts zu einem Zeitpunkt überwinden, an dem dieser sein vorhersehbares Ende erreicht. Dieses Ende kann in der Wiederherstellung des Gleichgewichts bestehen oder ein neues Ungleichgewicht hervorbringen. In jedem Falle ist die Situation, welche die Existenz des jeweiligen Ungleichgewichts ermöglichte, beendet und kann abioten ohne zusätzliche (physikalische) Arbeit nicht wieder hergestellt werden.

3 Die Entstehung lebender Systeme

3.1 Die thermodynamische Grenze

Die Existenz der reaktiven Phase wird durch den Vorrat an sekundären Energieträgern begrenzt, die durch Diffusion in das Individuum eindringen. Nur wenn die reaktiven Systeme die Fähigkeit erlangen, diese physikalische Grenze zu überschreiten und Energieträger auch gegen den Diffusionsgradienten aufzunehmen, kann ihre weitere Existenz gewährleistet werden.

Der limitierende Faktor, die durch den 2. Hauptsatz der Thermodynamik gegeben ist, kann nicht im Rahmen der Gesetze der Thermodynamik überwunden werden. Es müssen Systeme entstehen, die Stoffe und Energie aktiv gegen den Diffusionsgradienten aufnehmen können. Die Gesetze, denen diese Systeme unterliegen, stehen nicht im Widerspruch zu den Gesetzen der Thermodynamik. Es sind jedoch Gesetze, die im Rahmen der Thermodynamik von Gleichgewichtssystemen nicht „vorgesehen“ sind. Sie sind deshalb auch nicht aus diesen ableitbar. Sie gelten erst in Systemen, die diese Schwelle überschreiten. Es sind dies die Gesetze des Lebens, die biotischen Gesetze. Die nun entstehenden **aktiven Bläschen** sind lebende Systeme.

Zur Beschreibung von Vorgängen der beschriebenen Art werden häufig philosophische Termini benutzt. In der marxistischen Philosophie sind beispielsweise Ausdrücke wie „dialektischer Sprung“ oder „Umschlag von allmählichen quantitativen Änderungen in neue Qualitäten“ gebräuchlich. Lorenz benutzt in Anlehnung an N. Hartmann die Ausdrücke „Fulguration“ und „Hiatus“ (Vgl. Lorenz, K. (1973), S. 47ff. S.212ff.!). Ich vermeide solche Ausdrücke, weil sie letztlich dazu führen, der Naturwissenschaft philosophische Gedankengänge überzustülpen, um dann die Ergebnisse der Naturwissenschaften zu benutzen, eben diese Philosophien „wissenschaftlich“ zu begründen.

Eher ist hier ein Fall gegeben, auf den der Gödel'sche Unvollständigkeitssatz zutrifft, nach dem in jeder axiomatisierten Theorie Sätze ableitbar sind, die mit den Mitteln dieser Theorie nicht bewiesen werden können. Da für die Ableitung der Aussage, dass zur anhaltenden Existenz der stabilen Systeme ein Stofftransport entgegen dem Konzentrationsgradienten nur die Sätze der axiomatisierbaren Theorie der Thermodynamik erforderlich sind, ist aus diesen Sätzen nun ein Satz abgeleitet worden, der innerhalb dieser Theorie nicht beweisbar ist.

Dieser Fall beschreibt eine empirische Diskontinuität, die nicht als Sprung über einen Graben o. ä. Annahmen erklärt werden muss, sondern

als Resultat eines einzigen Schrittes am Ende vieler gleichartiger Schritte. Es ist die Dissimilation des letzten sekundären Energieträgers, der durch Diffusion in das letzte stabile Bläschen gelangen konnte.

„Leben“ wird auf diese Weise nicht durch eine mehr oder weniger subjektive Auswahl eines Merkmalsatzes bestimmt, sondern durch die Bestimmung einer objektiv bestimmbareren neuen Qualität von Systemen, die Gesetzen unterliegen, die nun nicht mehr im Gültigkeitsbereich der Gesetze der Thermodynamik liegen. Diese Zuordnung des Terminus „lebend“ bedarf wie jede Wahl einer Bezeichnung der Konvention. Sie ist für die theoretische Rekonstruktion des Lebens nicht essentiell. Die Zweckmäßigkeit dieser Zuordnung muss sich in der weiteren Analyse erweisen.

Abbildung 6 stellt das bei der Konstruktion des lebenden Systems zu lösende Konstruktionsproblem und eine hypothetische Lösung dar.

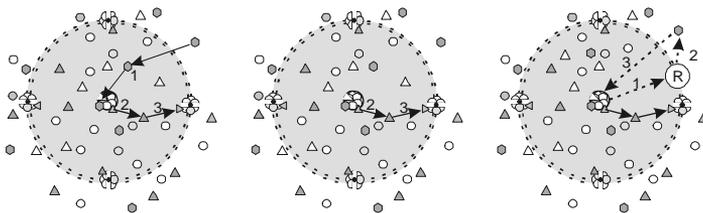


Abbildung 6: Konstruktionsproblem – die Pfeile markieren den Weg der sekundären Energieträger (R Resorber)

Das linke Bild zeigt das reaktive Bläschen, in das die sekundären Energieträger hinein diffundieren (1). Bei der Dissimilation wird die Energie auf die primären Energieträger (2) und von diesen auf die aktiven Poren (3) übertragen. Beim Erreichen des kritischen Punkts fällt der Weg 1 aus, es können keine sekundären Energieträger mehr in das Bläschen diffundieren (mittleres Bild).

Unter Nutzung der vorhandenen Strukturen wird die bei der Dissimilation freigesetzte Energie auf ein Konstrukt „R“ übertragen (rechtes Bild), welches mittels dieser Energie externe sekundäre Energieträger aus der Umgebung in das interne Milieu transportiert (2,3).

Modell 3. Stufe: Das aktive Bläschen

Reaktive Bläschen, deren Membran mit Transportmolekülen ausgestattet ist.
 Zeitlich begrenztes thermodynamisch Ungleichgewicht.
 Limitierender Faktor ist die Menge der sekundären Energieträger im Urozean.
 Kritischer Wert: Null

Um die Überwindung der thermodynamischen Grenze auch darstellen zu können, reicht der begriffliche und terminologische Apparat der