

Cannon wendet sich damit gegen ein individualistisches Gesellschaftsmodell, weil analog zum Staat im Körper einzelne Zellen zwar minimale Aufgaben der Selbstorganisation erledigen, aber im größeren Zusammenhang ihre Funktionen an die Organisation des Ganzen abgeben, also analog zur Demokratie zu verstehen sind. In der Gesellschaft bilden Infrastrukturen aus Eisenbahnnetzen, Kanälen und Straßen, aus Transportmitteln und Handelsorganisationen das Analogon zum *milieu intérieur*, das die Anpassungsfähigkeit der Organisation sicherstellt. Geld und Warenströme sind wie Energie- und Materieströme im Körper zu verstehen und zu untersuchen. Die Regierung muss wie das Zentralnervensystem für eine reibungs-freie Verteilung sorgen und Ungleichgewichte ausbalancieren. Mit dieser in *The Wisdom of the Body* nur in einigen Zügen angedeuteten Ausweitung seines physiologischen Konzepts auf gesellschaftliche Zusammenhänge führt Cannon die Universalität seines Konzepts der Homöostase vor: nicht nur die Prozesse in lebenden Wesen, sondern alle Arten organischer Abläufe, soweit sie eine innere Stabilität im Verhältnis zum Außen erzeugen, sollen als homöostatisch beschrieben werden können. Zustände der Nervosität werden damit wichtiger als Zustände der Harmonie.

### 3.6 Das Ökosystem und die Bedingung des Beobachters

Hendersons biochemische Grundlegung der Untersuchung von Gleichgewichtszuständen zwischen Organismen und *environments* sowie Haldanes Herstellung künstlicher Umgebungen zeigen die durch die Beschäftigung mit dem *environment* hervortretenden neuen Fragestellungen der biochemisch orientierten Physiologie. Versuche, das Lebendige ohne Berücksichtigung der anorganischen Umgebung zu beschreiben, erscheinen in den einschlägigen Wissenschaften zunehmend anachronistisch. Der Begriff *environment* und die mit ihm einhergehenden Unterscheidungen von Innen und Außen werden in den 1930er Jahren zu zentralen Gegenständen der biologischen Wissenschaften, die jedoch nach dem Zweiten Weltkrieg vom Paradigma der aufstrebenden Genetik abgelöst werden.

Zeitgleich zu diesen Entwicklungen ist die mit ähnlichen Fragen beschäftigte, noch junge Populationsbiologie ebenfalls mit der Schwierigkeit konfrontiert, die verwendeten Begriffe zu schärfen. Während Haldane und Henderson ihre Arbeiten nicht mit der Ökologie in Verbindung bringen – unter anderem, weil für die Ökologie dieser Zeit der Organismus die kleinste Einheit darstellt, für die Physiologie hingegen die größte –, beginnt die institutionelle Konsolidierung dieses Feldes. Die Populationsbiologie benötigt, will sie mehr sein als ein Abkömmling der traditionellen Naturgeschichte oder eine statistische Erhebung der Artenvielfalt, ein konzeptuelles Instrumentarium, um die ökologischen Abhängigkeiten von Umgebungen und Lebewesen in ihrer Gesamtheit zu erfassen. Um diese Heraus-

forderung drehen sich die im Folgenden vorgestellten Positionen, die schließlich zum Ausgangspunkt der Institutionalisierung der Ökologie werden.

Auch in der Populationsbiologie ist man gezwungen, sich zwischen Vitalismus bzw. Holismus und Mechanismus zu verorten.<sup>224</sup> Beidem soll der auch in ökologischem Denken an Einfluss gewinnende Organismus als interdisziplinäres Desiderat etwas entgegensetzen, wodurch philosophische Fragen in die Populationsbiologie importiert und damit einhergehende politische Konflikte ausgetragen werden. Im Folgenden wird an zwei zentralen Ansätzen der 1930er Jahre – dem Ökosystem-Konzept des britischen Populationsbiologen Arthur Tansley sowie der Systemtheorie des österreichischen Entwicklungsbiologen Ludwig von Bertalanffy – skizziert, wie auch in ökologischem Denken mit dem Gedanken der Wiedereinspeisung des Beeinflussten in das Beeinflussende und der reziproken Wechselwirkung des Umgebenden mit dem Umgebenen gerungen wird. Mit dem Aufkommen systemorientierter, organizistischer Erklärungen als Alternative zum Holismus und mit dem Konzept des Ökosystems wird dem wissenschaftlichen wie schließlich auch gesellschaftlichen Aufstieg der Ökologie der Weg gebahnt. Die historisch unverbundenen Positionen von Bertalanffy und Tansleys zu kontrastieren ist insofern sinnvoll, als beide das Umgebungsverhältnis auf die Rolle eines Beobachters beziehen, der das System von Umgebenem und Umgebendem beobachtet und dessen Beobachtung bestimmt, was innen und was außen ist.

### 3.6.1 Endzustände der Gemeinschaft

Die Ansätze der Ökologie bleiben, wie an den Beispielen aus Deutschland bereits gezeigt wurde, im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts häufig im Fahrwasser des Holismus, um sich gegenüber der Physik eine eigenständige Position zu verschaffen, welche das Lebendige nicht auf deren Gesetze reduziert. Dies wird im englischsprachigen Raum besonders deutlich an der seit dem Buch *Research Methods in Ecology* von 1905 einflussreichen Superorganismen-Theorie des Botanikers Frederick Clements von der Carnegie Institution for Science in Washington. Ähnlich wie Möbius' Konzept der Biozönose fasst dieser Ansatz die Zustände einer Pflanzenvegetation als vorgegebenen, determinierten Prozess hin zu einem Gleichgewicht, das trotz aller Schwankungen stabil bleibt und auf einen Endzustand namens *climax* zuläuft, der nur durch eine massive Störung von außen beendet werden kann: »In this development, habitat and population act and react upon each other, alternating as cause and effect until a state of equilibrium is reached.«<sup>225</sup> Clements' Ansatz

<sup>224</sup> Zu den unterschiedlichen Formen vitalistischen Denkens in der Biologie des 18. und 19. Jahrhunderts vgl. Benton, E.: »Vitalism in Nineteenth-Century Scientific Thought. A Typology and Reassessment«, In: *Studies In History and Philosophy of Science, Part A* 5/1 (1974), S. 17-48.

<sup>225</sup> Clements (1916): *Plant Succession*. S. 6.

betrachtet nicht nur spezielle *environments* und isolierte Arten, sondern den größeren Zusammenhang der geographischen Ausdehnung hinsichtlich der Quantitäten verschiedener Populationen und legt damit die Grundlage für eine erste Schule der Ökologie. Ihr gelten jedoch nur der Organismus, die Population (d.h. eine Art in ihrem regionalen Vorkommen) oder die *community* (alle Populationen einer Gegend) als theoretische Einheiten. Das *environment*, von Clements gleichbedeutend mit *habitat* verwendet, ist lediglich ein äußerer Faktor, der in manchen Fällen beachtet werden muss, oft aber zu vernachlässigen ist. Der Superorganismus schafft sich seine Umgebungsbedingungen durch seine eigene Aktivität. Weil das *environment* daher keine aktive Rolle spielt, kann die Sukzession der Arten gleichsam selbst wie ein umgebungsloser Organismus auf einen finalen Zustand hinauslaufen.

Drei Ecksteine umgrenzen Clements' Ökologie: das Sukzessionsmodell, das auf den Endzustand des *climax* zuläuft und von der Annahme gerahmt wird, eine Population sei als ein *superorganism* beschreibbar. Weil die Abfolge der Stufen einer Vegetation in Clements' Modell vorhersagbar ist und der Superorganismus auf dem Weg zu Harmonie und Stabilität vorbestimmten Pfaden folgt, steigt es zur allgemeinen Erklärung von Populationszyklen auf. Inspiriert vom Holismus setzt Clements die teleologische Entwicklung der Vegetation mit einem Organismus gleich: »The unit of vegetation, the climax formation, is an organic entity.«<sup>226</sup> Die Natur ist demnach keine Ansammlung von Individuen, sondern ein organisiertes Ganzen, das zu jenem quasi-harmonischen Zustand strebt, den Stephen Forbes 1887 in einem für Clements leitenden Gründungstext der nordamerikanischen Ökologie unter dem Titel »The Lake as a Microcosm« als »steady balance of organic nature«<sup>227</sup> beschreibt. In seiner empirischen Analyse des Artenbestands der See- und Flussgebiete von Illinois zeigt Forbes, seines Zeichens Direktor des Illinois State Natural History Laboratory, anhand der Nahrungszyklen, wie durch die natürli-

<sup>226</sup> Ebd., S. 124. Vgl. dazu auch Eliot, Christopher: »Method and Metaphysics in Clements's and Gleason's Ecological Explanations«. In: *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 38/1 (2007), S. 85-109. Schon in den 1920er Jahren wendet sich der Ökologe Henry Gleason von seinem ehemaligen Lehrer Clements ab und betont statt dessen teleologischer, harmoniebedürftiger Sukzessionslehre eine auf Wahrscheinlichkeitskalkülen aufbauende, individualistische Theorie, nach der jedes Lebewesen für sich existiert und es keine übergeordnete Einheit gibt. Während Gleason in der wissenschaftshistorischen Literatur zumeist als Gegenpol angeführt wird, konnte Michael Barbour zeigen, dass seine Überlegungen keinen Nachhall fanden und erst in den 1940er Jahren rezipiert wurden: Barbour, Michael G.: »Ecological Fragmentation in the Fifties«. In: Cronon, William (Hg., 1995): *Uncommon Ground. Toward Reinventing Nature*. New York, W.W. Norton & Co., S. 233-255.

<sup>227</sup> Forbes: »The Lake as a Microcosm«. S. 86. In einem späteren Text von 1903 beschreibt Forbes die Zyklen der Population jedoch als dynamisch: »Even the more stable features of the organic environment are too unstable to allow the establishment of any perfectly uniform habit of growth and increase in any species.« Forbes: »On some Interactions of Organisms«. S. 8.

che Selektion eine »community of interest«<sup>228</sup> entsteht, in der die Bedürfnisse der einzelnen Lebewesen im Ganzen aufgehen. Forbes formuliert erstmals die Prinzipien der Populationswellen und der Abhängigkeit zwischen Räuber und Beute. In einem See kann Forbes zufolge kein Lebewesen isoliert, sondern nur in all seinen wechselseitigen Abhängigkeiten von anderen Faktoren betrachtet werden. Mit dieser Annahme geleiteten Datensammlungen gelingt Forbes eine Erklärung für die unterschiedlichen Artenzusammensetzungen benachbarter Seen, die vor allem für die lokalen Fischer relevant sind, mit denen Forbes bei seinen Exkursionen eng zusammenarbeitet. Entsprechend zeigen Forbes' ökologische Untersuchungen auf, wie per se destabilisierende menschliche Eingriffe in die Harmonie dieser Lebensgemeinschaften möglichst geringen Schaden nach sich ziehen.<sup>229</sup>

In seinem Aufsatz »On some Interactions of Organisms« referiert Forbes bereits 1880 den Stand ökologischen Wissens und entwirft ein klares Bild einer theoretisch fundierten Ökologie mit praktischer Anwendbarkeit. Sie geht von der Prämissen aus, dass Lebewesen in Gemeinschaften existieren, die angesichts der Einflüsse des *environments* zu einem Gleichgewicht zwischen den Geburts- und Sterberaten der Arten tendieren.<sup>230</sup> Die Anwendbarkeit dieser Theorie besteht darin, anhand einer genauen Kenntnis ökologischer Zusammenhänge einzutreten und beispielsweise schädliche Arten auszurotten: »Notwithstanding the strong presumption in favor of the natural system, when we remember that the purposes of man and what, for convenience' sake, we may call the purposes of Nature do not fully harmonize, we find it incredible that, acting intelligently, we should not be able to modify existing arrangements to our advantage, especially since much of the progress of the race is due to such modifications made in the past.«<sup>231</sup> Das Ziel solcher Eingriffe besteht jedoch nicht in der Herstellung neuer Umgebungen, sondern in der konservierenden Erhaltung der natürlichen Harmonie. In dieser nimmt der Mensch selbst einen wichtigen Platz ein, kann zugleich jedoch bestehende Gleichgewichte durch unbedachten Eingriff zerstören. Während Forbes 1902 noch annahm, dass menschliche Eingriffe eine natürliche Harmonie zerstören<sup>232</sup>, plädiert er 1922 als Präsident der Ecological Association of America dafür, den Menschen als Teil der Ökologie zu betrachten und spricht dieser einen integrativen Status als

228 Forbes: »The Lake as a Microcosm«, S. 86.

229 Wie Daniel W. Schneider gezeigt hat, resultiert aus Forbes' Analyse der Überschwemmungsgebiete des Illinois River ein früher Konflikt um den Schutz dieser Gebiete, der bis zu einem Schusswechsel führt. Vgl. Schneider, Daniel W.: »Local Knowledge, Environmental Politics, and the Founding of Ecology in the United States. Stephen Forbes and ›The Lake as a Microcosm‹ (1887)«. In: *Isis* 91/4 (2000), S. 681–705.

230 Vgl. Forbes, Stephen: »On some Interactions of Organisms«. In: *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History* 1/3 (1880/1903), S. 3–18.

231 Ebd., S. 17.

232 Forbes: »On some Interactions of Organisms«, S. 5.

humanistische Wissenschaft zu: »Ecology, therefore, broadly conceived and rightly understood, instead of being an academic science merely, out of touch with humanistic interests, is really that part of every other biological science which brings it into immediate relation to human kind.«<sup>233</sup>

Begrifflich übernimmt Forbes zum Zwecke der Generalisierung Möbius' Konzept der Biozönose, das er als *microcosm* übersetzt. Das Zusammenwirken von Organismen und *environments* bezeichnet er auch als »ecological system«.<sup>234</sup> Hier schließt Clements Sukzessionsmodell an, indem seine Superorganismentheorie dieses Gleichgewicht zuspitzt und den Begriff des Organismus auf eine Population als Ganze erweitert. Damit überschreitet Clements die Grenzen dessen, was bislang Organismus genannt wurde, auf eine Gruppe von Organismen hin, der er mit der Bezeichnung *superorganism* wiederum eine Abgrenzung nach außen zuspricht.

Das *environment* dieser bei Forbes und Clements ausformulierten nordamerikanischen Ausrichtung der Ökologie, die in der Naturgeschichte wurzelt, sie aber mit neuen wissenschaftlichen Methoden verquickt, ist von Kultur oder Technik getrennt. Jeder Eingriff droht es zu zerstören und muss auf der Grundlage der Erkenntnisse über die Zyklen des *microcosm* wohlüberlegt sein. Während Forbes pragmatisch vorgeht, können Eingriffe für Clements nur negative Folgen für den vorgegebenen Zustand des *climax* haben. Das *environment* verfügt bei beiden Autoren über einen natürlichen Zustand des harmonischen Gleichgewichts, d.h. einem regulären und stabilen Muster, der sich von selbst einstellt, den aber jede Störung gefährdet. An die Stelle eines unreflektierten Finalismus des Lebens, der sein Ziel nach einer externen Maßgabe schöpft, soll, soweit man die Positionen im Anschluss an Forbes bis hin zu Clements kondensieren kann, ein Denken von Verbundenheit, Synthese und den ihnen eigenen Formen von zirkulärer Kausalität treten: »Nowhere can one see more clearly illustrated what may be called the sensibility of such an organic complex, expressed by the fact that whatever affects any species belonging to it, must speedily have its influence of some sort upon the whole assemblage.«<sup>235</sup> Diesen Zusammenhängen, in denen eine kleine Änderung große Auswirkungen auf das Ganze haben kann, könne der mechanistische Ansatz mit seiner formalisierten Ursache-Wirkungs-Verknüpfung nicht gerecht werden, weil die selbstbezüglichen, gleichsam in Kreisläufen vor sich gehenden Vorgänge zwischen Organismus und *environment* nicht als Ursache-Wirkungs-Verkettungen erklärt werden könnten. Die Synthese von Faktoren, welche Forbes und nach ihm Clements unter dem Namen der Ökologie zur Beschreibung von solchen Verknüpfungen fordern,

<sup>233</sup> Forbes, Stephen: »The Humanizing of Ecology«. In: *Ecology* 3/2 (1922), S. 89–92. Hier: S. 90.

<sup>234</sup> Forbes, Stephen: »The Mid-Summer Bird Life of Illinois. A Statistical Study«. In: *The American Naturalist* 42/500 (1908), S. 505–519. Hier: S. 507.

<sup>235</sup> Forbes: »The Lake as a Microcosm«. S. 77.

übersteigt das Erklärungspotential mechanistischen Denkens. Ihr Aufstieg ist eng mit dem Bedürfnis nach neuen Erklärungsmodellen verknüpft.

### 3.6.2 Systeme der Ökologie

Arthur Tansley, führender Botaniker Großbritanniens und Professor in Oxford, zeitweise Schüler und Analysand Sigmund Freuds in Wien<sup>236</sup> sowie Mitbegründer der kurz vor dem Ersten Weltkrieg gegründeten British Ecological Society, argumentiert Mitte der 1930er Jahre und als Resultat jahrelanger Debatten mit seinem neuen Konzept des Ökosystems strikt gegen Clements' holistische Theorie der Pflanzengemeinschaften.<sup>237</sup> Das Sukzessionsmodell von stabilen Zuständen, welches dieser 1905 eingeführt hatte, gilt bis in die 1930er Jahre als wissenschaftlicher Standard. Als Alternative und unabhängig von den zu dieser Zeit entstehenden Systemtheorien stellt Tansley 1935 in seinem Aufsatz »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms« das Konzept des Ökosystems als theoretisches Hilfsmittel zur Konsolidierung der gesammelten Erkenntnisse über Populationen vor.<sup>238</sup> Es handelt sich dabei weniger um ein empirisches Werkzeug oder um einen universellen Anspruch, sondern vielmehr um das Resultat einer Auseinandersetzung mit holistischen und materialistischen Positionen. Clements und Tansley sind eng befreundet und stehen trotz unterschiedlicher wissenschaftlicher Auffassungen in einem lebenslangen Briefwechsel, dessen bis in die ersten Jahre des 19. Jahrhunderts zurückreichende Diskussionen, wie Arnold van der Valk gezeigt hat, in die Formulierung des Ökosystem-Konzepts münden.<sup>239</sup>

Clements und Tansley gehen auf konträren Pfaden, aber den gleichen Gegenständen folgend der Frage nach, welche *environmental factors* auf eine Pflanzenvegetation wirken. Clements sucht, wie bereits erläutert, nach Einheiten und Stufen in der Entwicklung von Pflanzenvegetationen, die er als eigentliche Einheiten

236 Tansleys Buch *The New Psychology*, eine Einführung in die Psychoanalyse von 1920, erreicht elf Auflagen. Vgl. Tansley, Arthur G. (1920): *The New Psychology and its Relation to Life*. London, Allen & Unwin.

237 Vgl. zur politischen Dimension dieser Debatte ausführlicher Bellamy Foster/Clark: »The Sociology of Ecology«.

238 Die Wissenschaftsgeschichte des Ökosystem-Konzepts ist bereits in mehreren Büchern thematisiert worden. Während Joel Hagen sich bereits 1992 auf die institutionelle Geschichte der Ökologie als Wissenschaft konzentriert, lässt die Überblicksgeschichte des Ökologen Frank Golley diese Geschichte auf einen systemischen Begriff der Emergenz zulaufen, wie bereits der Untertitel seines Buchs verrät: »More than the Sum of the Parts« (vgl. Hagen (1992): *An Entangled Bank* sowie Golley (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology*).

239 Vgl. van der Valk, Arnold: »From Formation to Ecosystem. Tansley's Response to Clements' Climax«. In: *Journal of the History of Biology* 47/2 (2014), S. 293–321. Gemeinsam besuchen Tansley und Clements 1913 die Pinien- und Fichtenvegetation von Pikes Peak in Colorado, wo zwei Jahre zuvor Haldane die Auswirkungen der Höhenluft erforscht hatte.

der Ökologie begreift, denen das *environment* als äußerer Faktor ohne eigenes Erklärungspotential gegenübersteht. Während Clements die Position vertritt, allein das Klima sei von Bedeutung, will Tansley alle Bestandteile der Umgebung berücksichtigen und fasst die gemeinsame Entwicklung von Organismen und ihren Umgebungen als eine neue ökologische Einheit: das Ökosystem. Clements' Sukzessionstheorie kommt in dieser Hinsicht in den frühen 1930er Jahren angesichts der großen Dürre und der anhaltenden Sandstürme im *dustbowl* des Mittleren Westens der USA in Erklärungsprobleme, denn nur eine jahrelange Anomalie könnte in Clements' Modell diesen dauerhaften Krisenzustand erklären. Dies wiederum deutet an, dass ökologische Krisen – wenn man sie als Anomalien versteht – mit teleologischen, holistischen Modellen nur schwer zu beschreiben sind.

Diese unterschiedlichen Auffassungen hängen eng mit der holistischen Position Clement's zusammen, nach der das Ganze eines *superorganism* mehr ist als die Summe seiner Teile. Beide Positionen divergieren hinsichtlich der Abläufe zwischen *environments* sowie den Stufen der Vegetation und kommen immer wieder auf methodische Fragen zurück: wie werden die richtigen, entscheidenden Faktoren einer Umgebung ausgewählt? Wie hängen sie untereinander zusammen? Das Konzept des Ökosystems, das im Kontext der Beantwortung dieser Fragen von Tansley eher nebensächlich angeführt wird, gibt der Ökologie auch im englischsprachigen Raum ihr Feld und ihren Gegenstand. So steigt sie von einer vornehmlich Eingeweihten zugänglichen Spezialwissenschaft zum weitreichenden Erklärungsmodell auf. Dieses vereint die bislang getrennte ökologische Untersuchung von Pflanzen, Tieren und anorganischer Materie, wodurch das Forschungsfeld der Ökologie in Abgrenzung von anderen biochemischen Fragestellungen konsolidiert wird. Das Konzept erlaubt, unterschiedliche Maßstabsebenen zu skalieren, Phänomene miteinander zu verknüpfen und nicht nur Populationen bzw. *communities*, sondern alle Vorgänge zwischen *environments* und Organismen zu erfassen. Damit leistet es jene Synthese unterschiedlicher Faktoren, die Forbes und Clements beanspruchen, wobei sie die konzeptuellen Schwierigkeiten mit der Superorganismen-Theorie nur auf eine andere Ebene verlagern. Wie die aufgezählten Begriffe *microcosm*, *holocoen* oder *Biosphäre* benennt Ökosystem eine Referenzeinheit für die ökologische Forschung, deren innere Organisation jedoch neuen Regeln gehorcht. Das Ökosystem ist eine Analysekategorie, die sowohl ein *environment* beinhaltet als auch von einem *environment* umgeben ist und damit ein neues Umgebungsverhältnis entwirft. Indem das Konzept eine Skalierbarkeit der Beobachtungsebenen einführt, also die »ability to expand – and expand, and expand – without changing the basic elements«<sup>240</sup>, eröffnet es die Möglichkeit, beispielsweise das Verhältnis eines Fisches zum See ebenso zu ökosystemisch zu erklären wie das Verhältnis

---

<sup>240</sup> Tsing, Anna Lowenhaupt: »On Nonscalability. The Living World is not Amenable to Precision-Nested Scales«. In: *Common Knowledge* 18/3 (2012), S. 505-524. Hier: S. 505.

des Sees zum umgebenden Wald. Ein Ökosystem umfasst jeweils alle auf einer Beobachtungsebene systemisch verknüpften Faktoren zwischen einem *environment* und dem von ihm Umgebebenen. Daher kann wie schon mit dem Begriff *environment* mit dem Konzept des Ökosystems eine Vielfalt und Heterogenität in einem Begriff zusammengefasst werden. Es ermöglicht, die Irreduzibilität des Ganzen aufrechtzuerhalten, ohne sie sogleich metaphysisch zu überfrachten. Die daraus folgende Verwissenschaftlichung der Ökologie trägt letztlich zum Niedergang des Zwischenkriegsholismus und seiner Konzepte der Ganzheit bei, auch wenn die alten Faszinationsgeschichten weiterwirken und schließlich außerhalb der akademischen Ökologie fortgesetzt werden.

Wie A. J. Willis zeigen konnte, wird Tansley von einem Oxfordner Kollegen namens Arthur Roy Clapham auf den Systembegriff hingewiesen, als er nach einem passenden Begriff für den Zusammenhang eines *environments* mit seinen organischen Komponenten fragt.<sup>241</sup> Zwar verwendet Tansley den Begriff des Systems, der bereits bei Thienemann und Woltereck im Umlauf ist, schon vor seinem einschlägigen Aufsatz von 1935<sup>242</sup>, doch für die dort vorgenommene Zuspitzung verweist er auf das 1932 erschienene Buch *The Universe of Science* von Hyman Levy, einem Mathematiker am Imperial College in London. Levys Buch präsentiert eine soziologisch grundierte Erkenntnistheorie des wissenschaftlichen Denkens: »Science, like common sense, sets out in the first instance to search for systems that can be imagined as isolated from their setting in the universe without appreciably disturbing their structure and the process they present.«<sup>243</sup> Ein System ist bei Levy kein Gegenstand, sondern eine Beschreibungs- oder Beobachtungsperspektive, die es erlaubt, Phänomene zu isolieren und miteinander in Bezug zu setzen, indem die Abhängigkeit verschiedener Systeme erkannt, d.h. auch die Vielfalt möglicher Beobachtungs- und Beschreibungsebenen berücksichtigt wird. Das ›Ganze‹ hingegen kann nicht beobachtet werden, wie Levy am Beispiel von Smuts' Holismus ausführt.<sup>244</sup> Als Liberaler kritisiert Levy ähnlich wie Tansley nicht nur diesen Holismus, sondern auch die von Smuts geführte Politik der Segregation. Vom Begriff des Systems versprach sich Levy eine partikulare Betrachtung ohne metaphysische

<sup>241</sup> Vgl. Willis, A. J.: »Arthur Roy Clapham. 24 May 1904-18 December 1990«. In: *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 39/2 (1994), S. 72-90. Hier: S. 81. Clapham, der später selbst wichtige Studien zur Pflanzenökologie Englands anstellt, wird in Tansleys Text nicht erwähnt.

<sup>242</sup> Vgl. Golley (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology*. S. 32.

<sup>243</sup> Levy, H. (1932): *The Universe of Science*. London, Watts. S. 45.

<sup>244</sup> Vgl. ebd., S. 77. Katherine Hayles hat die Rolle des Beobachters in der frühen Kybernetik ausführlich geschildert und gezeigt, dass in deren Kontext zwar der Gedanke der Reflexivität artikuliert wird, also der Wiedereinspeisung dessen, was ein System hervorbringt, in dieses System. Es fehlt jedoch an einem begrifflichen Instrumentarium, um diese logische Konstellation zu beschreiben. Dieser Gedanke kann auf Tansley Ansatz übertragen werden, denn auch dort ist ein reflexives Verhältnis zwischen dem Beobachter und dem Ökosystem erkennbar, das nicht artikuliert oder formalisiert wird.

Aufladung. Jeder Blick auf ein System zeigt einen Ausschnitt. Von einem System zu sprechen ist in diesem Sinne eine Absage an einen Holismus, der das Ganze als Ganzes zu erkennen behauptet. Zwar wird der Systembegriff später mit eben diesem Anspruch aufgeladen, doch ist die Einführung des Beobachters in die Ökologie ein explizit anti-holistischer Akt. Indem Tansley diese Beschränkung des Beobachters in seine Theorie der Vegetation übernimmt, eröffnet er nicht nur eine neue Ebene der Auseinandersetzung mit ökologisch genannten Zusammenhängen, sondern löst die Frage nach der Beeinflussung des *environments* von den vorherrschenden Harmonievorstellungen. Ein Ökosystem wird demnach schon durch seine Beobachtung modifiziert, weil diese als Teil des Systems dessen Grenzen definiert.

Erst vor dem Hintergrund der Debatte mit Clements, auf den sich Smuts ebenfalls bezieht, werden der Einsatz des Ökosystem-Konzepts und seine Weiterentwicklung in der Ökologie verständlich. Tansley wendet sich mit seinem Text jedoch weniger direkt gegen Clements als gegen drei lange, der Kanonisierung von Clements' Position dienende Aufsätze, die der südafrikanische Biologe John Phillips 1934 und 1935 veröffentlicht. Schon die Adressaten der Texte zeigen die Grenzlinien der Auseinandersetzung: Phillips Text erscheint im *Journal of Ecology*, der Hauszeitschrift der British Ecological Society, welche von Tansley gegründet wurde, der seine Erwiderung in der Zeitschrift *Ecology* publiziert, die zur Ecological Society of America gehört, der wiederum Clements nahesteht. Während letzterer zumeist kaum an philosophischen Fragen interessiert ist, stellt der stark von Smuts und ebenfalls rassenideologisch geprägte Phillips die holistischen Hintergründe der *climax*-Theorie und ihrer Erklärung der Abfolge und Verteilung von Populationen heraus. Er versucht, mit dem holistischen Ansatz das Verhalten von Individuen durch ihre Zugehörigkeit zu einer *biotic community* zu erklären. Tansley kritisiert, dass Clements (und ihm folgend Smuts und Phillips) zunächst die Phänomene des *climax* und des Superorganismus anthropomorph erklären und dann diese übertragenen Konzepte wiederum auf die Geschichte zurückbeziehen und zur Postulierung rassistischer Unterscheidungen verwenden. Das Ganze wird für Smuts, Clements und für Phillips zu einem Ausgrenzungsmechanismus, denn manche Organismen tragen mehr zum Ganzen bei als andere. Schädliche oder die Ganzheit gefährdende Elemente sollen eliminiert werden. Solange, so kann man diese strukturell konservativen Theorien auslegen, jedes Lebewesen in dem *environment* bleibt, das seiner biologischen Nische entspricht, ist das Ganze stabil. So wird in einer reaktionären Wendung jedem Lebewesen ein Platz im *environment* und jedem Menschen ein Platz in der Gesellschaft zugeteilt. Nur durch das Einhalten dieser Plätze bleibe das Ganze stabil. Die Ökologie, die in Smuts Hauptwerk *Holism and Evolution* allerdings nur am Rande auftaucht, wird im südafrikanischen Kontext Teil der Begründung der Apartheits-Politik – ein Begriff, den Smuts selbst

prägt.<sup>245</sup> Smuts argumentiert, wie Peder Anker ausgeführt hat, dass die fruchtbaren Regionen im Hochland Südafrikas besser für europäische Siedlungen und Plantagen geeignet seien, während die einheimische Bevölkerung als unterlegene Rasse in den Küstenregionen leben solle.<sup>246</sup>

In seinen drei Texten fordert Phillips von der Ökologie eine Begriffsklärung, die er selbst jedoch kaum zu leisten im Stande ist. Stattdessen ordnet er alle ökologischen Ansätze, auch den Hendersons, dem Holismus und der Emergenztheorie unter. Er synthetisiert diese Theorien zu einer Supertheorie, in welcher die Ursache für die Entstehung von Organismen durch ihren Holismus erklärt wird. Zentral ist für Phillips die These, dass Gemeinschaften von Organismen zusammen in ihrem Verhältnis zum *environment* einen neuen, übergeordneten Organismus bilden. Dies setzt er in den Kontext von Smuts Überlegungen, der schreibt: »The new science of Ecology is simply a recognition of the fact that all organisms feel the force and moulding effect of their environment as a whole.«<sup>247</sup> Als Ganzes ist die Gemeinschaft der Lebewesen mehr als die Summe ihrer Teile: sie entwickelt selbst organische Qualitäten. »At different stages, or, to use a philosophical term, within different fields, there arise new properties, qualities or *emergents* definitely unpredictable from a knowledge of the individual organisms and their individual functions, *emergents* that may be due either to some creative synthesizing factor such as holism, or to profoundly complex and highly effective integration of biotic responses and habitat actions, or both.«<sup>248</sup> All dies wird als endgültiger Stand des Wissens präsentiert und zu guter Letzt auch Tansleys populationsbiologische Arbeit unter den Holismus subsumiert. Diese Zusitzung fordert Tansley zur Formulierung einer Alternative heraus, die in den dreißig Jahren der Diskussion und Zusammenarbeit mit Clements unterschwellig geblieben war.

Dem Holismus – und damit auch Smuts sowie Phillips Apartheids-Politik – möchte Tansley in seinem Aufsatz eine liberale Alternative entgegenstellen und zugleich die Notwendigkeit von geplanten Eingriffen gegen den harmonischen, nur zum negativen beeinflussbaren Naturzustand des *climax* rechtfertigen.<sup>249</sup> Wie Haldane und Henderson fordert Tansley, dass nicht isolierte Organismen oder Superorganismen, sondern das Verhältnis ihrer Gemeinschaften zum *environment* der

<sup>245</sup> Vgl. Bellamy Foster/Clark: »The Sociology of Ecology«. S. 328.

<sup>246</sup> Vgl. Anker, Peder (2001): *Imperial Ecology. Environmental Order in the British Empire, 1895-1945*. Cambridge, Harvard University Press. S. 65 sowie 124ff.

<sup>247</sup> Smuts (1926): *Holism and Evolution*. S. 340.

<sup>248</sup> Phillips, John: »Succession, Development, the Climax, and the Complex Organism. An Analysis of Concepts: Part III. The Complex Organism«. In: *Journal of Ecology* 23/2 (1935), S. 488-508. Hier: S. 496. Hervorhebungen im Original. Zur politischen Dimension der Debatte vgl. van der Valk: »From Formation to Ecosystem«.

<sup>249</sup> Diese politische Ebene wird in der umfangreichen Darstellung Golleys ignoriert. Vgl. Golley (1993): *A History of the Ecosystem Concept in Ecology*.

Gegenstand der Ökologie sein sollen. Clements folgend nur Lebensgemeinschaften zu betrachten reiche nicht aus, weil so ihr *environment* vernachlässigt werde. Der Begriff fungiert in diesem Rahmen als zentrales Werkzeug einer Ökologie, in der die Beschreibung des Ganzen durch die Perspektivierung von Systemen ersetzt wird, deren Komponenten geregt zusammenwirken. »Clements earlier term ›biome‹ for the whole complex of organisms inhabiting a given region is unobjectionable, and for some purposes convenient. But the more fundamental conception is, as it seems to me, the whole *system* (in the sense of physics), including not only the organism-complex, but also the whole complex of physical factors forming what we call the environment of the biome – the habitat factors in the widest sense.«<sup>250</sup> Wie Kurt Jax gezeigt hat, vollzieht Tansley in seinem Text drei Schritte: zunächst erweitert er das genannte *biome* auf abiotische Faktoren, die er dann auf der Ebene des Systems mit den biotischen gleichsetzt und ihre Verknüpfung schließlich als Ökosystem kennzeichnet.<sup>251</sup> Diesem spricht er aber keinen ontologischen, sondern, Levy folgend, nur den Status eines theoretischen Hilfsmittels für die jeweilige Beobachtung und Isolierung des Systems zu. Um zu vermeiden, dass das Ökosystem wie Clements Gemeinschafts-Organismus substantialisiert wird, beharrt Tansley vehement darauf, dass ein Ökosystem immer von seinem Beobachter und dem Kontext seines Beschreibungsinteresses abhängt.

Tansley stellt sich – ohne jeden Bezug – der gleichen Herausforderung wie zeitgleich die frühe Systemtheorie Ludwig von Bertalanffys: das Ganze nicht als Ganzes beobachten zu können, weil jede Beobachtung notwendig selektiv sein muss, um ihren Gegenstand gedanklich zu isolieren. Dabei müssen die funktionalen Beziehungen zwischen Organismus und *environment* beachtet werden, ohne sie zu reduzieren. »Actually the systems we isolate mentally are not only included as parts of larger ones, but they also overlap, interlock and interact with one another. The isolation is partly artificial, but is the only possible way in which we can proceed.«<sup>252</sup> Die von Tansley programmatisch geforderte Beschreibung von komplexen Ökosystemen ist daher eher als idealisierte Zielvorgabe denn als Ansatz der Deskription natürlicher Gegebenheiten zu verstehen. Die Isolation und Skalierung von Ökosystemen stellt sich in praktischer Hinsicht als große Herausforderung dar, weil zwar jede Beobachtung notwendigerweise isolierend vorgeht, aber nie eine feste Grenze gezogen werden kann: Die Isolation bleibt ein gedankliches – und, so könnte man ergänzen, ein experimentelles – Konstrukt. Die Frage, wo sich die Innenseite eines Ökosystems im Verhältnis zu anderen Maßstabsebenen befindet und wie sich das Außerhalb eines Ökosystems markieren lässt, wird nach Tansley die ökologische

<sup>250</sup> Tansley: »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms«. In: *Ecology* 16/3 (1935). S. 299.

<sup>251</sup> Vgl. Jax: »Holocene and Ecosystem«. S. 125.

<sup>252</sup> Tansley: »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms«. S. 300.

Forschung begleiten, wie sich etwa an den von Elisabeth DeLoughrey beschriebenen Vorlieben Tansleys für die Erforschung isolierter Inseln und später bei den Odum-Brüdern für Raumstationen oder Projekte wie *Biosphere II* zeigt.<sup>253</sup> Um Ökosysteme experimentell zu erfassen, muss das unbegrenzte Außen des *environments* begrenzt und von einem äußereren *environment* abgekoppelt werden, was an solchen Orten möglich ist. Der Versuch, Ökosysteme als geschlossene Systeme zu verstehen und experimentell nachzubauen, ist eine Antwort auf diese epistemologischen Spannungen des Konzepts.

In seiner Studie *The British Islands and their Vegetation* vertieft Tansley 1939 das in seinem Aufsatz nicht weiter erläuterte Verständnis von Stabilität und schreibt: »Positions of equilibrium are seldom if ever really ›stable‹. On the contrary, they contain many elements of instability and are very vulnerable to apparently small changes in the factor complex. Recognition of ›positions of stability‹ is a necessary first step in the understanding of vegetation. The more important sequel is study of the factors which maintain or disturb and often upset them.«<sup>254</sup> Im Anschluss an diese Überlegungen untersucht Tansley die britische Vegetation anhand ihrer Veränderungen und fasst Störungen als Bestandteile dynamischer Gleichgewichte. Ein Ökosystem läuft also nicht auf einen Endzustand zu, sondern hängt von den veränderlichen Bedingungen des *environments* ab. Die Teleologie der Sukzessionstheorie hingegen kann, wie Tansley unterstreicht, die Faktoren des *environments* nicht als Wirkungen auf eine Population erkennen, weil ihre Stabilität aus der Natur heraus entsteht und nicht das Resultat eines dynamischen Prozesses ist.

Im Gegensatz zu Clements, der in den USA kaum vom Menschen beeinflusste Gegenden erforschen kann, ist das *environment* Englands, dem sich Tansleys populationsökologische Forschung widmet, allenfalls eine zweite Natur, deren Zustand ohne Berücksichtigung des menschlichen Einflusses kaum zu verstehen ist. Der Wissenschaftshistoriker Peder Anker hat anhand der Debatte zwischen Clements und Tansley ausführlich die enge Verwicklung der britischen Ökologie der Zwischenkriegszeit in die von der Regierung angestrengten, konservatorischen Beforstungsprojekten sowie die Kolonialisierung und Kartierung Afrikas beschrieben. Anker zeigt, welche politische Rolle die neue ökologische Wissenschaft in diesen Vorgängen spielt und stellt dar, wie der Ökosystemansatz eine Brücke zwischen »the imperial economy and the economy of nature« errichtet. Er hilft dabei, dem britischen Imperialismus Wissen über die fremden Umgebungen der Kolonien und Möglichkeiten der praktischen Gestaltung von *environments* durch

<sup>253</sup> Vgl. DeLoughrey, Elizabeth M.: »The Myth of Isolates. Ecosystem Ecologies in the Nuclear Pacific«. In: *Cultural Geographies* 20/2 (2013), S. 167–184.

<sup>254</sup> Tansley, Arthur G. (1939): *The British Island and their Vegetation*. Cambridge, Cambridge University Press. S. VI.

Forstprojekte auch in Großbritannien selbst zu verschaffen.<sup>255</sup> Aufgrund seines systemorientierten Ansatzes ist der Eingriff in Ökosysteme für Tansley ein notwendiger Schritt ihrer Erforschung. »Regarded as an exceptionally powerful biotic factor which increasingly upsets the equilibrium of pre-existing ecosystems and eventually destroys them, at the same time forming new ones of a very different nature, human activity finds its proper place in ecology.«<sup>256</sup> Bereits hier zeigt sich der für die spätere Anwendung des Ökosystem-Konzepts noch ausführlich dargestellte Übergang hin zu Ansätzen des *ecological* oder *environmental design*. Sie setzen voraus, dass *environments* als Systeme gestaltbar sind.

Im Rahmen von Tansleys Formulierung des Ökosystem-Konzepts tritt das Potential, Organismus und *environment* ohne ontologische Unterscheidung oder Substantialisierung ihrer Pole zusammenzudenken, deutlich hervor: »Though the organisms may claim our primary interest, when we are trying to think fundamentally, we cannot separate them from their special environment with which they form one physical system.«<sup>257</sup> Noch deutlicher wird die Frage angesichts des Menschen: »Is man part of ›nature‹ or not?«<sup>258</sup> Tansley antwortet: Ja, weil er Ökosysteme zerstören und neue erschaffen kann. Doch die Rolle des Menschen ist nicht länger eindeutig Natur oder Nicht-Natur zuzuordnen, weil sein Einwirken und seine Zerstörung als Akte dessen, was Natur entgegengesetzt wird, zugleich natürlich sind. Selbst wenn der Mensch mit seiner Technik sein *environment* zerstört oder es zu gestalten vermag, bleibt er im Kontext einer am Ökosystem orientierten Theorie ein Faktor unter vielen, die Tansley zufolge auf der gleichen Ebene behandelt werden müssen. Die an Ökosystemen orientierte Ökologie ist von Beginn an durch eine Nivellierung der Hierarchien geprägt. Ohne die Aufhebung der Unterscheidung in Mensch und Natur auf der Ebene der Beeinflussung hätte die Ökosystem-Ökologie kaum einen solchen Einfluss entfalten können.

Das Konzept des Ökosystems ist wie die Systeme der Systemtheorie nicht ontologisch, sondern erkenntnistheoretisch fundiert: was ein Ökosystem ist, hängt von seiner Beschreibung ab. Für Tansley ist das Konzept des Ökosystems unvereinbar mit einer teleologischen Stabilität. Diese Abkehr von einer Ontologie des Gegebenen hin zur beobachterabhängigen Skalierung eines Systems hat drei Konsequenzen. Sie bedeutet erstens, dass der Beobachter mit seiner Beobachtung in das Ökosystem eingreift: er bewegt sich in ihm und nimmt an ihm teil, er definiert seine Grenzen und wird selbst zum beeinflussenden Faktor. Es gibt keine beobachtende Position außerhalb des Systems. Zweitens impliziert die Maßstäblichkeit des Ökosystems eine Skalierbarkeit seiner Grenzen auf verschiedene Größen, etwa von

---

<sup>255</sup> Vgl. Anker (2001): *Imperial Ecology*. S. 156 sowie Ayres, Peter G. (2012): *Shaping Ecology. The Life of Arthur Tansley*. Malden, Wiley-Blackwell. S. 9.

<sup>256</sup> Tansley: »The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms«. S. 303.

<sup>257</sup> Ebd., S. 299.

<sup>258</sup> Ebd., S. 303.

Mikroorganismen zum See, in dem sie leben. Zwischen den Skalen der atomaren Ebene und des Universums ist ein Ökosystem eine spezifische Ebene der Beobachtung. »Ecosystems are of the most various kinds and sizes. They form one category of the multitudinous physical systems of the universe, which range from the universe as a whole down to the atom.«<sup>259</sup> Dies impliziert, dass die Verknüpfung und Rückkopplung von Faktoren immer weiter getrieben werden kann. Die Grenzen eines Ökosystems sind auch deswegen vom Beobachter abhängig, weil jede Verknüpfung von Faktoren fortgesetzt und dabei auf größeren Maßstab ausgedehnt werden kann. Ihre Verkettung kann nur temporär zur Beschreibung einzelner Zustände aufgelöst werden. Die dritte Konsequenz betrifft den Begriff *environment*: Bei Tansley ist *environment* alles außerhalb eines Organismus, aber von diesem abhängig. Der Begriff markiert eine Offenheit für nahezu beliebige Faktoren und ihren Zusammenschluss in einem handhabbaren Singular. Obwohl es nur *environments* in ihrer jeweiligen Abhängigkeit und kein allgemeines, geteiltes *environment* gibt, wird der Begriff jedoch weiterhin zusätzlich in einer abstrakten Bedeutung verwendet, um eine übergeordnete Einheit von *environments* zu kennzeichnen, die zusammen ein *environment* ausmachen. Diese Doppelung des Begriffs ist für die weitere Geschichte des Begriffs von entscheidender Bedeutung, denn sie erlaubt zugleich Eingriffe in die konkreten, lokalen *environments* und die Bezugnahme auf ein globales, allumfassendes *environment*, das es zu schützen gilt.

Zwar bleibt Tansley's Konzept einige Jahre unbeachtet, doch seit es Anfang der 1940er Jahre von Raymond Lindeman und George E. Hutchinson zur mathematisch-statistischen Beschreibung von Energieflüssen aufgenommen wird, gilt es als zentrales Konzept der Ökologie.<sup>260</sup> Es erscheint in dieser Perspektive als wichtiger Indikator eines das Ganzheits-Denken durchziehenden Bruchs. Dieser trennt die Zwischenkriegsholismen von den kybernetischen Regulations- und Systemtheorien der Nachkriegszeit – erstere mit dem affirmativen Bestreben nach einer Ganzheit, letztere vom Normalzustand der Instabilität und der Entropie ausgehend. Dieser Graben ist gerade vor dem Hintergrund der fortlaufenden Abgrenzung von mechanistischen und vitalistischen Ansätzen eine bemerkenswerte Etappe, in der *environments* in modifizierbare, technisch herstellbare Größen transformiert werden. Am Ende dieser theoretischen Auseinandersetzungen steht mit der Kybernetik nicht nur ein neues Verständnis des *environments*, sondern vor allem das Vorhaben seiner praktischen Gestaltung und technischen Synthese auf der Grundlage berechenbarer Energieflüsse.

<sup>259</sup> Ebd., S. 299.

<sup>260</sup> Vgl. Trepel: »Geschichte des Umweltbegriffs«, S. 186.

### 3.6.3 Das systemtheoretische Versprechen der Vorhersagbarkeit

Die theoretische Starre, in welche die kaum lösbare Auseinandersetzung zwischen Vitalismus bzw. Holismus und Mechanismus die biologische Forschung spätestens in den 1930er Jahren treibt, versucht die frühe Systemtheorie des österreichischen Biologen und Philosophen Ludwig von Bertalanffy auf einer anderen Abstraktionsebene als das Ökosystem-Konzept, aber mit ähnlichen Konsequenzen im Hinblick auf die Umgebung des Systems aufzulösen.<sup>261</sup> Während die holistischen und organistischen Thesen, wie gezeigt, auf unterschiedliche Weise dazu tendieren, der Ganzheit einen intrinsischen Wert zuzuschreiben und sie zu überhöhen, ist von Bertalanffys Systemtheorie in den 1930er Jahren von einem pragmatischen Vorgehen geprägt, das sie schließlich als Forschungsprogramm erfolgreich werden lässt. Durch die mathematische Formulierung der Bedingungen von Gleichgewichtszuständen der Komponenten eines Systems gelingt es von Bertalanffy, den Zusammenhang eines Ganzen nicht aus einer vorgegebenen Harmonie abzuleiten, sondern aus dem dynamischen Wechselspiel seiner Bestandteile. Sein entscheidender Schritt besteht darin, das Verhältnis eines Systems zu seiner Umgebung in die Kalkulation einfließen zu lassen. Dies führt zur Unterscheidung in gegenüber ihren Umgebungen offenen und geschlossenen Systemen, die im Anschluss an von Bertalanffy und andere Systemtheorien wie die Kenneth Bouldings in der Ökosystemforschung der Nachkriegszeit jeweils unterschiedlichen Operationalisierungen unterzogen werden. Von Bertalanffys Ansatz ist daher aus zwei Gründen an dieser Stelle relevant: erstens weil er die Umgebung eines Systems in die Erklärung von dessen Eigenschaften einbezieht und zweitens, weil seine Formulierung unterschiedlicher systemischer Kapazitäten des Gleichgewichts, vor allem das sogenannte Fließgleichgewicht, in der Ökologie aufgenommen und weiterentwickelt wird. Von Bertalanffy verwendet in seinen auf Deutsch verfassten Schriften den Begriff *Umwelt* und auf Englisch *environment*, übersetzt aber dort, wo er sich auf Uexküll bezieht, *Umwelt* meist als *ambient*.<sup>262</sup>

Von Bertalanffys entwickelt seinen Ansatz erstmals in seinem zum Standardwerk aufsteigenden, zweibändigen Buch *Theoretische Biologie* von 1932, das sich noch auf lebendige Systeme konzentriert. Er systematisiert diesen Ansatz in seiner nach der Emigration nach Nordamerika erarbeiteten allgemeinen Systemtheorie, die in der Aufsatzsammlung *General Systems Theory* 1968 zusammengefasst ist.<sup>263</sup> Dort

<sup>261</sup> Vgl. Schwarz, Astrid E.: »Aus Gestalten werden Systeme. Frühe Systemtheorie in der Biologie«. In: Mathes, Karin/Breckling, Broder/Ekschmitt, Klemens (Hg., 1996): *Systemtheorie in der Ökologie*. Landsberg, Ecomed, S. 35–43.

<sup>262</sup> Etwa Bertalanffy, Ludwig von (1968): *General System Theory*. New York, Braziller. S. 228, 251.

<sup>263</sup> Als Mitglied der NSDAP wandert von Bertalanffy erst nach dem Krieg, als ihm sein Professorentitel an der Universität Wien entzogen wird, in die USA aus (vgl. Deichmann, Ute (1996): *Biologists under Hitler*. Cambridge, Harvard University Press. S. 75).

sucht er nach den gemeinsamen, mathematisch fundierten Gesetzmäßigkeiten organisierter Komplexe. Diese sollen über die Biologie hinaus auch auf die Physik oder auf die Gesellschaft übertragbar sein.<sup>264</sup> Stark vom Wiener Kreis beeinflusst, übernimmt von Bertalanffy dessen Idee einer vereinheitlichten Wissenschaft, wendet sich aber gegen den damit einhergehenden Positivismus. Statt der Beobachtung von Einzelphänomenen soll ihre Verknüpfung im Mittelpunkt stehen, in der von Bertalanffy zugleich einen starken moralischen Impuls verortet, der mit der Zuwendung zum Systemdenken eine humanistische Reformation der Stellung des Menschen in der Welt anstrebt.

Für von Bertalanffy ist der Organismus keine Erklärung, sondern eine Problemstellung. Organisation ist nicht die Antwort wie im Holismus, sondern die Frage, von der seine Theorie der Systeme ausgeht. Ihr Einsatz ist umfassend: Zwar gebe es in jeder Organisation – von einer Kerzenflamme bis hin zu einer gemischten Population von Lebewesen – unterschiedliche hierarchische Ebenen mit eigenen Regeln und Eigenschaften, doch die zugrundeliegenden Prinzipien sollen auf alle Systeme anwendbar sein. Nicht alle Eigenschaften eines systemischen Zusammenhangs können jedoch auf Eigenschaften seiner Einzelteile zurückgeführt werden.<sup>265</sup> Anhand der Entwicklung der Funktionalität des Auges zeigt von Bertalanffy, dass der systemische Zusammenhang der einzelnen Bestandteile zwar analysierbar, nicht aber auf unabhängige Elemente zurückführbar ist. Denn innerhalb dieser Organisation wirkt die Veränderung eines Bestandteils auf andere Bestandteile und damit auf das Ganze.<sup>266</sup> Erst eine genuine Systemtheorie könne den Einzelteilen und ihrem dynamischen, regulierten Zusammenhang gerecht werden, ohne jedoch eine zusätzliche Kraft oder Qualität hinzutreten zu lassen: »Ein lebender Organismus ist ein in hierarchischer Ordnung organisiertes System von einer großen Anzahl verschiedener Teile, in welchem eine große Anzahl von Prozessen so geordnet ist, daß durch deren stete gegenseitige Beziehung innerhalb weiter Grenzen bei stetem Wechsel der das System aufbauenden Stoffe und Energien selbst wie auch bei durch äußere Einflüsse bedingten Störungen das System in dem ihm eigenen Zustand gewahrt bleibt oder hergestellt wird oder diese

264 Theoretische Biologie übernimmt weitestgehend die Struktur und die Argumentation des 1928 erschienenen Werkes *Kritische Theorie der Formbildung* und stellt sie in einen allgemeineren Kontext. Vgl. Bertalanffy, Ludwig von (1928): *Kritische Theorie der Formbildung*. Berlin, Bornträger sowie Bertalanffy, Ludwig von (1932): *Theoretische Biologie. Band 1: Allgemeine Theorie, Physikochemie, Aufbau und Entwicklung des Organismus*. Berlin, Bornträger. Vgl. zur Bedeutung Bertalanffys für die Ökologie Voigt, Annette: »The Rise of Systems Theory in Ecology«. In: Schwarz, Astrid E./Jax, Kurt (Hg., 2011): *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. New York, Springer, S.183-194.

265 Vgl. Bertalanffy (1968): *General System Theory*.

266 Bertalanffy (1932): *Theoretische Biologie*. S. 6of.

Prozesse zu Erzeugung ähnlicher Systeme führen.«<sup>267</sup> Von Bertalanffy skizziert dahingehend in seinem Aufsatz »The Theory of Open Systems in Physics and Biology« Gleichungen für die Eigenschaften von Systemen wie Wachstum, Zentralisierung, Isomorphie oder Endlichkeit.<sup>268</sup> Diese systemorientierte Beschreibung von Organisationen erklärt von Bertalanffy als Alternative zu Vitalismus und zu Mechanismus sowie als Konsequenz ihres Streits.

Dieser Streit kann, so eine Überlegung Haraways, erst in dem Moment aufgelöst werden, als die Konzepte der Regulation und des Ganzen außerhalb des mechanistischen Maschinenparadigmas gedacht und nicht auf eine zusätzliche Kraft oder auf Emergenz zurückgeführt werden.<sup>269</sup> Erst als von Bertalanffy einen positivistischen Begriff der Teleologie formuliert, in dem ein Vorgang von zukünftigen Vorgängen abhängig erscheint, die klassische Kausalität also ersetzt wird, können die Abläufe der Organisation als gesetzmäßige, vorhersagbare Eigenschaften des Systems hervortreten. Dieser Ansatz reformiert sowohl Holismus als auch Mechanismus, um die Zweckgerichtetheit von Systemen ohne metaphysische Spekulationen, Eingriffe eines höheren Prinzips oder die Reduktion auf Gesetze zu erklären. An die Stelle einer strengen, mechanistischen Kausalität tritt ein indeterministisches, probabilistisches Weltbild. Die Systemtheorie offeriert keine reduktionistische Auflösung des Ganzen und keine holistische Antwort auf die Fragen des Mechanismus, sondern, vereinfacht gesagt, eine Aufhebung der Priorisierung lebender vor nicht-lebenden Systemen durch eine funktionalistische Betrachtung der Organisation von Systemen und ihren Umgebungen. Die kybernetische Beschreibung von selbstregulierenden Systemen, die nach dem Zweiten Weltkrieg an Popularität gewinnt, ordnet von Bertalanffy entsprechend als eine spezifische Beschreibungsebene in seine Konzeption der Systemtheorie ein. Kybernetische Prozesse der Rückkopplung sind für von Bertalanffy Effekte von Fließgleichgewichten und aus diesen ableitbar.<sup>270</sup>

Der aus diesem Programm resultierende systemorientierte Organismus, der weder holistisch noch mechanistisch vorgeht, durchdringt, wie Haraway zeigt, alle Beschreibungsebenen: »For Bertalanffy, organicism was necessary to accomplish three specific jobs in biology: appreciation of wholeness (regulation), organisation

<sup>267</sup> Ebd., S. 83.

<sup>268</sup> Vgl. Bertalanffy, Ludwig von: »The Theory of Open Systems in Physics and Biology«. In: *Science & Education* 111/January 13 (1950), S. 23-29.

<sup>269</sup> Vgl. Haraway (1976): *Crystals, Fabrics, and Fields*.

<sup>270</sup> Vgl. Bertalanffy (1968): *General System Theory*. S. 158. Matteo Pasquinelli betont, dass in der Ökologie das Medium der Selbstregulation der Metabolismus des Organismus sei, in der Kybernetik hingegen Information. Pasquinelli, Matteo: »The Automaton of the Anthropocene. On Carbosilicon Machines and Cyberfossil Capital«. In: *South Atlantic Quarterly* 116/2 (2017), S. 311-326. Hier: S. 317.

(hierarchy and the laws proper to each level), and dynamics (process, later behaviour of open systems).<sup>271</sup> An die Stelle eines atomistischen Herangehens, das einzelne Elemente zu isolieren versucht, setzt die Systemtheorie seit von Bertalanffy die Beziehungen eines strukturierten Ganzen aus Systemen. Umgebungen sind dabei, ähnlich wie im Ökosystem-Konzept, sowohl Bestandteil ökologischer Systeme und damit Faktoren des Gleichgewichts als auch das, was Systeme umgibt.

Entsprechend geht es von Bertalanffy darum, Organismen als offene, selbstorganisierende und schließlich auch homöostatische Systeme zu beschreiben.<sup>272</sup> Sie tauschen Energie und Materie mit der Umgebung aus und sind daher offen und stabil zugleich. Ihr Zustand kann nicht dauerhaft konstant sein, sondern nur in einem fließenden, fluktuierenden Gleichgewicht bestehen, das die zu seinem Fortbestehen notwendigen Bedingungen konstant reguliert.<sup>273</sup> Gleichgewicht besteht demnach im Aufrechterhalten von Grenzwerten. Die Definition von Stabilität, an der sich von Bertalanffy aufbauend auf Alfred Lotka und Vito Volterra in seinem Buch *Biophysik des Fließgleichgewichts* von 1953 arbeitet, ist in den anschließenden Debatten bis hin zur Kybernetik der kritische Punkt jeder Theorie der Organisation, denn die von ihr angenommene Konstanz über einen definierten Zeitraum impliziert Vorhersagbarkeit.<sup>274</sup>

Als Komplexe wechselwirkender Elemente prozessieren offene Systeme im Sinne von Bertalanffys durch Fließgleichgewichte und Rückkopplungen ihre eigene Stabilität. Geschlossene Systeme hingegen grenzen sich mit maximalem Energieaufwand von der Außenwelt ab. Regulation durch Rückkopplung dient für von Bertalanffy nicht zur Erhaltung eines geschlossenen, sondern zur Anpassung eines offenen Systems an die Variablen der Umgebung des Systems. Die Reziprozität der Dyade wird von Bertalanffy somit auf der Grundlage systemischer Verknüpfungen des Organismus mit seiner Umgebung als ein Zusammenhang von Rückkopplungen, Rekursionen und Schleifen formuliert. Diese stellen die Stabilität des Systems auch bei fluktuierenden Außenzuständen sicher und erlauben diesem trotz seiner Abhängigkeit eine Autonomie.

Mit dem Konzept des Fließgleichgewichts versucht von Bertalanffy, das dynamische Gleichgewicht eines Systems zu erklären. Das Konzept ist eine Antwort auf die Frage der Thermodynamik gedacht, wie in einem entropischen, zum Zustand größerer Wahrscheinlichkeit, d.h. zur Unordnung tendierenden Universum die Ordnung eines Organismus möglich sei. Ein Organismus im Fließgleichgewicht steht, so von Bertalanffy, als Teilsystem im Austausch mit seiner Umgebung,

<sup>271</sup> Haraway (1976): *Crystals, Fabrics, and Fields*. S. 38. Vgl. dazu auch Hui (2019): *Recursivity and Contingency*. S. 74.

<sup>272</sup> Vgl. Wuketits, Franz M. (1985): *Zustand und Bewusstsein. Leben als biophilosophische Synthese*. Hamburg, Hoffmann und Campe.

<sup>273</sup> Vgl. Bertalanffy (1968): *General System Theory*. S. 12.

<sup>274</sup> Vgl. Bertalanffy, Ludwig von (1953): *Biophysik des Fließgleichgewichts*. Vieweg, Braunschweig.

deren Entropie in dem Grad steigt, wie seine Negentropie Bestand hat. Die Dyade wird damit auf ein thermodynamisches Energiegefälle zurückgeführt, in dem die Ordnung beider Seiten – des Systems und seiner Umgebung – voneinander abhängt. Letztlich jedoch löst sich jeder Organismus mit seinem Tod auf und geht in der Umgebung auf, indem die in ihm gesammelte Energie und Materie gänzlich in die Kreisläufe der Umgebung integriert wird.<sup>275</sup>

Durch die Dynamik des Fließgleichgewichts, in der die Zusammensetzung eines Systems trotz des kontinuierlichen Austauschs seiner Komponenten konstant bleibt, können offene Systeme wie Lebewesen weitaus komplexere Zustände annehmen als geschlossene Systeme. Die zugrundeliegenden Mechanismen der Selbstregulation pendeln zwischen der Assimilation an das *environment* und der Auflösung des Organismus. Diese grundlegende Erkenntnis entspricht dem, was Edgar Morin »ökologische Relation«<sup>276</sup> genannt: In ihrer Abhängigkeit von der Umgebung wird die Autonomie von Organismen konstituiert. Weil sie unabhängig sind, sind sie von ihrer Umgebung abhängig. Um unabhängiger zu werden, ist der Zufluss von Energie aus der Umgebung nötig, was die Abhängigkeit steigert.

Auch bei von Bertalanffy wird, vergleichbar mit der Isolation von Systemen bei Tansley, die Selektion der Beobachtung durch den Beobachter zentral. Jede Beobachtung bringt notwendigerweise Isolation mit sich und macht eine Übersicht über das Ganze, gleichsam von außen, unmöglich. Aus der Mannigfaltigkeit des Ganzen wird für jede Beobachtung situativ ausgewählt. In anderen Worten: Die ontologische Fundierung des Holismus wird wie im Ökosystem-Konzept durch eine epistemologische ersetzt. Die Grenze zwischen umgebenem System und Umgebung hängt nunmehr von den durch den Beobachter gefällten Unterscheidungen und den Operationen des Systems ab.<sup>277</sup> Der Anspruch auf eine metaphysisch auf-

<sup>275</sup> Diese Vorgänge beschreibt von Bertalanffy ausführlich im zweiten Band von *Theoretische Biologie*: Bertalanffy, Ludwig von (1942): *Theoretische Biologie. Band 2: Stoffwechsel, Wachstum*. Berlin, Bornträger.

<sup>276</sup> Morin (1977/2010): *Die Methode*. S. 241.

<sup>277</sup> Dass die Systemtheorie Niklas Luhmanns die Differenz von *System* und *Umwelt* zur Grundunterscheidung erhebt, deutet die historische Verankerung seiner Überlegungen an. Bei Luhmann sind der Systembegriff und die rein funktional verwendete Unterscheidung in *System* und *Umwelt* nicht holistisch gedacht: »Für die Theorie selbstreferentieller Systeme ist die Umwelt vielmehr Voraussetzung der Identität des Systems, weil Identität nur durch Differenz möglich ist.« (Luhmann, Niklas (1987): *Soziale Systeme. Grundrisse einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt/Main, Suhrkamp. S. 243) Die Unterscheidung in *Umwelt* und *System* wird von einem Beobachter oder von einem System prozessiert. Einen direkten Einfluss der *Umwelt* auf die Operationen des Systems gibt es dabei nicht. Stattdessen sind Systeme wie die Gesellschaft oder das Bewusstsein selbstreferentiell und prozessieren ihre Zustände aus ihren eigenen Bestandteilen. Diese Außenlosigkeit ist nach Luhmann programmatisch für die Moderne, in der Systeme ihr eigenes Fortbestehen produzieren. Luhmann, diese Linie sei hier nur angedeutet, greift damit weniger auf die deutschsprachige Tradition der *Umwelt* zurück als vielmehr auf das

geladene Ganzheitlichkeit in der Betrachtung natürlicher Vorgänge kann so nicht länger aufrechterhalten werden. Die Annahme der Harmonie der Ganzheitlichkeit stellt sich aus systemtheoretischer Sicht als inkonsistente Forderung heraus.

Aus dieser Konstellation der Ablehnung und der Fortführung des Holismus heraus gewinnt der Systembegriff in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine eigentümliche Spannung, die ihn sowohl zum Antidot gegen metaphysische Auswüchse wie zum Refugium von Ganzheiten macht. Systemische Ansätze, die wie der von Bertalanffys zunächst als Korrektiv gegen den Holismus gewandt waren, werden jedoch später als holistisch angesehen. Bemerkenswerterweise wird diese doppelte Quelle der Systemtheorie, wie sie von Bertalanffy seit den 1930er Jahren explizit als Alternative zu Mechanismus wie zu Holismus formuliert, in deren weiterer Geschichte immer wieder verdeckt. Die verbundenen Debatten laufen jedoch hintergründig weiter. Umso mehr bietet es sich an, die Einsätze des Begriffs *environment* in diesem Kontext zu nutzen, um das Nachleben des Streits um Holismus und Materialismus aufzuarbeiten, das noch die gegenwärtige Rolle des Begriffs prägt. Denn die Frage des Gleichgewichts und der Stabilität, die für das Nachleben holistischer Erklärungsmodelle bis in die Gegenwart (etwa bei Bruno Latour) bedeutsam ist, hängt eng mit der Frage der Wechselwirkung zwischen Umgebendem und Umgebendem zusammen.

Vor diesem Hintergrund wird mit Tansleys und mit von Bertalanffys Ansätzen das organisierte Ganze operationalisierbar und im weiteren Verlauf technisch beherrschbar. Vor dem Hintergrund des systemtheoretischen Ansatzes wird in der Folge ein neuer Anspruch formulierbar: Anhand ihres systemischen Zusammenhangs sollen die Konsequenzen von Eingriffen in Systeme vorhersehbar werden, worum es den Holisten gerade nicht ging. Die Konzepte des Ökosystems und der Systemtheorie sind explizit gegen ihre Ontologie der Ganzheit gedacht. Dennoch transportiert ihre weitere Verwendung aufgrund des ebenfalls für unerklärbare Prinzipien anfälligen Konzepts der Selbstorganisation unterschiedlich eine Ganzheitlichkeit weiter.

---

von Heinz von Foerster stark gemachte Verhältnis von *system* und *environment*, damit auf die Kybernetik zweiter Ordnung, die sich auf die frühe Systemtheorie Bertalanffys bezieht, die wiederum als Alternative zu Materialismus und Holismus entsteht (vgl. Foerster, Heinz von: »On Self-Organizing Systems and their Environments«. In: Yovits, Marshall C./Jacobi, George T./Goldstein, Gordon D. (Hg., 1960): *SelfOrganizing Systems*. London, Pergamon Press, S. 31-50). Bruce Clarke hat auf ähnliche Weise den Aufstieg des Konzepts des Ökosystems in Hinblick auf die soziologische Systemtheorie dargestellt. Sie agiert zunächst szientifisch, trägt aber, etwa mit dem späteren Konzept der Autopoiesis, holistisches Denken weiter, wenn auch strikt anti-ontologisch durch die Einführung des Beobachters (vgl. Clarke, Bruce: »Steps to an Ecology of Systems. Whole Earth and Systemic Holism«. In: Bergthaller, Hannes/Schinko, Carsten (Hg., 2011): *Addressing Modernity. Social Systems Theory and U.S. Cultures*. Amsterdam, Rodopi, S. 259-288).