

ZIRKULATIONEN DES KREISES

Von der Regulation zur Adaption

Kreise (lat. *circulus*, engl. *circle*) sind rund. Was rund ist, ist geschlossen, beginnt dort, wo es endet, hört nicht auf, zieht eine Grenze zwischen dem Innen und dem Außen und hat einen Mittelpunkt. Ein Kreislauf (lat. *cyclus*, engl. *cycle* oder *circuit*) hingegen muss nicht rund sein. Er ist die Form einer Zirkulation, ob von Energie, Materie oder Information. Zirkulation (lat. *circulatio*, ursprünglich aus der Musik, engl. *circulation*) stellt zwischen Orten oder Entitäten eine regelmäßige und wiederkehrende Abfolge von Mustern der Verteilung her.

Ökologie kann man als die Wissenschaft von den Zirkulationen zwischen Organismen, Populationen und ihren Umgebungen verstehen. Sie verhandelt Ökosysteme – ein Begriff, der 1935 von Arthur George Tansley¹ geprägt und nach dem Zweiten Weltkrieg zentral wird – nicht als starre Einheiten, sondern als sich beständig wandelnde offene oder geschlossene Gefüge, deren Faktoren derart verschränkt sind, dass alles miteinander verbunden erscheint. Ökologie erforscht, beschreibt, produziert und gestaltet Kreisläufe, die keineswegs rund sind. Dennoch ist die Geschichte ökologischen Wissens voll von Symboliken des Runden und des Kreises, von Figuren der Schließung, Formen der Einheit und Grenzen zwischen Innen und Außen, die klarer und eindeutiger sind als das, was sie symbolisieren. Es gibt keine sachliche Notwendigkeit, auf die Symbolik des Kreises zurückzugreifen, um Kreisläufe darzustellen. Trotzdem verlassen sich wissenschaftliche ökologische Texte – und vor allem ihre populären Aneignungen – zumindest bis etwa 1970 auf die Evidenz des Kreises und die mit ihm verbundene vormoderne Ikonografie einer weltharmonischen Kosmologie.² Zu dieser Zeit verschwindet der Kreis als diagrammatisches Instrument wie als Symbol weitestgehend aus der wissenschaftlichen Ökologie. Waren ökologische Texte bis dahin voll von Kreissymboliken, tauchen sie danach kaum noch auf – anders als in den Popularisierungen der Ökologie, die diese Symbolik bis in die Gegenwart tragen. Diese

¹ A. G. Tansley: The use and abuse of vegetational terms and concepts, in: *Ecology*, Nr. 16, 1935, 284–307.

² Vgl. Hans Blumenberg: *Die Genesis der kopernikanischen Welt*, Frankfurt/M. 1981, 333; Marjorie H. Nicolson: *The Breaking of the Circle. Studies in the Effect of the New Science upon Seventeenth Century Poetry*, Evanston 1950; Harald Siebert: *Die große kosmologische Kontroverse. Rekonstruktionsversuche anhand des Itinerarium exstaticum von Athanasius Kircher*, Stuttgart 2006.

epistemologische Verschiebung markiert, so die hier vertretene These, eine Transformation des Konzepts von Zirkulation, die als Abkehr von Modellen des Gleichgewichts, der Stabilität und der Harmonie zugunsten der Adaption an Unsicherheit weit über die Ökologie hinausreicht.

Spätestens mit William Harveys Theorie des Blutkreislaufs von 1628 wird Zirkulation zum Inbegriff des Lebendigen und setzt sich als Metapher in den Wissenschaften des Lebens durch.³ Wie Harvey ganz ohne Rückgriff auf die Symbolik des Kreises zeigt, bedeutet Zirkulation nicht nur die Kreislaufbewegung von Stoffen, sondern eine endlose, zirkuläre Verkettung der bewegten Objekte – wo etwas zirkuliert, ist der gesamte Zusammenhang in Bewegung, weil wie bei einer Kette jede Bewegung eines Elements die Bewegung des nachfolgenden Elements nach sich zieht.⁴ Das flüssige Blut hat keine Lücken oder Leerstellen. Sein kontinuierlicher Fluss sorgt für Beständigkeit und ermöglicht die Verfügbarkeit von Stoffen im Körper. Stockungen und Stauungen erscheinen entsprechend als das, was vermieden werden muss, weil Krankheit in einer Unregelmäßigkeit des Kreislaufs besteht. Das Optimum der Zirkulation in einem geschlossenen Körper ist seitdem der beständige, kontinuierliche und im Gleichgewicht befindliche Umlauf, in dem alles seinen Ort erreicht.

Als Wiederholung eines Bewegungs- oder Verursachungsablaufs hat ein Kreislauf jedoch nicht notwendigerweise die runde Form des Kreises, die für das ökologische Imaginäre im 20. Jahrhundert wichtig wird. Die Harmonie des Kreises koppelt Totalität an Vollständigkeit und Endlosigkeit, bindet widerstrebende Kräfte, zeigt die Überwindung von Gegensätzen, impliziert eine regelmäßige Wiederkehr in prozessualer Verkettung und erklärt damit eine Verbundenheit, in der ein einzelner Faktor ohne den Einfluss anderer Faktoren wirkungslos wäre. Ein Kreis hat keine Richtung. Alle seine Teile bestehen simultan. Der Kreis verbindet alles mit allem. Das, was sich in seiner Mitte befindet, ist von jedem seiner Punkte gleichweit entfernt. Ein Kreis ist nur dann ein Kreis, wenn er geschlossen ist. Als Modell erlaubt der Kreis im Wissenskontext der Ökologie, die Vielfalt und Komplexität des repräsentierten Gegenstandes zu reduzieren und überschaubar zu machen.

Die Besonderheit ökologischer Darstellungen, die sie für das Zusammenfallen von Kreis und Kreislauf empfänglich macht, liegt darin, dass sie nicht nur erfassen, wie etwas auf etwas anderes wirkt, sondern auch, wie dieses auf jenes zurückwirkt und dabei eine kausale Kette von – je nach historischem Kontext – Wechselwirkungen, Rekursionen, Reziprozitäten oder Relationitäten in Gang gesetzt wird. Der Kreis fügt Stabilität und Harmonie in die beobachtete Natur ein und manifestiert das Nachleben kosmologischer Ordnungen. Die Geschichte ökologischen Wissens ist entsprechend durchzogen von Denkmodellen, Metaphern, Bildern und Diagrammen, die auf Symbole des Kreisförmigen zur Darstellung von Zirkulationen zurückgreifen, ohne den Widerspruch zwischen der idealen, aber unrealisierbaren Kreisform und

³ Vgl. William Harvey: *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Frankfurt 1628; dazu Joseph Vogl: Kreisläufe, in: Anja Lauper (Hg.): *Transfusionen. Blutbilder und Biopolitik in der Neuzeit*, Berlin 2005, 99–118. Zur Bedeutung des Kreises in der Biologie vgl. Georg Toepfer: Kreislauf, in: ders. (Hg.): *Historisches Wörterbuch der Biologie*, Stuttgart 2011, 302–340, hier 302.

⁴ Vgl. Adrian Forty: *Spatial Mechanics. Scientific Metaphors in Architecture*, in: Peter Galison, Emily A. Thompson (Hg.): *The Architecture of Science*, Cambridge 1999, 213–231.

ihrer grafischen Unterbrechung zu thematisieren.

Dass die Ökologie trotz aller Versuche, Dynamik und Komplexität zu beobachten, immer wieder auf diese Symbolik zurückgreift, zeigt ihre Involviertheit in die kosmologischen Aushandlungen von Weltbildern der Ganzheitlichkeit. Zwar gibt es Beispiele von Darstellungen, in denen Ökosysteme nicht kreisförmig sind. Dass dennoch Kreisformen – in mehr oder weniger geschlossener diagrammatischer Form, aber mit eindeutiger Symbolik – verwendet werden, ist ein Indiz dafür, dass in den im Folgenden vorgestellten, aus der Schule der Ökosystem-Ökologie stammenden Abbildungen nicht nur ökologisches Wissen, sondern das kosmologische Verhältnis von Innen und Außen sowie von Subjekt

und Welt, die Verbundenheit von allem mit allem und die ökologische Ordnung des Universums als Kosmogramme reflektiert werden.⁵ Ihr Verschwinden zeigt entsprechend eine Verschiebung des Wissens von Zirkulationen, die auch über die Ökologie hinaus von Bedeutung ist.

I. Kreise und Kreisläufe der Ökologie

Zwar werden Zirkulationen in der Ökologie von Beginn an verhandelt, doch mit der Etablierung kybernetischer Denkfiguren um 1950 gelingt es den an die Kybernetik anschließenden Teilen der Ökologie, Zirkulation als Rekursion zu formalisieren und anhand des Begriffs des Ökosystems zu modellieren. Kurze Zeit nach der ersten Macy-Konferenz über «Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems» fordert der Limnologe George Evelyn Hutchinson, lebende und nichtlebende Systeme mit Blick auf ihre energetischen Kopplungen und zirkulären, nonlinearen Kausalitäten gleich zu behandeln, um so Populationen in ihren *environments* anhand von Energie- und Materiezirkulationen beschreiben zu können.⁶ Am Beispiel chemischer Kreisläufe in Gewässern stellt Hutchinson ein mathematisches Vokabular zur Berechnung von Zirkulationen anhand der Energieverteilung bereit. Ökologie im Sinne Hutchinsons – also eine auf Ökosysteme ausgerichtete

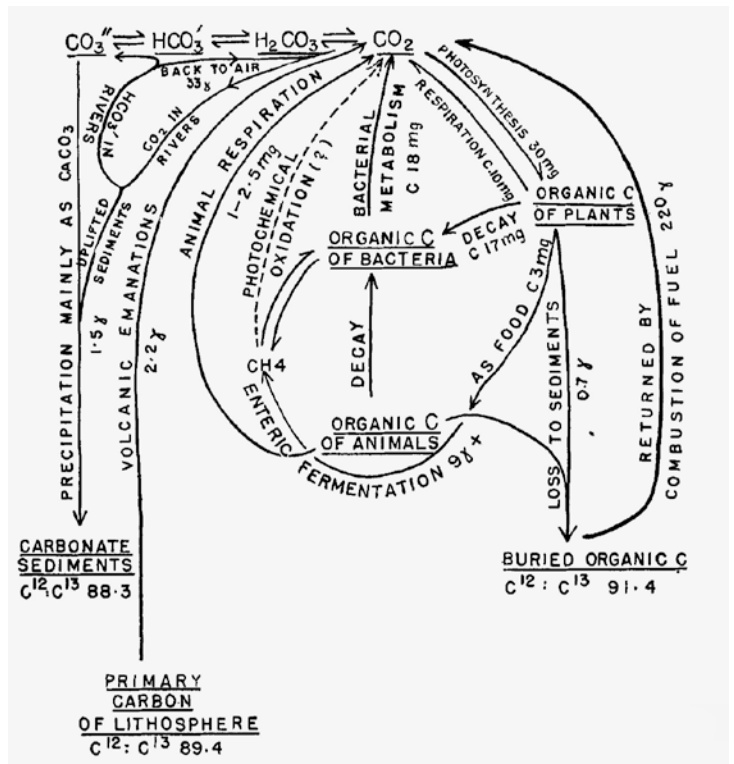


Abb. 1 Kohlenstoffkreislauf nach George E. Hutchinson, 1948

⁵ Zum Begriff des Kosmogramms vgl. John Tresch: Technological World-Pictures. Cosmic Things and Cosmograms, in: Isis, Bd. 98, Nr. 1, 2007, 84-99.

⁶ George E. Hutchinson: Circular Causal Systems in Ecology, in: Annals of the New York Academy of Sciences, Bd. 50, Nr. 4, 1948, 221-246, hier 221.

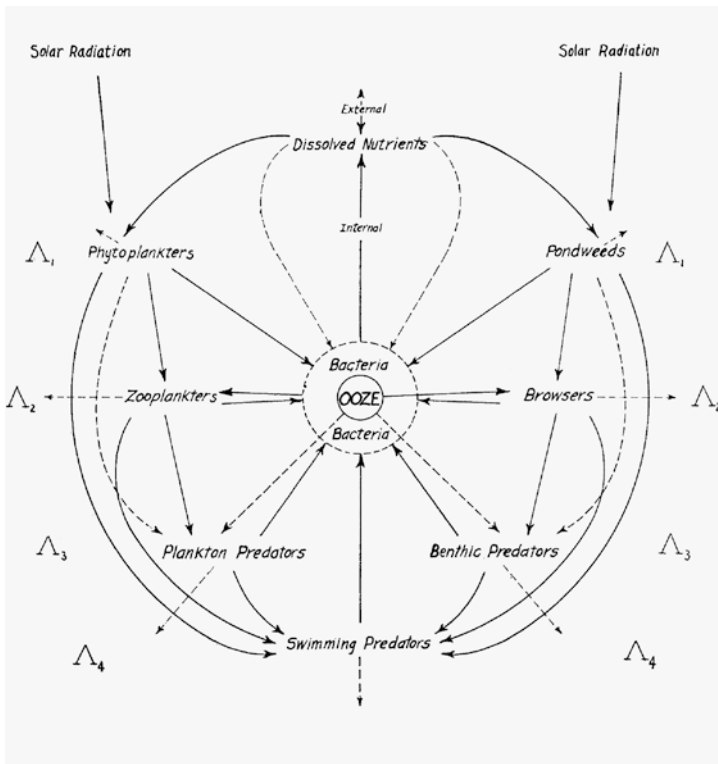


Abb. 2 Nahrungszyklen nach Raymond L. Lindeman, 1942

Forschungsrichtung – soll sich nunmehr mit der Herausbildung von Stabilität durch Rekursion in dynamischen Kreisläufen beschäftigen und die Faktoren identifizieren, die Schwankungen ausgleichen und selbstkorrigierende Mechanismen etablieren.

Hutchinsons Ansatz führt das von Norbert Wiener übernommene Modell zirkulärer Rekursionen, in denen die Wirkungen der Ursachen ihrerseits die Ursachen der Veränderung jener Ursachen sind, die die Wirkungen bewirkt haben, in die Ökologie ein. In einer einflussreichen Abbildung stellt er die Kreisläufe von Kohlenstoff als komplexes Gefüge dar, in dem sich zwar Kreisläufe rekonstruieren lassen, die aber als Figur nicht rund sind. Dieser Ansatz fließt in Eugene Odums wirkmächtige De-

inition des Ökosystems von 1953 ein: «Any entity or natural unit that includes living and nonliving parts interacting to produce a stable system in which the exchange of materials between the living and the nonliving parts follows circular paths is an ecological system or ecosystem.»⁷ Eine Ökologie der Ökosysteme hat diesem Verständnis nach die Aufgabe, Zirkulationen zu quantifizieren, Darstellungsweisen und Formalisierungen für Kreisläufe zu finden und schließlich Instrumente zu ihrer Kontrolle zu entwickeln. Leitend ist dabei die Annahme einer Stabilität, in die ein gesundes Ökosystem zurückkehrt, wenn die Zirkulation nicht gestört wird.⁸

Hutchinsons Doktorand Raymond Lindeman arbeitet in seinen limnologischen Arbeiten zu Nahrungszyklen in Seen bereits 1940 mit rekursiven Modellen und nutzt die Kreisform zur Visualisierung der rückgekoppelten Kausalität von Zirkulationen.⁹ Mit einer Diagrammatik von Energieströmen verquickt er in einer wirkmächtigen Abbildung Wirkungskreisläufe zu einem Gefüge von Bedingungskreisläufen. Abgebildet sind die den Schlick umgebenden Faktoren, die von gelösten Nährstoffen, Pflanzen, Herbivoren, Karnivoren und Bakterien schließlich wieder zu gelösten Nährstoffen reichen und in trophische Ebenen der Verbrauchs- und Produktivitätsraten geordnet sind. Die Pfeile markieren den jeweiligen Fluss von Energie zwischen diesen Ebenen. Setzt man die umrandenden Pfeile fort und verbindet sie miteinander,

⁷ Eugene P. Odum: *Fundamentals of Ecology*, Philadelphia 1953, 9.

⁸ Vgl. zur Geschichte von Stabilitätsvorstellungen in der Ökologie Ariane Tanner: *Die Mathematisierung des Lebens. Alfred James Lotka und der energetische Holismus im 20. Jahrhundert*, Tübingen 2017.

⁹ Vgl. Raymond L. Lindeman: *The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology*, in: *Ecology*, Bd. 23, Nr. 4, 1942, 399–417.

bilden sie einen ökotrophischen Kreis, der nicht geschlossen ist, sondern als Form die energetische Zirkulation von Nährstoffen und Verbrauchern darstellt.

Diese Abbildung erlaubt, das Ökosystem als Ganzes zu repräsentieren – als Abstraktion, welche die Quantifizierbarkeit der zyklischen Energieströme zum Maßstab nimmt. Indem die Komplexität des Ökosystems eines Sees in die zyklische Darstellung übersetzt wird, kann die Vielfalt möglicher Relationen als Bild stillgestellt und formalisiert werden. Die mit Öffnungen angedeutete Kreisform entsteht erst durch die diagrammatische Verknüpfung der Faktoren und wird von Pfeilen nach außen unterbrochen. Sie zeigen an, dass eine solche beobachterabhängige Schematisierung eines Ökosystems

stets ein Ausschnitt ist. Lindemans Abbildung führt damit das Ringen der Ökologie um die Kreisform vor: Der Kreislauf ist nicht rund, ihm wird von Lindeman aber dennoch andeutungsweise diese Form gegeben, auch wenn sie unterbrochen ist. Die Abbildung hadert mit dem Kreis, greift aber trotz allem auf diese Form zurück.

Lindemans Text enthält weitere Abbildungen, die nicht auf den Kreis zurückgreifen. Doch nur in diesem Fall reflektiert er die Ikonografie und stellt seine Abbildung als Fortsetzung einer Tradition kreisförmiger Darstellungen in der Ökologie vor. Mithilfe seines Elemente aus dieser Tradition aufnehmenden Diagramms gelingt es Lindeman, die energetischen Verhältnisse innerhalb eines Ökosystems und nicht nur dessen isolierte Bestandteile darzustellen. Entsprechend sucht er nach Mustern der Verteilung und mathematischen Gleichungen zur Beschreibung energetischer Kreisläufe in Ökosystemen analog zu den Strukturen seines Diagramms. Als Visualisierung der komplexen Bedingungskreisläufe der Zirkulation dient dieses als Anleitung zur Sammlung und Verknüpfung von Daten.

Besonders prägnant ist die ökologische Verbundenheit in einer Abbildung aus einem «The Environmental Complex» betitelten, vielzitierten Text des Ökologen W. Dwight Billings von 1952 über die Faktoren des Pflanzenwachstums.¹⁰ Die Abbildung zeigt die Zirkulationen in einem Ökosystem als

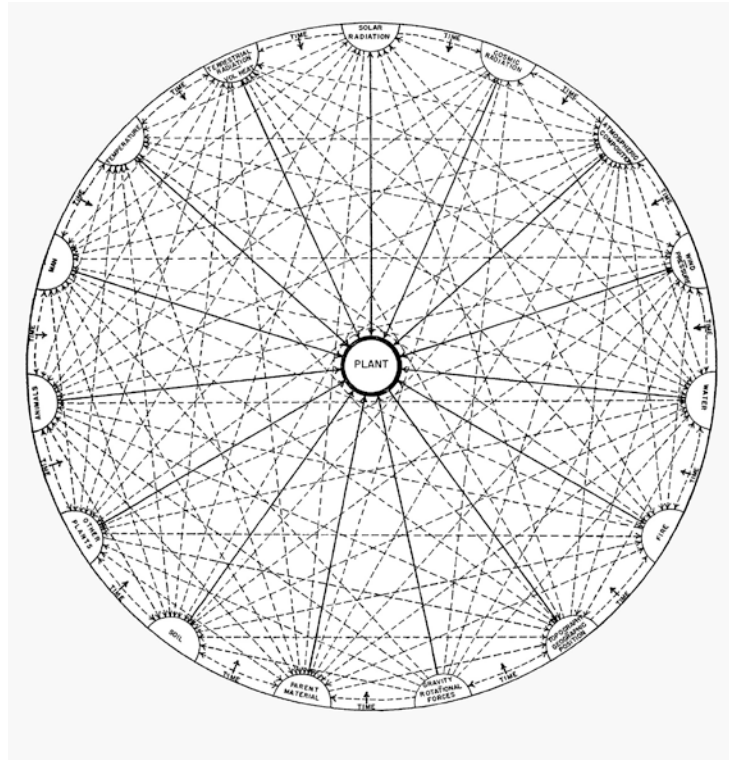


Abb. 3 Darstellung eines environmental complex von W. D. Billings, 1952

¹⁰ Vgl. W. D. Billings: The Environmental Complex in Relation to Plant Growth and Distribution, in: Quarterly Review of Biology, Bd. 27, Nr. 3, 1952, 251–265.

Allverbundenheit von ökologischen Relationen. Dabei ist im Inneren eines ununterbrochenen Kreises, auf dessen Rand die relevanten Faktoren angeordnet sind, ein engmaschiges Netz zu sehen, das alle Faktoren mit dem Organismus in der Mitte sowie Faktoren untereinander verbindet. Der Kreis, dessen inneres Netz alle Bestandteile an ihrem Platz hält, stellt so das Ganze dar.

Billings will mit dieser Abbildung darstellen, wie die unterschiedlichen Faktoren eines *environment* auf den in der Mitte befindlichen Organismus wirken. Im Falle einer direkten Einwirkung sind Zentrum und Peripherie durch eine durchgehende Linie zwischen dem Organismus und seinem *environment* verbunden, während eine indirekte Einwirkung der umgebenden Faktoren durch eine gestrichelte Linie symbolisiert ist. Die Pfeile sind nicht nur auf ein Ziel ausgerichtet, sondern bringen ein Element der Linearität in die Zirkularität. Sie deuten abstrahierend die Stoffkreisläufe und die mit ihnen einhergehenden Bedingungskreisläufe an. Der Kreis hat in dieser Abbildung zunächst eine begrenzende, den *environmental complex* definierende Funktion und schließt an die vormoderne ikonografische Tradition kreisförmiger Kosmologien an. Diese Form ist keineswegs einer sachlichen Notwendigkeit geschuldet, denn aufgrund ihrer Lage auf dem Kreis sind alle Faktoren gleich weit vom Organismus in der Mitte entfernt, obwohl, wie Billings betont, innerhalb eines Ökosystems keineswegs alle Faktoren gleichrangig sind.

Die Vernetzung der Faktoren untereinander macht evident, dass eine Veränderung an einer Stelle überall Auswirkungen hat. Der Kreis umrandet ein Netz und verweist alle Faktoren aufeinander. Damit fügt er mit seiner Harmonie eine Stabilität in die Abbildung, die allein als diagrammatisches Hilfsmittel dient, aber nicht von den ökologischen Beobachtungen getragen wird. Wäre alles mit allem verbunden und gäbe es keinen isolierten, externen Beobachter, dann könnte ein Ökosystem nur noch als kaum überschaubare Masse an Relationen beobachtet werden. Der Kreis um den *environmental complex* hat die Funktion, diese Komplexität ein- und damit vom Außen abzuschließen, indem er eine Grenze zwischen Innen und Außen zieht. Diese Grenze ist zugleich Ausgangspunkt aller Vernetzungen und verweist allein auf das Innere des Kreises, das durch ihn stabilisiert wird. Der vom Kreis umgebene Mittelpunkt bildet das Zentrum, um das die Zirkulationen im *environment* kreisen.

Billings Abbildung ist ein frühes Beispiel für eine überaus beliebte, in Modifikationen vielfach in Lehrbüchern und Lexika reproduzierte kreisförmige Schemazeichnung des *environment*.¹¹ Wie Lindemans Darstellung ist sie ein exemplarischer Fall einer Diagrammatik, die innerhalb der Ökologie großen Einfluss gewonnen hat. In ihr treten der Anspruch, ökologische Kausalitäten abzubilden, und die Aufladung der Kreissymbolik zusammen. Ihre Evidenz liegt in der kreisförmigen Verbundenheit der Faktoren und der Zentrierung des Organismus bzw. der energetischen Mitte abhängig von der jeweiligen Umgebung. Deswegen ringt Billings im Unterschied zu Lindeman nicht mit dem

¹¹ Schematisch aufgenommen wird die Zeichnung etwa in Bogdan Stugren: *Grundlagen der allgemeinen Ökologie*, Stuttgart 1986, 18; Rudolf Schubert (Hg.): *Lehrbuch der Ökologie*, Jena 1984, 15; H. G. Andrewartha, Charles Birch: *The Ecological Web*, Chicago 1984, 4; abgebildet ist sie zudem auf dem Cover von Robert H. Peters: *A Critique for Ecology*, Cambridge 1991.

Kreis. Während sich Hutchinson der Kreisform verweigert und Kausalitäten als Kreisläufe abbildet, sind die Pfeile bei Lindeman zu Kreisen gebogen und bei Billings vom Kreis umgrenzt.

Die Ökosystem-Ökologie spielt, so könnte man sagen, den in der Frühen Neuzeit durchlaufenen Verlust der harmonischen Ordnung des Universums erneut durch, indem sie einerseits versucht, den Kreis zu schließen, und andererseits gezwungen ist, aus ihm auszubrechen. In der frühneuzeitlichen Kosmologie der Sphären garantiert die Kreisform die Einheit der Welt. Aus dieser Ordnung bricht die neuzeitliche Wissenschaft aus, und dafür muss sie den Kreis durchbrechen.¹² Das Festhalten an dieser Symbolik ist nicht notwendigerweise mit einer bewussten Präferenz für kosmologische Modelle gleichzusetzen, sondern kann auch aus der diagrammatischen Schwierigkeit der Darstellung von Zirkulationen herrühren. Die Ökologie kann keine adäquaten Bilder für Zirkulationen finden, weil die Fixierung von Bewegung deren Dynamik aufhebt. Dennoch muss die Ökologie nach solchen Bildern suchen, die besonders wirkmächtig geworden sind. In derartigen Abbildungen kommt der Wissenskontext zum Vorschein, in dem das *environment* als Kreis ein Zentrum umgibt und Kreisläufe umfasst, deren quantifizierbare Zirkulationen keineswegs rund sind.

II. Biopolitik der Zirkulation

Die Kreisform verweist einerseits auf die holistischen Grundannahmen systemischer Ökologien und andererseits auf die ökologischen Verfahren der Erforschung der Zirkulationen von Stoff- und Energieströmen sowie der Modifikation und Gestaltung von Kreisläufen. Ökologisches Wissen ist immer biopolitisch, weil es Regierungs- als Regulationswissen hervorbringt und ein spezifisches Konzept des durch die Modifikation von Zirkulationen zu regulierenden Lebens impliziert.¹³ Die vorgestellten Nachkriegsökologien verhandeln in den oben besprochenen Abbildungen nicht nur ganzheitliche Kosmologien, sondern die biopolitische Regulation des Lebendigen durch die Gestaltung seiner Umgebungen auf der Grundlage kybernetischer Verfahren. Die Ikonografie und Symbolik des Kreises, seine Totalität und Allverbundenheit stehen dieser biopolitischen Dimension nicht konträr entgegen, sondern sind als diagrammatische Wissensformen intrinsisch mit ihr verbunden, weil die Kybernetik von der Annahme ausgeht, dass die Vermeidung von Stauungen und Stockungen zu Stabilität und Gleichgewicht führt. Der Kreis ist keineswegs unschuldig, so wie auch die Ökologie nie so rein, natürlich oder harmonisch war, wie sie politisch gemacht wurde.

Der ununterbrochene Kreislauf der Zirkulation ist in der Nachkriegszeit das Ziel einer ökologisch formatierten Biopolitik, die sich, mit Michel Foucault gesprochen, darauf richtet, «Zirkulation zuzulassen, zu gewährleisten, sicherzustellen».¹⁴ Der Kreis ist in seiner Geschlossenheit nicht nur das Symbol

¹² Vgl. Nicolson: *The Breaking of the Circle*.

¹³ Vgl. Benjamin Bühler: *Ökologische Gouvernementalität. Zur Geschichte einer Regierungsform*, Bielefeld 2018.

¹⁴ Michel Foucault: *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung. Geschichte der Gouvernementalität 1*, Frankfurt / M. 2004, 52.

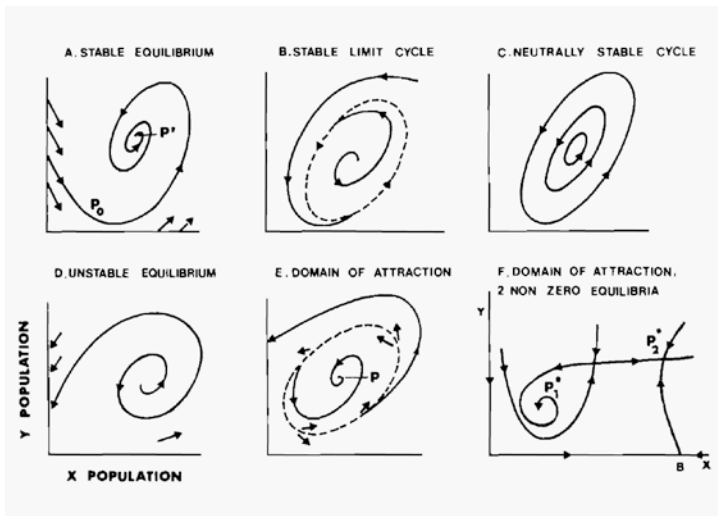


Abb. 4 Funktionen eines Ökosystems nach Crawford S. Holling, 1978

¹⁵ Ebd., 37. Vgl. auch Maria Muhle: *Eine Genealogie der Biopolitik. Zum Begriff des Lebens bei Foucault und Canguilhem*, München 2013.

¹⁶ Foucault: *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*, 40.

¹⁷ Diese indirekte, minimalinvasive Vorgehensweise und die Maßnahmen des Geschehen-Lassens hängen eng mit der von Foucault beschriebenen Durchsetzung des Liberalismus zusammen: Ein nach den ökonomischen Prinzipien des freien Warenaustauschs organisierter Staat kann die Bevölkerung nicht reglementierend beherrschen, sondern muss durch Sicherheitstechnologien den Individuen die Möglichkeit verschaffen, sich gemäß der Idee des *laissez faire* selbst zu regieren. Vgl. Ferhat Taylan: *Mésopolitique. Connaitre, théoriser et gouverner les milieux de vie (1750–1900)*, Paris 2018.

¹⁸ Foucault: *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung*, 78.

¹⁹ Michel Foucault: *Die Geburt der Biopolitik. Geschichte der Gouvernementalität II*, Frankfurt/M. 2009, 100.

gerundeter Kreisläufe, sondern als operatives Element der ökosystemischen Diagrammatik ein Instrument zur Herstellung ungestörter Kreisläufe – auch dort, wo er symbolisch für eine ungestörte Harmonie der Welt steht.

Mit Zirkulation meint Foucault in seinen Vorlesungen zur Gouvernementalität Serien von Menschen, Dingen und Energien, deren kreisläufige Bewegungen sich durch die Stadt ziehen, das Leben in ihr bedingen und die gezählt, geschätzt und extrapoliert, also auch gestaltet werden können. Mit

dem Wegfall der Stadtmauern, der steigenden Bedeutung von Hygiene und Handel, der Erneuerung des Straßennetzes und vor allem der Bevölkerungsexplosion seit dem 17. Jahrhundert falle die Regierung der Stadt zunehmend mit der Aufgabe der Organisation und Regulation von Zirkulation zusammen: «Anders gesagt, es handelte sich darum, die Zirkulation zu organisieren, das, was daran gefährlich war, zu eliminieren, eine Aufteilung zwischen guter und schlechter Zirkulation vorzunehmen und, indem man die schlechte Zirkulation verminderte, die gute zu maximieren.»¹⁵ Das Ziel des im Verlauf des 17. und 18. Jahrhunderts entstehenden Sicherheitsdispositivs ist nicht die Transformation von Individuen, sondern die Regulation auf der Ebene der Ursachen und Bedingungen des Lebendigen, d. h. die Einflussnahme auf *milieux* als Umgebungen von Bevölkerungen. Regulation bedeutet dabei nicht, die Ströme von Menschen und Waren mit der Androhung von Gewalt zu steuern oder zu disziplinieren, sondern vielmehr, in den «multivalenten und transformierbaren Rahmen»¹⁶ des jeweiligen *milieu* einzugreifen und durch kleine Eingriffe in die Zirkulation und die Anpassung einzelner Faktoren die Abfolge von Serien zu optimieren, Störungen und Stockungen zu vermeiden und so auf eine indirekte Weise Macht auf die vom *milieu* umgebenen Organismen auszuüben.¹⁷

Foucault unterstreicht, dass die seit dem 19. Jahrhundert anvisierte «Zirkulationsfreiheit»¹⁸ eng mit der Entstehung des Sicherheitsdispositivs verbunden ist und durch Sicherheitstechnologien gewährleistet wird, die wiederum die «Kehrseite und Bedingung des Liberalismus» darstellen.¹⁹ Diese Freiheit impliziert jedoch, dass Zirkulation immer schon unfrei, gestört oder gestaut ist. «Zirkulationsfreiheit» muss erst hergestellt werden. Dieses Verständnis gestauter Zirkulation setzt einen Zustand ungestörter Zirkulation voraus, den die Maßnahmen des von Foucault beschriebenen Sicherheitsdispositivs ermöglichen

sollen. In diesem Zustand ungestörter Zirkulation kehrt alles an seinen Platz zurück.

Während das Gleichgewichtskonzept, das im Hintergrund von Foucaults Überlegungen steht, an dieser Stelle nicht weiter verfolgt werden kann,²⁰ ist der Rückgriff auf Foucault wichtig, weil er zeigt, wie «Sicherheitsmechanismen um dieses Zufallsmoment herum [errichtet werden], das einer Bevölkerung von Lebewesen inhärent ist».²¹ In der Folge fasst die Ökologie Systeme als Zirkulationsräume, die durch Serien von Ereignissen charakterisiert sind, deren Wahrscheinlichkeiten diesen Raum zum Spielfeld für Verfahren des *environmental design* machen, die wiederum Biopolitik durch die Gestaltung von Umgebungsrelationen umsetzen.²² Entsprechend gilt es, das Verständnis von Zirkulation, das unterschiedlichen Manifestationsformen von Biopolitik zugrunde liegt, zu historisieren, also die Verschiebung von der Stabilität zur Adaption an Unsicherheit zu verfolgen, mit der das Verschwinden des Kreises und der Harmonie einhergeht.

III. Biopolitik der Resilienz

Mit Theorien der Resilienz, der Unvorhersagbarkeit und der Multistabilität, die um 1970 entstehen und explizit gegen tradierte Modelle der Stabilität und des Gleichgewichts argumentieren, verliert die Kreisform zumindest in der akademischen Ökologie drastisch an Einfluss. In dem Moment, in dem mit dieser komplexitätstheoretischen Neuausrichtung Stabilität und Gleichgewicht als normative Instanzen der Ökologie abgelöst werden, wird auch die Kreisform nicht mehr benötigt. Resilienz, die Anfang der 1970er Jahre vom kanadischen Populationsökologen Crawford S. Holling in seinem Aufsatz «Resilience and Stability of Ecological Systems» als generelle Eigenschaft komplexer Systeme beschrieben wird, artikuliert ein neues Verständnis dessen, was stabile Zustände konstituiert.²³ Resilienz bezeichnet die Menge an Perturbation, die ein System absorbieren kann, bis es einen anderen temporär stabilen Zustand ausbildet.²⁴ Nach einer Störung findet ein resilientes System nicht einfach in ein stabiles Gleichgewicht zurück, sondern erreicht einen neuen Zustand durch die Setzung neuer Normen und adaptierter Schwellenwerte der Stabilität. Ein solches System kennt keinen einzelnen optimalen Zustand, sondern nur Multistabilität – es kann sich, in anderen

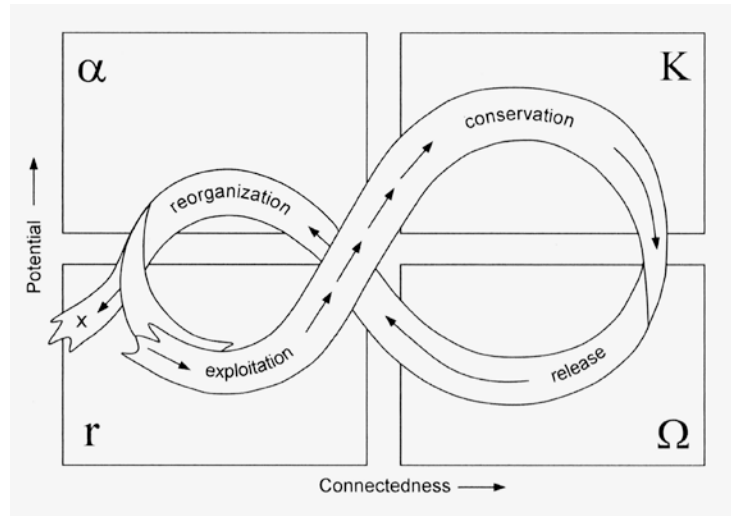


Abb. 5 Flussdiagramm aus *Discontinuities in Ecosystems and Other Complex Systems* von Crawford S. Holling und Craig R. Allen, 2008

²⁰ Vgl. dazu ausführlicher Florian Sprenger: *Epistemologien des Umgebens. Zur Geschichte, Ökologie und Biopolitik künstlicher Environments*, Bielefeld 2019.

²¹ Michel Foucault: *In Verteidigung der Gesellschaft*, Frankfurt/M. 2001, 290.

²² Vgl. beispielsweise Eugene P. Odum: *The Strategy of Ecosystem Development*, in: *Science*, Nr. 164, 1969, 262–270.

²³ Crawford S. Holling: *Resilience and Stability of Ecological Systems*, in: *Annual Review of Ecology and Systematics*, Bd. 4, Nr. 1, 1973, 1–23.

²⁴ Fridolin Brand, Kurt Jax: *Focusing the Meaning(s) of Resilience. Resilience as a Descriptive Concept and a Boundary Object*, in: *Ecology and Society*, Bd. 23, Nr. 1, 2007, 1–16, hier 2.

Worten, flexibel an jegliche Störungen und Veränderungen seiner Umgebung anpassen, weil es keinen festen Zustand hat. Reaktionen eines (Öko-)Systems auf Stress und Veränderungen erscheinen als eine operationale Strategie des Risikomanagements. Dieser Ansatz verzichtet auf den Anspruch, Ökosysteme als Ganze oder ihre Zirkulationen als geschlossene Kreise darzustellen und benötigt diese Symbolik nicht mehr, weil er nicht nach Harmonie und einer kosmologischen Ordnung strebt, sondern die Adaption an Unsicherheit zum Imperativ des Verhaltens macht und damit eine andere Variante biopolitischer Interventionen etabliert. An die Stelle des Kreises treten Figuren der Spirale sowie des offenen Möbiusbandes, die wiederum eigene Konnotationen mit sich bringen.

In einer Abbildung aus Hollings Bericht *Adaptive Environmental Assessment and Management* von 1978, die schematische Zeichnungen von Modellen der Dynamik eines einfachen Ökosystems zeigt, sind unterschiedliche Populationsmodelle als stilisierte Phasenporträts zu sehen. Sie stellen die Zyklen von Populationen zweier Arten dar, die sich gegenseitig regulieren und für erwartbare Konstanten sorgen, welche folgerichtig als Spiralen erscheinen. Phasenporträts sind geometrische Abbildungen der Trajektorien eines dynamischen Systems in ihrem zeitlichen Ablauf. Der Raum zwischen den Achsen stellt einen Phasenraum dar, also die Menge möglicher Zustände des Systems, in diesem Fall mit den Komponenten zweier Populationen. Die Kurve verdeutlicht die zeitliche Veränderung der jeweiligen Ausgangsbedingungen und den Zeitverlauf der Trajektorie zweier Werte. Als Spirale zeigt sie den Anstieg der Fluktuationen als Feedback-Schleifen, die je neue Ausgangsbedingungen für weitere Schleifen erzeugen, ohne an ihren Ausgangspunkt zurückzufinden. Alle sechs Phasenporträts zeigen unterschiedliche Formen von Stabilität. Während Populationszyklen in der Ökologie häufig als Herausbildung stabiler Endzustände beschrieben worden sind, geht es Holling darum zu zeigen, dass Stabilität, wie in den Phasenporträts der unteren Reihe, nur ein temporärer Zustand ist, der jeweils durch Adaption an fluktuierende Umgebungsbedingungen gebildet wird.

In der zweiten Abbildung aus Hollings gemeinsam mit Craig R. Allen verfasstem Buch *Discontinuities in Ecosystems and Other Complex Systems* von 2008 ist «a stylized representation of the four ecosystem functions (r , K , Ω , α) and the flow of events among them» zu sehen.²⁵ Der Kreis verschwindet im Möbiusband nicht gänzlich, sondern wird in eine dreidimensionale Form überführt, die weiterhin Kreisläufe darzustellen erlaubt, ohne jedoch auf Harmonie und Stabilität hinauszulaufen. Das Möbiusband ist nicht geschlossen, sondern hat einen Zu- und einen Abfluss. Es bildet eine liegende Acht und erinnert damit an ein anderes tradiertes Symbol des Unendlichen. In dieser geschlossenen Schleife sind Innen und Außen verschränkt – die Grenze bildet die Zirkulation selbst. Das, was zirkuliert, findet jedoch nie einen Weg nach draußen, sondern bleibt im geschlossenen Inneren, das nie

²⁵ Crawford S. Holling, Craig R. Allen: *Discontinuities in Ecosystems and Other Complex Systems*, New York 2008, 5.

zusammenbricht, sondern von ununterbrochener Zirkulation hergestellt wird. Resilienz bedeutet nicht nur, niemals fertig zu werden, sondern auch niemals aufzuhören anzufangen.²⁶

Das Konzept der Resilienz ist mit der Abkehr von einer Prämisse kybernetischen und systemischen Denkens verbunden: der zyklischen Rückkehr in jenen stabilen Zustand des Gleichgewichts, der in den vorgestellten Abbildungen im Kreis manifest wird. Zwar ist bei Holling das Ringen um den Kreis nur angedeutet, weil er aufgrund des expliziten Verzichts auf Stabilität und Gleichgewicht keine diagrammatische Schließung braucht und die Offenheit der Komplexität dynamischer Systeme affirmieren kann. Ansprüche auf Schließung und Ganzheitlichkeit sind aus dieser Ökologie verschwunden. Doch die Unabschließbarkeit ökologischer Zirkulationen bleibt im Bild wirksam.

Verstanden als die Fähigkeit eines Systems zur Absorption von Veränderungen bei fluktuierenden Außenbedingungen, ist Resilienz in den letzten 20 Jahren weit über die Ökologie hinaus zum Imperativ individuellen Verhaltens, der Anpassungsfähigkeit sozialer oder ökonomischer Institutionen sowie zur Grundlage smarterer Technologien geworden.²⁷ Mit der Durchsetzung von Resilienz als Regierungsform gehen Praktiken des Selbstmanagements sowie der Umgestaltung von Institutionen, Individuen oder Technologien in stressabsorbierende, flexible, adaptive Systeme einher. Im Gegensatz zu der von der kybernetisch orientierten Ökosystem-Ökologie angestrebten Optimierung der Zirkulation ist die mit dem Resilienz-Konzept einhergehende Biopolitik, wie Andreas Folkers gezeigt hat, auf zukünftige Ereignisse in (in ihrer Dynamik unvorhersagbaren) Umgebungen ausgerichtet, setzt als *adaptive environmental management* die Absorption von Schwankungen methodisch ein und dehnt diese Kapazitäten gegenwärtig angesichts von Risikofaktoren wie Terrorismus oder dem Klimawandel auf einen planetarischen Maßstab aus.²⁸ Stauungen und Stockungen erscheinen nicht mehr als Disbalancen innerer Zirkulation, die durch deren Optimierung gelöst werden können, sondern als Potenziale des Umgangs mit Unsicherheit und als Trainingsmöglichkeiten. Es geht nicht mehr darum, über die Umgebung in Zirkulationen einzugreifen und so Macht auf das Umgebene auszuüben, sondern darum, das System derart zu trainieren, dass es bei allen Disruptionen seiner Umgebungsbedingungen – und d. h. der umgebenden Zirkulationen – seine Organisation adaptieren kann, ohne sich aufzulösen. Einen Zustand der Stabilität gibt es für ein resilientes System nicht. Auch ist für Theorien der Resilienz nie prognostizierbar, wie ein System auf Veränderungen seines *environment* reagieren wird, weil künftige Kontingenzen und ihre Komplexität praktisch wie logisch unvorhersagbar sind. Zirkulation ist kein stabilisierender Faktor mehr, sondern einer der Unsicherheit.

Intervenierende Regulationen der Zirkulation auf der Ebene des *milieu*, wie sie laut Foucault typisch für die entstehende Biopolitik sind, werden

²⁶ Vgl. Ulrich Bröckling: *Gute Hirten führen sanft. Über Menschenregierungskünste*, Berlin 2017.

²⁷ Vgl. Orit Halpern, Robert Mitchell, Bernard D. Geoghegan: *The Smartness Mandate. Notes toward a Critique*, in: *Grey Room*, Bd. 68, Nr. 2, 2017, 106–129; Jeremy Walker, Melinda Cooper: *Genealogies of Resilience*, in: *Security Dialogue*, Bd. 42, Nr. 2, 2011, 143–160; Chris Zebrowski: *The Nature of Resilience*, in: *Resilience*, Bd. 1, Nr. 3, 2013, 159–173.

²⁸ Vgl. Andreas Folkers: *Das Sicherheitsdispositiv der Resilienz. Katastrophische Risiken und die Biopolitik vitaler Systeme*, Frankfurt / M. 2018.

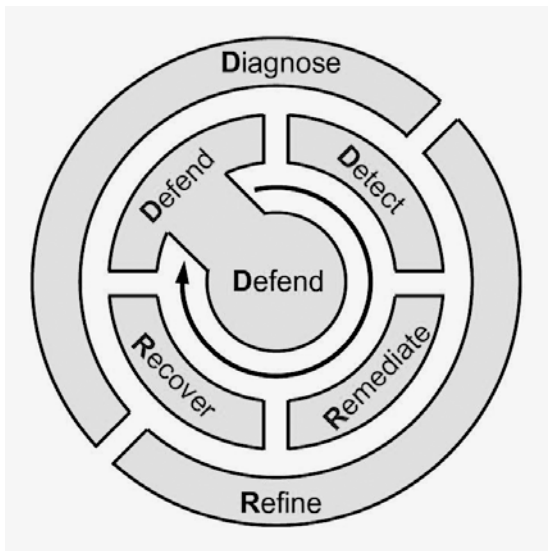


Abb. 6 Resilinet zur Gewährleistung der Resilienz und Überlebensfähigkeit eines Netzwerks, 2010

unter dem Vorzeichen der Resilienz durch *adaptive environmental management* und die ständige Anpassung der Maßnahmen an die Prozesse ersetzt. Regulation und Prognose machen Platz für «designing for uncertainty».²⁹ Es handelt sich, in Hollings Worten, um eine «perspective that recognizes adaptability and responsiveness rather than prediction and tight control, and a perspective that actively views uncertainty as a fundamental facet of environmental life rather than as a distasteful transition to attainable certainty.»³⁰ Regierung durch Regulation geht unter der Ägide der Resilienz in Regierung durch Adaption über, ohne dass das eine das andere ersetzen würde. Von entscheidender Bedeutung ist dabei der Übergang von Modellen des Gleichgewichts hin zur Annahme einer Unsicherheit des *environment*. Adaption

operiert lediglich für die Sammlung von Informationen mit Verfahren der Probabilistik und interveniert nur selten in Zirkulationen. Sie richtet sich nicht auf das *milieu* oder das *environment* als produktive Ressourcen, sondern sieht die Umgebung als Quelle der Unsicherheit. Diese Unsicherheit erfordert jedoch ständige Adaption und Bereitschaft zur Disruption. Der Kreis spielt dafür keine Rolle, wohl aber die Unabschließbarkeit des Möbiusbandes und der Spirale.

IV. Schluss – Zur Resilienz der Zirkulation

Regierung durch Regulation der Zirkulation, so wie sie Foucault für das Sicherheitsdispositiv des *milieu* beschrieben hat und wie sie im Kontext der Ökosystem-Ökologie der Nachkriegszeit operationalisiert wird, verwandelt sich unter der Ägide der Resilienz in Regierung durch Adaption an unsichere und unvorhersagbare *environments*. Zwar verschwindet der Kreis weitestgehend aus den Abbildungen der akademischen Ökologie, doch bleibt Regulation als Instrument neben – oder auch zur – Adaption wichtig. Was sich ändert, sind die Figuren der Zirkulation. Deren Regulation ergänzt nunmehr Verfahren der Adaption, die Organismen, Institutionen und Technologien gleichermaßen antreiben. Entsprechend gilt der neue Imperativ, ein System zum Zwecke seines Überlebens auf die unweigerlich kommenden Disruptionen vorzubereiten und seine Fähigkeit zur Resilienz zu stärken. Das Ziel ist der Aufbau von Kapazitäten zur Stressabsorption. Das Risiko zukünftiger Veränderungen oder unvorhersehbarer Katastrophen kann nicht minimiert, sondern nur durch die Optimierung der Adaptionsleistung, durch mehr Flexibilität und Belastbarkeit gemeistert werden.

²⁹ Crawford S. Holling: *Adaptive Environmental Assessment and Management*, New York 1978, 138.

³⁰ Ebd., 139.

Mit Blick auf die Geschichte ökologischen Wissens werden die engen Verflechtungen dieser beiden Ausprägungen von Biopolitik mit den Transformationen der zugrunde liegenden Konzepte der Zirkulation deutlich. Die biopolitischen Konsequenzen dieser Veränderung treten, um ein letztes Beispiel zu nennen, hervor, wo die Zirkulation von Daten im Kontext der Sicherheitsarchitekturen von Netzwerkknoten oder Datacentern resilient gemacht werden soll. In zahlreichen Ratgebern, Vorschriften und Standards wird Resilienz zum Maßstab des Aufbaus digitaler Netzwerke, die auch bei Störungen, Angriffen und Ausfällen funktionieren sollen. Als ein Instrument des *business continuity management* ist Resilienz ein Instrument der *precaution*, der *preparedness* und der *preemption*, der proaktiven Verhinderung von aktuellen oder potenziellen Gefahren,³¹ wie an einer Reihe von Broschüren über Netzwerksicherheit deutlich wird, die von der European Network and Information Security Agency herausgegeben wurden.³² Hier treten die klassischen Instrumente des Sicherheitsdispositivs zur Herstellung von Vorhersagbarkeit an die Seite der Erwartung des Unerwarteten. Gemeinsam bilden sie eine neue Form der Sicherheitspolitik, die sich in anderen Symboliken manifestiert.

Das Bestreben nach «Good Practices of Resilient Internet Interconnections» ist in den entsprechenden Zertifikaten und Standards festgehalten.³³ Resilienz soll in diesem Kontext im Verbund mit Maßnahmen der Redundanz die Kontinuität von Konnektivität auf infrastruktureller Ebene herstellen, damit ein Netzwerk als kritische Infrastruktur betriebsfähig bleibt. Bezeichnenderweise taucht in diesem Zusammenhang der Kreis wieder auf: Unter dem Titel *Resilinet* hat eine Gruppe von Informatikern einen entsprechenden Strategievorschlag für ein «architectural framework for resilience and survivability in communication networks» gemacht.³⁴ Diese Strategie ist in einer Grafik (Abb. 6) zusammengefasst, deren Formel $D2R2+DR$ lautet. Den passiven Kern, also das Ziel dieser Strategie, bildet als Kreis in der Mitte *defend*. Die erste aktive Phase der Resilienz besteht im Fall einer wie auch immer geratenen Störung in den vier sofort einzuleitenden Schritten *detect*, *remediate*, *recover* und *defend*, die den unterbrochenen mittleren Kreis bilden. Die zweite aktive, nunmehr retrospektive und auf die Evolution des Systems ausgelegte Phase besteht aus *diagnose* und *refine* im äußeren Kreis. Der gerundete Pfeil zeigt die Reihenfolge der Maßnahmen, die nacheinander einzuleiten sind, und bindet sie in eine vermarktbarere Kontinuität. Die drei Kreise bilden drei Schutzschilde, die das Innere – den zu verteidigenden Betrieb des Netzwerks – vom Außen abschirmen. Die Herausbildung von Resilienz wird dabei selbst zu einem operationalen Kreislauf, der unabschließbar immer wieder von vorn beginnt, weil immer wieder neue Herausforderungen auf das System warten.

Die Ökologie der Nachkriegszeit greift, wie gezeigt, auf den Kreis zurück, um die Stabilität der Faktoren eines Ökosystems durch die Harmonie seiner Rundheit und Geschlossenheit zu gewährleisten. Der Kreis ihrer Kreisläufe

³¹ Vgl. Ben Anderson: Preemption, Precaution, Preparedness: Anticipatory Action and Future Geographies, in: *Progress in Human Geography*, Bd. 34, Nr. 6, 2010, 777–798.

³² Vgl. zum *business continuity management* Folkers: Sicherheitsdispositiv, 353 f.

³³ European Union Agency for Cybersecurity: Good Practices for Resilient Internet Interconnections, 2011, www.enisa.europa.eu/topics/critical-information-infrastructure-services/inter-x/resilience-of-interconnections/good-practices-for-resilient-internet-interconnections (18.12.2019); European Union Agency for Cybersecurity: Threat Landscape and Good Practice Guide for Internet Infrastructure, 2015, www.enisa.europa.eu/topics/threat-risk-management/threats-and-trends/enisa-thematic-landscapes/threat-landscape-of-the-internet-infrastructure (18.12.2019).

³⁴ James P. Sterbenz u. a.: Resilience and Survivability in Communication Networks. Strategies, Principles, and Survey of Disciplines, in: *Computer Networks*, Bd. 54, Nr. 8, 2010, 1245–1265, hier 1245.

verspricht Stabilität und Gleichgewicht, so wie die Transformation des Kreises unter dem Vorzeichen der Resilienz die Unabschließbarkeit der notwendigen Adaptionen darstellt, mit denen man nie fertig ist. Das Antrainieren von Resilienz, d. h. der Fähigkeit, ohne Rückzug in die Stabilität operationsfähig zu bleiben, wird konsequenterweise selbst zum Kreislauf, für den sich in den zuletzt diskutierten Abbildungen erneut der Kreis anbietet. Das Ziel ist keine kosmologische Ordnung des Universums mehr, sondern die Aufrechterhaltung jener «conditions of possibility»³⁵ des Lebens, die von Zirkulationen abhängen, die nunmehr nicht länger stabil, sondern unsicher und unvorhersagbar geworden sind. Dieser Kreislauf endet nicht.

³⁵ Holling: Resilience and Stability, 2.