

2 Autopoietische Systeme

„25.4.2010 8.52

*Zwei Tage lang wenig geschafft,
dem Hirn beim Regenerieren zugeschaut.“*

Wolfgang Herrndorf

Was ist das Leben? Wie entsteht es? Wie kann es existieren und sich entwickeln? Diese sehr grundlegenden Fragen interessieren nicht nur Biologen oder andere Lebenswissenschaftler, sondern sind seit Menschengedenken auch Gegenstand der Reflexion in Religion und Philosophie. Die Antwort der Biologie auf diese Frage ist ein Katalog verschiedener Merkmale, welche die „lebendige“ von der „toten“ Materie unterscheiden. Was lebt, betreibt einen stofflichen und damit energetischen Austausch mit der Umwelt (Stoffwechsel), hält seine inneren Vorgänge im Gleichgewicht (Homöostase), kann Umweltreize wahrnehmen und verarbeiten (Reizverarbeitung) und sich reproduzieren (Fortpflanzung). Konrad Lorenz beschreibt das Leben als das Sammeln von Energie (Lorenz, 1977). Das Leben frisst „negative Entropie“ und schafft damit Strukturen der Ordnung im nach Dissipation, d. h. nach Unordnung, strebenden Universum. „Alle lebenden Systeme sind so beschaffen, dass sie Energie an sich zu reißen und zu speichern vermögen.“ (Lorenz, 1977, S. 35). Durch positive Rückkoppelung können lebende Systeme immer mehr Energie an sich binden, ähnlich wie ein den Berg hinab rollender Schneeball, der immer größer wird, d. h. aufgrund zirkulärer, selbstreferenzieller Prozesse aus sich selbst heraus wächst und seine Entwicklung vollzieht. Diese Eigenschaft und zugleich Fähigkeit lebender Systeme wird von Humberto Maturana und Francisco Varela „Autopoiesis“ genannt (Maturana & Varela, 1987). Bevor die Eigenschaften autopoietischer Systeme näher beschrieben werden, wird der Begriff „System“ bzw. „lebende Systeme“ hier vorläufig in allgemeiner Form verwendet.

2.1 ORDNUNG UND ENTROPIE

Ordnung in der Welt entsteht nicht von selbst. Sie ist vielmehr ein „unnatürlicher“ Zustand. Natürlich für die unbelebte Natur ist die Entropie. Die Entropie ist in der Physik eine Zustandsgröße eines Systems, welche die Anzahl der Mikrozustände beschreibt, durch die ein Makrozustand realisiert wird. Man kann sich das an einem mit Wasser gefüllten Glas einer bestimmten Temperatur vorstellen, bei dem der Makrozustand Temperatur durch die Mikrozustände der Teilchenbewegungen des Wassers charakterisiert wird.

Wenn man jetzt einen Eiswürfel hinzugibt und dieser schmilzt, nimmt die Entropie im System zu, weil immer mehr Wassermoleküle vom geordneten Zustand des Eiskristalls in den regellosen Zustand der Molekülbewegung im Wasserglas übergehen. Die Entropie ist also, verkürzt formuliert, die Anzahl an regellosen Mikrozuständen in einem System.

Dieser Zusammenhang wird in der Physik durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik beschrieben. Jede künstlich (durch einen Künstler resp. das Leben) geschaffene Ordnung strebt nach Entropie, nach dem energetisch günstigeren Zustand. Sei es ein Temperatur- oder Konzentrationsgefälle von Ionen in einer Lösung, das durch eine Membran aufrecht erhalten wird, das innere Milieu in einer Zelle, ein komplexer Organismus, ein von anderen Organismen erschaffener Gegenstand (z. B. ein Nest, ein Ameisenhaufen, ein Fahrrad etc.) oder ein soziales System (z. B. eine Familie oder eine Organisation): Alles, was das Leben hervorbringt, vor allem das Leben selbst, muss in der Lage sein, seine innere Ordnung aufrecht zu erhalten, um zu existieren, denn das Streben aller Materie nach Entropie kämpft beständig gegen diesen Ordnungs-Unordnungs-Unterschied an. Dies bedeutet für lebende Systeme, dass sie permanent Entropie, also zufallsartige Mikrozustände, nach außen befördern müssen, um die Entropie im Inneren zu verringern. Oder umgekehrt mit Heinz von Förster gedacht, dass aus den Störungen von außen durch Selbstorganisation innen Ordnungen geschaffen werden, also „Order from Noise“ entsteht (von Förster, 1960, 1985). Mit dem Erzeugen von Ordnung in einer „unordentlichen“ Umwelt entsteht ein Unterschied, der das Unwahrscheinliche wahrscheinlich macht und eine Grenze zwischen Innenwelt und Außenwelt erzeugt. Innen Ordnung, gebündelte Energie und Struktur, außen Unordnung, dissipative Energie und Entropie. Es ist also der Unterschied durch Grenzbildung, der ein lebendes System entstehen lässt und am Leben erhält. Grenzen haben „... die Doppelfunktion der Trennung und Verbindung von System und Umwelt.“ (Luhmann, 2012, S. 52).

Phänomene der Struktur- und Ordnungsbildung sind auch in der unbelebten Natur zu finden. Nicht-lineare thermodynamische Systeme können jenseits des thermodynamischen Gleichgewichts lokal Entropie verringern und durch einen Austausch von Energie oder Materie oder beidem diesen Entropieunterschied aufrechterhalten. Solche Phänomene werden als dissipative Strukturen (Prigogine, 1967) beschrieben. Dazu gehören beispielsweise die Wabenstruktur bei bestimmten von unten erhitzten und von oben gekühlten Flüssigkeiten (Bénard-Instabilität), spontane Ordnungsbildungen von Molekülen bei Energiezufuhr, Kerzenflammen, Wolken, Flüsse, Hurrikane usw. Allen diesen Strukturen ist gemeinsam, dass sie aufhören zu existieren, wenn die Zufuhr von Energie aus der Umwelt endet. Die zugeführte Energie wird

unumkehrbar umgesetzt und wieder in der Umwelt verteilt bzw. verstreut. Dissipative Strukturen existieren damit auf der Grenze zwischen nichtbelebter und lebender Materie. Auch lebende Systeme werden als dissipative Strukturen bezeichnet, da sie sich ebenfalls durch den Austausch von Stoffen, Energie und noch zusätzlich von Umweltreizen aufrechterhalten und entwickeln. Sie haben im Unterschied zu den unbelebten dissipativen Strukturen eine Systemgrenze und sind damit energetisch nicht mehr offen und sie können ihre Struktur von selbst aufrechterhalten (vgl. dazu ausführlicher Simon, 2006). Eine bekannte Geschichte von Fritz Simon (Simon, 1991) illustriert den Unterschied zwischen dissipativen Strukturen nicht-belebter und belebter Natur: Wenn das Auto durch einen Zusammenstoß eine Beule bekommt und man mit dem Auto drei Wochen später einen Freund besucht und dieser die Beule sieht, könnte der Freund bemerken: „Du hattest wohl noch keine Zeit, das reparieren zu lassen.“. Trägt man selbst bei dem Zusammenstoß eine Beule davon, die nach drei Wochen noch genauso frisch aussieht wie am ersten Tag, wird der Freund fragen: „Was tust Du, dass Du immer noch die Beule hast?“. Das Gleichnis illustriert, dass nicht-belebte Systeme und Strukturen die Zufuhr von Energie brauchen, um sich zu erhalten und der Entropie zu trotzen. Jeder kennt den Kampf gegen die Entropie aus dem Alltag (landläufig bekannt als der „Zahn der Zeit“): Auto reparieren, Knopf annähen, den Zaun streichen usw. Überall nagt die Entropie an den durch Energieeinsatz entstandenen Ordnungsstrukturen und macht uns Menschen, die wir immerzu damit beschäftigt sind, Ordnung zu erhalten, der Sagen-gestalt des Sisyphos gleich. Lebende Systeme hingegen reparieren sich selbst oder hören auf zu existieren, wenn sie ihre Strukturen nicht mehr aufrechterhalten können.

2.2 SYSTEMGRENZE UND SYSTEMFUNKTIONEN

Lebende Systeme entstehen und erhalten ihre Existenz durch das Erzeugen und Herstellen ihrer inneren Ordnung in Abgrenzung zur Systemumwelt. Die Bildung einer Organismus-Umwelt-Grenze ist eine der frühesten und genialsten Leistungen der Evolution des Lebens. Die ersten Proteine, die möglicherweise in der Umgebung der sogenannten „schwarzen Raucher“, einer Form der hydrothermalen Quellen der Tiefsee, vor Milliarden Jahren als frühe Lebensformen entstanden, hatten noch keine Hülle, keine Grenze, die sie vor den Einwirkungen der Umwelt schützten. Möglicherweise geht die Entstehung des Lebens auf dissipative Strukturbildungen in diesem energetisch aufgeladenen Milieu aus Hitze, Gasen aus dem Erdinnern und Meerwasser zurück. Schließlich sprudelten die ersten Lebensformen in Form von Molekülketten umher. Viel Chaos und wenig Ordnung. Erst Millionen Jahre später mit den ersten Einzellern, wohl in Gestalt von Bakterien, Archaeen

(noch ohne Zellkern) und den Eukaryoten (mit Zellkern), entstanden Lebewesen, deren innere Ordnung und Struktur durch eine Zellwand geschützt war und durch innere Prozesse der Reproduktion aufrechterhalten und weiterentwickelt wurde. Humberto Maturana und Francisco Varela bezeichnen diese Systeme als autopoietische Systeme (Maturana & Varela, 1987). Systeme, die sich selbst „bauen“ oder „herstellen“, so die wörtliche Übersetzung aus dem Altgriechischen. Helmut Willke schreibt dazu unter Bezugnahme auf Luhmann: „Es ist die Differenz von System und Umwelt, welche noch der Autopoiesis eines Systems als notwendige Bedingung vorausgeht.“ (Willke, 2008, S. 9). Diese Zellwand grenzte nicht nur die Innen- und die Außenwelt ab und gab damit Schutz und Stabilität, sie wurde mit ihrem Entstehen gleichzeitig das Fenster zur Welt für die lebenden Systeme und damit auch Determinante des Stoff-, Energie- und Reizaustauschs mit der Außenwelt. Luhmann (2012) schreibt dazu:

„Mit Hilfe von Grenzen können Systeme sich zugleich schließen und öffnen, indem sie interne Interdependenzen von System/ Umwelt-Interdependenzen trennen und beide aufeinander beziehen. Grenzen sind insofern eine evolutionäre Errungenschaft *par excellence*; alle höhere Systementwicklung und vor allem die Entwicklung von Systemen mit intern-geschlossener Selbstreferenz setzt Grenzen voraus.“ (S. 52)

Mit der Entstehung der Systemgrenze entstanden im Inneren der Organismen spezifische und in ihrer Komplexität zwangsläufig reduzierte Prozesse der Verarbeitung von Umweltreizen. Die Innenwelt eines Organismus wurde weniger komplex als die Außenwelt es war, da ein „über Grenzen vermittelter Kontakt keinem System die volle Komplexität des anderen vermitteln kann“ (Luhmann, 2012, S. 53). Dieser Gedanke wird später weitergeführt, wenn die Eigenschaften von autopoietischen Systemen beschrieben werden. Vorerst soll die Überlegung genügen, dass das Leben selbst (wenn man so will) die Grenze erfunden hat, an der die Interaktion mit der Umwelt geschieht, die ein Innen und ein Außen definiert, Ordnung und Chaos, Information und Entropie, Figur und Hintergrund, Unterschied und Rauschen, System und Umwelt.

Wie es weiterging, ist bekannt: Aus den einzelligen Organismen wurden mehrzellige Organismen, die Grenze zur Außenwelt wurde verstärkt. Hüllen, Schalen, Panzer entwickelten sich, die im Inneren irgendwann durch Strukturen wie Gräten oder Knochen etc. gestützt wurden. Immer ausgeklügeltere Prozesse zur Regulierung des Stoffwechsels und der Verarbeitung von Umweltreizen an „Kontaktstellen“ dieser „self-generated boundaries“ (Luhmann, 2012, S. 53) entstanden, die schließlich ermöglichten, als Organismus zielorientiert zu agieren, z. B. zielgerichtete Bewegungen auszuführen, anstatt nur planlos

herumzupaddeln. Der Informationsaustausch ermöglichte Anpassungsleistungen, mit denen auf Umwelteinwirkungen reagiert werden konnte.

Im Prozess der Evolution optimierten die lebenden Systeme ihre Funktionen in immer komplexerer Form und eroberten dadurch die Lebensräume unseres Planeten. Dabei müssen sich laut Parsons (1951, 1961) in jedem System Komponenten bzw. Teilsysteme herausbilden, die vier grundlegende Systemfunktionen erfüllen, damit ein System lebensfähig ist und es selbst und seine Elemente und Subsysteme einen Handlungsrahmen bekommen. Diese werden durch das bekannte AGIL-Schema beschrieben. Die Systemfunktionen sind dabei als Antworten des Systems auf Umweltanforderungen zu verstehen, die für sein Fortbestehen erfüllt werden müssen. Parsons, der zunächst Biologie studierte und sich später der Soziologie zuwandte, unterscheidet zwischen externalen und internalen sowie zwischen instrumentellen und konsumatorischen Erhaltungsfunktionen, welche er dementsprechend in ein Vier-Felder-Schema einordnete. Zu den externalen Funktionen gehören *Adaptation* und *Goal Attainment* und zu den internalen Funktionen *Latent Pattern Maintenance* bzw. *Latency* und *Integration*.

	instrumentell	konsumatorisch
external	Adaptation	Goal Attainment
internal	Latency	Integration

Abb. 1: Das AGIL-Schema nach Parsons (1951)

Adaptation (Anpassung) beschreibt die Fähigkeit eines Systems, sich an veränderte Bedingungen anzupassen, *goal attainment* (Zielverfolgung) die Fähigkeit, Ziele zu bilden und zu verfolgen, *latency* (Strukturerhaltung) die Fähigkeit, grundlegende Struktur- und Wertmuster aufrecht zu erhalten und *integration* (Integration), die Fähigkeit, den Einschluss und Zusammenhalt herzustellen.

Anpassung und *Zielverfolgung* beschreiben als externale Funktionen das Agieren von Systemen, also die Handlungskomponente. External meint dabei das Herstellen und Verändern von Außenbeziehungen des Systems, um intern befriedigende Zustände bzw. Werte zu verwirklichen. *Strukturerhaltung* und *Integration* als internale Funktionen ermöglichen einerseits das Aktualisieren und Verfügbarhalten von internen Strukturen und andererseits den Einschluss aller Systemelemente, indem diesen befriedigende Existenzbedingungen verschafft werden. Die Unterscheidung in internale und externale Funktionen beschreibt das Agieren in Bezug auf die System-Umwelt-Grenze, wo hingegen die Unterscheidung in instrumentell und konsumatorisch einerseits die Zweckorientierung von *Anpassung* und *Strukturerhaltung* zur Zukunftssicherung und andererseits die assimilierenden und vereinnahmenden Aktivitäten von Systemen beschreibt, die mit Zunahme und Wachstum in der Gegenwart in Beziehung stehen (vgl. hierzu Willke, 2006; Luhmann, 2006).

Alle Systemerhaltungsfunktionen sind Funktionen, die über die Veränderung oder Gestaltung der System-Umwelt-Grenze realisiert werden. Veränderung und Gestaltung meint damit einerseits die aktive Selektion, Aufnahme und Verarbeitung von Umweltreizen, wobei die Aufzählung hier keine zeitliche Reihenfolge darstellen soll. Diese Prozesse laufen vielmehr parallel und simultan ab. Andererseits ist der stoffliche Austausch gemeint, den das lebende System an der System-Umwelt-Grenze vollzieht.

Die Ausführung der Funktion der *Anpassung* bedeutet eine Ausrichtung der Wahrnehmung und des Verhaltens eines Systems in Korrespondenz mit relevanten Veränderungen seiner Umwelt, um die „strukturelle Koppelung“ (ein Begriff von Maturana) mit seinen relevanten Umwelten, befriedigend aufrecht zu erhalten. Dies kann nur durch Interaktion an und mit der Systemgrenze geschehen, in dem das System seine Außenbeziehungen instrumentalisiert (Luhmann, 2006).

Die Fähigkeit *Ziele* zu definieren und zu verfolgen, bedeutet die Wahrnehmung des eigenen inneren Zustands eines Systems und die Ableitung eines Zielzustands. Daraus ergeben sich spezifische Reizselektionen nach innen und an der Systemgrenze nach außen sowie Aktionen (Verhalten), die der Zielerreichung dienen. Dabei soll ein konsumatorischer Zustand zur systemeigenen Werteverwirklichung erreicht werden.

Die Fähigkeit der *Strukturerhaltung* im Inneren bedeutet grundsätzlich immer auch die Aufrechterhaltung der Systemgrenze zur Abgrenzung nach außen sowie die dadurch ermöglichte Erhaltung und Reproduktion von inneren Strukturen. Dabei kommt es darauf an, dass die inneren Strukturen dauerhaft verfügbar sind. Für ein System bedeutet dies, auch im Falle der

momentanen Nicht-Nutzung, Strukturen verfügbar zu halten und permanent zu aktualisieren.

Die Fähigkeit der *Integration* bedeutet, alle Systemelemente zusammenzuhalten und zu binden und mit der Zielerreichung auch den Eintritt des Neuen in das System zu ermöglichen und somit Wachstum und Veränderung. Ein System integriert also Handeln und Handelnde zur Erreichung eines befriedigenden internen Zustands, indem es ausreichende Möglichkeiten bzw. Bedingungen für seine handelnden Elemente zur Verfügung stellt.

Es wird deutlich, dass die Systemfunktionen ohne die System-Umwelt-Grenze nicht möglich und auch nicht sinnvoll wären. Die System-Umwelt-Grenze wird aktiv aufrechterhalten und ist zugleich Ursache und Ergebnis der Funktionen lebender Systeme. Parsons hat das AGIL-Schema für soziale Systeme konzipiert und die einzelnen Erhaltungsfunktionen wiederum als (Teil-)Systeme beschrieben, die ihrerseits wiederum Systemfunktionen ausbilden usw. Für Gesellschaften zum Beispiel hat das Wirtschaftssystem die Funktion der *Adaptation*, das politische System ist für *Goal Attainment* verantwortlich, das kulturelle System steht für *Latency of Structures* und das Sozialsystem übernimmt die Funktion der *Integration*. Ähnliche Überlegungen zu den Systemfunktionen wurden auch für kleinere soziale Systeme wie etwa Gruppen oder Organisationen formuliert (siehe Willke, 2006). Willke spitzt die Systemfunktionen noch einmal prägnant zu, indem er für die allgemeinen Bezeichnungen der vier Felder des AGIL-Schemas die Ressourcen dem Feld A, Ziele dem Feld G, Normen dem Feld I und Werte dem Feld L zuordnet. Die Systemfunktionen sind somit als sehr allgemeine und übergreifende Konstrukte zur Beschreibung von Systemen unterschiedlichster Qualitäten geeignet und in ihrem Zusammenspiel wohl das, was das Phänomen der Systemautopoiesis erzeugt.

Parsons' strukturfunktionalistisches Modell von Gesellschaft und ihren Teilsystemen hat vor allem Luhmann stark beeinflusst. Die Soziologen der damaligen Zeit, z. B. auch Emile Durkheim, auf den sich wiederum Parsons bezog, gingen u. a. der Frage nach, wie Gesellschaften und andere menschliche Gemeinschaften ihren Zusammenhalt erzeugen und gemeinsam handeln können. Wie ist es möglich, dass das Handeln des Einzelnen im hinreichenden Einklang mit dem Handeln der Gesellschaft steht? Was hält die Gesellschaft zusammen? Was ermöglicht Koordination? Wie werden die Außenbeziehungen gestaltet? Die Idee von Parsons, Gesellschaften als in zahlreiche Subsysteme differenzierte Systeme zu verstehen, die für ihr Fortbestehen bestimmte Funktionen, Fähigkeiten und Strukturen ausprägen müssen, ermöglichte damals, im Jahr 1951, einen neuen Blick auf die menschliche Existenz. Gemeinschaften und Gesellschaften waren nun nicht mehr nur

eine Ansammlung von durch Regeln und Zugehörigkeit miteinander verbundener oder durch Autorität oder gemeinsame Werte gesteuerter Menschen, sondern wurden als dynamische Systeme mit Funktionen, Subsystemen, Strukturen, Grenzen, Umwelten usw. gedacht.

Parsons Ideen werden in den späteren Kapiteln dieser Arbeit noch einmal intensiv aufgegriffen und bilden eines der Fundamente einer Theorie des Kontakts. Auf den folgenden Seiten wird jedoch zunächst die Theorie autopoietischer Systeme und deren Anwendung auf soziale Systeme durch Luhmann Gegenstand der Betrachtungen sein.

2.3 AUTOPOIESIS UND DRIFT

Mit dem Konzept autopoietischer Systeme revolutionierten Maturana und Varela die Systemtheorie (Maturana & Varela, 1987; Maturana & Pörksen, 2008). Um die Grundlagen für das Verständnis dieses Konzepts zu schaffen, muss zunächst der Systembegriff geschärft werden. Was ist eigentlich ein System (altgriechisch *sistema*, das Gebilde, Zusammengestellte, Verbundene)? Ludwig von Bertalanffy definierte einen allgemeinen Systembegriff, indem er Systeme als Interaktionszusammenhänge, die sich von der Umwelt abgrenzen beschrieb (Bertalanffy, 1969). Die Umwelt wiederum besteht aus unendlich vielen Interaktionen, sogenannten Mikrozuständen. Systeme produzieren darin ihr Weiterfunktionieren selbst und halten damit ihre Differenzierung von der Umwelt aufrecht. Diese Definition trifft auch auf technische Systeme, wie etwa Maschinen, Computer zu, die ebenfalls in der Lage sind, bestimmte innere Zustände aufrecht zu erhalten. Technische Systeme dieser Art funktionieren nach dem Prinzip des Regelkreises. Sie sind so „konstruiert“, dass immer eine Regelgröße konstant gehalten wird. Regelgrößen können z. B. Temperatur oder der Füllstand eines Gefäßes sein. Das System errechnet beim Eintreffen einer Störgröße anhand einer Führungsgröße die Abweichungen von der Regelgröße und korrigiert über einen Regler mit Hilfe einer Stellgröße den Systemzustand so, dass er wieder dem Sollzustand der Regelgröße entspricht. Einfache Beispiele sind das Thermostat an der Heizung oder ein Spülkasten. Regelkreise sind auch in der Natur zu finden. Im menschlichen Körper beispielsweise existieren Regelkreise für die Körpertemperatur, den Blutdruck, die Sauerstoffsättigung des Blutes etc. Regelkreise erhalten die Homöostase eines Systems, also den Gleichstand. Das System wird in Bezug auf die Regelgröße im Gleichgewicht gehalten. In komplexen Systemen haben Regelkreise, als Teilsysteme, die Funktion der Aufrechterhaltung der inneren Strukturen und der Adaptation. Dabei ist die Adaptationsfähigkeit durch die Systemeigenschaften des Regelkreises limitiert. Das bedeutet, dass die Störgrößen, d. h. die Impulse aus der Umwelt, eine bestimmte Intensität nicht über- bzw. unterschreiten dürfen. Auch in

sozialen Systemen findet man Muster im Verhalten der Mitglieder, die wie Regelkreise konfiguriert sind, wenn z. B. die subjektiv empfundene Arbeitsmenge eines Teams (Regelgröße) durch bestimmte „defensive Routinen“ (vgl. Agyris, 1996) der Teammitglieder (Stellgröße) konstant gehalten wird. An dieser Stelle beeindruckt der vom Autor erlebte Fall eines Pflegeteams bei einem sozialen Träger, dessen Homöostase darin bestand, dass sich immer nur so viele Teammitglieder krank meldeten, dass die verbliebenen die anfallende Arbeit gerade noch schaffen konnten. Die verzweifelte Führungskraft schilderte in der Beratung, dass sie ihre Mitarbeiter durch die Einstellung von zusätzlichem Personal entlasten wollte, was jedoch zur Folge hatte, dass sich mehr Mitarbeiter krank meldeten und somit die Anzahl der arbeitenden Teammitglieder trotz Neueinstellungen konstant blieb.

Regelkreise werden als Systeme der Kybernetik 1. Ordnung bezeichnet. Heinz von Förster prägte dazu passend den Begriff „triviale Maschinen“ (von Förster & Pörksen, 2011). Bei trivialen Maschinen können Input und Output in eine lineare und kausale Ordnung gebracht werden. Der Reiz-Reaktions-Zusammenhang ist determinierbar, ihr Verhalten ist berechenbar. Lebende Systeme, also nicht-triviale Maschinen, funktionieren grundsätzlich anders. Sie sind in ihrem Verhalten von ihren inneren Zuständen bestimmt und produzieren sich selbst. Daraus und aus ihrer internen Komplexität ergibt sich die Tatsache, dass autopoietische Systeme nicht vollständig determinierbar sind. Sie entziehen sich der Erklärbarkeit.

Im Folgenden werden lebende Systeme oder Systeme, die von mehreren lebenden Systemen hervorgebracht werden, als autopoietische Systeme bezeichnet. Dazu gehören dementsprechend Organismen, psychische Systeme sowie alle Kommunikationssysteme, d. h. alle sozialen Systeme, die durch Kommunikation von mehreren Individuen erschaffen werden, wie die Zweierbeziehung, Triaden, Gruppen, Teams, Organisationen und Gesellschaften (vgl. Luhmann, 2002; Willke, 2006).

Wie können nun autopoietische Systeme genauer beschrieben werden? Eine sehr treffende Definition stammt von Helmut Willke: „Ein autopoietisches System produziert die Elemente, aus denen es besteht, mit Hilfe der Elemente, aus denen es besteht.“ (Willke, 2006, S. 62). Mit dieser Definition sind zwei wichtige Merkmale autopoietischer Systeme beschrieben. Zum einen, ihre Fähigkeit, sich selbst durch innere Prozesse zu erschaffen, zu erhalten und zu verändern und zum anderen die Tatsache, dass diese Prozesse durch systemeigene Elemente realisiert werden und sich damit immer wieder auf sich selbst beziehen. Autopoietische Systeme sind demnach selbstreferenziell und operational geschlossen (vgl. Maturana & Varela, 1987). Sie agieren immerfort mit ihren eigenen Zuständen, die sich in zirkulären Be-

zunahmen erschaffen: Biochemische Prozesse steuern biochemische Prozesse, Gedanken produzieren Gedanken, Kommunikation erzeugt Kommunikation. Das Wesenselement autopoietischer Systeme ist also die Zirkularität ihrer inneren Operationen (vgl. von Foerster, 2011). Die Selbstbezüglichkeit der internen Operationen bedeutet, dass bei der Erzeugung der inneren Strukturen das Neue aus Vergangenen entsteht und damit immer auf Vergangenen aufbauen muss, solange das System besteht. Autopoietische Systeme müssen daher als historisch betrachtet werden. Dieser Umstand hat Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit autopoietischer Systeme: Einmal erzeugte Strukturen und Muster und damit eine bestimmte Entwicklungsrichtung radikal zu verlassen, wird mit dem Fortschreiten der Entwicklung immer unwahrscheinlicher. Das Grundmuster der Evolution, Neues immer auf Vergangenen aufzubauen, resultiert aus der Selbstreferenz und erzeugt Pfadabhängigkeit. Das Neue, die Veränderung, der Entwicklungssprung ist zwangsläufig immer auf dem Alten aufgebaut und alle Kompromisse und Unzulänglichkeiten des Alten sind damit auch im Neuen enthalten (vgl. Riedel, 1976). Durch diesen selbstreferenziellen Entwicklungsmodus wird die Richtung der Entwicklung zwar nicht vorgegeben, aber ein bestimmter Korridor abgesteckt, innerhalb dessen der Weg beschränkt werden kann.

Maturana und Varela (1987) ersetzen den Begriff der natürlichen Auslese aus der Evolutionstheorie Darwins durch das Konzept des Driftens. Evolution bedeutet nicht, Lebewesen hervorzubringen, die besser oder schlechter angepasst sind, da dies eine Wertung aus der Sicht eines Beobachters darstellt. Autopoietische Systeme sind entweder angepasst, d. h. ihre strukturelle Koppelung mit der Umwelt funktioniert oder sie sind es nicht, d. h. ihre strukturelle Koppelung funktioniert nicht im Sinne des Fortbestehens des Systems. Im Ergebnis der Phylogenese und Ontogenese entstehen Abweichungen und Varianten. Maturana und Varela (1987) beschreiben diesen Prozess mit Hilfe der Wassertropfenanalogie (siehe Abbildung 2).

Auf einen spitzen Berggipfel fallen Wassertropfen und fließen die Hänge herunter. Jeder dieser Tropfen trifft, bedingt durch Umwelteinflüsse wie z. B. den Wind, ein kleines bisschen abweichend von den anderen Tropfen auf die Bergspitze und hat damit seine individuelle Richtung. Währenddessen haben die bereits heruntergeflossenen Tropfen die Berghänge schon ein wenig verändert. Es bilden sich Bäche heraus, die sich verzweigen. Schließlich haben die Tropfen ein umgekehrt baumförmiges Muster gebildet, welches in Analogie das Driften lebender Systeme im Verlauf der Evolutionsgeschichte abbildet. Evolution heißt danach vor allem Zunahme an Differenzierung und Vielfalt.

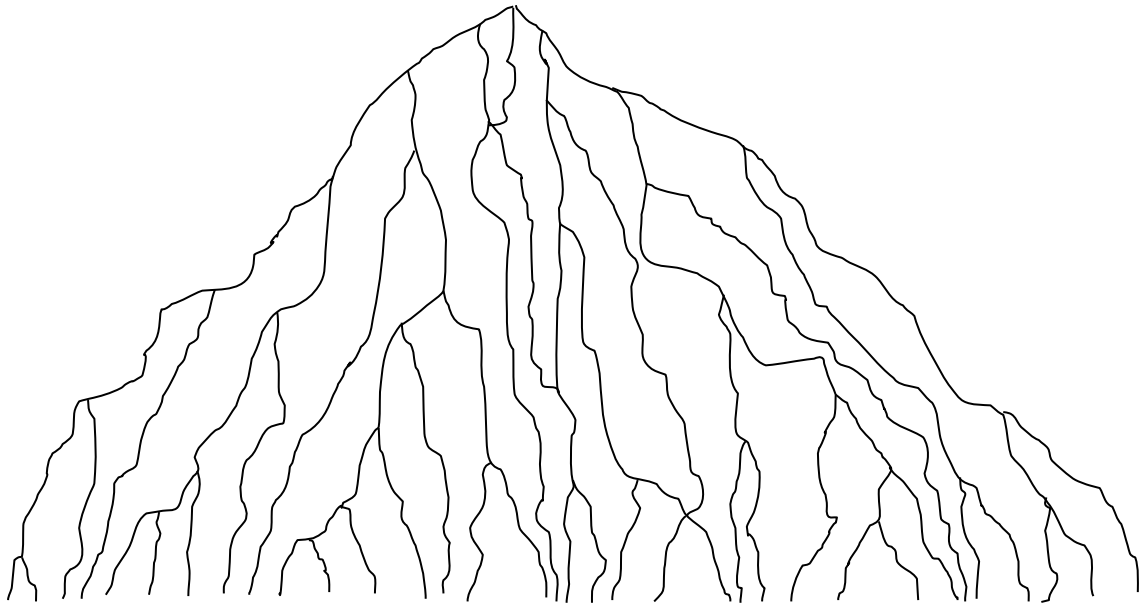


Abb. 2: Die Wassertropfenanalogie der evolutionären Drift nach Maturana und Varela (1987)

Für diese Entwicklungsprozesse gibt es aus den jeweiligen Ausgangsbedingungen heraus demnach eine grobe Richtung, aber kein Ziel und keinen Zweck. Es passiert einfach. Beispiele für diese Eigenart der Evolution, das Neue immer auf das bereits Vorhandene aufzubauen, finden sich zahlreich in der Biologie, z. B. durchläuft der menschliche Embryo in seiner Entwicklung im Mutterleib alle Phasen der Evolutionsgeschichte. Eindrucksvoll ist dabei die Tatsache, dass sich aus den sechs Kiemenbögen Teile des Gesichts, des Oberkiefers, des Zungenbeins und der Kehlkopf entwickeln, hingegen bei Fischembryos aus den Kiemenbögen tatsächlich Kiemen werden. Auch die sogenannten Atavismen weisen darauf hin, dass in unserem Genom die gesamte Stammesgeschichte noch enthalten ist. Typische Atavismen sind z. B. Milchleisten, Kiemensporen beim Menschen oder der manchmal vorkommende mehrhufige Lauf beim Pferd (Riedel, 1976). Atavismen sind auch bei Produkten der technischen bzw. kulturellen Evolution anzutreffen. Jeder Softwareentwickler weiß davon zu berichten, wie herausfordernd es ist, auf Basis eines alten Systems etwas Neues zu schaffen. Typischerweise tauchen dann in Fehlersituationen an der neuen Softwareoberfläche plötzlich alte Systemmeldungen auf. Auch bei der Veränderung von Organisationsstrukturen und -prozessen kann man beobachten, wie schnell die alten Strukturen, Abläufe, Denk- und Handlungsmuster der beteiligten Individuen wieder zum Vorschein kommen und wie schwer ein organisationaler Wandel,

z. B. eine neue Führungskultur zu etablieren, zu bewerkstelligen ist. Organisationsentwicklung bedeutet daher genau genommen *nicht* etwas zu verändern, sondern etwas Neues auf das Alte aufzusetzen. Und damit wird es immer komplizierter als vorher. Systemevolution bedeutet immer auch eine Zunahme an Komplexität (siehe Ortmann, 2011).

2.4 INFORMATION UND BEOBACHTUNG

Im Verlaufe der Evolution haben Lebewesen Nervensysteme herausgebildet. Auch Lebewesen ohne Nervensystem konnten und können Umweltreize verarbeiten, wie man an bestimmten Bakterien sehen kann, die z. B. auf eine Konzentrationserhöhung von Zucker in ihrem Milieu zupaddeln können (Chemotaxis). Dass es zur Entwicklung von Reizverarbeitung durch Neuronen kam, hat nach Maturana und Varela (1987) damit zu tun, dass zum einen durch Nervenleitungen Reize innerhalb größerer Distanzen im Organismus verarbeitet werden können. Damit war es möglich, dass größere Lebewesen entstehen konnten, die zu schnellen Reaktionen in der Lage waren. Zum anderen entstanden Nervenknotten, die in der Lage waren, mehr Daten zu verarbeiten und vielfältigere Reaktionen zu ermöglichen. Das Nervensystem wurde demnach – evolutionär gesprochen – im Laufe der Jahrtausende zwischen Rezeptoren und Effektoren platziert und somit eine organismisch umfassende und komplexe Informationsverarbeitung möglich.

Der Begriff der Information wurde bisher unscharf benutzt. Es ist jedoch wichtig zwischen Signalen (Umweltreizen) und Informationen zu unterscheiden. Um für die weiteren Beschreibungen exakt zu bleiben, ist ein kleiner Ausflug in die Informationstheorie nötig: Der Informationsgehalt eines Zeichens, d. h. eines Signals oder Ereignisses verhält sich logarithmisch umgekehrt proportional zu seiner Auftretenswahrscheinlichkeit (Shannon, 1951). Signale, die mit hoher Wahrscheinlichkeit auftreten, enthalten wenig Information, seltene Signale enthalten viel Information. Shannon nutzte diese Erkenntnis später zum Beispiel zur Entwicklung von Verfahren zur Datenkompression. Hierbei machte er sich diese Erkenntnisse insofern zu Nutze, dass er zur Datenkompression die Entropie der Signalquelle als Referenzgröße bestimmte, um die Auftretenswahrscheinlichkeit der einzelnen Zeichen zu bestimmen. Bei Zeichenketten spielen darüber hinaus noch die Verbundwahrscheinlichkeiten eine Rolle, d. h. mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Zeichen auf ein anderes folgt. Zeichen, die häufig an bestimmten Stellen auftreten, die also nur einen geringen Informationsgehalt haben, z. B. der Buchstabe „c“ in dem Wort „Schiff“, können mit weniger Bits kodiert werden, als seltener vorkommende Zeichen. Die Informationstheorie beschreibt also den Informationsgehalt von Ereignissen in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens. Streng genommen müsste man die

Informationstheorie als Signaltheorie bezeichnen, denn Signale werden erst in reizverarbeitenden Systemen (z. B. in einem Gehirn) zu Informationen. Erst hier erhalten Signale eine für den Organismus oder das System relevante Bedeutung. Im Folgenden wird von Informationen gesprochen, wenn Umweltreize bereits durch ein autopoietisches System verarbeitet worden sind, wenn man sozusagen aus der Sicht des Systems spricht. In den anderen Fällen wird von Impulsen oder Umweltreizen gesprochen, durch die autopoietische Systeme beeinflusst werden. Maturana und Varela (1987) haben dafür den Begriff der Perturbationen eingeführt und rücken damit den biologischen Kontext von Systemen in einer Umwelt mit Störeinflüssen in den Vordergrund. Wörtliche Übersetzungen des Begriffs sind „durcheinanderwirbeln“, „beunruhigen“ oder „verwirren“. Auf solche Verstörungen können autopoietische Systeme mit Reaktionen oder Ignoranz „antworten“. Sie ignorieren Perturbationen, wenn sie als nicht relevant, als nicht unterscheidbar vom Rauschen wahrgenommen werden bzw. wenn sie für die jeweilige Reizqualität keine Rezeptoren ausgebildet haben. Ob und wie ein autopoietisches System auf Perturbationen reagiert, hängt demnach von dessen Wahrnehmungsspektrum, dem *Informationsgehalt*, also der statistischen Auftretenswahrscheinlichkeit ab und von der *Bedeutung*, die das System in Abhängigkeit von seinem inneren Zustand einem Umweltreiz zuweist.

Da die inneren Prozesse autopoietischer Systeme prinzipiell nicht zugänglich bzw. von hoher Komplexität sind, können autopoietische Systeme durch Beobachter zwar von außen in ihrem Verhalten beschrieben, jedoch nicht erklärt werden. Niemand hat bis heute einen Gedanken oder eine Kommunikation gesehen. Was beobachtbar ist, sind Phänomene oder Indikatoren, die darauf schließen lassen, dass Gedanken oder Kommunikationen geschehen. Diese prinzipielle Unzugänglichkeit kommt daher, dass autopoietische Systeme „operational geschlossen“ sind. Natürlich können physikalische bzw. chemische Impulse in Form von Schallwellen, visuellen Reizen, Gerüchen etc. vom System aufgenommen werden. Diese werden jedoch an der System-Umwelt-Grenze in systemeigene Elemente also z. B. an den Rezeptoren der Retina in Aktionspotenziale transformiert. Das was außerhalb des Systems passiert und was das System innen daraus konstruiert, korrespondiert in irgendeiner Form, es ist jedoch nicht dasselbe und damit kein Abbild der Umwelt. Autopoietische Systeme konstruieren sich ihre Realität selbstreferenziell, indem sie die interne Repräsentation ihrer System-Umwelt-Differenz, d. h. ihrer Grenze beobachten (Luhmann, 2012) und navigieren auf Basis dieser Repräsentation wie ein Pilot beim Instrumentenflug, der sich durch das Ablesen der Daten über Flughöhe, Geschwindigkeit, Kurs, Luftdruck, Flugkarte usw. ein Bild seines Fluges in einem bestimmten Gebiet konstruiert (Maturana & Varela, 1987). Diese operationale Geschlossenheit

bedeutet, dass autopoietische Systeme von außen in ihrer Organisation nicht verändert werden können. Man kann sie nur mit Impulsen versorgen und hoffen, dass diese vom System aufgenommen und zu systemeigenen Operationen werden. So kann man beispielsweise im Gespräch mit einer anderen Person davon ausgehen, dass gesprochene Wörter in Form von Schallwellen, die man als Signale an deren Trommelfell sendet, so verarbeitet werden, dass sie „innen“ als Gedanken in die Autopoiesis des psychischen Systems einfließen und wiederum Gedanken produzieren, die die Person als Verhalten z. B. in Form einer Antwort wieder nach außen bringt. Durch die Verarbeitung der Impulse können autopoietische Systeme also Zustandsveränderungen erfahren, ohne dass dabei ihre Identität, also die Einmaligkeit ihrer Organisation zerstört wird. Führen die Umwelteinwirkungen jedoch zu Strukturveränderungen, die mit einem Verlust der Identität des Systems einhergehen, hat dies das Ende seiner spezifischen Autopoiesis zur Folge.

Die Unzugänglichkeit der inneren Verfasstheit autopoietischer Systeme hat weiterhin zur Folge, dass ihr Verhalten prinzipiell nicht vorhersagbar ist. Sie sind „strukturdeterminiert“ (von Förster & Pörksen, 2011), d. h. ihr Verhalten wird durch den Zustand ihrer nicht direkt beobachtbaren inneren Strukturen bestimmt. Maturana und Varela (1987, S. 105) beschreiben die Entwicklung von autopoietischen Systemen im Verlauf der Evolution als „inhärente Verbindung zwischen Unterschieden und Ähnlichkeiten auf jeder Entwicklungsstufe, in der Erhaltung der Organisation und der Veränderung der Struktur.“ Und „jede Ontogenese als individuelle Geschichte strukturellen Wandels ist ein Driften von Strukturveränderung unter Konstanthaltung der Organisation und daher unter Einhaltung der Anpassung“ (ebenda, S. 113). Dabei meint die Organisation die funktionalen und räumlichen Bezüge zwischen den Elementen eines autopoietischen Systems. Die Struktur wiederum sind diese Elemente und deren jeweilige Ausprägung. Diese inneren Zustände entziehen sich jedoch der Beobachtung von außen. Welche Reaktion auf welchen Impuls folgt, bleibt aus Sicht eines Beobachters jedes Mal erneut spannend. Was einmal gewirkt hat, kann beim nächsten Mal gar nicht oder ganz anders wirken. Autopoietische Systeme handeln „autonom“. Ihr Verhalten ist ausschließlich durch die innere Struktur und Organisation determiniert. Sie entziehen sich damit der Instruierbarkeit von außen. Sie entscheiden selbst, was sie mit den Impulsen machen, die von außen kommen. Das liegt unter anderem daran, dass autopoietische Systeme mit den Impulsen, die sie erhalten, jedes Mal anders umgehen können und zwischendurch lernen.

Autopoietische Systeme können Reize der Umwelt verarbeiten und ihr Verhalten entsprechend anpassen, indem sie aus ihren Verhaltensmöglich-

keiten Aktionen oder Reaktionen auswählen. Die Anzahl möglicher Verhaltensweisen (Kommunikationen bzw. Handlungen) ist dabei schier unendlich groß. Zur Beschreibung dieser Tatsache benutzt Luhmann (2002) den Begriff *Kontingenz*. Dieser Begriff wurde zunächst von B. F. Skinner geprägt und beschreibt die Abfolge von Handlungen beim operanten Konditionieren (Schönpflug & Schönpflug, 1983). Luhmann benutzt den Begriff für das Verhalten von Systemen und meint damit, dass von einem System dieses oder jenes Verhalten gezeigt werden kann, es aber auch ganz anders kommen könnte. Kontingenz bedeutet Unbestimmtheit.

Die Umwelt und die darin stattfindenden zahlreichen Ereignisse ist für ein System ebenfalls kontingent, denn hier gibt es buchstäblich einen Kosmos von möglichen Ereignissen. Luhmann spricht daher von doppelter Kontingenz. Die Umwelt und das System sind füreinander kontingent. Die innere Wirklichkeitskonstruktion autopoietischer Systeme ist bedingt durch die Eigenschaften der System-Umwelt-Grenze und die innere kognitive Struktur zwangsläufig weniger komplex als die Reizkonfiguration und die Interaktionszusammenhänge der Umwelt. Bei der von Uexküllschen Zecke z. B., auf die später noch näher eingegangen wird, ist die innere Struktur extrem unterkomplex, bei uns Menschen sicher um ein vielfaches komplexer, aber immer noch weniger komplex, als es unsere Umwelt ist. Wie können komplexe Systeme nun aus der Vielfalt ihrer Möglichkeiten die „richtigen“ Operationen auswählen und produzieren, welche sich dann entsprechend in „sinnvollem“ Verhalten zeigen können? Wie kann die innere Kontingenz, also die Möglichkeit, dass das System sich so, aber auch ganz anders verhalten kann, reduziert werden? Um die Bewältigung der inneren Kontingenz autopoietischer Systeme zu erklären, hilft es, sie als sinnproduzierende und sinnverarbeitende Systeme zu begreifen. Sinn ist danach „die innere Seite des Operierens“ (Willke, 2006, S. 53) autopoietischer Systeme. Sinn erlaubt aus einer Vielzahl von möglichen Operationen auszuwählen und sinnvoll und zielgerichtet zu handeln. Gleichzeitig ermöglicht gemeinsam produzierter Sinn als sogenanntes Protomedium die Koppelung von unterschiedlichen Systemen wie es z. B. bei der Koppelung von Psyche und Sprache der Fall ist. Zwei unterschiedliche Systeme, die in Ko-Evolution miteinander entstanden sind, greifen auf Sinn als Protomedium zurück, erzeugen dadurch wiederum erst Sinn (vgl. Willke, 2006). Dieser Gedanke der gemeinsamen Sinnproduktion oder Sinnzuweisung wurde auch von Karl Weick in seiner Organisationstheorie anschaulich für den „Prozess des Organisierens“ dargestellt. Die kollektive Sinnproduktion erlaubt das organisierte und koordinierte Handeln und gibt Organisationen Zusammenhalt, Richtung und Identität (Weick, 1995). Auch der populäre Historiker Yuval Noah Harari greift in seinen Werken die

menschliche Fähigkeit der kollektiven Sinnproduktion durch Sprache als treibendes Element der Menschheitsgeschichte auf (Harari, 2015).

2.5 KO-EVOLUTION, MUSTERBILDUNG UND SYSTEMTYPEN

Autopoietische Systeme können mit anderen autopoietischen Systemen in Ko-Evolution driften, indem sie mit diesen Sinnsysteme (z. B. Kommunikationssysteme mit Sinn) erzeugen, die selbst wiederum autopoietische Systeme sind (Luhmann, 2002). Das gemeinsam erzeugte Sinnsystem schränkt die Bandbreite möglicher Verhaltensweisen, der am Sinnsystem beteiligten Systeme ein und macht Anschlusskommunikation wahrscheinlicher. Maturana und Varela (1987) verwenden für dieses Phänomen den Begriff der konsensuellen Bereiche. Luhmann (2012) beschreibt die doppelte Kontingenz als Ursache und Voraussetzung für die Entstehung von Kommunikationssystemen. Wären Systeme füreinander nicht kontingent, sondern wechselseitig determiniert, bräuchten zum Zweck der Kommunikation keine Selektionen durchgeführt werden, in deren Ergebnis Muster aus Kommunikation und Anschlusskommunikation, also Sinn entsteht, welcher den Zweck hat, Kontingenz zu reduzieren.

Der Begriff der Ko-Evolution stammt aus der Biologie und beschreibt die gemeinsame und wechselseitige Anpassung zweier Arten im Verlauf der Evolution. Beispiele für Ko-Evolution sind verschiedene Symbiosen, wie die Beziehung zwischen Bedecktsamern und bestäubenden Insekten oder Jäger-Beute-Beziehungen. In der Organisationswelt können die gemeinsame Entwicklung zwischen Hardware- und Softwareherstellern oder zwischen Automobilherstellern und Zulieferindustrie als Beispiele für Ko-Evolution genannt werden. Nach Willke (2006) ist auch die gemeinsame Entwicklung von Psyche und Sprache ein Beispiel für Ko-Evolution. Ein anderes Beispiel wäre die Beziehung zwischen einer Führungskraft und dem Team von Mitarbeitern, die gemeinsame Arbeit von Berater und Klient oder eine Partnerschaft. Ko-Evolution bedeutet also, dass sich die beteiligten autopoietischen Systeme in ihrer Entwicklung auf ein gemeinsames System (z. B. ein Sinnsystem) beziehen, welches sie gemeinsam hervorgebracht haben.

Hier wird der Begriff der Interpenetration von Systemen wichtig. Diese bedeutet, dass sich wechselseitige Durchdringen von Systemen, bei der teilweise Operationen des jeweils anderen Systems übernommen werden. Luhmann beschreibt das anhand von sozialen Systemen, welche durch Kommunikationen von Menschen oder genauer von psychischen Systemen entstehen. Die Tatsache, dass die Muster und Regeln des sozialen Systems auch in jedem der beteiligten psychischen Systeme repräsentiert sind und dessen Verhalten beeinflusst sowie umgekehrt auch im sozialen System Informationen über die Zustände der beteiligten psychischen Systeme vorliegen und

dieses beeinflussen, bedeutet, dass die Systemgrenzen und die Operationsbereiche dieser Systeme einander durchdringen. Die Interpenetration von Systemen bedeutet darüber hinaus, dass kein System ohne das andere existieren kann. Das psychische System kann nicht ohne einen Organismus, ein soziales System nicht ohne psychische Systeme existieren und vice versa. Ein Beispiel ist hier die individuelle Übernahme gesellschaftlicher Normen und Werte als Teil der Persönlichkeit und andersherum die Konstitution gesellschaftlicher Normen und Werte durch die handelnden Subjekte als Form der Musterbildung eines sozialen Systems. Die interpenetrierenden Systeme stellen einander wechselseitig ihre Komplexität zur Verfügung und konstituieren damit einander (Luhmann, 2006).

In der Systemtheorie nach Luhmann (2012) werden nicht nur biologische Systeme als autopoietisch angesehen, sondern auch psychische und soziale Systeme. Maturana hatte die Idee der Autopoiesis ursprünglich nur auf lebende Organismen bezogen und sich immer dagegen ausgesprochen, das Konzept auch auf andere Systeme anzuwenden. Er wollte als Biologe vor allem einen Beitrag zum Verständnis lebender Systeme und evolutionärer Prozesse liefern. Interessanterweise wurde das Konzept der Autopoiesis in der Biologie kaum aufgegriffen, wohingegen es in der Soziologie theoretische Umwälzungen ermöglichte. Das Konzept ermöglicht, das Verhalten und die Dynamik von psychischen und sozialen Systemen als Form der Musterbildung zu beschreiben, ohne sich dabei in Analysen und Zuschreibungen auf der Personenebene zu verlieren.

Zunächst einmal werden alle Organismen als autopoietische Systeme bezeichnet. Dabei ist egal, ob es sich um Einzeller oder Metazeller handelt. Organismen sind in der Lage eine System-Umwelt-Grenze aufrecht zu erhalten, Energie und Informationen aus der Umwelt aufzunehmen und durch selbstbezügliche rekursive biochemische Prozesse für ihr Fortbestehen und ihre Entwicklung zu sorgen, ohne dabei einen Zweck zu verfolgen.

Hoch entwickelte Organismen, allen voran der Mensch, haben ein Nervensystem entwickelt, welches im Verlauf der Evolution wiederum ein autopoietisches System hervorgebracht hat, nämlich das psychische System, welches uns Menschen durch den Prozess und Zustand, den wir Bewusstsein nennen, partiell und temporär in unterschiedlichen Modi zugänglich ist (vgl. Klix, 1992). Psychische Systeme nehmen aus ihrer Umwelt Informationen auf und produzieren sich selbst auf der Basis von selbstbezüglichen rekursiven kognitiven Prozessen. Dabei werden aus Gedanken und Gefühlen neue Gedanken und Gefühle, und es entsteht über die Zeit die ganze Komplexität eines psychischen Systems. Die formale Unterscheidung zwischen Gedanken und Gefühlen (bzw. Kognition und Emotion) ist spätestens seit Osgood, Suci und Tannenbaum (1957) durch das semantische Differential oder seit

Ciampi (1999) durch die Affektlogik nicht mehr wirklich plausibel. Beide Qualitäten sind vielmehr untrennbar miteinander verwoben. Jeder logische Schluss oder jede deklarative Wissenseinheit enthält immer auch emotionale Konnotationen, die im psychischen System als Gefühle Bewusstheit und damit auch Bezeichnung und Bewertung erlangen können.

Das psychische System hat sich in Ko-Evolution mit dem biologischen System entwickelt. Das Nervensystem ist seine Voraussetzung und gleichzeitig seine Umwelt, wenngleich auch eine sehr relevante. Das psychische System ist auch nicht mit den Aktionspotenzialen der Nervenzellen gleichzusetzen, sondern es ist das, was als Bewusstsein der Selbstreflexion zugänglich ist, unabhängig von den Prozessen, die es hervorbringen (hier erhält die Leib-Seele-Trennung von Descartes noch einmal eine ganz neue Bedeutung). Dass Bewusstsein und Nervensystem zwei verschiedene Systeme sind, lässt sich gut an neurologischen Erkrankungen oder Verletzungen zeigen (siehe z. B. Sacks, 2009). Bei Teilausfällen z. B. sprachproduzierender Areale im Gehirn nach einem Schlaganfall ist die Sprache nicht einfach weg. Das psychische System ist vielmehr in der Lage zu reflektieren, dass da etwas fehlt und versucht danach zu suchen. Das System „weiß“ demnach, woraus es besteht und was dazugehört. Wäre es mit dem Nervensystem gleichzusetzen, wäre dies nicht möglich. Es würde einfach etwas fehlen, das Fehlen aber würde nicht bemerkt werden. Ähnlich verhält es sich in einem Team einer Autowerkstatt, in dem alle wissen, dass sie elektronische Einspritzanlagen optimieren können. Nur heute geht das leider nicht, weil der Kollege Meier, der das immer macht, im Urlaub ist. Dieses Phänomen ist in der Sozialpsychologie als *transactive memory* bekannt (siehe Wegner, 1986). Es beschreibt das Bewusstsein in der Gruppe darüber, was die Gruppe kann und welches Gruppenmitglied die jeweiligen Fähigkeiten oder das jeweilige Wissen hat. Damit wurden schon Phänomene auf Ebene der dritten Systemqualität beschrieben, dem Kommunikationssystem.

Kommunikationssysteme entstehen zwischen zwei oder mehreren Personen. Wenn mehrere Personen beteiligt sind, also bei Gruppen, Familien, Teams oder Organisationen, spricht man von sozialen Systemen. In diesen autopoietischen Systemen werden Kommunikationen verarbeitet. Träger und relevante Umwelten von sozialen Systemen sind Menschen, die die Kommunikationen produzieren und in Form von Mitteilungen in das System einbringen. Wenn eine eingebrachte Mitteilung eine Anschlusskommunikation erzeugt, wurde sie vom System aufgenommen und zum Bestandteil des autopoietischen Prozesses eines sozialen Systems.

Soziale Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie relativ stabile und redundante Kommunikationsmuster produzieren und aufrechterhalten. Aus

der Vielzahl von möglichen Kommunikationen (Variation), wenn sich beispielsweise eine neue Gruppe bildet, werden im Verlauf der Entstehung der Gruppe durch die Mitglieder bestimmte Kommunikationen beantwortet und andere nicht (Selektion). Dieser Selektionsprozess führt dazu, dass Kommunikationen und Anschlusskommunikationen typische Muster erzeugen, die sich nach einiger Zeit des Bestehens der Gruppe stabilisieren (Retention). Soziale Systeme funktionieren dabei nach den gleichen übergreifenden Prinzipien autopoietischer Systeme wie biologische oder psychische Systeme: Das Muster oder die innere Struktur entscheidet, was vom System als anschlussfähig aufgenommen und in die zirkulären Prozesse der eigenen Autopoiesis eingespeist wird, die sich dadurch stabil halten. Es besteht eine klare System-Umwelt-Grenze, denn außerhalb eines sozialen Systems sind andere Kommunikationsmuster und andere Sinnfixierungen zu finden (Luhmann, 2012).

Gleichzeitig wird über die Reproduktion der systeminternen Muster durch die relevanten Systemumwelten, also beispielsweise die Gruppen- bzw. Organisationsmitglieder, auch die Mitgliedschaft gesteuert. Kann ein Individuum die Muster des Systems reproduzieren und anschlussfähige Kommunikation erzeugen, dann wird es als Mitglied wahrgenommen und bestätigt. Im umgekehrten Fall reagiert das System verstört und produziert keine Anschlusskommunikation, was den kommunikativen Ausschluss des betreffenden Individuums zu Folge haben kann. Dieser Mechanismus garantiert, dass die relevanten internen Muster von allen beteiligten Individuen immer wieder reproduziert werden, welche damit gleichzeitig ihre Mitgliedschaft aufrechterhalten. Jeder hat dieses Phänomen schon erlebt. Wenn man beispielsweise einer schon länger bestehenden Gruppe beitrifft, die Arbeitsstelle wechselt oder in einer anderen Kultur arbeitet: In jedem Fall ist es nötig, die vorhandenen Muster zu erkennen und mit zu reproduzieren, bevor man eigene Impulse in das System hineingibt. Anfangs werden „Fehler“ noch verziehen, später jedoch können sie zum Ausschluss führen und man „übersteht die Probezeit“ nicht. Ein anderes typisches Beispiel für diesen Mechanismus ist die Funktionsweise sozialer Netzwerke wie etwa Facebook, die nach dem Prinzip von Kommunikation (einen Beitrag einstellen) und Anschlusskommunikation (einen Beitrag „ liken“ oder teilen) Muster und damit spezifische Wirklichkeitskonstruktionen innerhalb einer „Community“ erzeugen, die sich dadurch stabilisieren, dass immer nur ins Muster passende Beiträge Anschlusskommunikation bekommen und andere Impulse zu Rauschen werden. Hier lässt sich anschaulich und erschreckend zugleich beobachten, wie durch selbstreferentielle Selektionen „Wirklichkeiten“ entstehen.

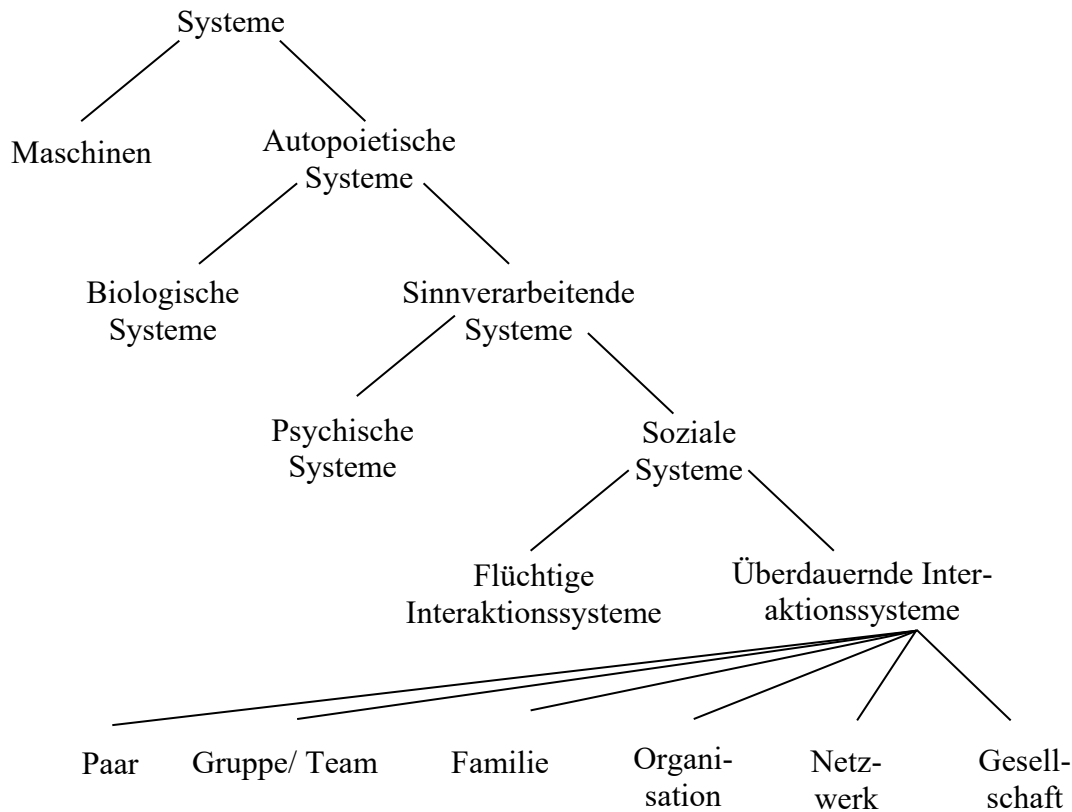


Abb. 3: Typen von Systemen (eigene Darstellung in Anlehnung an von Schlippe und Schweitzer, 2012 und Luhmann, 2006)

Luhmann geht noch weiter und beschreibt auch Gesellschaften oder gesellschaftliche Teilsysteme, wie das Rechtssystem, das politische System oder das Finanzsystem als autopoietische Systeme. Alltagsbeobachtung legen diese Sichtweise auch nahe, wenn man beobachtet, wie diese Systeme sich immer mehr verselbständigen, eigene Codes und eigene Muster entwickeln und stetig an Komplexität zunehmen. Die Dynamik autopoietischer Systeme wird bei den großen gesellschaftlichen Teilsystemen besonders deutlich, wenn man versucht, sie zu verändern. Reformen sind faktisch nicht möglich, da die Systemerhaltungsfunktionen so stark ausgeprägt sind und übermächtig wirken. Veränderungen können nur nach dem Muster der Evolution geschehen, indem an das Vorhandene noch etwas angebaut wird, was schließlich dazu führt, dass die Systeme immer komplexer werden. Keiner der am System beteiligten Akteure ist mehr in der Lage, das Ganze zu verstehen. Jeder nimmt nur noch einen Teilausschnitt wahr. Die Möglichkeiten der linear-kausalen Steuerung nehmen immer mehr ab. Beispiele finden sich in allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens, vor allem jedoch in den Feldern der Politik: Gesundheitssystem, Bildungssystem, Sozialsystem, Steuersystem, Wirtschaftssystem, Rechtssystem usw. Reformen sind nur noch mit

extremen Machteingriffen möglich, welche jedoch durch das Kräftegleichgewicht von Interessensvertretungen und Lobbyisten verhindert werden. Die extreme Differenziertheit und Komplexität „verhindern“ die Möglichkeiten „einfacher“ Lösungen. Ein Beispiel dafür ist das berühmt gewordene Versprechen eines Politikers, eine Steuerreform einzuleiten, so dass die Steuererklärung eines jeden Bürgers auf einen Bierdeckel passt. Daraus und aus vielen anderen solcher Vorhaben wurde natürlich nichts, im Gegenteil, es wurde komplizierter, neue Steuern und Regelungen wurden eingeführt. Am Beispiel des Steuersystems lässt sich außerdem noch das Phänomen der Interpenetration von Systemen aufzeigen. Das Steuersystem ist vor allem mit dem Rechtssystem, dem Wirtschaftssystem, dem politischen System und dem Finanzsystem auf das Engste verwoben, so dass Änderungen im Steuersystem sich immer auch auf die anderen genannten Systeme auswirken.