

Der Zustand der Form (State of Form)

Vortrag bei der *Laws of Form Conference* 2024 (LOF24) am 8. August 2024 in Liverpool, erweiterte Version.

Einleitung

Wie konnte die Logik in den Zustand des Gefangenseins in der Zweiwertigkeit von wahr und falsch geraten, aus dem sie sich trotz Jahrtausender wärender Bemühungen nicht hat befreien können (Blau 2008)? Als erstes ist zu fragen, welche Eigenschaften dieser Zustand hat. Das ist mit Hegel die negative Selbstbezüglichkeit, und in der Formalisierung durch Spencer-Brown die Formel $x = -(1/x)$ (LoF, xi), die mathematisch zum Goldenen Schnitt Φ führt. Kauffman hat den Weg gezeigt, diesen Zustand als das Zusammenwirken zweier Operatoren zu verstehen: Der Oszillations-Operator $[+, -, +, -, \dots]$ und der Verschiebungs-Operator (shift-operator), der diese Sequenz in zwei gleichwertigen Lösungen entweder um einen Takt nach rechts oder nach links verschiebt. Er hat gezeigt, wie sich daraus die Clifford-Algebra und die Dirac-Gleichung und mit ihnen die Quantenfeldtheorie ergeben (Kauffman 2014).

Das lässt das Problem genauer formulieren: Wie kann hieraus das Neuartige eines neuen Zustands entstehen, der sich aus dem überlieferten Zustand der Zweiwertigkeit befreit? Spencer-Brown hat mit seinen Arbeit für einen Lift-Operator das Prinzip gefunden und mit den *Laws of Form* die Erzählung gegeben, die den Weg der Lösung weist und zu *Dieses Spiel geht nur zu zweit* führt.

Das ist seine Erzählung: Einleitend definiert er eine Form als die Unterscheidung eines markierten und eines unmarkierten Zustands. Im Laufe der *Laws of Form* wandelt sich der unmarkierte Zustand zum imaginären, instabilen, virtuellen und schließlich zum geistig kreativen Zustand. Der unmarkierte Zustand erweist sich als weit mehr als die bloße Negation des markierten Zustands. Er enthält den "formalen Samen" (formal seeds) (LoF dt, 87; LoF, 101), aus dem die weitere Entwicklung hervorgehen und in neuartige Zustände führen kann.

Die Patentierung des Lift Control System

Beginnen möchte ich mit einem praktischen Beispiel: 1965 hat Spencer-Brown das Patent für ein elektronisch gesteuertes *Lift Control System* eingereicht, mit dem ein Liftboy durch einen Automaten abgelöst werden kann (Spencer-Brown, 1965a und b). Ein Fahrstuhl kann nicht überall seine Richtung ändern, sondern nur, wenn er auf einer Etage steht. Es kommt zum Konflikt, wenn er gleichzeitig von oben und von unten angefordert wird. Wo soll er zuerst hinfahren? Die Lösung liegt in der Ergänzung eines Speichers, in dem ausschließlich ein Wert steht: Die letzte Bewegung ging nach unten bzw. nach oben. Kommt es zum Konflikt, fährt der Fahrstuhl in der bereits eingeschlagenen Richtung weiter. Spätestens, wenn er die oberste bzw. unterste Etage erreicht, kann es nur noch eine eindeutige Anforderung geben, so dass er umkehren und die Anforderungen aus den anderen Etagen bedienen kann. (Dieses System ist starr und kann z.B. nicht auf Notfälle reagieren, wenn dringend ein Verletzter befördert werden muss.)

Diese Lösung verlässt die Boole'sche Logik. Es gibt 3 Variablen, die jeweils zwei Werte annehmen können, und daher im Ganzen 2^3 , d.h. 8 Fälle ergeben: Call 1 für Anforderungen von oben, Call 2 für Anforderungen von unten und das Memory. Call 1 und 2 erhalten jeweils den Wert 0, wenn es keine Anforderung gibt, und den Wert 1, wenn es eine Anforderung gibt. Das Memory zeigt die Richtung der letzten Bewegung: 0 steht für 'ist zuletzt nach oben gefahren' und 1 für 'ist zuletzt nach unten gefahren'. Im Ergebnis wird die neue Richtung festgelegt und das Memory aktualisiert.

Das sieht wie eine Wahrheitstafel aus. Die folgende Darstellung ist übernommen und überarbeitet aus den Patentanmeldungen von Spencer-Brown (Spencer-Brown 1965a, 7; Spencer-Brown 1965b, 2).

Fall	Call 1 ↑	Call 2 ↓	Memory	Bewegung	Memory neu
1	0	0	0 (↑)	idle (ruhend)	0 (↑)
2	0	0	1 (↓)	idle (ruhend)	1 (↓)
3	0	1	1 (↓)	↓	1 (↓)
4	0	1	0 (↑)	↓	1 (↓)
5	1	0	0 (↑)	↑	0 (↑)
6	1	0	1 (↓)	↑	0 (↑)
7	1	1	0 (↑)	↑	0 (↑)
8	1	1	1 (↓)	↓	1 (↓)

Die Tabelle ist zeilenweise zu lesen: In Fall 1 gibt es weder einen Anruf von oben noch von unten, und die letzte Bewegung ging nach oben. Der Lift bleibt stehen, und das Memory bleibt unverändert. Fall 2 ist nahezu identisch: Wiederum gibt es weder einen Anruf von oben oder unten, aber die letzte Bewegung ging nach unten. Auch in diesem Fall bleiben der Lift stehen und das Memory unverändert.

In den Fällen 3 und 4 gibt es keinen Aufruf von oben, aber von unten. Die letzte Bewegung ging nach oben bzw. unten. In beiden Fällen fährt der Lift nach unten. Die Bewegung wird in das Memory eingetragen.

In den Fällen 5 und 6 gibt es spiegelbildlich einen Aufruf von oben, aber nicht von unten.

In den Fällen 4 und 6 wechselt der Lift seine Bewegungsrichtung, und der Eintrag im Memory wird verändert.

Kritisch sind die Fälle 7 und 8. Sie zeigen den Konflikt, wenn zugleich Aufrufe von unten und von oben kommen, der Lift aber nur in eine Richtung bewegt werden kann. In diesen Fällen entscheidet das Memory: Ist der Lift zuvor bereits nach oben gefahren, wird er weiter nach oben fahren (Fall 7), und entsprechend umgekehrt, wenn er zuvor nach unten gefahren ist (Fall 8).

Entscheidend ist zu verstehen, dass mit dem Memory *nicht ein dritter Wahrheitswert* eingeführt wird, wie es von einer mehr-wertigen oder nicht-aristotelischen Logik vorgeschlagen wird. Statt einen dritten Wert einzuführen, sind im Lift Zustände erster und zweiter Ordnung zu unterscheiden:

- Die 8 Fälle sind Zustände erster Ordnung. Sie beschreiben den jeweiligen Zustand des Systems.
- An den 8 Fällen lassen sich wiederum zwei Zustände zweiter Ordnung erkennen: Eindeutigkeit (in den Fällen 1 bis 6) und Konflikt / Dilemma (in den Fällen 7 und 8).

Die Lösung des Konflikt / Dilemma in den Fällen 7 und 8 ist kein dritter Wert, der am System abzulesen ist, sondern für sie ist eine *neue, unabhängige Achse* (Dimension, Freiheitsgrad) einzuführen, die ihrerseits wiederum nur zwei Werte kennt: 0 oder 1 (in diesem Beispiel: 'ist zuletzt nach oben gefahren', 'ist zuletzt nach unten gefahren'). Es war die Ingenieurs-Idee von Spencer-Brown, den Lift um ein Gedächtnis zu erweitern, und eine Regel einzuführen, wie mit dem jeweils im Gedächtnis eingetragenen Wert der Konflikt gelöst wird. Sicherlich sind viele andere Lösungen möglich, aber sie bedürfen wie diese Lösung eines zusätzlich eingeführten Mechanismus.

Die von Spencer-Brown patentierte Lösung ist nicht zufällig, sondern intuitiv: Auch wenn der Lift an jeder angefragten Station anhält und erst anschließend in die eine oder andere Richtung weiterfährt, kann intuitiv von einem Schwung gesprochen werden, den die Lösung von Spencer-Brown

aufgreift. Es ist zu vermuten, dass die Natur in vergleichbaren Konflikten ähnlich vorgeht, wenn z.B. entschieden werden muss, in welche Richtung eine Hand bewegt oder ein Blutdruck verlagert wird.

Mathematisch entspricht dem ein Koordinatenkreuz, auf dem ebenfalls auf der x-Achse und auf der y-Achse jeweils die Werte 0 und 1 eingetragen werden, aber in unterschiedlicher Bedeutung. Die neue Achse ist gegenüber der ursprünglichen Achse *imaginär*. Sie ist in diesem Beispiel aus der Vorstellungskraft des Ingenieurs entstanden und nutzt einen Wert, der nicht aktuell abgelesen, sondern aus dem Gedächtnis abgerufen werden kann. Aus philosophischer Sicht kann mit Hegel gesagt werden: Call 1 und Call 2 gehören zur Sphäre des Seins (was im gegenwärtigen Moment *ist*) und damit zur traditionellen Logik, dagegen gehört das Memory als Vorstellung (Erinnerung und Gedächtnis, wie es gewesen ist) zur Vorstellungskraft und der Sphäre des Geistes. (vgl. bei Hegel Enz §§ 452-454, 461-464; TWA 10.258-262, 277-283). – In der Sprache der Differentialgeometrie beschreibt der Zustand erster Ordnung eine Faser und der Zustand zweiter Ordnung den Zusammenhang von einer Faser zur nächsten Faser. Die Gesamtheit aller Fasern ergibt das Faserbündel. Der gesamte – durch die jeweiligen Zusammenhänge bestimmte – Fahrverlauf des Fahrstuhls ist eine Trajektorie durch das Faserbündel.

Der Automat kennt keine Geschichte. Er ist vom Ingenieur eingerichtet und verhält sich entsprechend vorgegebener Regeln. Er ist ihnen gegenüber sklavisch (parasitär) und zu keiner eigenen Kreativität fähig. Daraus ergibt sich für Spencer-Brown ein Konflikt zweiter Ordnung: Wie kann von einer automatischen (formalen, parasitären) Logik zu einer kreativen Logik gelangt werden?

Aus den beiden im Liftsystem unterschiedenen Zuständen zweiter Ordnung (lösbar, Dilemma) wurden die beiden Zustände, mit denen Spencer-Brown die *Gesetze der Form* beginnt: Der eindeutig lösbare Zustand ist markiert, wogegen der Konflikt-Zustand innerhalb der gegebenen Umgebung offen und nicht-markiert ist. Um eine Lösung zu finden, muss über das gegebene System hinausgegangen werden. Das ist in diesem Beispiel die Erweiterung des Systems durch ein Memory. Mit der Lösung des Konflikts durch den imaginären Wert ist zugleich der Weg gefunden, wie die Gegenüberstellung 'markiert - nicht-markiert' ihrerseits weitergeführt werden kann in die Unterscheidung in reelle und imaginäre Zustände usw., bis Spencer-Brown mit der Anmerkung zu Kapitel 11 im Rückblick seinen eigenen Weg zu beschreiben vermag und die geistigen Zustände 'parasitär' und 'kreativ' unterscheidet.

Anmerkung: Diese Sicht auf das Patent von Spencer-Brown geht zurück auf eine Arbeit, die 1998 eine Autorengruppe um Nguyen veröffentlicht hat (Nguyen u.a. 1998). Den Hinweis darauf verdan-

ke ich Peiyuan Zhu. Ihre Arbeit steht in der Tradition der Wahrscheinlichkeits- und Evidenztheorie, d.h. von Fragen, von denen auch Spencer-Brown ausgegangen war (Spencer-Brown 1953, Spencer-Brown 1957).

Zustände zweiter Ordnung bei Spencer-Brown

Spencer-Brown möchte die Logik im Ganzen in einen neuen Zustand bringen: Aus einem erstarrten, traditionellen, formalen Zustand in den Zustand der Kreativität. Kreativität ist ein geistiger Zustand, der jedoch nicht von außen von einem *deus ex machina* herangetragen wird, sondern der sich schrittweise aus den Grundfragen der Logik ergibt, wenn sie aus sich heraus auf Paradoxa und Antinomien stößt und sich fragen muss, wie sie in diesen Zustand geraten ist und ihn wieder verlassen kann.

Das erfordert einen Sinneswandel: Das Ziel der Kreativität kann nicht durch einen Sprung aus der Unkreativität entstehen, sondern es muss von Beginn an einen Impuls geben, der bereits kreativ ist, auch wenn er erst im Ergebnis zum vollen Verständnis der Kreativität führt. Kreativität ist ein zyklischer Begriff, so wie es auch z.B. für die Sünde und die Moral gilt: Die Sünde kam durch eine Sünde in die Welt (Kierkegaard 1844/1984, 31), und nur wer bereits über eine Moral verfügt, wird zu einer Moral finden (Hegel, TWA 3.464). Es gilt, den gegebenen Zustand der Logik durch geeignete Formen zu wecken und *anzufachen* (*blowing, stirring up*), in altertümlicher Ausdrucksweise: zu begeistern. Dies geschieht in den *Laws of Form* durch einen Bedeutungswandel, in dem Zustände unterschiedlicher Art vorgestellt werden und auseinander hervorgehen. Auf jeder Stufe treten Paare verschiedener Zustände erster Ordnung auf (z.B. markiert oder unmarkiert, stabil oder instabil), und zugleich zeigt jede Stufe selbstbezüglich, in welchem Zustand sich der Zustand auf dieser Stufe befindet (Zustände zweiter Ordnung), bis der Zustand der Geistigkeit erreicht ist, auf der er parasitär (*parasitic*) oder kreativ ist (LoF dt, 88; LoF, 102).

So kündigt es Spencer-Brown bereits in der Einführung seiner Arbeit an:

»Was die Mathematik umfaßt, ist eine Transzendenz eines vorgegebenen Zustands der Vision hin zu einer neuen, bislang ungeschauten Vision jenseits davon. Wenn die gegenwärtige Existenz aufgehört hat, Sinn zu ergeben, kann sie diesen immer noch wiederfinden, indem sie ihre Form begreift.« (LoF dt, xxxiii; LoF, xxiii)

Jede Stufe zeigt eine Vision, was mit dem jeweiligen Zustand gemeint ist, die über sich selbst hinausgeht, bis mit dem 11. Kapitel und ihrer Coda die abschließende Vision erreicht ist.

– **markiert - unmarkiert** Die sinnliche Stufe. Auf der ersten Stufe werden an jeder Form mit den Sinnen dessen elementare Zustände gesehen und unterschieden: Als Demonstration wählt Spencer-Brown das von ihm eingeführte elementare Zeichen $\sqcup$, an dem besser als am Sheffer-Strich $|$ unmittelbar zu sehen ist, was sich innen bzw. außen befindet. Aus diesem Zeichen können alle weiteren Zeichen konstruiert werden.

Auf dieser Stufe bedeuten »Räume, Zustände oder Inhalte« (LoF dt, 1; LoF, 1) das gleiche. Für die sinnliche Unterscheidung in Innen und Außen hätte es genügt, von Räumen und ihren Inhalten zu sprechen. Wenn sie zugleich als Zustände bezeichnet werden, versteht jeder, was gemeint ist: In-etwas-sein und Außer-etwas-sein. Das regt an, über den Unterschied markiert / unmarkiert hinauszugehen und ist eine erste geistige Tätigkeit: Das Innen ist nicht nur ein Raum, sondern zugleich *als Zustand* das Durch-eine-Grenze-markiert-Sein.

Spencer-Brown lässt zunächst bewusst offen, ob und welcher von diesen beiden Zuständen für existierend oder nicht-existierend, für wahr oder falsch steht. Diese Unterscheidungen werden sich erst aus dem weiteren Verlauf der Wandlungen dieser beiden Zustände ergeben.

Dies zu verstehen ist die größte Schwierigkeit und Anforderung, um in den Gedankengang der *Laws of Form* hineinzufinden: Wenn z.B. das Innen als farbig oder als wahr markiert ist, bedeutet das nicht, dass das Außen – wie die Boole'sche Logik behauptet – das Gegenteil davon sein muss, also schwarzweiß oder falsch ist. Es bedeutet nur, dass das Außen *nicht markiert* ist und offen bleibt, ob und wie es markiert werden kann. Sicher kann es schwarzweiß bzw. falsch sein, aber es kann nach genauerer Beobachtung möglicherweise ebenfalls farbig bzw. wahr sein, oder es kann sich in einem ganz anderen Zustand befinden, in dem von keiner Farbe bzw. einem festen Wahrheitswert wie wahr und falsch gesprochen werden kann.

Die Konsequenzen dieser ungewohnten Art von Logik werden mit der Wahrscheinlichkeitstheorie und dort mit der Unterscheidung in Wahrscheinlichkeit und Evidenz näher diskutiert (siehe Nguyen u.a. 1998). Dort gilt analog: Wenn ich z.B. mit einer Wahrscheinlichkeit von 70% weiß, dass es morgen regnen wird, so bedeutet dies nicht zugleich, dass es mit einer Wahrscheinlichkeit von 30% nicht regnen wird. Es bedeutet nur, dass es gute Gründe gibt, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 70% aussagen, dass es regnen wird, während offen bleibt, was ansonsten eintreten und das Wetter beeinflussen kann. Möglicherweise werden ganz andere, unerwartete Ereignisse eintreten, die bei der Wettervorhersage nicht berücksichtigt wurden. Um abzuschätzen, ob das der Fall ist, wird von *Evidenz* gesprochen. Es ist zu unterscheiden: Die Wahrscheinlichkeitsaussage von 70%, und die Evidenz, dass die ihr zugrunde liegende Berechnung zutreffend ist. – Dies Missverständnis zeigt

elementar, wie sehr die Wahrscheinlichkeitstheorie der gewöhnlichen Anschauung entgegenläuft und kontraintuitiv ist, weil wir uns so an die zweiwertige Logik von existent und nicht-existent gewöhnt haben.

– **imaginär** Die Stufe des Verstandes und der Vorstellungskraft. Die Unterscheidung in markiert und nicht-markiert kann nicht streng durchgehalten werden. Innerhalb des zweiwertigen, markierten Zustands kommt es zu Konflikten, deren Lösung außerhalb des markierten Zustands in einem Raum liegen muss, der gegenüber dem markierten Zustand ein imaginärer Zustand ist. Dies erscheint den einen als magisch und den anderen als blinder Zufall. Die Lösung kann nicht mehr mit den Sinnen gesehen werden, sondern bedarf der Vorstellungskraft und des Verstandes. Es muss nach dem Grund gefragt werden, der *in den Konflikt* geführt hat (so Hegel in seiner *Wissenschaft der Logik* über den Widerspruch, TWA 6.64-70).

Spencer-Brown konnte bei seiner Lösung von drei Einsichten ausgehen:

– In der Mathematik hatte der in der Renaissance wirkende Mathematiker, Arzt und Astrologe Gerolamo [Cardano](#) (1501-1576) imaginäre Zahlen eingeführt, die über den reellen Bereich hinausgehen. Cardano arbeitete an einfachen Rechenaufgaben, für die es im Bereich der natürlichen Zahlen keine Lösung gibt. Gibt es zwei natürliche Zahlen a und b , so dass ihre Summe $a + b = 10$ und ihr Produkt $a \cdot b = 40$ gilt? Jeder wird mit Ausprobieren feststellen, dass es zwei solche natürliche Zahlen nicht gibt, aber Cardano gelang es, in seiner Vorstellung neue (imaginäre) Zahlen zu entwerfen, die außerhalb des Bereichs der natürlichen Zahlen liegen, zugleich aber zyklisch sind (in heutiger Schreibweise: $a = 5 + \sqrt{-15}$ und $b = 5 - \sqrt{-15}$): Diese Zahlen befinden sich zwar nicht auf der reellen Achse und verlassen den Bereich der Sinnlichkeit, aber ihre Addition ergibt direkt erkennbar die natürliche Zahl 10, und wenn sie multipliziert werden, wird in einer Drehbewegung eine neue komplexe Zahl gefunden, die wiederum auf der reellen Achse liegt und die natürliche Zahl 40 ergibt. Das ist das Urbild des von Spencer-Brown betrachteten re-entry (Rückkehr), $\sqcap$ (siehe hierzu den Beitrag *Imaginäre Zahlen*, Tydecks 2017).

– Frege hatte Begriffe durch ihren Wertverlauf definiert (Frege 1891/2008, 9). Das ist anschaulich gesprochen der Graph einer Funktion. So sind der Temperaturverlauf und der Verlauf des Blutdrucks Werteverläufe, die den Gesundheitszustand beschreiben. An manchen Gesteinen können Verwerfungslinien den Verlauf geologischer Veränderungen anzeigen. Für Frege ist der Wertverlauf der extensionale Umfang eines Begriffs. Wir wissen von einer Sache nur, was wir an ihren Wertverläufen ablesen und verallgemeinern können. Er hoffte zu zeigen, dass jeder Begriff durch seinen Wertverlauf, d.h. anschaulich bestimmt werden kann.

– Aus der Sicht von Wittgenstein kann der Wertverlauf als ein Beispiel für ein Satzzeichen (*propositional sign*) gesehen werden. Das ist ein ungewöhnlicher und missverständlicher Ausdruck: Es sind nicht Satzzeichen wie Punkt, Komma oder Fragezeichen gemeint, sondern so, wie ein Wertverlauf einen Begriff beschreibt, kann ein Satz oder eine zusammenhängende Gruppe von Sätzen einen Begriff beschreiben. Während die von Frege gemeinten Wertverläufe sinnlich anschaulich sind, können mit Sätzen Begriffe beschrieben werden, für die es keine sichtbaren oder sonst messbaren Größen und deren Wertverläufe gibt, wie z.B. die Begriffe ‘Seele’ oder ‘Sorge’. Sie können nur mit Worten, mit Erzählungen und möglicherweise den Bildern typischer Situationen verständlich gemacht werden. Wird ein Satz, mit dem ein Begriff beschrieben wird, seinerseits als Einheit genommen, so kann von einem *Satzzeichen* gesprochen werden: das Zeichen einer Sache, die sich in diesem Satz *zeigt*. Das ist in wörtlicher Bedeutung ein Zeichen, das in einem Bild (Ikon, *imago*) die Aussage eines Satzes umfasst und die Phantasie anregt, ihn zu verstehen (WTLF, 3, 3.1, 3.12). Ein Zeichen zeigt an sich selbst mehr, als sich in Worten sagen lässt. Weitergedacht führt es zur Frage, ob eine Sprache denkbar ist, die mit ihren Zeichen eine weit höhere Aussagekraft als die uns bekannte Sprache hat. Der Science-Fiction Autor Samuel Delany ist dem 1966 in seinem Roman *Babel-17* spielerisch und kreativ nachgegangen. Er nennt als Beispiel: Wenn in einer Sprache nicht zwischen Ich und Du unterschieden wird, oder zwischen verschiedenen Geschlechtern, prägt das in grundlegender Weise unser Denken anders als wir es gewohnt sind. Das gilt z.B. für die formale Sprache der Logik und die Programmiersprachen. Umgekehrt kann die Idee einer Sprache entworfen werden, die unser Denken weit mehr anregen kann als die uns bekannten Sprachen. Ähnlich wird in der Musik gefragt, ob es einzigartige Melodien gibt, die unmittelbar aus sich heraus den Zustand des Hörers verändern (so Helmut Krausser in seinem Roman *Melodien* von 1993 mit Beispielen wie das [Miserere](#) von Gregorio Allegri, entstanden vermutlich in den 1630ern).

Spencer-Brown erkannte den inneren Zusammenhang: Wenn nicht nur wie durch Frege reell-wertige Funktionen (»single-valued functions«) und deren Graphen betrachtet werden, sondern Funktionen im Bereich der imaginären Werte, dann zeigt ihr oszillierender Graph die Lösung von Konflikten wie der Russellschen Antinomie und anderen Paradoxien (LoF dt, 84; LoF, 97). Als Beispiel nennt er mit der Oszillatorfunktion den Wertverlauf von ‘wahr’ und ‘falsch’ im Lügner-Paradox: Wenn der Satz ›dieser Satz ist falsch‹ wahr ist, ist er falsch, und wenn er falsch ist, ist er wahr, und so fort (LoF dt, 52; LoF, 60f). Das Lügner-Paradox ist weder wahr noch falsch, noch nimmt es einen der anderen vorgeschlagenen Wahrheitswerte wie ‘unsicher’ oder ‘unwichtig’ an, sondern es befindet sich *in einem anderen Zustand*, der nur durch den oszillierenden Graphen einer Funktion beschrieben werden kann, die im Bereich der imaginären Zahlen verläuft. Die [Kreis- und Hyperbel-](#)

funktionen wie z.B. die Oszillatorfunktion werden mathematisch mit den Eulerschen Formeln mit imaginären Zahlen dargestellt.

Der imaginäre Zustand ist sicher nicht mit dem unmarkierten Zustand identisch, sondern geht in einer genau definierten Weise aus ihm hervor. Die traditionelle Mathematik reduziert die Frage imaginärer Zahlen und ihrer Zustände auf die Einführung eines neuen Kalküls (die Algebra der komplexen Zahlen mit ihren eigenen Verknüpfungsregeln) und sieht nicht den Gedanken, um den es Spencer-Brown geht. Spencer-Brown zeigt, wie mit dem imaginären Zustand eine neue Sicht auf den unmarkierten Zustand gelingt.

– **stabile und instabile Zustände** Physikalische und technische Sicht. Entscheidend ist die Gedächtnisfunktion. Wann ist es möglich, sich auf das Gedächtnis zu verlassen? Das gilt nur in stabilen Zuständen. Stets bleibt ein unbekannter Rest von Instabilität, den Physik und Technik mit Störungstheorie und Technikfolgenabschätzung zu bestimmen versuchen. Aus dem unmarkierten Zustand wird der instabile Zustand. Instabilität entsteht, wenn die Regel gestört wird und sich ändert. (LoF dt, 55; LoF, 64). Nur im stabilen Zustand kann fortlaufend die gleiche Regel angewandt und dem Gedächtnis getraut werden.

– **mögliche (virtuelle) und reelle Zustände** Entwicklungsgedanke. Zustände unterschiedlicher Zentralität.

Instabile Zustände sind aber nicht nur Zustände der Unsicherheit und der Unberechenbarkeit, also mit einem Mangel behaftet. Nur aus instabilen Zuständen kann etwas neues entstehen. »Alles, was nicht Information, nicht Redundanz, nicht Form und nicht Einschränkung ist – ist Rauschen, die einzig mögliche Quelle neuer Muster.« (Bateson 1972/1981, 529)

So wird aus dem instabilen Zustand der Raum der Möglichkeiten. Dort liegen die »formalen Samen« (*formal seeds*). Sie befinden sich für Spencer-Brown »in einem weniger zentralen Zustand« (»a less central state«) (LoF dt, 87; LoF, 101). Das sind offenbar Zustände unterschiedlicher Potentialität (Virtualität) (siehe Leibniz und Gödel).

Das entspricht der Definition einer Faser in der Differentialgeometrie. Die Faser zeigt die Gesamtheit (mathematisch: den Raum) aller Bewegungsmöglichkeiten eines Objekts. In der Sprache der Feldtheorie repräsentiert sie die inneren Freiheitsgrade. Das elementare Beispiel ist der Tangentialraum: Er zeigt, in welche Richtungen und mit welchen Geschwindigkeiten sich ein gegebenes Objekt an einer gegebenen Stelle bewegen kann. Das Tangentialbündel ist die Gesamtheit aller Tangentialräume. Die tatsächliche Bewegungskurve ist ein Schnitt durch das Tangentialbündel und zeigt, welchen Weg ein Objekt von einer Stelle zur nächsten eingeschlagen hat und im Ganzen be-

schreibt. Das kann als eine radikale Erweiterung der Vorstellung gesehen werden, von der bereits Frege mit seinem ‚Werteverlauf‘ ausgegangen ist.

– **geistige Zustände (parasitär, kreativ)** So zu denken erfordert Vorstellungskraft und Kreativität. Spencer-Brown gibt dem letzten Abschnitt von Kapitel 11 den Titel *Coda*. Dort tritt nochmals ein Bedeutungswandel auf: Aus den markierten / unmarkierten bzw. stabilen / instabilen Zuständen werden die »verschiedenen geistigen Zustände [...], die wir uns selbst auferlegen« (»various states of mind which we put upon ourselves« (LoF dt, 59; LoF, 68). Was damit gemeint sein kann, wird mit der Anmerkung zu Kapitel 11 deutlich, wenn parasitär und kreativ (*parasitic, creativity*) unterschieden werden (LoF dt, 88; LoF, 102).

Ist der Ausdruck ‚parasitär‘ gelungen? In polemischer Absicht ist damit gemeint, dass der Parasit vollkommen von seinem Wirt abhängig ist, von dessen Kraft, Energie und Kreativität lebt und für sich nur davon schmarotzen kann. Das gilt auch für die Wissenschaft, wenn auf der einen Seite Neuerer die bestehenden Regeln verletzen und sich harter Kritik ausgesetzt sehen, auf der anderen Seite Konservative von dem zehren können, was Neuerer vor ihnen eingeführt haben. »Alle angewandte Wissenschaft bezieht ihre Nahrung von einem Schöpfungsvorgang, mit dem sie sich verbinden kann, um Struktur zu geben, doch den sie sich niemals aneignen kann.« (»All applied science is seen as drawing sustenance from a process of creation with which it can combine to give structure, but which it cannot appropriate.«) (LoF dt, 88; LoF, 102)

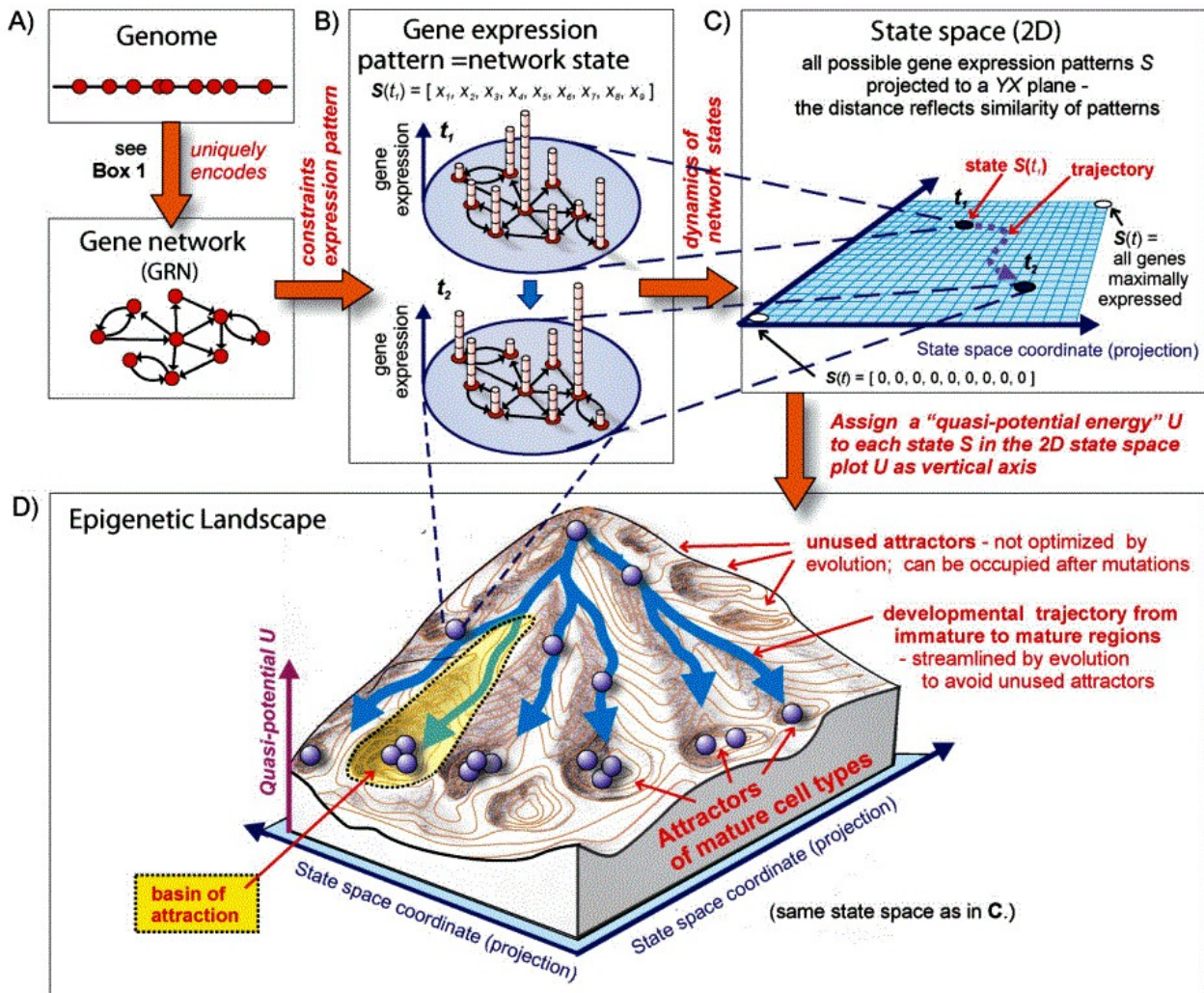
Ich möchte die Unterscheidung in gelähmte Zustände und Zustände voller Energie ergänzen. Mit ihr lassen sich Phänomene beschreiben, die heute von unmittelbarer politischer Aktualität werden, wenn ganze Gesellschaften in den Zustand der Polarisierung und gegenseitigen Blockade geraten. Umgekehrt ist es die Frage nach der *Energie der Form*, mit der Zustände der Form zu beschreiben sind, in denen von Offenheit und Anregung gesprochen werden kann.

– **Zustände zweiter Ordnung** Insgesamt ergibt sich die Einsicht in Zustände zweiter Ordnung: Die unterschiedlichen Zustände, in denen sich ein Zustand befinden kann. Gibt es eine Energie, die von einem Zustand zweiter Ordnung zum nächsten führt? Ist diese Energie zweiter Ordnung das Maß, mit dem der gesamte Vorgang seinen Beobachter und dessen geistige Aktivität anbläst und anfacht?

Epigenetische Landschaften (Mons philosophorum)

In welchem Verhältnis stehen Zustände erster und zweiter Ordnung? Gibt es einen Zustand, wie beide auseinander hervorgehen? Das zeigt ein Diagramm, das gewissermaßen das Satzzeichen (*propositional sign*) des Zustandes der Form ist. Es muss nicht neu entworfen werden, sondern kann aus

einer historischen Entwicklung übernommen werden, die von Gödel, Turing, McCulloch und Pitt sowohl zur Theorie zellulärer Automaten wie zur Einführung epigenetischer Landschaften geführt hat, einer neuartigen Evolutionstheorie durch Waddington von 1957 (siehe die historische Darstellung durch Tara Abraham).



Epigenetische Landschaft. Quelle: Huang 2012b, 151

Das Bild einer epigenetischen Landschaft geht auf die frühesten Arbeiten von Waddington zur Epigenetik zurück (Waddington 1957/2014, 29). Während die Verläufe entlang der Ströme zeigen, wie die Entwicklung durch die Gene gesteuert werden, zeigen die Einflüsse der Höhenlinien, wie durch die Epigenetik das genetisch gesteuerte Verhalten verändert werden kann. Diese Darstellung wurde inzwischen auf die Beschreibung anderer biologischer Vorgänge wie die Entstehung von Krebs und Tumoren übertragen.

An dieser Stelle müssen einige Hinweise genügen, wie sich mit diesem Bild die Zustände der Form beschreiben lassen:

- Das Fundament sind zelluläre Muster und ihre Übergänge, deren formale Grundlagen mit den *Laws of Form* beschrieben werden können. Das sind Zustände erster Ordnung.
 - Die Muster werden in einem Raum eingetragen, der durch eine reelle und imaginäre Achse aufgespannt wird. In ihm lassen sich die von Spencer-Brown genannten komplex-wertigen Wertverläufe darstellen.
 - Die Flussverläufe entsprechen dem jeweils markierten Zustand. Was jenseits der Höhenlinien liegt, bleibt unmarkiert. Die Höhenlinien sind die Konflikt-Linien. Entlang der Höhenlinie kann nicht entschieden werden, in welches Tal der Abstieg erfolgen wird. Aus Sicht eines Tals ist offen, was jenseits der Höhenzüge liegt.
 - Diese Zeichnung ist im Rahmen von Arbeiten zur Entstehung von Tumoren und Krebs entstanden. Jedes Lebewesen durchläuft fortlaufend zahlreiche Mutationen, durch die die Steuermechanismen (die in den Proteinen und dem Erbgut hinterlegten Informationen) in den meisten Fällen geschädigt und beeinträchtigt werden, aber auch revolutionäre Neuerungen gelingen können. Kein Fortschritt ohne die Gefahr des Misslingens und Scheiterns. Das kann bis zur Entwicklung eigenständiger Lebensprozesse innerhalb des Körpers führen, die den Wirtskörper schädigen und töten können, oder aber auch seinen Lebensprozess verbessern, wie z.B. die Viren, dank derer ein Embryo vor dem Immunsystem der Mutter geschützt ist. Die Attraktoren entwickeln gegenüber der umgebenden Gesamtströmung eine Eigendynamik.
 - Diese Zeichnung ist im Rahmen von Arbeiten zur Entstehung von Tumoren und Krebs entstanden. Jedes Lebewesen durchläuft fortlaufend zahlreiche Mutationen, durch die die Steuermechanismen (die in den Proteinen und dem Erbgut hinterlegten Informationen) beeinträchtigt werden. Das kann bis zu Entwicklung eigenständiger Lebensprozesse innerhalb des Körpers führen, die den Wirtskörper schädigen und töten können. Die Attraktoren entwickeln gegenüber der umgebenden Gesamtströmung eine Eigendynamik.
- Dieses Bild gilt nicht nur, wenn auf der sinnlichen Ebene markierte und unmarkierte Zustände unterschieden werden können, sondern auch auf der Meta-Ebene, wenn die Geschichte der wissenschaftlichen Theorien und ihrer Entwicklungsprozesse ihrerseits dem Bild einer epigenetischen Landschaft entsprechen.

Siglen

LoF = Spencer-Brown, G. (1969) *Laws of Form*. New York: Julian Press, Ausgabe 1972 [Online]. Hrsg. von siese.org. Verfügbar unter: siese.org. Hinweis: Die Zitation erfolgt im Text vorzugsweise nach Seitenzahl der Julian-Press-Ausgabe.

LoF dt = Spencer-Brown, G. (1969) *Gesetze der Form: Eine Einführung in die Logik und die Psychologie*. Übersetzt aus dem Englischen von Thomas Kranz. Lübeck: Bohmeier Verlag, deutsche Ausgabe 1997.

TWA = Hegel, G.W.F. (1969–1971) *Werke in 20 Bänden*. Auf der Grundlage der Werke von 1832–1845 neu edierte Ausgabe. Redaktion von E. Moldenhauer und K.M. Michel. Frankfurt am Main: Suhrkamp. Hinweis: Die Zitation erfolgt im Text unter Angabe der Bandnummer und der Seitenzahl (z. B. TWA 5, S. 435).

WTLP = Wittgenstein, L. (1922) *Tractatus Logico-Philosophicus / Logisch-philosophische Abhandlung*. Side-by-Side-by-Side Edition, edited by K.C. Klement. Available at: <http://people.um-ass.edu/klement/tlp/> [Zugriff am 8. Juni 2026].

Literatur

Abraham, T.H. (2000) *Microscopic cybernetics: mathematical logic, automata theory, and the formalization of biological phenomena, 1936-1970*. Ph.D. thesis. University of Toronto, Institute for the History and Philosophy of Science and Technology.

Bateson, G. (1972/1981) *Ökologie des Geistes: Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven*. Übersetzt aus dem Englischen von H.G. Holl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, deutsche Ausgabe 1981.

Blau, U. (2008) *Die Logik der Unbestimmtheiten und Paradoxien*. Heidelberg: Synchron.

Frege, G. (1891/2008) *Funktion und Begriff*. In: Patzig, G. (Hrsg.) *Funktion, Begriff, Bedeutung: Fünf logische Studien*. 2. Aufl. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 2-22

Huang, S. (2012a) *The molecular and mathematical basis of Waddington's epigenetic landscape: a framework for post-Darwinian biology?* in: *BioEssays*, 34 (2), 149-157.

Huang, S. (2012b) *Tumor progression: Chance and necessity in Darwinian and Lamarckian somatic (mutationless) evolution*. *Progress in: Biophysics and Molecular Biology*, 110 (1), 9-86.

- Kauffman, Louis H. (2014) *Iterants, Fermions and the Dirac Equation* in: arxiv.org. Verfügbar unter: <https://arxiv.org/abs/1406.1929>.
- Kierkegaard, S. (1844/1984) *Der Begriff Angst*. Übersetzt aus dem Dänischen von L. Richter. Frankfurt am Main: Suhrkamp, deutsche Ausgabe 1984.
- Nguyen, H.T., Kreinovich, V., Shekhter, V. (1998) *On the Possibility of Using Complex Values in Fuzzy Logic for Representing Inconsistencies* in: International Journal of Intelligent Systems, Vol. 13, 683-714.
- Spencer-Brown, G. (1953) *Statistical significance in Psychological Research* in: Nature 172, 154-156.
- Spencer-Brown, G. (1957) *Wahrscheinlichkeit und Wissenschaft*. Übersetzt aus dem Englischen von H.G. Holl. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme, deutsche Erstausgabe 1996.
- Spencer-Brown, G. (1965a) *Improvements in or relating to logical property switching circuits*. British Patent Specification 1006018. London: Patent Office.
- Spencer-Brown, G. (1965b) *Lift control circuit arrangement*. British Patent Specification 1006019. London: Patent Office. Die Bestandteile im Detail: Spencer-Brown, G. (1965b).
- Spencer-Brown, George (1971) *Dieses Spiel geht nur zu zweit*. Übersetzt von Andreas Baar. 2. Auflage (Erstveröffentlichung: 1994). Soltendieck: Bohmeier.
- Tydecks, W. (2017) *Imaginäre Zahlen – Wie aus der Wissenschaft mathematische Intuition wird*. Bensheim. Verfügbar unter: http://www.tydecks.info/online/themen_zahlen_imaginaer.html [Zugriff am: 8. Juni 2026].
- Waddington, C. H. (1957/2014) *The Strategy of the Genes: A Discussion of Some Aspects of Theoretical Biology*. London: Routledge.