

W o l f g a n g W i l d g e n

Symmetrie, Stabilität und Harmonie als Gestalteigenschaften symbolischer und speziell sprachlicher Formen

Vortrag im Sprachwissenschaftliche Kolloquium an der Universität Bremen im WS 2003/04

(21. Januar 2004; überarbeitet im Juni 2004)

1. Gestalteigenschaften „symbolischer Formen“

Cassirer hat seit etwa 1920, besonders aber in den drei Bänden der Buchreihe „Philosophie der symbolischen Formen“, die Sprache (Bd. 1) neben Mythos (Bd. 2) und Wissenschaft/Mathematik (Bd. 3) gestellt. In späteren Publikationen wurden Technik und Kunst (am Rande die Ethik) als symbolische Formen spezifiziert (vgl. Wildgen, 2003). Alle symbolische Formen haben dies gemeinsam, dass dem, was man gemeinhin den Eindruck der äußeren Welt nennt, etwas Eigenständiges, vom Menschen Selbstbestimmtes gegenübertritt. Unser Bewusstsein begnügt sich nicht damit, den Eindruck des Äußeren zu empfangen:

„Eine Welt selbstgeschaffener Zeichen tritt dem, was wir die objektive Wirklichkeit der Dinge nennen, gegenüber und behauptet sich gegen sie in selbständiger Fülle und ursprünglicher Kraft.“ (Cassirer, 1922: 175 f.)

Der Aspekt: Selbstständigkeit oder Autonomie, der in Harmonie zum frühen Strukturalismus steht, betrifft aber in gewissem Maße schon die (aktive) Wahrnehmung, das Gedächtnis und natürlich Spiel und Traum, die für Piaget die Übergangszonen zum Symbolischen sind. Die Wahrnehmung bildet spätestens ab der Phase des Objektbegriffs Invarianten, extrahiert aus dem ständigen Fluss multisensorieller Eindrücke prägnante und wiederkehrende Gestalten, das Gedächtnis sortiert die Eindrücke nach Mustern begrenzter Komplexität (vgl. die Idee der „magischen“ Zahl 7 ± 2 bei G.A. Miller, 1956). Zeitfenster der Wahrnehmung erlauben strukturierte Gedächtniseinträge (vgl. das 500 msec Fenster der NMDA-Synapse nach Flohr, 2002 und die 30 msec und 3 sec Verarbeitungsfenster nach Pöppel, 1994). Die symbolischen Formen kodifizieren das auf der Ebene der präsymbolischen Verarbeitung Geschaffene, und zwar nach Cassirer gleich in einer Vielfalt von „symbolischen Formen“, die jeweils eigene Gesetzmäßigkeiten (trotz der gemeinsamen Basis) haben und besonders im Fall von Kunst und Technik vom Material, an dem die symbolische Form gestaltet wird, wesentlich abhängen (siehe Aquarell- oder Ölmalerei, Plastik oder Architektur). In der kulturellen Dynamik stellen

die *generalisierten Medien* Luhmanns eine Fortsetzung dar. Als Vorbedingung nimmt er gesellschaftliche Institutionen und damit gegliederte Sozialstrukturen, wie sie spätestens seit der neolithischen Revolution entstanden sind, an (vgl. auch Wildgen, 2004a, Kap. 9). Für die Sprache stellt die Schrift seit mehreren Jahrtausenden ein institutionell gesichertes Medium der Kommunikation dar, das wie die Nachfolgemedien des Computerzeitalters sehr spezifische Anforderungen und Leistungen beinhaltet.

Innerhalb dieser Vielfalt sind es einerseits die fundamentalen Gestalteigenschaften der Wahrnehmung, andererseits die Grundprinzipien einer symbolischen Formung, welche nicht nur ein allgemeines Verständnis des symbolischen Handelns in einem Teilfeld, z.B. der Sprache, ermöglichen, sondern auch Transformationen zwischen symbolischen Formen bestimmen, sowie deren Verlust/Gewinnbilanz.

- a) *Sprache* (z.B. biblische Erzählung) → Bild zu einer Passage des biblischen Berichts, eine Bibelillustration (z.B. als Miniatur) oder ein Tafelbild biblischen Inhalts.
- b) Rituell inszenierter oder geglaubter *Mythos* → *religiöser* Text.
- c) Konstruktionsidee einer Maschine (z.B. als Skizze) → Realisierung des *Prototyps*.

Bei allen Übergängen: von der Vielfalt momentaner Sinneseindrücke zur Wahrnehmung, von der Wahrnehmung zur Erinnerung, von der Erinnerung zum Symbol und dessen Materialisierung im wahrnehmbaren Zeichen (womit sich ein erster Kreis schließt) und schließlich bei den Transformationen zwischen symbolischen Formen, ist die Stabilität ein entscheidendes Selektionskriterium, sie hängt mit Rekurrenz des Gleichen, Ähnlichen, Konstanz über Zeitfenster und mit Komplexitätsniveaus zusammen. René Thom sprach von „saillance“ und dieser Aspekt kann in enge Verbindung zum Prägnanzbegriff der Gestaltpsychologie gebracht werden. Eine zweite, eventuell entscheidendere Komponente betrifft die vitale, überlebensrelevante „Bedeutung“ eines wahrgenommenen, erinnerten Sachverhaltes. René Thom spricht von „prégnance“; ich will die erste Komponente sensorische Prägnanz, die zweite Bedeutungsprägnanz nennen. Beide sind evolutionär gekoppelt, da unser Wahrnehmungsapparat so gebaut ist, dass er die für das Überleben relevanten Aspekte der Umwelt aufnehmen kann.

Ich werde mich im Folgenden auf zwei Eigenschaften der Prägnanz konzentrieren:

- *Stabilität* in der Zeit, d.h. ein Gegenstand oder Sachverhalt besteht für eine Zeitspanne, die für die Reaktion ausreichend ist oder er kommt wieder vor in Variationen, bei denen etwas gleich (stabil) bleibt (Rekurrenz). Dabei spielen die statistische Qualität und die Art der Rekurrenz und Variation eine wesentliche Rolle.

- *Symmetrieeigenschaften* können statisch (z.B. geometrisch) oder dynamisch sein. Die klassischen geometrischen Symmetrien erlauben eine Invarianz (und damit Stabilität) des Grundmusters, da es Transformationsgruppen, z.B. der Drehung, Spiegelung, Translation im Raum, Dehnung usw., gibt, die zur Selbstidentität zurück führen.

Den Begriff „Harmonie“ werde ich für die Koordination unterschiedlicher dynamischer Systeme reservieren und erst gegen Ende des Vortrages aufgreifen.

Die einzelnen symbolischen Formen, ich werde natürlich die Sprache in den Vordergrund stellen, haben ihre eigentümliche Dynamik und Räumlichkeit. Demnach sind auch Stabilität und Symmetrie für Sprache, Mythos, Kunst und Technik (ich klammere die Wissenschaft vorerst aus) einzeln zu bestimmen. Es stellt sich jedoch grundsätzlich die Frage, ob sehr formale Modelle der Stabilität (z.B. in der Theorie der dynamischen Systeme, u.a. der Katastrophen-, Bifurkations- und Chaostheorie) und der Symmetrie (etwa in der Geometrie und Topologie) als Theoriebildungsvorlagen geeignet sind. Mangels einer Alternative und in Anbetracht der Erfolge dieser Strategie in den Natur- und Technikwissenschaften werde ich eine solche Nützlichkeit annehmen.¹ Anhand der kritischen Erörterungen von Cassirer (1944 und 1945) und Leyton (2001) zum Erlanger Programm von Felix Klein und dessen Anwendbarkeit kann aber die grundlegende Problematik dieser Strategie beleuchtet werden.

2. Symmetrieeigenschaften symbolischer Formen, insbesondere der Sprache

Symmetrien drängen sich als natürliche Eigenschaft nicht unbedingt dem Betrachter auf. Die Landschaft, die Berge, Flüsse, Meeresufer oder Seeflächen sind meist nicht symmetrisch. Nur sehr spezielle natürliche Formen haben klassische Symmetrieeigenschaften. In einer etwas launischen Neujahrsschrift untersuchte Kepler 1611 nicht nur die sechseckigen Schneekristalle, sondern auch den Bau der Bienenwaben, die Füllung des Granatapfels, die Blütenstruktur von Blumen. Bei der Frage nach den Ursachen dieser Symmetrien in der Natur kommt Kepler schnell darauf, dass hier gewisse Funktionen optimiert werden, z.B. die reguläre Packung von Körpern in einer Kugel. Sein Text führt aber auch zu Antworten, die er

¹ Vgl. auch den „Galileischen Stil“, den Chomsky (1981: 16f) im Anschluss an eine Bemerkung Husserl, die er indirekt zitiert, zur Grundlage seiner Modellbildung macht.

selbstironisch auf Wörter über ein Nichts charakterisiert. Dies ist eine deutliche Warnung, die ich aber vorläufig ignorieren möchte.²

Kepler beharrte in seinen späteren Schriften auf einer universellen Harmonie der Natur, wobei er die musikalischen Harmonien (er entwickelt eine eigene musikalische Harmonielehre) als Bezugspunkt nahm. Bei der Symmetrie bleibt der wesentliche Bezugspunkt die Geometrie der regulären Vielecke (Polygone) und Vielflächler (Polyeder). Ich werde deshalb den Aspekt der Symmetrie anhand der klassischen Geometrie erläutern.³

Die Symmetrie in der Geometrie kann auf einen Begriff der *Bewegung* zurückgeführt werden (vgl. Field und Golubitzsky, 1993: 5). Hebt man einen Gegenstand auf und setzt ihn wieder in die ursprüngliche Position ab, erhält man die triviale Null-Symmetrie (Identität). Nehmen wir nun als einfachsten Fall ein gleichseitiges Dreieck (oder einen dreizackigen Stern), so können wir ihn drehen. Drei Drehungen um 120° stellen die Ausgangssituation wieder her. Wir können ihn aber auch um eine Achse, z.B. OA spiegeln; spiegeln wir ihn anschließend um die Achsen OB und OC, kehren wir ebenfalls zum Ausgangspunkt zurück. Diese Kombinationen von Transformationen nennt man Gruppen und der dreizackige Stern bzw. das gleichseitige Dreieck sind durch die genannten sechs Transformationen und die Null-Transformation charakterisierbar.

² Kepler hatte Brunos Schriften studiert und einige Ideen seiner Neujahresschrift, die übrigens Wackerfels, der Bruno aus dessen Wittenberger Zeit kannte, gewidmet ist, haben einen Bezug zu Bruno, der elf Jahre nach seiner Verbrennung aber nicht genannt werden darf. Es gibt z.B. Analogien zu Brunos Prager Schrift „Articuli adversus mathematicos“ von 1588; vgl. Heuser-Keßler, 1991: 190.

³ Neben rationalen Proportionen, etwa 1:2, 1:3, 1:5, gibt es in der Natur häufig irrationale Proportionen, für die z.B. der Goldene Schnitt charakteristisch ist.

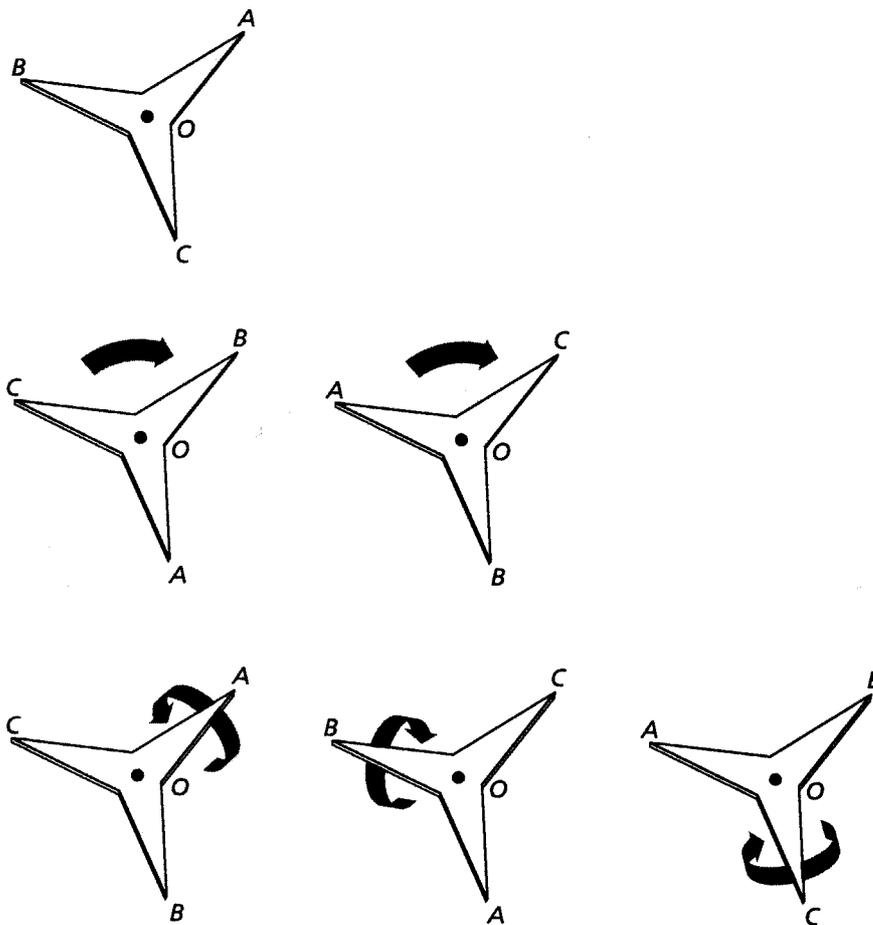


Abbildung 1: Transformationen des dreizackigen Sterns (vgl. Field und Golubitsky, 1993: 6)

Rein geometrisch haben die regulären Vielecke und die regulären (platonischen) Körper die optimalen Symmetrieeigenschaften. In Fällen, wo die Symmetrie für natürliche Systeme zur Optimierung wichtig sind, treten deshalb auch reguläre Flächen und Körper auf. Auf der Grundlage der frühen griechischen Geometrie hat Platon im Dialog *Timaos* sowohl die materielle Welt als auch die menschliche Seele geometrisch aus regulären Atomen aufgebaut.



Abbildung 2: Die Schneeflocke mit hexagonaler Symmetrie (vgl. Field und Golubitsky, 1993: 9).

Ein Folgeproblem der Symmetrie ist die Füllung einer Fläche oder eines Raumes mit regulären Flächen bzw. Körpern; sie wird in der Fläche *Parkettierung*, im Raum *dichte Packung* genannt. Im einfachsten Fall werden gleichseitige Dreiecke, Quadrate, Sechsecke usw. zusammengesetzt (bei Fünfecken bleiben bereits Lücken bestehen) und ergeben eine reguläre Parkettierung bis ins unendlich Große (das Universum) und das unendlich Kleine (das Minimum). Die Fläche, der Raum kann aber auch durch die Kombination einer Anzahl verschiedener, aber zueinander passender regulärer Flächen, Körper gefüllt werden (vgl. Rucker, 1987: 103-118). Bei Kreisen und Kugeln bleiben Zwischenräume. Will man diese durch kleine Kreise und Kugeln ausfüllen, nähert man sich dem Infinitesimalkalkül wie bereits der Lehrer von Leibniz, der Hamburger Mathematiker Jungius, 1630 erkannte.⁴

Die Frage stellt sich nun: Gibt es diese Symmetrien und gruppentheoretischen Strukturmuster auch in der Sprache? Das Axiom der Linearität der Sprache bei de Saussure schließt dies zwar nicht aus, begrenzt die Möglichkeiten aber drastisch auf lineare Symmetrien (vgl. zur Dimen-

⁴ Auch Jungius zeigt Einflüsse von Bruno, vgl. Neuser, 1999.

sionalität von Sprache und Bild, Wildgen, 2004b). Falls die Sprache linear oder dominant linear ist, was ich nur vorläufig akzeptiere, sind neben der trivialen Symmetrie nur Spiegelungen an einem Punkt als Symmetriemerkmale möglich, z.B. die bekannten Palindrome (vgl. dazu Crystal, 1987: 64):

Draw, o coward
Sex at noon taxes
Eh, ça va, la vache

oder das Wort-Quadrat:

S A T O R
A R E P O
T E N E T
O P E R A
R O T A S

d.h. der Sämann (sator), Arepo (Eigenname) lenkt (tenet) den Wagen (rotas) mit Umsicht (opera).⁵

Diese Symmetrieeigenschaften sind eher marginal. Wichtiger wurden im Strukturalismus Gestalteigenschaften von Phonemsystemen. So zeigt z.B. das Deutsche eine Fast-Symmetrie von langen und kurzen Vokalen. Im Lexikon sind das Vorkommen von Antonymen und konträren bzw. kontradiktorischen Paaren (meistens Adjektive), in der Morphologie die Ordnung kategorialer Skalen, z.B. Masculinum, (Neutrum) Femininum, oder genereller die Anwendbarkeit binärer Unterscheidungen Phänomene, bei denen Symmetrien eine Rolle spielen.

Für die sprachlichen Strukturen ist charakteristisch, dass zwar eine Tendenz zur Symmetrie feststellbar ist, diese aber meist nur partiell oder gebrochen ist. So könnte man bei einem phonologischen System ein optimales System dann registrieren, wenn alle möglichen Oppositionen mit Minimalpaaren belegt und möglichst gleich stark sind (z.B. sollten Oppositionen, wie etwa stimmhaft – stimmlos, durchgehend sein) und die Positionen der Artikulationsorte auf der Linie Lippen – Kehlkopf gleichmäßig mit Phonemen belegt sind. Zumindest für den Vokalraum gilt, dass je nach Anzahl der Vokalphoneme deren Prototypen die Fläche parkettieren (vgl. Petitot-Cocorda, 1985: 283-300). Die starke statistische Fluktuation unter

⁵ Ich danke Frau Tandecki für eine Internetrecherche zu diesem Thema. In den dort gefundenen Quellen wird auch AREPO weiter interpretiert und auf das Verb ad-repere (=herankriechen), das allerdings im Lateinischen nicht belegt ist, zurückgeführt. Es gibt viele interessante Eigenschaften des Quadrats, so bildet TENET ein Kreuz im Zentrum. Bei Ausgrabungen wurde das Wort-Quadrat z.B. in Pompeji gefunden und man nimmt einen Bezug zum Mithras-Kult an. Außerdem gibt es christliche Verwendungen als Hochzeitsspruch und magische Zauberformeln, welche sich des Quadrats bedienen. Diese Nützlichungen zeigen, dass diese sprachlichen Strukturen als sehr ungewöhnlich angesehen wurden.

dem Einfluss einer Vielzahl von Faktoren, verwischt allerdings die klare geometrische Struktur. Immerhin wird deutlich, dass wenn die Symmetrie eine Optimalitätseigenschaft von Systemen ist, die natürlichen Sprachsysteme nicht optimal sind; sie weisen immerhin eine Tendenz in diese Richtung auf.⁶

Für die Syntax zieht Chomsky (1957: 21) die Symmetrie von Zeichen-Ketten als Beweis für die Inadäquatheit einer rechtslinearen Grammatik (vgl. auch Wall, 1973; Bd. 1: 72-76) heran. Die folgenden Fälle formaler Symmetrie werden betrachtet:

- (i) ab, aabb, aaabbb, ... ; eine Kette von n mal a gefolgt von n mal b
- (ii) aa, bb, abba, baab, aaaa, aabbaa ...; eine Kette gefolgt von ihrem Spiegelbild
- (iii) aa, bb, abab, baba, aaa, ... ; die Wiederholung einer Teilkette

Als Beweis, dass eine Grammatik des Englischen solche Ketten bildet, führt Chomsky (ibidem: 22) drei Konstruktionstypen an:

- (i) If S_1 , then S_2 (S_i = deklarativer Satz)
- (ii) Either S_3 , or S_4
- (iii) The man who said that S_5 , is arriving today

Die Konstituenten zu beiden Seiten der Symmetrie hängen außerdem voneinander ab (sind in Harmonie, könnten wir sagen). Diese symmetrischen Satzstrukturen sind außerdem kombinierbar. Chomsky (ibidem) führt an:

„if, either (iii), or S_4 , then S_2 “ (11iii im Originalzitat wurde durch iii ersetzt, WW)

Außerdem können in S_5 (enthalten in iii) weitere symmetrische Schachtelungen auftreten, so dass die paarweise zusammengehörigen Konstituenten beliebig weit voneinander entfernt sein können.

Wenn man Fälle des Symmetrie-Bruchs mit zur Symmetrie-Thematik hinzunimmt, so ist die X-bar-Theorie ein weiterer Anwendungsfall. Ausgehend von der Prominenz endozentrischer Konstruktionen, die bereits in Bloomfield (1933) als grundlegend dargestellt wurden, wird die Dominanz einer Konstituente in vielen syntaktischen Phrasen zum allgemeinen Prinzip erhoben. XP sei eine beliebige Phrase, die (lexikalische) Kategorie X (N, V, Adj, ...) bestimmt dann den Typus der hierarchisch expandierenden syntaktischen Phrasen des Typs: X^1 , X^2 , X^3

⁶ Sowohl die Evolution der Sprache (Phylogenese) als auch der Erwerb der Sprache (Ontogenese), sind durch Selbstorganisationsprozesse geprägt, die gewisse Eigenschaften des Systems in Abhängigkeit von der Anzahl der Elemente (Phoneme, Morpheme) optimieren. Sie erzeugen seine schöne „Struktur“, die der Strukturalismus programmatisch herausstellt; vgl. zur Selbstorganisation Wildgen und Mottron, 1987 und zur Evolution der Sprache Wildgen, 2004a.

usw. Die X-Kategorie bildet ein Zentrum, um das sich die obligatorischen oder fakultativen „Anreicherungen“ häufig symmetrisch oder nahezu symmetrisch gruppieren.⁷

Als erstes Fazit dieser Analyse einiger Vorkommnisse von Symmetrie und Symmetriebruch in der Sprache, kann man sagen, dass ähnlich wie in der natürlichen Umwelt Symmetrien zwar vorkommen, aber eher Sonderfälle darstellen. Jede Sprachtheorie muss aber diesem Phänomen (in der Phonologie, der Morphologie [Syntax], dem Lexikon) Rechnung tragen. Auffallend ist die Bedeutung gebrochener Symmetrien und die unvollständige Tendenz zur Symmetrie. Dies legt nahe, dass Symmetrie ein Gestaltungsmerkmal von Sprache unter mehreren ist. Sie dominiert nur selten vollständig.

Die Symmetrie ist nur in den syntaktischen Beispielen streng linear. Sowohl die Phonologie als auch die Semantik betrifft höherdimensionale Räume, so dass mit zwei- oder dreidimensionalen Symmetrien und deren Brechung zu rechnen ist. Die Thematik der Dimensionalität von Sprache soll aber an dieser Stelle jedoch nicht vertieft werden (vgl. dazu Wildgen, 2004b).

3. Stabilitätseigenschaften symbolischer Formen, besonders der Sprache

Für Kepler (1596) war das Sonnensystem noch eine geometrische Idealkonstruktion und als Idealsystem natürlicherweise stabil (vgl. Abbildung 6); Keplers spätere musikalische Harmonie-Theorie des Universums begründet dagegen die Stabilität quasi ästhetisch, nämlich als sphärischen Wohlklang.

Im Jahre 1887 setzte der König von Schweden, Oskar II., einen Preis von 2 500 Kronen für die wissenschaftliche Beantwortung der Frage aus: Ist das Sonnensystem stabil? Den Preis gewann Henri Poincaré, obwohl er das zentrale Drei-Körper-Problem nicht lösen konnte. Er wurde aber zum Begründer der Stabilitätstheorie. Entscheidende weitere Schritte wurden in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts in der Differential-Topologie gemacht. Das Problem der Stabilität von Mehr-Körper-Systemen betrifft natürlich nicht nur astronomische Systeme,

⁷ Bereits 1898 hatte Peirce in einem Manuskript zum Thema: „Existentielle Graphen. Ein System des logischen Ausdrucks“ eine weitreichende Hypothese formuliert, nach der die Proformen, die ihrerseits für die Deixis stehen können, jene Kerne darstellen, die dann sukzessiv expandiert werden, z.B. ein Pronomen zum Nomen (Eigennamen) und zur Nominalgruppe. Dies lässt sich natürlich nicht so leicht auf die klassischen Wortarten ausdehnen. Immerhin zeigt sein Ansatz, dass den symmetrisch erweiterbaren Phrasenstrukturen ein quasi punktueller Index zu Grunde liegt; die Symmetrie-Eigenschaften ergeben sich dann aus der schalenartigen Anreicherung dieses Ausgangspunktes (vgl. Peirce, 1986: 349ff).

sondern auch Mikrosysteme, z.B. Moleküle, die aus Atomen bestehen, oder Makromoleküle, wie die Erbsubstanz und natürlich morphogenetische Prozesse, die aus einem befruchteten Ei eine Konfiguration von Organen, im Gehirn eine funktionale Architektur entstehen lassen. Auch Lernen kann als funktionale Stabilisierung beschrieben werden, da ungenützte neuronale Verbindungen verschwinden, rekurrent und stabil genützte wachsen und an Bedeutung/Relevanz gewinnen; die topologische und dynamische Komplexität ist bei diesen Systemen normalerweise aber weit höher als bei einem Planetensystem, weshalb im allgemeinen Fall davon ausgehen kann, dass es chaotische Formen oder Phasen enthält.

Die Sprache, sowie andere symbolische Formen und auch soziale Systeme, sind ständig vom Verfall bedroht, Neuerungen gewinnen an Boden usw. Wegen des offenen Charakters der semiotischen Systeme (im Sinne von Bertalanffy, 1975) sind also Fleißgleichgewichte, stochastische Prozesse und Strukturbildungen fern des thermodynamischen Gleichgewichtes zu berücksichtigen, wie sie in der Brüsseler Schule Prigogines eine Vielzahl von Anwendungen gefunden haben (vgl. Nicolis und Prigogine, 1987 und Wildgen und Mottron, 1987: 70-75). Die Frage stellt sich aber generell: Kann die Stabilitätstheorie und die Theorie dynamischer Systeme – außer in der Physik, Chemie, Biologie (inklusive Neurobiologie) – auch sinnvoll (nicht bloß metaphorisch) auf semiotische Systeme, z.B. auf die Sprache, angewandt werden?

Der erste Schritt zur Beantwortung betrifft wiederum eine zentrales Saussure'sches Unterscheidung. Geht es um die Stabilität der „parole“, z.B. der individuellen Sprachbeherrschung, der Performanz in Anbetracht energetischer und zeitlicher Beschränkungen, oder um die Stabilität eines Bereiches der „langue“ als „fait social“, also eine soziokulturelle Stabilität? Die Systembedingungen sind im ersten Fall individuell kognitiv (körperlich, neuronal), im zweiten Fall sozial, kollektiv; wobei die Existenzform dieser Systeme problematisch ist (materiell oder geistig; und was heißt „geistig“ im zweiten Fall?).

3.1 Kognitive Stabilität von Satzaussagen

Zu Beginn des 20. Jh. (1903) hat Peirce für seine diagrammatische Logik eine Hierarchie mono-, bi- und trivalenter Rhemata vorgeschlagen, die er in einer quasi-chemischen (relationslogischen) Notation darstellt; vgl. dazu Peirce, 1986: 455-457 und Abbildung 3.

- $N - b$: Napoleon (N) ist blauäugig (b)
- $N \underbrace{- I -}_{\text{K}}$: Napoleon (N) liebt (I) eine Katze (K)
- $A - g - B$: Anton (A) gibt das Buch (B) an Caroline(C)
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad C$

Abbildung 3 Die drei Bindungsmuster von Sätzen bei Peirce

Tesnière spricht fast ein halbes Jahrhundert später von der quantitativen Valenz. Beiden dient die Struktur-Chemie, die sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelt hatte, als Inspiration. Nun ist eine Strukturübertragung vom Molekül auf den Satz unplausibel, aber es mag Stabilitätsgrenzen – wie im Fall des Drei-Körper-Systems – d.h. Übergänge zum Chaos im modernen Sinn, geben, die auch auf die sprachliche Kognition als Neurodynamik zutreffen. Der Satz ist z.B. typisch/häufig Teil einer Narration (er ist sozusagen die Minimal-Form des Narrativen); er verpackt wahrgenommene, in die Handlung erlebte Situationen, Ereignisse (oder erinnerte, vorgestellte), so dass das dynamische Moment in *einem* Verb (oder einem Verbal-Kompositum, einer seriellen Verbal-Konstruktion) von der Komponenten getrennt wird, die als Ergänzungen notwendig, vorhersehbar sind. Insofern also eine minimale Form unter Isolation des dynamischen Moments vorliegt, unterliegt der Satz harten Optimalitätsbedingungen. Die auftretenden Strukturmuster können dabei wesentlich von der quantitativen Valenz des Verbs abhängig sein. Hier ergibt sich wieder eine (nicht als sachlicher Zusammenhang zu interpretierende) Analogie zur geometrischen Struktur der Ionenmoleküle vom Typ AB_x . A entspräche dem Verb; B_x = den Mitspielern. Man erhält für $x = \{1, 2, 3, 4\}$ die in **Abbildung 4** gezeigten geometrischen Strukturen:

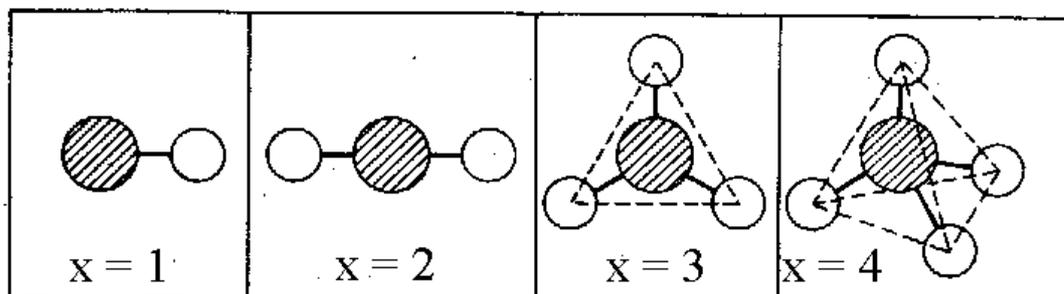


Abbildung 4 Geometrische Struktur der Ionenmoleküle mit der Zusammensetzung AB_x (vgl. Wolff, 1963: 35.)

Mit der Variablen x verändert sich (teilweise) auch die Dimensionalität der Struktur: $x = 1, 2$: Linien-Segment, $x = 3$: Fläche, $x = 4$: Körper. Bei einer Darstellung der Satzinhalte als Prädikat-Argument-Struktur wird die Geometrie und die Dynamik der Konstellation verschleiert. In Abbildung 5 werden diese unterschiedlichen Charakterisierungen verglichen.

<i>Quantitative Valenz</i>	<i>Geometrische Form</i>	<i>Prädikat-Argument-Struktur</i>
$x = 1$	eine Hantel	A (B_1)
$x = 2$	einen Stab	A (B_1, B_2)
$x = 3$	ein gleichseitiges Dreieck	A (B_1, B_2, B_3)
$x = 4$	ein Tetraeder	A (B_1, B_2, B_3, B_4)

Abbildung 5 Valenz, geometrische Form und Argumentstruktur

Die Szene (im Sinne Fillmore's), die ein Satz darstellt, mag in der Vorstellung zwei- oder dreidimensional sein; im Satz muss die Struktur auf *eine* Dimension „geplättet“ werden, ohne dass dabei die oben illustrierten Bindungen zerstört werden. Bei einer bivalenten Struktur des Typs

$$B_1 (S) \frac{\text{wirft / stößt / bricht / ...}}{A(V)} B_2 (O);$$

(wobei B_1 = Subjekt, B_2 = Objekt; A = Verb ist) erhalten wir die sechs linearen Kombinationen SVO, SOV, VSO, VOS, OSV, OVS; dabei entsprechen SVO und OVS der oben gezeigten linearen Darstellung; steht V nicht zwischen S und O ist die temporale oder optisch-visuelle Anordnung durch andere Ordnungsmuster zu ersetzen: Kasus, Tonmodifikation und andere Strukturbedeutungen. („Tagmeme“ bei Bloomfield, 1933). Bei $x = 3$ gibt es keine natürliche eindimensionale Anordnung, es können aber die Muster für $x = 1, x = 2$ zur Plättung analog herangezogen werden, etwa beim Vorbild: SVO_1 (O_1 = direktes Objekt) \rightarrow SVO_2O_1 oder SVO_1O_2 ; theoretisch ist auch SO_2VO_1 denkbar. Eine Rolle spielt dabei außerdem die Frage, ob bereits $x = 2$, z.B. bei der Kasuszuweisung in Analogie zu $x = 1$ gestaltet wurde oder nicht (siehe die Sprachen vom Akkusativ – oder Ergativ –Typ). Das Problem potenziert sich bei $x = 4$, da es erstens eine Vielzahl linearer Projektionen des Tetraeders gibt und zweitens auch mögliche Analogieketten bezogen auf die viel häufigeren Satzstrukturen mit $x = 1, x = 2, x = 3$ vielfältiger sind. Wie beim Drei-Körper-Problem, für dessen Lösung der schwedische König ein Preisgeld ausgesetzt hatte, ist anzunehmen, dass die Lösung mit $x = 3$ nur in Sonderfällen (z.B. bei Verben des Gebens und Sagens), d.h. nur begrenzt stabil ist, dass aber für $x = 4, x = 5$ usw. die Stabilität und damit die Rekurrenz oder regelmäßige Konstruktion nicht mehr gewährleistet ist. Auf der höheren Ebene der narrativen Textstruktur wird es aber möglich, eine größere, insbesondere zeitlich

entfaltete Komplexität darzustellen. Die katastrophentheoretische Semantik in der Fortsetzung der Arbeiten von René Thom hat diese Hypothese weiter entwickelt und ich möchte diesen Fragenkomplex, den ich seit meiner Habilitationsschrift 1979 in vielen Publikationen behandelt habe⁸, hier nicht näher ausführen. Es lässt sich aber an diesem Beispiel zeigen, dass Symmetrie- und Stabilitätseigenschaften in enger Beziehung zueinander stehen.

3.2 Soziale Stabilität von Grammatiken

Dieses Thema kann ich hier nur kurz beleuchten, da die Soziodynamik im Gegensatz zur Neurodynamik für eine Anwendung strikter Verfahren der dynamischen Systemtheorie noch wenig erschlossen ist.

Croft (2000) vergleicht den Sprachwandel mit der genetisch (durch Mutation und Selektion) gesteuerten Evolution. Die Gene werden durch die „lingueme“ ersetzt, die Replikatoren sind die Sprecher, die Kommunikation ist der Ort der Replikation. Die Selektion wird mit der Ausbreitung von Innovationen (vgl. *ibidem*, Kap. 7) gleichgesetzt; die für die Speziation wichtige areale Divergenz wird durch ein Muster arealer und sozialer Verschachtelung von Sprachen beschrieben (*ibidem*: 168). Obwohl solche Prozesse dauernd in kommunikativen Akten ablaufen (dies gilt besonders für die kritische Replikationsperiode des Spracherwerbs), können die Innovationen (und Degradationen) entweder abgedämpft oder verstärkt werden. Im ersten Fall werden sie statistisch klein gehalten, der „Fluss“ des Sprachwandels bewegt sich langsam oder gar nicht; im zweiten Fall werden sie beschleunigt oder „explodieren“ gar. Dies ist der Fall in Perioden des Sprachverlusts, der Pidginisierung und Kreolisierung; im Extremfall können in einer Generation (20-30 Jahre) Veränderungen beobachtet werden, die in einer konservativen Sozialstruktur (eventuell mit sakraler Schriftsprache) Jahrhunderte benötigen, d.h. abgedämpft, in ihrer Wirkung minimalisiert werden.

Die Umsetzung dieses Konzeptes auf einzelne Phänomene der Phonologie, Morphologie, Syntax gelingt erst in Ansätzen, weshalb ich zu einer grundlegenden Betrachtungsebene zurückkehren möchte, nämlich der Frage, inwieweit die geometrisch-topologischen Konzepte, die bei mathematischen Modellen der Symmetrie und Stabilität benützt werden, auf die Phänomenologie der symbolischen Formen, insbesondere der Phänomenologie der Sprache, angewandt werden können und welche Fallstricke dabei zu vermeiden sind.

⁸ Vgl. die Buchpublikationen Wildgen (1982, 1985), Wildgen und Mottron, 1987 und Wildgen (1994 und 1999).

4. Invariantentheorie und symbolisch, insbesondere sprachliche Formen

Die nicht-Euklidische Geometrie und Kleins Invarianten- und Gruppentheorie haben Cassirer bereits 1896 als Student in Marburg fasziniert (vgl. Ihmig, 2003: 233 f.). Seine erste große erkenntnistheoretische Schrift *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* von 1910 setzt sich mit Poncelet's Projektiver Geometrie (1865) und Kleins *Invarianten- und Gruppentheorie*, dem sogenannten Erlanger Programm von 1872 auseinander. In der schwedischen Emigration hat er 1936/37 ein Manuskript geschrieben: *Die Invarianten der Wahrnehmung und des Begriffs*, das 1999 aus dem Nachlass publiziert wurde. Eine Serie von Aufsätzen 1938 (in Französisch), 1944 (in Englisch), 1945 (am Morgen seines Todestages vervollständigt) ist ebenfalls diesem Thema, dem Zusammenhang zwischen mathematischer Gruppentheorie und Wahrnehmungstheorie (indirekt Begriffstheorie und Philosophie symbolischer Formen) gewidmet. In der Kontinuität der Beschäftigung Cassirer's mit diesem Thema von 1896 bis 1945 zeigt sich, dass diese Frage einen Angelpunkt seiner Erkenntnis- und auch Sprach (Begriffs)-Theorie darstellt.

Wenn das platonische Erkenntnisprogramm in seiner Ausformung bis Euklid und Archimedes die Basis der Wissenschaften der letzten beiden Jahrtausende und die „Geometrie die Wissenschaft des immer Seienden“ war, so wird mit den nicht-Euklidischen Geometrien eine Wende, eine Relativierung dieses Anspruches vollzogen. Sie erreicht im Erlanger Programm von Felix Klein insbesondere in dessen Gruppentheorie einen ersten Höhepunkt.

Demnach befasst sich die metrisch-Euklidische Geometrie „nur mit solchen Eigenschaften der räumlichen Gebilde, die unabhängig sind von der Stelle im Raum, die sie einnehmen, sowie der absoluten Größe der Gebilde“ (Cassirer, 1937/1999: 126):

„Der projektiven Geometrie liegt eine umfassendere Gruppe als der metrisch-Euklidischen zu Grunde, indem hier zu den ähnlichen Abbildungen im gewöhnlichen Sinne noch die Parallel- bzw. Zentralprojektionen aufgenommen werden und alle Transformationen, welche sich aus solchen zusammensetzen.“ (Cassirer, 1949: 128.)

Dies bedeutet, dass je nach Wahl der Gruppe erlaubter Transformationen neue Invarianzen und andere geometrische Eigenschaften geschaffen werden. Gleichzeitig löst man sich dabei im Gegensatz zum antiken Denken, von der „anschaulichen Bestimmtheit der reinen Formen“ (ibidem: 129).

Nun fußen aber alle Anwendungen seit der Antike (siehe z.B. die Praktische Geometrie des 15. und 16. Jahrhunderts) genau auf dieser Anschaulichkeit der Bezugsformen, und es war bereits ein schwieriger Akt als Kepler, der 1596 noch ein platonisch reines Konstrukt des Planetensystems publiziert hatte, durch die genauen Messungen Tycho Brahe's gezwungen, widerwillig die Mars-Bahn als Ellipse (nicht mit der „ewig stabilen“ Figur des Kreises) beschrieb; vgl. die starre, reguläre Konstruktion in seiner frühen Schrift „Mysterium cosmographicum“ von 1596 Abbildung 6 .

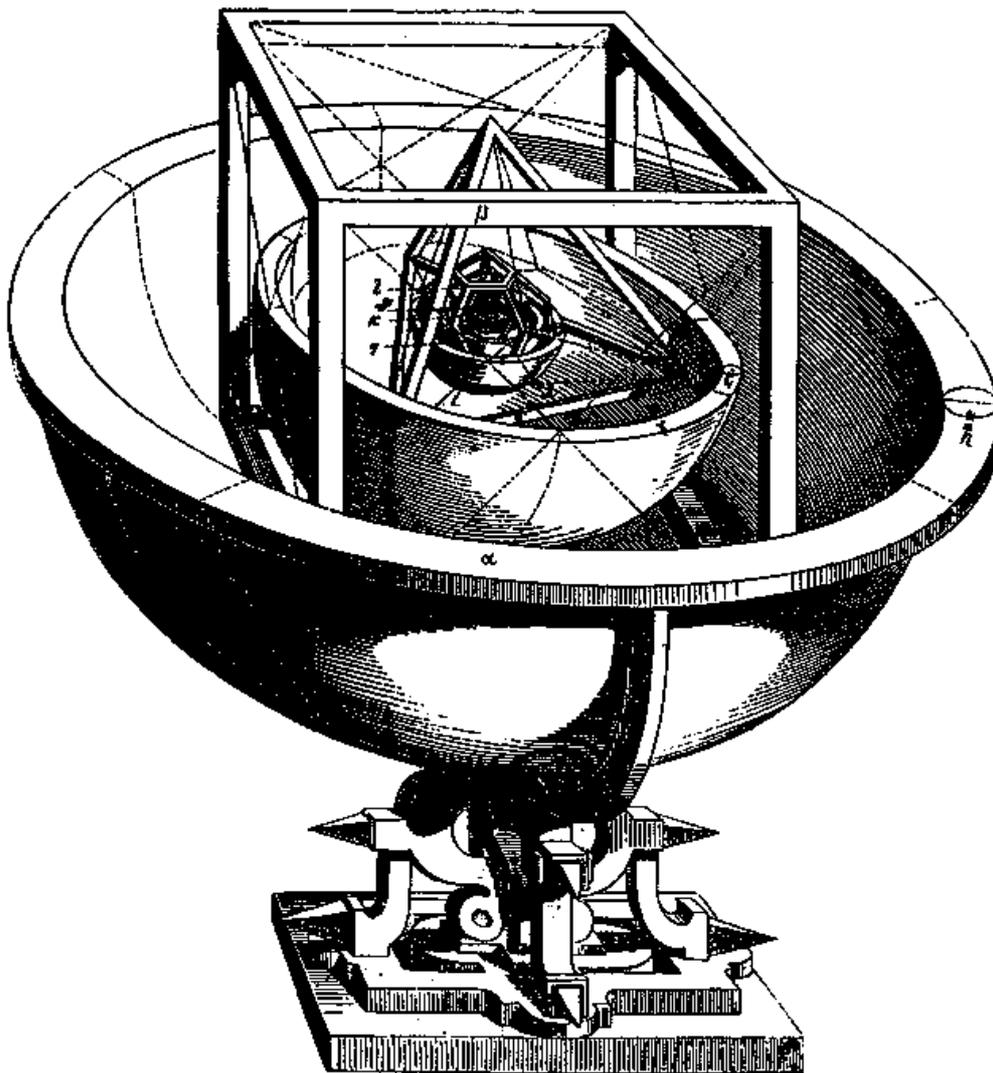


Abbildung 6 Keplers platonischer Entwurf eines copernikanischen Weltsystems; die durch die verschachtelten platonischen Körper definierten Abstände stimmten innerhalb der Messgenauigkeit von 1596 mit den mittleren Abständen zwischen den Planetenbahnen überein.

In seinen Aufsätzen zwischen 1938 und 1945 versucht Cassirer den Ansatz der Gruppentheorie auf die Wahrnehmungstheorie, insbesondere das Phänomen der Wahrnehmungskonstanz (das schon von Mach 1886 thematisiert worden ist) und der Transponierbarkeit

musikalischer Gestalten (vgl. die Gestaltqualitäten bei von Ehrenfels, 1890) zu übertragen. Denn eigentlich ist jede Abstraktion in der Wahrnehmung und in der Begriffsbildung so etwas wie eine Invariantenbildung. Es entsteht dabei jedoch ein Problem/Dilemma, das die platonische Tradition nicht kannte. Da es eine Vielzahl von Geometrien gibt und da die jeweilige Abstraktionstiefe von einer metrischen, einer projektiven bis hin zu einer topologischen Betrachtung zur *Wahl* steht, muss im Anwendungsfall eine Entscheidung über die jeweils *nahe liegende* Geometrie getroffen werden. Eventuell sind, wie dies Helmholtz für die Wahrnehmung des Raumes gezeigt hat, eine Vielzahl von Geometrien je nach Distanz des Wahrgenommenen anzunehmen, sowie Übergangszonen zwischen diesen. Prinzipiell kann man außerdem anzweifeln, ob die mathematische Abstraktionshierarchie überhaupt alle notwendigen Wahlmöglichkeiten enthält, die in der Wahrnehmung und Begriffsbildung auftreten können. Dies kann schließlich zu einer Ablehnung aller formalen Vorgaben bei der phänomenologischen Analyse von Invarianten und Gesetzmäßigkeiten führen, wie sie Lakoff (1987) zwar programmatisch, aber nicht konsequent vertritt.⁹

Ich sehe darin allerdings eher ein empirisches und kein grundsätzliches Problem. Die geometrische Denktradition seit 2 500 Jahren (Pythagoras, Platon, Euklid, Leibniz, Poincaré) ist nicht durch Ad-hoc-Modellkonzepte entwertbar. Bei Lakoff ist deutlich beobachtbar, dass er mit seiner assoziativen Metapherntheorie in eine Theoretisierungsstufe vor Mach und von Ehrenfels, d.h. in die Assoziationspsychologie und auf den Stand der Diskussion bei Berkeley und Hume zurückfällt. Cassirer beschreibt deren Position wie folgt:

„Sense perception is nothing but an aggregate or conglomerate of isolated sense data – colors, sounds, tactile, kinaesthetic data held together by the laws of association – association of similarity or contiguity in space and time.“ (Cassirer, 1945/79: 285.)

Lakoff's Semantik auf der Basis von Metapher und Metonymie ist so gesehen nur eine Neuauflage psychologischer Theoriekonzepte vor 1850, insofern sie die Bedeutungen als lediglich durch Ähnlichkeit und räumlich organisatorische Nähe verbunden sieht. Immerhin kommen radiale Netze und relationale Gitter vor, womit Lakoff Ideen der Gestaltpsychologie und der Merkmalssemantik einfließen lässt.

Es bleibt demnach die Aufgabe ungelöst, wie die Invarianz (im Sinne von Kleins Erlanger Programm) im Falle sprachlicher Strukturen aussehen könnte. Einen ersten Hinweis enthält bereits Bühlers Sprachtheorie, die Cassirer (1937/1999: 100, Fn. 1) zitiert. Die Wahrnehmung der „Hördinge“ – unabhängig von ihrer „perspektivischen Lautheitsschrumpfung“ – ist „im

⁹ Vgl. für eine kritische Darstellung imaginaler Semantiken Wildgen (1994 und 1999), jeweils die ersten Kapitel.

Sprechverkehr von grundlegender Bedeutung“ (ibidem). Sie kann eine Komponente in der Evolution der Sprache gewesen sein, insofern die akustische Wahrnehmung in Stadium der Australopithicinen überlebenswichtig zur Ortung von Fressfeinden war und eventuell später zur sozialen Kommunikation refunktionalisiert wurde (vgl. Calvin und Bickerton, 2000 sowie Wildgen, 2004a).

Ziemlich nahe kam dem Erlanger Programm die Transformationstheorie von Harris (1957) und zumindest in seiner frühen Ausprägung die seines Schülers Chomsky. Wenn die Sätze einer Sprache durch eine Menge von Kernsätzen (als Invarianten der Syntax) und von Transformationen, die alle Sätze aus diesen Kernsätzen erzeugen, beschrieben werden könnten, dann läge eine erfolgreiche Anwendung der Invariantentheorie vor, d.h. die Kernsätze wären die Invarianten einer Gruppe von Transformationen.¹⁰ Im folgenden Abschnitt will ich diese Denkrichtung anhand der Arbeiten von Leyton und der Kritik Leytons am Erlanger Programm in Leyton (2001) in ihren grundsätzliche Konsequenzen bewerten. Einerseits führt Leyton die generative Grundidee radikaler aus als Harris und Chomsky, andererseits schlägt er eine grundsätzliche Modifikation oder gar Umkehrung des Erlanger Programms vor.

5. Leytons „generative Geometrie“ der Kognition und seine Kritik des Erlanger Programms

Michael Leyton hat sei 1974 mathematische Wahrnehmungstheorien entwickelt, 1986 publizierte er einen langen Artikel „Principles of Information Structure Common to Six Levels of the Human Cognitive System“ (Leyton, 1986). Die fünfte Ebene erfasst grammatische Strukturen in enger Anlehnung an die vorherige Modellierung der Wahrnehmung: dabei spielen Symmetrieeigenschaften, Transformationsgruppen und Stabilität eine zentrale Rolle. Mit der aus der mathematischen Wahrnehmungstheorie auf geometrischer Basis entwickelten Modellstruktur reformuliert Leyton dann Chomsky's Transformationshypothesen (nach Chomsky 1957 und spezifischer nach Chomsky 1984). Ich will diese technisch komplizierten Vorschläge hier nicht im Einzelnen ausführen. In seinem neuesten Buch „A Generative

¹⁰ Chomsky verweist zwar indirekt auf Husserl (in Chomsky, 1981: 16), dessen Denken wesentlich von der Entwicklung der Mathematik im letzten Viertel des 19. Jahrhundert beeinflusst war; einen Bezug Chomskys auf Felix Klein oder das Erlanger Programm konnte ich aber nicht finden. Es erscheint aber offensichtlich, dass sowohl der Begriff der „translation“ bei Tesnière als auch die frühen Transformations-Konzepte bei Harris und Chomsky im Geiste des Erlanger Programms verfasst sind.

Theory of Shape“ (2001) greift Leyton auf der Basis der Ausführungen in Leyton (1992) „Symmetry, Causality, Mind“ direkt das Erlanger Programm von Felix Klein (1872) an. Da diese Fundamentalkritik am Begriff der Invarianz und der Symmetrie ansetzt, will ich einige Aspekte diskutieren. Für Leyton ist die *Information* einer visuellen Gestalt aber auch eines Satzes durch das „Gedächtnis“ seiner Umformung aus einer neutralen (informationslosen) Basis-Struktur gekennzeichnet. Der Informationsgehalt korreliert also mit dem Ausmaß der Deformation oder der Länge des Deformationsweges. Er stellt die Geometrie seiner Theorie der von Klein entgegen (Leyton, 2001: 495 f.). Das zentrale Unterscheidungsmerkmal ist der Bezug zum Gedächtnis:

„GENERATIVE GEOMETRY: A geometric object is one from which the transformations are recoverable; i.e. a geometric object is a memory store.”

Die programmatische Opposition zwischen Klein 1872 und Leyton 2001 kann uns nach der Diskussion Cassirers nicht mehr täuschen. Es geht nicht darum, *ein* geometrisches (mathematisches) System gnadenlos auf einen empirischen Phänomenbereich anzuwenden, da die Geometrie seit dem Aufkommen der nicht-Euklidischen Geometrien nur noch als Auswahltafel anzusehen ist und die Hybridität der Anwendung seit Helmholtz vorgezeichnet ist.¹¹ Immerhin enthält Leyton's Werk eine neue Idee. Die Idealtypen der Klein'schen Geometrie-Welt sind nur archetypische Bezugspunkte. Was wir in den Phänomenen vorfinden können, sind nicht diese Archetypen, sondern deren Deformationen, und diese sind bedeutungstragender als die Archetypen selbst, die als formale, beliebig in vielfältigen Umformungen realisierbare Gestalten quasi bedeutungslos sind.¹² In diesen Kontext passt auch unsere Beobachtung im zweiten Abschnitt, dass gebrochene (oder beinahe) Symmetrien charakteristisch für natürliche und symbolische Formen sind. In seiner Zusammenfassung „Against the Erlangen Programm“ (vgl. Leyton, 2001: 526-529) benennt Leyton wichtige Unterschiede, von denen ich nur einige nennen und kommentieren möchte:

¹¹ Leyton, der 1986 in Yale, also in der Nähe zum M.I.T. arbeitete, akzeptiert im Prinzip Chomsky's Theorie-Bildungs-Politik, die den Galileischen Stil der Physik zum Vorbild nimmt. In Chomsky (1981: 17) wird dieser Stil nach Husserl durch die folgende Frage charakterisiert: „ Können wir hoffen, unter die Oberfläche zu gelangen, wenn wir uns bereit erklären, vielleicht weitreichende Idealisierungen vorzunehmen und abstrakte Modelle zu erstellen, die als aufschlussreicher angesehen werden als die alltägliche Welt der Sinneseindrücke ... ?“.

¹² Eine vollständige Bedeutungslosigkeit würde jedoch zu einer Aporie führen, denn wie sollte dann das Entstehen, Sich-Entfalten von Bedeutung erklärt werden.

Kleins Erlanger Programm	Leytons generative Geometrie
Kein Gedächtnis	Gedächtnis
Keine Spuren der Transformationen	Spuren der Transformationen
Ideal der Symmetrie	Symmetriebruch
Eine definierende Transformationsgruppe	Verschiedene Transformationsgruppen auf mehreren Ebenen
Vorherrschende Transitivität der Operationen	Begrenzte Transitivität der Operationen

Tabelle 1: Einige der Unterschiede zwischen Kleins und Leytons Geometrie (vgl. Leyton, 2001: 526-529).

Bezogen auf sprachliche Formen könnte man die Hypothese wagen, dass es eine Ebene sehr stabiler, invarianter, symmetrischer Formen geben mag, die eine Krypto-Struktur für alle sprachlichen Formen darstellen. Diese Basis-Strukturen wären bedeutungslos, formal, und extrem einfach und damit mögliche Kandidaten für eine angeborene Struktur, da nur einfachste Muster ohne sensorisch/motorisch fundierte Inhalte vererbt werden können (vgl. Lorenz (1978) zum Problem der angeborenen Auslöser). Alle bedeutungstragenden und funktionsbeladenen Strukturen müssten aus diesen einfachsten Formen generiert werden, aber so dass sie ihre Funktion und Bedeutung erst im Transformationsprozess erhalten; dieser ist also auch der Bedeutungsgenerator. Man kann diese Basis deshalb nicht mehr wie Chomsky eine „Universalgrammatik“ nennen; angemessener wäre es von einer „Universalmorphologie“ symbolischer Formen (etwa im Sinne Goethes oder René Thoms) zu sprechen. Die jeweiligen, in Einzelsprachen vorfindlichen Formen wären bedeutungsgenerierende Deformationen dieser Grundmuster. Wenn diese Transformationen, wie Leyton behauptet rekursiv, komplex, auf mehreren Ebenen ablaufend und begrenzt transitiv sind, ist die Rekonstruktion der Invarianten anhand der Deformationsprodukte nur in Sonderfällen unter Unsicherheit möglich. Ein Sonderfall minimaler und extrem optimierter Formen stellen die einfachsten valenz-abhängigen Satzmuster (in einer anderen Terminologie die Tiefenkasus-Konfigurationen) dar. In der katastrophentheoretische Semantik wird eine damit vergleichbare Hypothese präzisiert. Es ist dabei kein historischer Zufall dass die Elementar-Katastrophen mathematisch in engem Zusammenhang mit Platons regulären Vielecken und Körpern und den Invarianten Kleins stehen (vgl. Slodovy, 1988).

Da die Transformationen, die Leyton annimmt, empirisch auf ein Labyrinth evolutionärer, historischer und pragmatischer Prozesse verweisen, in denen die (angeborene) Basis bis zur Unkenntlichkeit verwandelt wird, ist die empirische Prüfung einer solchen Konstruktion extrem schwierig. Die Strategie der katastrophentheoretischen Semantik, das System nicht global zu beschreiben, sondern nur Singularitäten, d.h. lokale Strukturbildungen zu erfassen, erweist sich in diesem Kontext als realistischer als die hypothetische Rekonstruktion des gesamten *Maschinerie* als generatives System.¹³

6. Harmonie in symbolischen Formen, besonders der Sprache

Das Thema der Harmonie steht seit den musikalischen Theorien des legendären Pythagoras im Zentrum der mathematischen Modellbildung. Kepler versuchte, etwa das Weltall als Harmonie, im Sinne des Platonismus zu verstehen. Erst die Analysis situs (der Differential-Kalkül) erlaubte jedoch Euler, D'Alembert, Lagrange eine mathematische Theorie der Musik zu entwickeln; ähnliche Gleichungen wurden dann auf Wellen im Wasser und schließlich auf elektromagnetische Wellen (Maxwell) angewandt (vgl. Stewart, 1990: 36-41). Der harmonische Oszillator, im einfachsten Fall ein Federpendel, der um den Ruhepunkt schwingt, zeigt das Grundprinzip gedämpfter Schwingung. Eine höhere Form der Harmonie, also jenseits periodisch abklingender Schwingungen, wird sichtbar, wenn zwei Oszillatoren, oder genereller, zwei oder mehrere dynamische Systeme gekoppelt werden. In Haken (1996) werden z.B. gekoppelte Bewegungen von zwei Fingern (einer der rechten und einer der linken Hand) oder der Beinbewegungen von Vierfüßlern (Kamelen, Ochsen, Pferde, Geparden) mathematisch beschrieben. Charakteristisch sind stabil koordinierte Phasen; beim Pferd etwa Schritt, Trab, Galopp. Haken nennt Prozesse der Koordination verschiedener dynamischer Systeme *synergetisch*, die dazu gehörige wissenschaftliche Disziplin nennt er *Synergetik* (Lehre des Zusammenwirkens).

Bei symbolischen Formen sind natürlich die rhythmischen und harmonischen Muster für die Musik charakteristisch, auch die Farben eines Bildes oder dessen figürliche Komponenten

¹³ Wie im Falle Keplers wird der entscheidende Schritt die Gewinnung empirischer Daten zur Evaluation dieser Hypothese sein. Kepler hat erst mit den Daten Tycho Brahes zur Marsbahn die entscheidenden Einsichten in der Astronomie gewonnen. Entsprechend können erst Messungen komplexer kognitiver Leistungen des menschlichen Gehirns, die genaue Untersuchung der Dynamik im Erwerb und im Wandel der Sprache die Hypothesen Thoms oder Leytons definitiv evaluieren; vorher sind nur Plausibilitätsschätzungen möglich.

können harmonisch koordiniert sein; der goldene Schnitt ergibt ein harmonisches Verhältnis von Strecken und Flächen. In der Sprache erzeugen Vokale oder Konsonanten derselben Artikulationsorte (Vokale: vorne – hinten; Konsonanten: palatal – velar) eine Harmonie-Wirkung, durch die Phänomene der Assimilation, Dissimilation, der Vokalharmonie oder des Umlautes erklärt werden können. In der Poesie sind Stabreim, Endreim, Parallelismen künstliche und damit zusätzliche Harmonien, die einem Text poetische Qualität verleihen können. Dennoch sind formal ausgearbeitete Harmonie-Modelle in der Sprachwissenschaft eher selten. Dies hängt wohl damit zusammen, dass die Harmonie nicht nur (mindestens) zwei Subsysteme, zwischen denen Harmonie herrscht, voraussetzt, es wird auch eine Oszillation, ein zyklischer Prozess, in beiden Systemen voraussetzt, der bei geeigneter Koordination zur Resonanz gebracht wird, eine harmonische Koppelung erreicht.

Ein einfaches technisches Modell der Harmonie ist ein Regelkreis, wie wir ihn beim Suchen eines Radiosenders benutzen; die charakteristischen Werte etwa des Kondensators oder des Widerstandes werden so lange verändert, bis die beiden Systeme Regelkreis und Sender in der Frequenz passen, in Harmonie sind. In gewisser Weise kann man diesen Vorgang auf das Gehirn als neuronales System übertragen: Verbände von Hebb-Synapsen werden auf Input-Eigenschaften abgestimmt, extrahieren damit Invarianzen des Inputs. Liegt eine Population von auf diese Weise auf externe Inputs abgestimmter neuronaler Subsysteme vor, können diese Verbände wiederum interagieren, wobei eine interne Harmonie entsteht, die in gewisser Weise Repräsentationen erster, zweiter ... n-ter Ordnung schaffen (vgl. Flohr, 2002). Diese Grundidee wurde in der sogenannten „harmony theory“ von Smolensky (1986) mathematisch ausgeführt und ergab das Programm des subsymbolischen Computer-Paradigmas, auch Konnexionismus oder Theorie neuronaler Netze genannt. Hier werden physikalische Systeme, d.h. im Computer programmierte Netze, in Harmonie zu einem Input gebracht und damit kann ein Lernvorgang simuliert werden. Die Harmonie wird durch statistische Anpassung von Netzverbindungen „gefunden“. Da das subsymbolische Paradigma auch auf die Erzeugung grammatischer Strukturen angewandt wird, erhält der so präzisierter Harmonie-Begriff eine wichtige Funktion für die Modellierung des Aufbaus, der Nutzung, Stabilisierung und Veränderung sprachlicher Kompetenzen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass Harmonie im Kern die stabile Koordination mehrerer (eigentlich unabhängiger) Systeme betrifft. Sie schafft damit eine stabile Ordnung höheren Grades. Symmetrieeigenschaften und Kleinsche Transformationsgruppen bilden ideale

Voraussetzung für die Erzeugung einer Harmonie zwischen gekoppelten Systemen, da sie diese vereinfachen und ihre Freiheitsgrade reduzieren.

7. Schlusswort

Ich konnte in diesen Ausführungen eigentlich nur eine erste Explikation der im Titel genannten Begriffe: Stabilität, Symmetrie und Harmonie leisten, einige linguistische Anwendungsfelder skizzieren und die Chancen und Probleme hervorheben. Die Schwierigkeiten, die bei der Anwendung mathematischer Modelle zur Beschreibung dieser Eigenschaften von dynamischen Systemen, speziell im Bereich der symbolischen Formen, insbesondere der Sprache, auftreten, wurden zumindest angedeutet. Ein Theorieniveau, wie es in der Astronomie, Chemie und (teilweise) in den Neurowissenschaften erreicht wird, kann allerdings derzeit in der Sprachtheorie nicht anvisiert werden. Sobald geeignete Beobachtungs- und Messverfahren entwickelt sind, kann es aber als Fernziel der theoretischen Linguistik angesteuert werden. Dabei wird der Untersuchung von Stabilität, Symmetrie und Harmonie eine Schlüsselrolle zufallen.

Literatur:

- Bertalanffy, Ludwig von, 1975. Perspectives in General System Theory. Scientific-Philosophical Studies, Braziller, New York.
- Bloomfield, Leonard, 1933. Language, New York.
- Bühler, K., 1982 [1934], Sprachtheorie, Stuttgart.
- Calvin, William H. & Derek Bickerton, 2000,. Lingua ex Machina. Reconciling Darwin and Chomsky with the Human Brain, MIT-Press, Cambridge (Mass.).
- Cassirer, E., 1922, Der Begriff der symbolischen Form im Aufbau der Geisteswissenschaften. In: Ernst Cassirer, 1956. Wesen und Wirkung des Symbolbegriffs, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt: 171-200.
- Cassirer, E., 1937/1999. Die Invarianten der Wahrnehmung und des Begriffs, Manuskript publiziert in Ernst Cassirer, Nachgelassene Manuskripte und Texte, hrsg. V. J. M. Krois und O. Schwemmer, Hamburg: 83-133.
- Cassirer, E., 1944 [1938], The Concept of Group and the Theory of Perception, in: Philosophy and Phenomenological Research 5 (1944).
- Cassirer, E., 1945/1979, Reflections on the Concept of Group and the Theory of Perception, erneut 1979 in: Ernst Cassirer, Symbol, Myth and Culture. Essays and Lectures of Ernst Cassirer 1935-1945, ed. by D.P. Verene, New Haven, London: 271-291.
- Cassirer, Ernst , 1999. Ziele und Wege der Wirklichkeitserkenntnis, in: Ernst Cassirer, Nachgelassene Manuskripte und Texte, hrsg. Von V. J. M. Krois und O. Schwemmer, Hamburg: 83-133.
- Chomsky, Noam. 1957. Syntactic Structures, Mouton , Den Haag.
- Chomsky, Noam, 1981. Regeln und Repräsentationen, Suhrkamp, Frankfurt/Main.
- Chomsky, Noam, 1984.
- Croft, William, 2000. Explaining Language Change. An Evolutionary Approach, Longman, London.
- Crystal, David, 1987. The Cambridge Encyclopedia of Language, Cambridge U.P., Cambridge.
- Ehrenfels, Christian von, 1890. Über "Gestaltqualitäten", erneut in: Christian von Ehrenfels, 1988. Philosophische Schriften, Bd. 3: Psychologie, Ethik, Erkenntnistheorie, hrsg. von R. Fabian, München.
- Field, Michael und Martin Golubitsky, 1993. Chaotische Symmetrien. Die Suche nach Mustern in Mathematik, Kunst und Natur, Birkhäuser, Basel.
- Haken, Hermann, 1996. Principles of Brain Functioning. A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition, Springer, Berlin.
- Harris, Zellig S., 1957. Co-occurrence and Transformation in Linguistic Structure, in: Language 33: 283-340.
- Ihmig, K.-N., 1996, Cassirers Rezeption des Erlanger Programms von Felix Klein, in: Martina Plümacher, und Volker Schürmann (Hg.), 1996, Einheit des Geistes. Probleme ihrer Grundlegung in der Philosophie Ernst Cassirers, Lang, Frankfurt/Main
- Ihmig, K.-N., 2003. Cassirers Philosophie der Mathematik, in: : Kultur und Symbol. Die Philosophie Ernst Cassirers, hrsg. von Hans Jörg Sandkühler und Detlev Pätzold. Stuttgart: Metzler: 232-247.
- Kammer, Anton, 1989. Keplers Gedanken über Harmonie. Aus der Sicht neuerer Erkenntnis in den Naturwissenschaften, in: Paul Weingartner und Gerhard Schurz (Hg.) Philosophie der Naturwissenschaften, Holder-Pichler-Tempsky, Wien: 265-270.
- Lakoff, George, 1987. Women, Fire, and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind, Chicago University Press, Chicago.
- Leyton, Michael, 1986. Principles of Information Structure Common to Six Levels of the

- Human Cognitive System, in: Information Sciences 38: 1-120.
- Leyton, Michael, 1992. Symmetry, Causality, Mind. MIT Press, Cambridge (MA).
- Leyton, Michael. 2001. A Generative Theory of Shape, Springer, Heidelberg:.
- Lorenz, Konrad, 1978. Vergleichende Verhaltensforschung. Grundlagen der Ethologie, Springer, Wien.
- Luhmann, Niklas, 1975. Einführende Bemerkungen zu einer Theorie symbolisch generalisierter Kommunikationsmedien, in: Niklas Luhmann, Soziologische Aufklärung 2. Aufsätze zur Theorie der Gesellschaft, Westdeutscher Verlag, Opladen: 170-192.
- Miller, G.A., 1956. The Magical Number Seven Plus or Minus Two, in: Psychological Review 63: 81-97.
- Neuser, Wolfgang, 1996. Bruno, Junguis und Leibniz. Vorstellungen von Raum und Atom im 16./17. Jahrhundert. Vortrag beim Kongress der Allgemeinen Gesellschaft für Philosophie, 24.9.1996, Vorabdruck, Universität Kaiserslautern.
- Nicolis, Grégoire und Ilya Prigogine, 1987. Die Erforschung des Komplexen., Piper, München.
- Peirce, Charles Sanders, 1986. Semiotische Schriften, Bd. 1, Suhrkamp, Frankfurt/Main.
- Petitot-Cocorda, Jean. 1985. Les catastrophes de la parole. De Roman Jakobson à René Thom, Maloine, Paris.
- Pöppel, Ernst, 1994. Temporal Mechanisms in Perception, in : International Review of Neurobiology 37: 185-202.
- Rucker, Rudy, 1987. Mind Tools. The Five Levels of Mathematical Reality, Houghton Mifflin, Boston.
- Slodowy, Peter, 1988. Platonic Solids, Kleinian Singularities, Elementary Catastrophes, and Lie Groups, in: Jean Petitot-Cocorda (Hg.) Logos et théorie des catastrophes. A partir de l'œuvre de René Thom, Patiño, Genf : 73-98
- Smolensky, P., 1986. Information Processing in Dynamical Systems: Foundations of Harmony Theory, in: David E. Rumelhart et alii (Hg.), Parallel Distributed Processing, Bd. 1: Foundations, Cambridge (Mass), Bradford (MIT Press): 194-282.
- Stewart, Ian. 1989. Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos, Penguin Books, London.
- Thom, René, 1983. Mathematical Models of Morphogenesis, Horwood (Wiley), New York.
- Wall, Robert, 1973. Einführung in die Logik und Mathematik für Linguisten, Bd. 2: Algebraische Grundlagen, Scriptor, Kronberg/Ts.
- Wildgen, Wolfgang, 1979. Verständigungsdynamik: Bausteine für ein dynamisches Sprachmodell, Habilitationsschrift, Universität Regensburg (Teilpublikation in Wildgen, 1985).
- Wildgen, Wolfgang. 1982. Catastrophe Theoretic Semantics. An Elaboration and Application of René Thom's Theory, Benjamins, Amsterdam.
- Wildgen, Wolfgang. 1985. Archetypensemantik: Grundlagen einer dynamischen Semantik auf der Basis der Katastrophentheorie, Narr, Tübingen.
- Wildgen, Wolfgang. 1994. Process, Image, and Meaning. A Realistic Model of the Meanings of Sentences and Narrative Texts, Benjamins, Amsterdam.
- Wildgen, Wolfgang. 1998 Das kosmische Gedächtnis. Kosmologie, Semiotik und Gedächtnistheorie im Werke von Giordano Bruno (1548-1600), Lang, Frankfurt.
- Wildgen, Wolfgang (1999). De la grammaire au discours. Une approche morphodynamique, Lang, Bern.
- Wildgen, Wolfgang. 2003. Die Sprache – Cassirers Auseinandersetzung mit der zeitgenössischen Sprachwissenschaft und Sprachtheorie. In: Kultur und Symbol. Die Philosophie Ernst Cassirers, hrsg. von Sandkühler, Hans Jörg und Detlev Pätzold.

Stuttgart: Metzler: 171-201.

Wildgen, Wolfgang. 2004a. The Evolution of Human Languages. Scenarios, Principles, and Cultural Dynamics. Amsterdam: Benjamins.

Wildgen, Wolfgang. 2004b. The Dimensionality of Text and Picture and the Organization of Content Based Complexes, in: Festschrift Rieger, Springer, Hamburg (erscheint).

Wildgen, Wolfgang and Laurent Mottron, 1987. Dynamische Sprachtheorie.

Sprachbeschreibung und Spracheerklärung nach den Prinzipien der Selbstorganisation und der Morphogenese, Brockmeyer, Bochum.

Wolff, Robert, 1963. Chemische Bindungen, Dümmler, Bonn.