

**Exact Methods in the Study of  
Language and Text**

**Dedicated to Professor Gabriel Altmann  
On the Occasion of His 75th Birthday**

**Edited by  
Peter Grzybek & Reinhard Köhler**

**Mouton de Gruyter  
Berlin – New York**

## Contents

Viribus Quantitatis <i>Peter Grzybek and Reinhard Köhler</i>	v
A diachronic study of the style of Longfellow <i>Sergej N. Andreev</i>	1
Zum Gebrauch des deutschen Identitätspronomens ‘derselbe’ als funktionelles Äquivalent von Demonstrativ- und Personalpronomina aus historischer Sicht <i>John Ole Askedal</i>	13
Diversifikation bei Eigennamen <i>Karl-Heinz Best</i>	21
Bemerkungen zu den Formen des Namens <i>Schmidt</i> <i>Hermann Bluhme</i>	33
Statistical parameters of Ivan Franko’s novel <i>Perekhresni stežky (The Cross-Paths)</i> <i>Solomija Buk and Andrij Rovenchak</i>	39
Some remarks on the generalized Hermite and generalized Gegenbauer probability distributions and their applications <i>Mario Cortina-Borja</i>	49
New approaches to cluster analysis of typological indices <i>Michael Cysouw</i>	61
Menzerath’s law for the smallest grammars <i>Łukasz Dębowski</i>	77

Romanian online dialect atlas: Data capture and presentation <i>Sheila Embleton, Dorin Uritescu, and Eric Wheeler</i>	87
Die Ausdrucksmittel des Aspekts der tschechischen Verben <i>Jeehyeon Eom</i>	97
Quantifying the MULTEXT-East morphosyntactic resources <i>Tomaž Erjavec</i>	111
A corpus based quantitative study on the change of TTR, word length and sentence length of the English language <i>Fan Fengxiang</i>	123
On the universality of Zipf's law for word frequencies <i>Ramon Ferrer i Cancho</i>	131
Die Morrissche und die Bühlersche Triade – Probleme und Lösungs- vorschläge <i>Udo L. Figge</i>	141
Die kognitive Semantik der 'Wahrheit' <i>Michael Fleischer, Michał Grech, and Agnieszka Książek</i>	153
Kurzvorstellung der Korrelativen Dialektometrie <i>Hans Goebel</i>	165
A note on a systems theoretical model of usage <i>Johannes Gordesch and Peter Kunsmann</i>	181
Itemanalysen und Skalenkonstruktion in der Sprichwortforschung <i>Rüdiger Grotjahn und Peter Grzybek</i>	193
Do we have problems with Arens' law? A new look at the sentence- word relation <i>Peter Grzybek and Ernst Stadlober</i>	205
A language of thoughts is no longer an utopia <i>Wolfgang Hilberg</i>	219

Language subgrouping <i>Hans J. Holm</i>	225
Contextual word prominence <i>Luděk Hřebíček</i>	237
Das Menzerath-Gesetz in der <i>Vulgata</i> <i>Marc Hug</i>	245
Toward a theory of syntax and persuasive communication <i>Julian Jamison</i>	259
Grapheme und Laute des Russischen: Zwei Ebenen – ein Häufigkeitsmodell? Re-Analyse einer Untersuchung von A.M. Peškovskij <i>Emmerich Kelih</i>	269
Zur Zeitoptimierung der russischen Verbmorphologie <i>Sebastian Kempgen</i>	281
Ākāsha: between sphere and arrow – on the triple source for everything <i>Walter A. Koch</i>	287
Quantitative analysis of co-reference structures in texts <i>Reinhard Köhler and Sven Naumann</i>	317
Anthroponym – Pseudonym – Kryptonim: Zur Namensgebung in Erpresserschreiben <i>Helle Körner</i>	331
Quantitative linguistics within Czech contexts <i>Jan Králík</i>	343
Semantic components and metaphorization <i>Viktor Krupa</i>	353
Wortlängenhäufigkeit in J.W. v. Goethes Gedichten <i>Ina Kühner</i>	361

A general purpose ranking variable with applications to various ranking laws <i>Daniel Lavalette</i>	371
Wie schreibe ich einen Beitrag zu Gabriels Festschrift? <i>Werner Lehfeldt und [Lösung im Text]</i>	383
Bemerkungen zum Menzerath-Altmannschen Gesetz <i>Edda Leopold</i>	391
Die Stärkemessung des Zusammenhangs zwischen den Komponenten der Phraseologismen <i>Viktor Levickij and Iryna Zadorožna</i>	399
Pairs of corresponding discrete and continuous distributions: Mathematics behind, algorithms and generalizations <i>Ján Mačutek</i>	407
Linguistic numerology <i>Grigorij Ja. Martynenko</i>	415
Towards the measurement of nominal phrase grammaticality: contrasting definite-possessive phrases with definite phrases of 13 <sup>th</sup> to 19 <sup>th</sup> century Spanish <i>Alfonso Medina-Urrea</i>	427
A network perspective on intertextuality <i>Alexander Mehler</i>	439
Two semi-mathematical asides on Menzerath-Altman's law <i>Peter Meyer</i>	449
Stylometric experiments in modern Greek: Investigating authorship in homogeneous newswire texts <i>George K. Mikros</i>	461
On script complexity and the Oriya script <i>Panchanan Mohanty</i>	473

Statistical analogs in DNA sequences and Tamil language texts: rank frequency distribution of symbols and their application to evolutionary genetics and historical linguistics	485
<i>Sundaresan Naranan and Vriddhachalam K. Balasubrahmanyam</i>	
Zur Diversifikation des Bedeutungsfeldes slowakischer verbaler Präfixe	499
<i>Emília Nemcová</i>	
Ord's criterion with word length spectra for the discrimination of texts, music and computer programs	509
<i>Michael P. Oakes</i>	
Indexes of lexical richness can be estimated consistently with knowledge of elasticities: some theoretical and empirical results	521
<i>Epaminondas E. Panas</i>	
Huffman coding trees and the quantitative structure of lexical fields	533
<i>Adam Pawłowski</i>	
Linguistic disorders and pathologies: synergetic aspects	545
<i>Rajmund G. Piotrowski and Dmitrij L. Spivak</i>	
Text ranking by the weight of highly frequent words	555
<i>Ioan-Iovitz Popescu</i>	
Frequency analysis of grammemes vs. lexemes in Taiwanese	567
<i>Regina Pustet</i>	
Are word senses reflected in the distribution of words in text?	575
<i>Reinhard Rapp</i>	
Humanities' tears	587
<i>Jeff Robbins</i>	
Wortlänge im Polnischen in diachroner Sicht	597
<i>Otto A. Rottmann</i>	

The Menzerath-Altmann law in translated texts as compared to the original texts <i>Maria Roukk</i>	605
Different translations of one original text in a qualitative and quantitative perspective <i>Irma Sorvali</i>	611
The effects of diversification and unification on the inflectional paradigms of German nouns <i>Petra Steiner and Claudia Priin</i>	623
Nicht ganz ohne ... <i>Thomas Stolz, Cornelia Stroh and Aina Urdze</i>	633
Satz: stoisches axíōma oder peripatetischer lógos? <i>Wolf Thümmel</i>	647
Using Altmann-fitter for text analysis: An example from Czech <i>Ludmila Uhlířová</i>	659
Local grammars in word counting <i>Duško Vitas and Cvetana Krstev</i>	665
Fitting the development of periphrastic <i>do</i> in all sentence types <i>Relja Vulcanović and Harald Baayen</i>	679
Language change in a communication network <i>Eric S. Wheeler</i>	689
Die Suche nach Invarianten und Harmonien im Bereich symbolischer Formen <i>Wolfgang Wildgen</i>	699
Applying an evenness index in quantitative studies of language and culture: a case study of women's shoe styles in contemporary Russia <i>Andrew Wilson and Olga Mudraya</i>	709

The weighted mid-P confidence interval for the difference of independent binomial proportions	723
<i>Viktor Witkovský and Gejza Wimmer</i>	
Gabriel Altmann: Complete bibliography of scholarly works (1960–2005)	735
Tabula Gratulatoria	755
<i>In Honor of Gabriel Altmann</i>	



# Die Suche nach Invarianten und Harmonien im Bereich symbolischer Formen

*Wolfgang Wildgen*

## 1 Invariantentheorie und symbolische Formen

Die nicht-Euklidische Geometrie und Kleins Invarianten- und Gruppentheorie haben Cassirer bereits 1896 als Student in Marburg fasziniert (vgl. Ihmig 2003: 233f.). 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 Cassirers mit diesem Thema von 1896 bis 1945 zeigt sich, dass diese Frage einen Angelpunkt seiner Erkenntnis- und auch Sprach- bzw. 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: 126). Weiterhin schreibt er (ibid., 128):

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.

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” (ibd., 129).

Nun fußen aber alle Anwendungen seit der Antike<sup>1</sup> genau auf dieser Anschaulichkeit der Bezugsformen, und es war eine schwerwiegende Entscheidung, als Kepler, der 1596 noch ein platonisch reines Konstrukt des Planetensystems publiziert hatte, durch die genauen Messungen Tycho Brahes gezwungen, widerwillig die Mars-Bahn als Ellipse (nicht mit der “ewig stabilen” Figur des Kreises) beschrieb (vgl. dazu die starre, reguläre Konstruktion in seiner frühen Schrift “Mysterium cosmographicum” von 1596, siehe Abbildung 1).

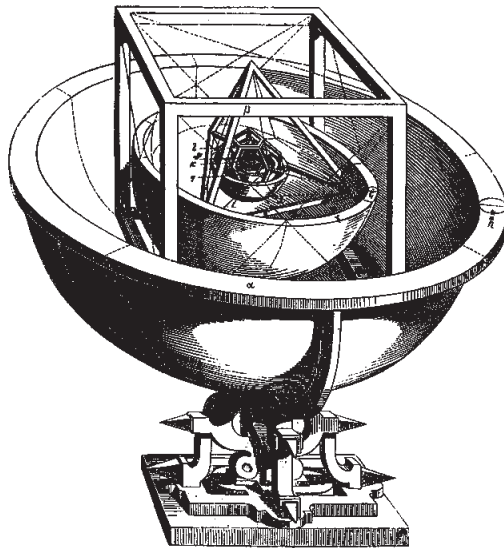


Abbildung 1: Keplers platonischer Entwurf eines kopernikanischen Weltsystems; die durch die verschachtelten platonischen Körper definierten Abstände stimmten innerhalb der Messgenauigkeit von 1596 mit den mittleren Abständen zwischen den Planetenbahnen überein

In seinen Aufsätzen zwischen 1938 und 1945 versucht Cassirer, den Ansatz der Gruppentheorie auf die Wahrnehmungstheorie, insbesondere das Phänomen der Wahrnehmungskonstanz (das schon 1886 von Ernst Mach thema-

---

1. Siehe z.B. für die Bedeutung der Praktischen Geometrie des 15. und 16. Jahrhunderts: Wildgen (1998: 87ff.)

tisiert worden ist) und der Transponierbarkeit musikalischer Gestalten (zentrales Beispiel für die Gestaltqualitäten bei von Ehrenfels) 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 Gesetzmäßigkeiten führen, wie sie Lakoff (1987) programmatisch für sein "experiential realism" vertritt – vgl. die Kritik in Wildgen (1994, Kap. 5).

Ich sehe darin allerdings eher ein empirisches als ein grundsätzliches Problem. Die geometrische Denktradition seit 2500 Jahren (Pythagoras, Platon, Euklid, Leibniz, Poincaré) ist nicht durch Ad-hoc-Modellkonzepte entwertbar. Bei Lakoff ist deutlich beobachtbar, dass er mit seiner assoziativen Metaphertheorie in eine Theoretisierungsstufe vor Mach und von Ehrenfels, d.h. in die Assoziationspsychologie und letztlich auf den Stand der Diskussion bei Berkeley und Hume zurückfällt. Cassirer (1945/79: 285) 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.

Lakoffs 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.

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: 100, Fn. 1) zitiert. Die Wahrnehmung der “Hördinge” – unabhängig von ihrer “perspektivischen Lautheitsschrumpfung” – ist “im Sprechverkehr von grundlegender Bedeutung” (ibd.). 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 & Bickerton (2000) sowie Wildgen (2004).

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.<sup>2</sup> Im folgenden Abschnitt will ich diese Denkrichtung anhand der Arbeiten von Leyton und der Kritik Leytons am Erlanger Programm in Leyton (2001) in ihren grundsätzlichen 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.

## **2 Leytons “generative Geometrie” der Kognition und seine Kritik des Erlanger Programms**

Michael Leyton hat seit 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

---

2. Chomsky verweist zwar indirekt auf Husserl (in Chomsky, 1981: 16), dessen Denken wesentlich von der Entwicklung der Mathematik im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts 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.

Basis entwickelten Modellstruktur reformuliert Leyton dann Chomskys Transformationshypothesen. In seinem neuesten Buch *A Generative 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: 495f.). 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.<sup>3</sup> Immerhin enthält Leytons 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 beliebig in vielfältigen Umformungen realisierbare Gestalten fast bedeutungslos sind.<sup>4</sup> In seiner Zusammenfassung "Against the Erlangen Program" (vgl. Leyton 2001: 526ff.) benennt Leyton wichtige Unterschiede, von denen ich nur einige nennen und kommentieren möchte:

---

3. Leyton, der 1986 in Yale, also in der Nähe zum M.I.T., arbeitete, akzeptiert im Prinzip Chomskys 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 ...?"

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

*Tabelle 1:* Einige der Unterschiede zwischen Kleins und Leytons Geometrie (vgl. Leyton 2001: 526ff.).

<b>Kleins Erlanger Programm</b>	<b>Leytons generative Geometrie</b>
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

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, die keine sensorisch/motorisch fundierten Inhalte aufweisen, vererbt werden können (vgl. zum Problem der angeborenen Auslöser Lorenz, 1978). Alle bedeutungstragenden und funktionsbeladenen Strukturen müssten aus diesen einfachsten Formen generiert werden. Sie erhielten ihre Funktion und Bedeutung erst im Transformationsprozess, womit dieser zum Bedeutungsgenerator würde. 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 (vgl. Wildgen 1983). 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 und 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 katastrophentheoretischen 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. Slodovoy 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.<sup>5</sup>

### 3 Harmonie in symbolischen Formen

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: 36ff.). 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).

---

5. Wie im Falle Keplers, wird der entscheidende Schritt die Gewinnung empirischer Daten zur Evaluation dieser Hypothese sein. Kepler hat erst anhand der Daten Tycho Brahes zur Marsbahn seine entscheidenden neuen 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 Plausibilitäts-schätzungen möglich.

Bei symbolischen Formen sind natürlich die rhythmischen und harmonischen Muster für die Musik charakteristisch, auch die Farben eines Bildes oder dessen figürliche Komponenten 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. Solche Prozesse sind in der Sprache seltener als in der Musik, und es wäre eine spannende Frage, weshalb dies so ist.

Ein einfaches technisches Modell der Harmonie ist ein Regelkreis, wie wir ihn beim Suchen eines Radiosenders benutzen. Die charakteristischen Einstellungen des Kondensators und/oder des Widerstandes werden so lange verändert, bis Regelkreis und Sender in ihrer Frequenz zueinander 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 schafft. 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 eine statistische Anpassung von Netzverbindungen "gefunden". Da das subsymbolische Paradigma auch auf die Erzeugung grammatischer Strukturen angewandt wird, erhält der so präziserte 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.

## Literatur

- Calvin, William; Bickerton, Derek  
2000 *Lingua ex Machina. Reconciling Darwin and Chomsky with the Human Brain*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Cassirer, Ernst  
1937 “Die Invarianten der Wahrnehmung und des Begriffs”. Repr., 1999. In: *Ernst Cassirer, Nachgelassene Manuskripte und Texte*. Hamburg: Meiner, 83–133.  
1938/44 “The Concept of Group and the Theory of Perception”. In: *Philosophy and Phenomenological Research*, 5(1); 1–36.  
1945 “Reflections on the Concept of Group and the Theory of Perception.” Repr., 1979. In: *Symbol, Myth and Culture. Essays and Lectures of Ernst Cassirer 1935–1945*. New Haven etc.: Yale University Press, 271–291.
- Chomsky, Noam  
1981 *Regeln und Repräsentationen*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Haken, Hermann  
1996 *Principles of Brain Functioning. A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition*. Berlin: Springer.
- Harris, Zellig S.  
1957 “Co-occurrence and Transformation in Linguistic Structure”. In: *Language*, 33; 283–340.
- Ihmig, Karl Norbert  
2003 “Cassirers Philosophie der Mathematik”. In: Sandkühler, Hans Jörg; Pätzold, Detlev (Hg.), *Kultur und Symbol. Die Philosophie Ernst Cassirers*. Stuttgart: Metzler, 232–247.
- Lakoff, George  
1987 *Women, Fire, and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind*. Chicago: Chicago University Press.

Leyton, Michael

- 1986 "Principles of Information Structure Common to Six Levels of the Human Cognitive System". In: *Information Sciences*, 38; 1–120.  
1992 *Symmetry, Causality, Mind*. Cambridge, Mass.: MIT Press.  
2001 *A Generative Theory of Shape*. Heidelberg: Springer.

Lorenz, Konrad

- 1978 *Vergleichende Verhaltensforschung. Grundlagen der Ethologie*. Wien: Springer.

Slodowy, Peter

- 1988 "Platonic Solids, Kleinian Singularities, Elementary Catastrophes, and Lie Groups". In: Petitot-Cocorda, Jean (Eds.), *Logos et théorie des catastrophes. A partir de l'œuvre de René Thom*. Genf: Patiño, 73–98.

Smolensky, Paul

- 1986 "Information Processing in Dynamical Systems: Foundations of Harmony Theory". In: Rumelhart, David E. et al. (Eds.), *Parallel Distributed Processing, Bd. 1: Foundations*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 194–282.

Stewart, Ian

- 1989 *Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos*. London: Penguin Books.

Thom, René

- 1983 *Mathematical Models of Morphogenesis*. New York: Wiley.

Wildgen, Wolfgang

- 1983 "Goethe als Wegbereiter einer universalen Morphologie (unter besonderer Berücksichtigung der Sprachform)". In: *Goethes Bedeutung für das Verständnis der Naturwissenschaften heute*. Bayreuth: Universitätsverlag, 235–277.  
1994 *Process, Image, and Meaning. A Realistic Model of the Meanings of Sentences and Narrative Texts*. Amsterdam: Benjamins.  
1998 *Das kosmische Gedächtnis. Kosmologie, Semiotik und Gedächtnistheorie im Werke von Giordano Bruno (1548–1600)*. Frankfurt: Lang.  
2003 "Die Sprache – Cassirers Auseinandersetzung mit der zeitgenössischen Sprachwissenschaft und Sprachtheorie". In: Sandkühler, Hans Jörg; Pätzold, Detlev (Hg.), *Kultur und Symbol. Die Philosophie Ernst Cassirers*. Stuttgart: Metzler, 171–201.  
2004 *The Evolution of Human Languages. Scenarios, Principles, and Cultural Dynamics*. Amsterdam: Benjamins.  
2006 "The dimensionality of text and picture and the cross-cultural organization of semiotic complexes." In: Köhler, Reinhard; Mehler, Alexander (Eds.), *Aspects of Automatic Text Analysis*. Berlin: Springer. [Im Druck]