

Kreativität - Musik, Zipf-Mandelbrot, S-Kurve Prognose Technische Information (hier bezug Kreativität)

ständiges **Wachstum** von Leistungen von

- Übertragung,
- Speicherung,
- Vervielfältigung,
- Rechentechnik

Daher langfristige **Tendenz**:

- fallender Preis/Bit
- steigende Geschwindigkeit Bit/s

Erzeugung neuer Information

ist ein **kreativer** Prozeß, nur vom Menschen geleistet

hat in den letzten hundert Jahren kaum zugenommen

Kreativität nach wie vor nicht systematisch zu steigern

im Mittel 1 Bit/Menschenleben!

Daher Widersprüche

Vorhandene Information nahezu beliebig zu vervielfältigen

kann dann in der Tendenz nicht mehr verloren gehen.

Wirklich neue Information ist extrem rar.

Entstehung von Information

Entsteht Information oder offenbart sie sich nur?

Eine *empfangene* Nachricht soll *verstanden* werden. Dazu muß sie ihren Sinn „offenbaren“,

d. h. an existierende Erfahrungen | Vereinbarungen anknüpfen

und gleichzeitig Wissen | Erfahrungen erweitern

Das Herstellen des Zusammenhanges | Einordnen | Verstehen ist dann eine Schöpfung

Dieser Vorgang ist nicht umkehrbar.

Kreativität

≈ Schöpferkraft, Fähigkeit Neues zu finden/schaffen

soll bevorzugt für Kunst und Wissenschaft gelten

dürfte aber in allen Gebieten

und nicht nur menschlicher Tätigkeit vorkommen

Was ist neu?

Wohl am besten im Patentwesen definiert

- formale Neuheit im Sinne des noch nie Dagewesenen
- Technischer Fortschritt, der dadurch erreichbar ist
- Originalität im Sinne von Erfindungshöhe

Zwang zur Kreativität

- Kreativität schafft ein individuelles Erfolgserlebnis, u. a. das Aha-Moment
- Kreative Menschen sind im Allgemeinen hoch geschätzt, begehrt

Voraussetzung zu kreativen Ergebnissen

- entstehen meist erst dann, wenn man sich oft über etwas geärgert hat
 - verlangen meist viel Wissen, Können und Erfahrung
 - Phantasie scheint eine wesentliche Grundlage zu sein
- gewöhnlich entsteht die Lösung im Unterbewußten

Ablehnung der Einführung kreativer Ergebnisse

- verlangt Abgehen vom Gewohnten, Eingeführten
- verändert gefestigte Situationen und Zustände
- kann zu Unsicherheiten, Instabilitäten führen

Deshalb werden nicht selten Killer-Phrasen dagegen angewendet (**s.u.**)

Folgerung

Wenn auch besonders kreative Menschen und Lösungen sehr selten sind,

gibt es irgendwo ein Optimum zwischen Tradition und kreativer Neuerung.

Doch fast immer wird zu wenig Kreativität wirksam

Zur Größenordnung der Kreativität

die drei Arten

- **subjektive** Kreativität: Ich bemerke, – z. B. als Aha-Erlebnis – daß ich eine neue Lösung gefunden habe. Daß ich davon Gebrauch mache, ist nicht erforderlich.

- **objektivierte** Kreativität: Die Idee wird im engem Fachkreis als wirklich neu bestätigt. Dies ist unabhängig von einer Nutzung, Anwendung, die Umsetzung kann sogar unerwünscht oder zerstörerisch sein. Auch Verbrecher sind kreativ!
- **absolute** Kreativität: Die Lösung wird weltweit als neu anerkannt, z. B. Patent wird erteilt, Publikation erfolgt in führender Zeitschrift. Dabei muß die Lösung zwar möglich aber durchaus nicht als nützlich oder wertvoll bezeichnet werden.

Abschätzungen der Kreativitätsrate

Zwei typische Fälle sind z. Z. möglich

- Mittelwerte über eine große Gruppe, eventuell die gesamte Menschheit
- Leistungen einzelner hochkreativer Persönlichkeiten

Aus vielen Beispielen folgt dann die Größenordnung in Bit/s bzw. Zeit für 1 Bit:

Typ	subjektiv	objektiviert	absolut
hochkreativ	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻² 12 Bit/d bis 1 Bit/min	10 ⁻⁷ bis 10 ⁻³ 120 Bit/d bis 15Bit/min	10 ⁻¹¹ bis 10 ⁻³ 3000 Bit/a bis 15Bit/min
Mittelwert	10 ⁻⁴ bis 10 ⁻³ 3 Bit/h bis 15 Bit/min	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁴ 12 Bit/d bis 3 Bit/h	10 ⁻⁹ bis 10 ⁻⁵ 30 Bit/a bis 1 Bit/d

Die **Evolution** erzeugte grob 3·10⁻⁹ Bit/s ≈ 0,1 Bit/a

Für die gesamte **Menschheit** gilt bisher im Mittel etwa 10 Bit/s

Typischer Erfahrungswert der **Rechentechnik**: 3 gültige Programmzeilen/Tag ≈ 2·10⁻⁴ Bit/s ≈ 1 Bit/h

Folgerungen aus der geringen Kreativität

- Betonung der Urheber ist immer erforderlich, z. B. Kunst „der Rembrandt“
- Entgegenreten von Killerphrasen
- systematische Förderung eines jeden Urhebers
- folgendes Verhältnis muß überdacht, beeinflusst, verändert werden

Information ist sehr schwer zu erzeugen, aber sehr leicht zu vervielfältigen

Killerphrasen

Ich bin nicht sicher, ob das meinem Chef gefällt.

Das ist viel zu ehrgeizig.

Uns fehlen die Voraussetzungen.

Es tat unrealistisch.

Es ist zu teuer.

Wir geraten damit in die Schußlinie.

Mich hat bisher niemand gefragt.

Wir haben kein Budget dafür.

Mir fehlt die Entscheidungskompetenz.

Dafür ist jemand anders verantwortlich.

Das funktioniert doch nie.

Das tat nicht mein Problem.

Das dauert viel zu lange.

Es ist hoffnungslos.

Wir können diese Chance gar nicht nutzen.

Das Tagesgeschäft geht vor.

Es ist zu kompliziert.

Was bringt uns das?

Dafür bekommen wir keine Unterstützung.

Das ist zu radikal.

Es ist zu politisch.

Wir haben noch keinen Konsens.

Das widerspricht der Unternehmenslinie.

Wir sind zu vielschichtig organisiert.

So wie wir es jetzt machen, ist es doch o. k.

Das ist gar nicht zu bewältigen.

Das ist gar nicht unsere Aufgabe.

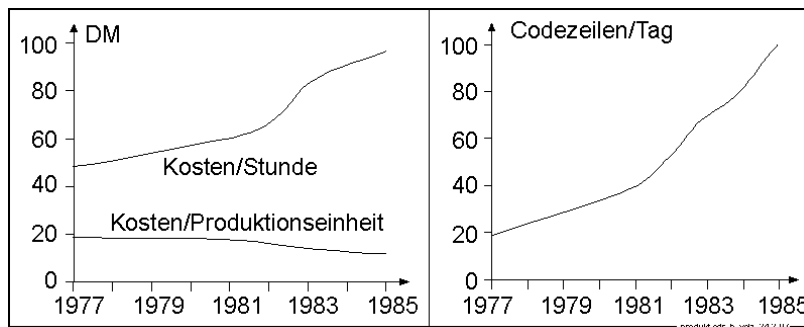
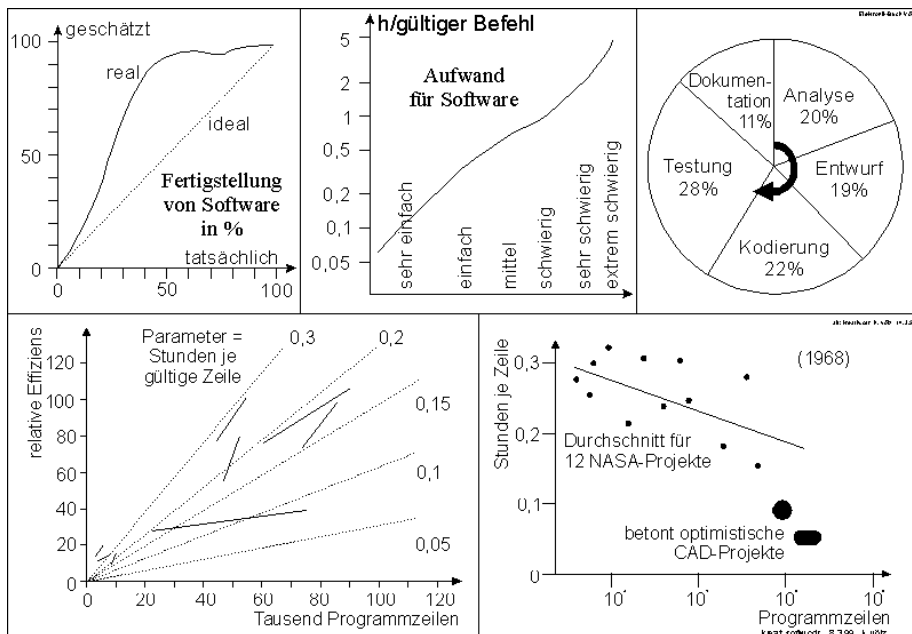
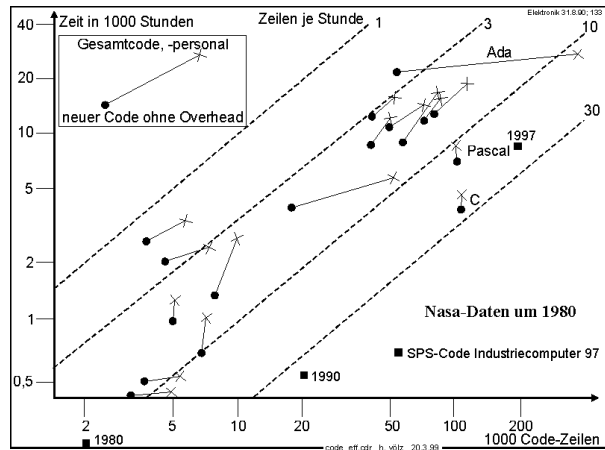
Das scheitert an der Bürokratie.

Uns fehlen die Leute.

Das haben wir schon mal ausprobiert.

Das verstößt gegen die Tradition

Darüber müssen wir noch eingehender nachdenken.
 Das soll mal erst eine andere Abteilung versuchen.
 Auf uns hört ja doch keiner.
 Das fällt der Sparpolitik zum Opfer.
 Das ist nur eine Modeerscheinung.
 Wir haben nicht genügend Zeit.
 Wir warten auf eine Richtlinie dafür.
 Das können wir nicht.
 Uns fehlt ein eindeutiges Mandat.
 Für diese Abteilung paßt das gar nicht.
 Vielleicht funktioniert es, vielleicht auch nicht.
 Bergauf läuft das nicht.
 So etwas haben wir noch nie getan.
 Damit sollten sich zuerst die Fachleute befassen.
 Dazu hat keiner den Mut.
 Ich bin ja sehr dafür, aber..
 Wer will diese Veränderung denn wirklich?
 Am Ende wird wieder nichts passieren.
 Das ist alles viel zu visionär.



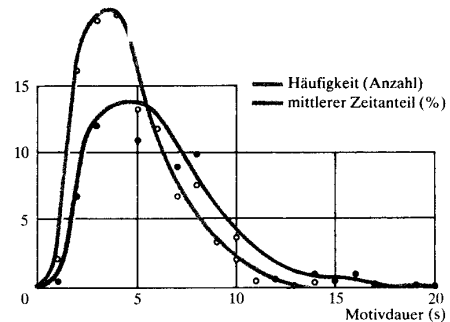
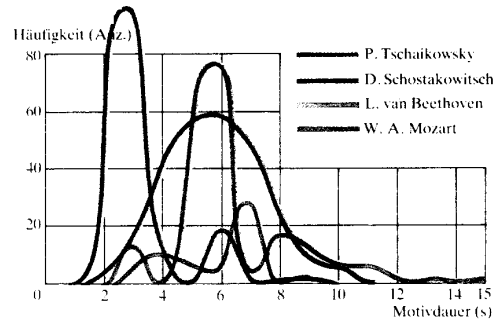
Musikanalyse

Heicking, Nitschke, Völz

betrifft die folgenden 35 Kompositionen von 24 Komponisten

- | | |
|-----------------|---|
| J. S. Bach | Air a. d. D-dur Suite |
| B. Bartok | 2. Satz a. d. Klavierkonzert Nr. 3 |
| L. v. Beethoven | Romanze F-dur für Violine und Orchester |
| | Sinfonie Nr. 3; 1. Satz |
| | Sinfonie Nr. 3; 2. Satz |
| H. Berlioz | Marsch aus Faust's Verdammung |

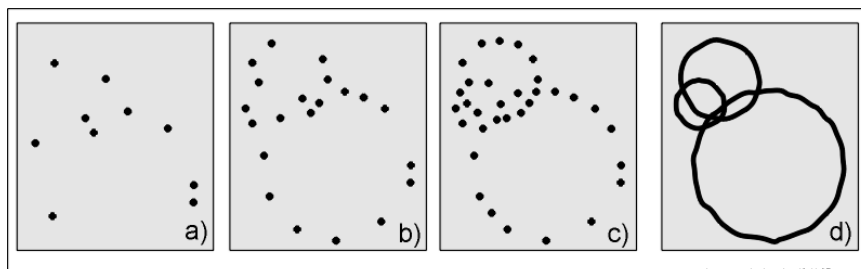
- | | |
|--------------------|---|
| J. Brahms | Sinfonie Nr. 1. 4. Satz |
| A. Bruckner | Sinfonie Nr. 6.; 1. Satz |
| Ch. W. Gluck | 1. Thema a. d. Ballettmusik „Reigen seliger Geister“ aus Orpheus und Euridike |
| P. Hindemith | Marsch u. Pastorale a. „Niblissima |
| Visionen“ | |
| G. Kochan | Sinfonia Serena, 1. Satz |
| W. A. Mozart | Klavierkonzert, 2. Satz |
| | Ouvertüre zu „Die Hochzeit des Figaro |
| | Ouvertüre zu „Don Giovanni“ |
| | Eine kleine Nachtmusik 1. Satz |
| | Eine kleine Nachtmusik 2. Satz |
| M. Mussorgski | Eine Nacht auf dem kahlen Berge |
| M. Ravel | Bolero |
| A. Scriabine | Prelude Nr. 13 a. opus 11 |
| D. Schostakowitsch | Sinfonie Nr. 7; 1. Satz |
| F. Schubert | Entr'acte Musik aus Rosamunde |
| | Scherzo B-Dur |
| R. Schunann | Aus „Kinderszenen“: „Träumerei“ |
| J. Strauß | Kaiserwalzer |
| | Ouvertüre z. Operette „Die |
| Fledermaus“ | |
| R. Strauß | Till Eulenspiegel |
| I. Strawinski | 1. Satz a. d. Ballett-Suite „Petroushka“ |
| P. I. Tschaikowski | Walzer a. d. Serenade für Streicher |
| | Sinfonie Nr. 5; 1. Satz |
| | Sinfonie Nr. 6; 3. Satz |
| R. Wagner | Vorspiel z. 3. Akt z. Oper „Lohengrin“ |
| | Tannhäuserouvertüre |
| | Vorspiel z. Oper „Die Meistersinger von Nürnberg“ |
| C. v. Weber | Ouvertüre zur Oper „Der Freischütz“ |
| R. Zechlin | 1. Satz a. d. Violinkonzert |



Bezüglich **Lernen und Musik** siehe Wieder Buch Kunst und Computer von mir. (Homepage).

Lernphasen

Phase	Wirkung	Beispiel
Verwirrung	Informationsflut ist zu groß, keine spürbare Rezeption möglich.	Musik aus unbekanntem Kulturkreis.
Wiedererkennung	Einige Strukturen sind erkannt und werden wiedererkannt. Dies bereitet Genuß.	Klassik gewohnter Hörer rezipiert unbekanntes Werk der Klassik.
Strukturierung	Strukturen und Verknüpfungen sind erkannt, gespeichert. Neues und ähnliches ist gut rezipierbar. Vergleich von aktuell Ablaufendem und Gespeichertem.	Rezeption eines Musikkenner, Analytisches Hören nach Adorno.



Thomas Mann: Doktor Faustus

Das Leben des deutschen Tonsetzers Adrian Leverkühn erzählt von einem Freunde, Aufbau Verlag Berlin 1952; S. 261/2

„Es geht auch so einfach nicht. Man müßte alle Techniken der Variation, auch die als künstlich verschrienen, ins System aufnehmen, also das Mittel, das einmal der Durchführung zur Herrschaft über die Sonate verhalf. Ich frage mich, wozu ich so lange unter Kretzschmar die alten kontrapunktischen Praktiken geübt und so viel Notenpapier mit Umkehrungsfugen, Krebsen und Umkehrungen des Krebses vollgeschrieben habe. Nun also, all das wäre zur sinnreichen Modifizierung des Zwölftönewortes nutzbar zu machen. Außer als Grundreihe könnte es so Verwendung finden, daß jedes seiner Intervalle durch das in der Gegenrichtung ersetzt wird. Ferner könnte man die Gestalt mit dem letzten Ton beginnen und mit dem ersten schließen lassen, dann auch diese Form wieder in sich umkehren. Da hast du vier Modi, die sich ihrerseits auf alle zwölf verschiedenen Ausgangstöne der chromatischen Skala transponieren lassen, so daß die Reihe also in achtundvierzig verschiedenen Formen für eine Komposition zur Verfügung steht, und was sonst noch für Variationsscherze sich anbieten mögen. Eine Komposition kann auch zwei oder mehrere Reihen als Ausgangsmaterial benutzen, nach Art der Doppel- und Tripelfuge. Das Entscheidende ist, daß jeder Ton darin, ohne jede Ausnahme, seinen Stellenwert hat in der Reihe oder einer ihrer Ableitungen. Das würde gewährleisten, was ich die Indifferenz von Harmonik und Melodik nenne.“

„Ein magisches Quadrat“, sagte ich. „Aber hast du Hoffnung, daß man das alles auch hören wird?“

„Hören?“ erwiderte er. „Erinnerst du dich an einen gewissen gemeinnützigen Vortrag, der uns einmal gehalten wurde, und aus dem hervorging, daß man in der Musik durchaus nicht alles hören muß? Wenn du unter ‚Hören‘ die genaue Realisierung der Mittel im einzelnen verstehst, durch die die höchste und strengste Ordnung, eine sternensystemhafte, eine kosmische Ordnung und Gesetzmäßigkeit zustande kommt, nein, so wird man's nicht hören. Aber diese Ordnung wird oder würde man hören, und ihre Wahrnehmung würde eine ungekannte ästhetische Genugtuung gewähren.“

Zipf-Mandelbrotsches Gesetz

Das ursprüngliche Zipfsche Gesetz geht auf Beobachtungen von **Estop** (1916) und George Kingsley **Zipf** (1902-1950; 1949) zurück und hat die einfache Form (auch harmonisches Gesetz genannt)

$$p(r) \approx \frac{K}{r}$$

Hierin bedeuten r den Rang des jeweiligen Wortes, K eine Konstante und p die Wahrscheinlichkeit (relative Häufigkeit). Zuweilen wird auch die **Konstante K** über die Anzahl der Klassen R eingefügt

$$p(r) \approx \frac{1}{r \cdot \ln(1,78 \cdot R)}$$

Aus allgemeiner Sicht für viele Elemente des System leitet **Voss** eine sehr ähnliche Beziehung ab

$$p(r) = \frac{1}{Z} \cdot \frac{e^{-\gamma \cdot r}}{r}$$

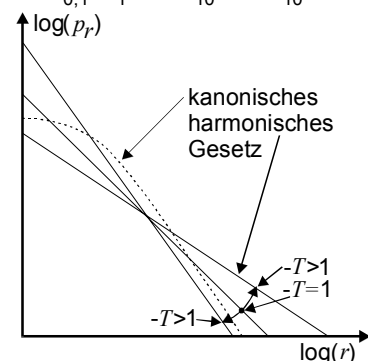
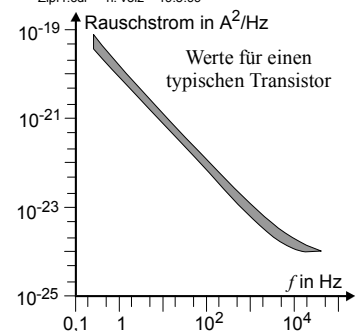
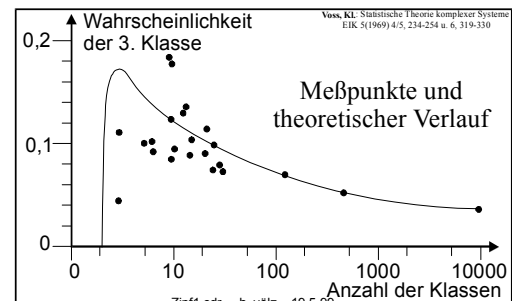
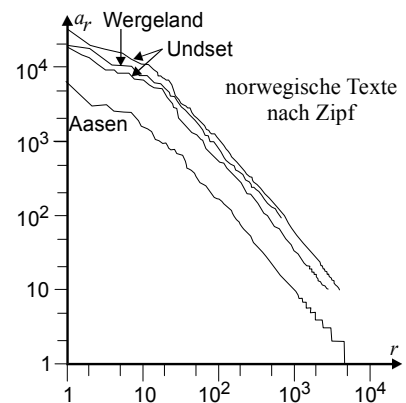
Darin sind Z und γ auffindbare (ableitbare) Konstanten. Hieraus können dann allgemeine Aussagen verschiedener Art gemacht werden. Interessant ist, daß so für den Wert des **dritten Ranges** eine Aussage erhalten wird, die nur von der Gesamtzahl der Ränge R abhängt

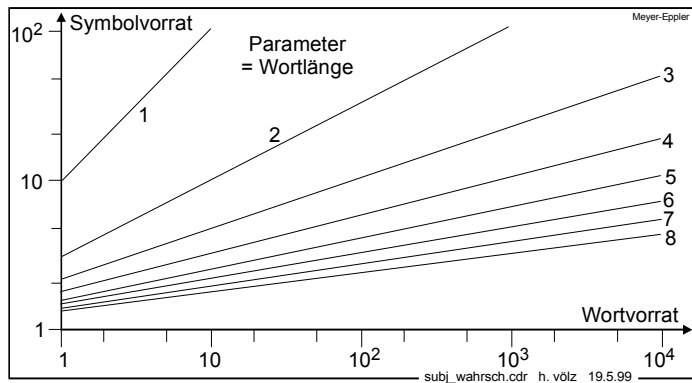
Es ist m. W. nicht geklärt, ob das überall in der Physik, Elektronik usw. beobachtete **1/f-Rauschen** auch hiermit im Zusammenhang steht. Schuster (S. 90) zählt hierzu allein zwanzig Beispiele auf.

Eine bessere Anpassung bei den Spracheigenschaften gelingt mittels der **Texttemperatur T** . Sie ermöglicht eine abweichende Steilheit zu berücksichtigen.

$$p(r) = K \cdot r^{-1/T}$$

Für einige Alphabete berechnete hierzu Völz (S. 219) folgende Werte: für Deutsch 0,46; 0,54; 0,66 bzw. 0,71; für Russisch 0,88; für Hebräisch 0,82; für Englisch 0,72; 0,77 bzw. 0,90





Schließlich führte Mandelbrot für die Erweiterung zum **kanonischen Gesetz** eine weitere Konstanten

$$r_0 = \frac{L}{L-1},$$

ein, welche den maximalen Rang R , hier Länge L berücksichtigt, und eine Korrektur des Verlaufs bei kleinen Rängen bewirkt.

$$p(r) = K \cdot (r + r_0)^{-1/T}$$

Literatur

- Estoup, J. B.:** Gammes sténographiques, Paris 1916
- Frank, H.:** Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Agis-Verlag, Baden-Baden, 1969
- Fucks, W.:** Mathematische Analyse von Sprachelementen, Sprachstil und Sprachen. Westdeutscher Verlag, Köln - Opladen 1955
- Hilberg, W.:** Die texturale Sprachmaschine als Gegenpol zum Computer. Sprache und Technik, Großbieberau 1990
- Hilberg, W.:** Das Netzwerk der menschlichen Sprache und Grundzüge einer entsprechend gebauten Sprachmaschine, ntz Archiv, 10 (1988) H. 6. S. 133-146
- Hyvärinen, L. P.:** Information Theory for Systems Engineers. Springer, Berlin- Heidelberg - New York 1970
- Mandelbrot, B. B.:** On the theory of word frequencies and on related Markovian models of discourse. In R. Jacobson (Hrsg.): Structures of language and its mathematical aspects (American Mathematical Society, New York, 1961)
- Mandelbrot, B.:** Linguistique statistique macroscopique I, In Piaget, J. (Hrsg.): Language et Théorie de l'information. Presses universitaires de France, Paris 1957
- Mandelbrot, B.:** structure formelle des textes et communication. Word 10(1954) 1-27
- Meyer, J.:** Die Verwendung hierarchisch strukturierter Sprachnetzwerke zur redundanzarmen Codierung von Texten. Dissertation TH Darmstadt 1960
- Meyer, J.:** Gilt das Zipsche Gesetz auch im Chinesischen, NTZ Archiv 11(1989), 1; 13-16
- Meyer-Eppler, W.:** Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie. Springer, Berlin - Heidelberg - New York, 1969
- Miller, G. A.:** Streifzüge durch die Psycholinguistik, Zweitausendeins 1993
- Moles, A.:** Information Theory and Esthetic Perception, University of Illinois Press, Urbana usw. 1968
- Schuster, H.G.:** Deterministisches Chaos, Verlag Chemie, Weinheim usw. 1994
- Vözl, H.:** Information I, Akademie Verlag, Berlin, 1982
- Voss, Kl.:** Statistische Theorie komplexer Systeme, EIK 5(1969) 4/5, 234-254 u. 6, 319-330
- Zipf, G. K.:** Human behaviour and the principle of heart effort. Addison-Wesley, Cambridge, Mass. 1949
- Zipf, G. K.:** The Psycho-biology of language. Mifflin, Houghten 1935

Zeichen - Wörter - Länge

gegeben seien:

- n Anzahl der Symbole in einer Sprache
 L größte mögliche Wortlänge
 R Anzahl der möglichen Wörter einer Sprache

Für die Länge $l \leq L$ existieren dann n^l Wörter. Also gibt es insgesamt

$$R = \sum_{l=1}^L n^l = n \cdot \frac{n^L - 1}{n - 1} \quad \text{oder} \quad R \approx n^L$$

unterschiedliche Wörter. Für die erforderlichen Symbole beim gegebenen Wortschatz R und der maximalen Wortlänge L gilt daher näherungsweise

$$\log(n) = \frac{\log(R)}{L}$$

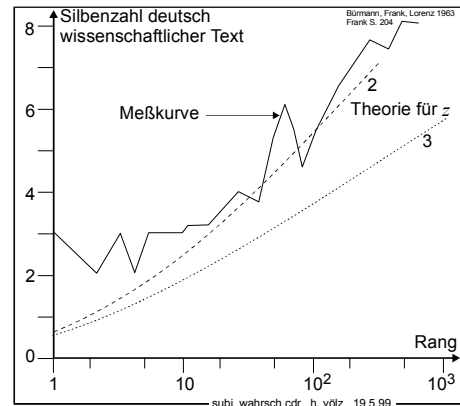
Sind dagegen nur der Wortschatz R und die Anzahl der Symbole n gegeben, so ist mindestens die Wortlänge

$$L \geq \left\lceil \frac{\log\left(\frac{n-1}{n} \cdot R + 1\right)}{\log(n)} \right\rceil \quad \text{also näherungsweise} \quad L \approx \left\lceil \frac{\log(R)}{\log(n)} \right\rceil$$

erforderlich, wobei die eckige Klammer bedeutet, daß die nächste ganze Zahl genommen wird.
 Als Beispiel sei angeführt, daß zu einer Sprache mit 30 000 Wörtern und einer Wortlänge von nur $L = 3$ bereits $n = 31$ Symbole genügen. Die entsprechenden Zusammenhänge zeigt das Bild graphisch

Zipf und Wahrscheinlichkeit

In der geschichtlichen Entwicklung einer Sprache werden häufig benutzte Wörter meist verkürzt. So sind die häufigsten Wörter meist einsilbig. Aber auch bei der Weiterentwicklung der Sprachen treten werden solche Mechanismen wirksam, z. B. Automobil zu Auto; Superheterodynempfänger zu Superhet zu Super, Laboratorium zu Labor, Lokomotive zu Lok, Omnibus zu Bus Transformator zu Trafo usw. Zusätzlich werden Abkürzungen gebildet und in den Sprachgebrauch übernommen, z. B. E-Werk, Laser, LED, Bit, Elko usw. Dadurch stellt sich immer wieder neu die typische Ordnung zwischen der Rangfolge der Wörter und ihren Längen ein. Sie ist von Helmar Frank (Bd. 1, S.204) experimentell an einem wissenschaftlichen Sammelband mit 10525 Wörtern untersucht (Bild). Hierzu gehört also auch der Erwartungswert der Silbenzahl in Sprachen (Frank I, 200ff; Völz I, 227ff). Es sei dazu l_r die Länge eines Wortes vom Rang r und p_r seine Wahrscheinlichkeit. Dann beträgt der Erwartungswert



$$l_{Erwartung} = \sum_R p_r \cdot l_r$$

Typische Werte sind also 2 bis 3 Silben

Zipf und Entropie

Eine oft brauchbarere Näherung für das Zipfsche Gesetz lautet

$$p(r) \approx \frac{1}{r \cdot \ln(N)} \text{ für } r > 1$$

Darin bedeuten r den Rang; N Anzahl der Klassen und p die Wahrscheinlichkeit. Hieraus leitet u.a. Meyer-Eppler (S.112) die Entropie

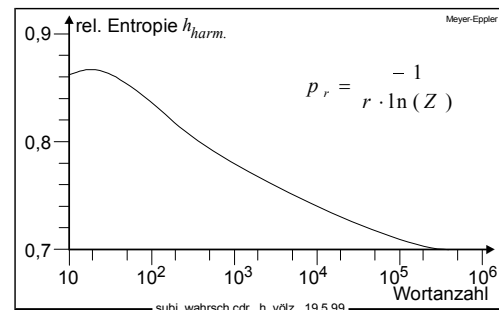
$$H \approx \frac{\text{ld}(N)}{2} + \text{ld}(\ln(N))$$

für die relative Entropie folgt dann

$$h = \frac{H}{\text{ld}(N)} \approx \frac{\text{ld}(\ln(N))}{\text{ld}(N)} + \frac{1}{2}$$

Diesen Verlauf zeigt das Bild
 Mit der ursprünglichen Formel von

$$p(r) \approx \frac{1}{r \cdot \ln(1,78 \cdot R)}$$



berechnet dagegen Schroeder (Fraktale usw. Spektrum, 41) folgende ähnliche Entropie:

$$H \approx \frac{1}{2} \cdot \text{ld}(2 \cdot N \cdot \ln(2 \cdot N)) \text{ in Bit/Wort}$$

Bei 12 000 verschiedenen Wörtern folgt $H \approx 9$, bei 30 000 $H \approx 11,5$ Bit/Wort.

Auch **Voss** liefert hierzu einen Beitrag. Er geht von N willkürlich festgelegten Klassen aus und gewinnt aus seinem allgemeinem Gesetz für die relative Entropie aus praktischen Beispielen für typische Fälle bei Sprachen Werte zwischen 0,83 und 0,88. Für soziologische Systeme erhält er Werte zwischen 0,8 und 0,9.

Beispiele für das Zipfsche Gesetz

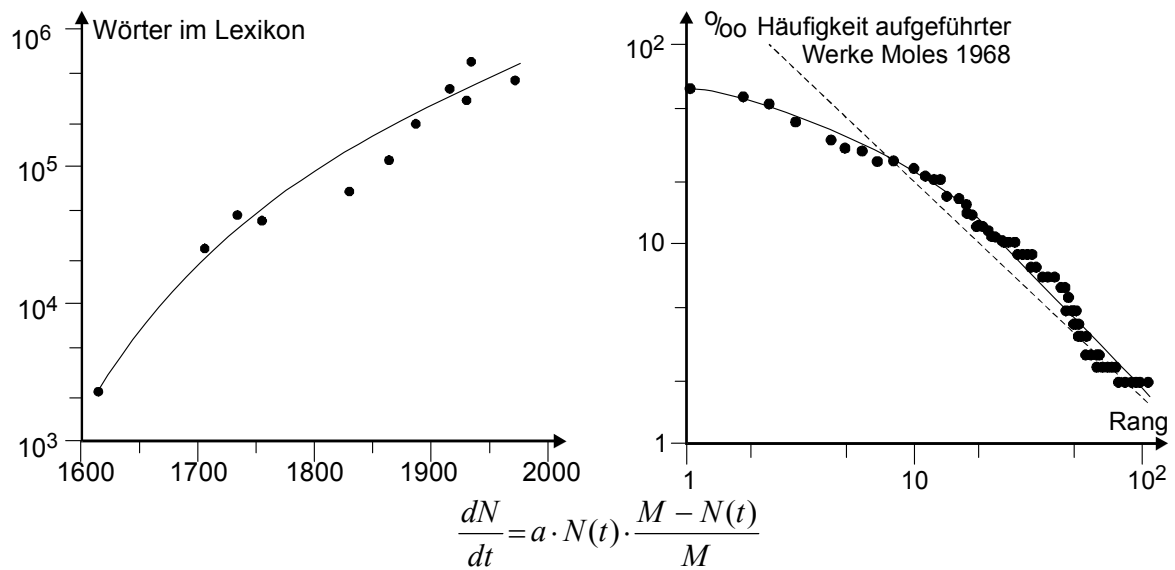
Bundshaushalt 1968: Verteidigung 22,3%; Sozialministerium 20,7; Finanzverwaltung 13,8%; Verkehr 9,9%; Ernährung 6,7%; Bundesschuld 4,1%; Versorgung 4,0%; Familien 3,5%; wirtschaftliche Zusammenarbeit 2,5%; Wiss. Forschung 2,3%; Innenministerium 2,0%; Wirtschaft 1,3%; Sonstiges 6,9%.

Berufe in der DDR 1967 in % nach zwei Quellen: Fachverkäufer 8,2 9,12; Schlosser 7,5 9,12; Maurer 5,3 5,58; Elektromonteur 4,2 3,99; Dreher 3,8 3,11; Agrotechniker 2,5 2,54; Stenotypistin 2,1 2,14; Friseur 1,7 1,85; Verkehrsarbeiter 1,6 1,63; Krankenschwester 1,6 1,45; Rinderzüchter 1,5 1,32; Maschinenbauer 1,4 1,2; Maler 1,3 1,1; Koch 1,3 1,02; Gärtner 1,0 0,95; Techn. Zeichner 1,0 0,89.

S-Kurven für Prognosen

S-Kurve leitet sich aus der Verhulst-Gleichung ab. Die Änderung der Anzahl $dN(t)/dt$ ist proportional zu:

- Geschwindigkeitskonstanten a
- aktuellen Anzahl $N(t)$ und
- noch verfügbaren relativen Ressourcen $[M - N(t)]/N(t)$



M ist die maximal verfügbare Ressource = Maximum von $N(t)$
 Durch Integration folgt mit einer Integrationskonstanten b für den zeitlichen Startpunkt

$$N(t) = \frac{M}{1 + e^{-(a \cdot t + b)}}$$

Durch Auflösen nach $N(t)$ und Logarithmieren folgt die S-Kurve

$$\log \left(\frac{N(t)}{M - N(t)} \right) = a \cdot t + b$$

vgl.: Modis, T.: Die Berechenbarkeit der Zukunft; Birkhäuser; Basel - Boston - Berlin, 1994
 Enthält viele Beispiele zu **S-Kurven** und Produktionszyklen.
 Ungefähre Anzahl der **Wörter in einigen Lexika** aus Miller

Autor/Herausgeber	Kurztitel	Jahr	Wörterzahl
Robert Cawdrey	Table Alphabeticall	1604	2500
John Kersey	New English Dictionary	1702	28000
Nathan Bailey	Dictionarium Britannicum	1730	48000
Samuel Johnson	Dictionary	1755	40000
Noah Webster	American Dictionary	1828	70000
Noah Porter	Dictionary of English	1864	114000
William D. Whitney	Century Dictionary	1891	200000
Isaac K. Funk	New Standard Dictionary	1913	450000
James A. H. Murray	Oxford English Dictionary	1928	400000
William A. Neilson	Webster's New International	1934	600000
Philip B. Gove	Webster's Third New International	1961	450000

Moles: 1968 S. 28-29 Tabelle der Häufigkeiten der **Aufführung von Komponisten** in %

1	Mozart	6.1	35	D. Scarlatti	0.85	69	Gershwin	0.3
2	Beethoven	5.9	36	Franck	0.7	70	Lully	0.3
3	Bach	5.9	37	Gounod	0.7	71	Suppe	0.3
4	Wagner	4.2	38	Vaughan Williams	0.7	72	A. Thomas	0.3
5	Brahms	4.1	39	Bizet	0.65	73	Bloch	0.25
6	Schubert	3.6	40	Couperin	0.65	74	Delibes	0.25
7	Handel	2.8	41	Mahler	0.6	75	Glazounov	0.25
8	Tchaikovsky	2.8	42	Rameau	0.6	76	Glinka	0.25
9	Verdi	2.5	43	St. Saens	0.6	77	Graiiados	0.25
10	Haydn	2.3	44	Massenet	0.6	78	Gretehaninoff	0.25
11	Schumann	2.1	45	Donizetti	0.55	79	Khatchaturian	0.25
12	Chopin	2.1	46	De Falla	0.45	80	Hindemith	0.25
13	Liszt	1.75	47	Scriabin	0.45	81	Lalo	0.25
14	Mendelssohn	1.75	48	Meyerbeer	0.45	82	Leoneavallo	0.25
15	Debussy	1.7	49	Gluck	0.45	83	Josquin des Pres	0.25
16	Wolf	1.65	50	Paganini	0.45	84	Poulenc	0.25
17	Sibelius	1.6	51	Milhaud	0.45	85	Orlandus Lassus	0.25
18	R. Strauss	1.4	52	Bartok	0.4	86	Boccherini	0.25
19	Moussorgsky	1.3	53	Borodin	0.4	87	Bellini	0.25
20	Dvorak	1.3	54	Bruckner	0.4	88	Telemann	0.2
21	Stravinsky	1.3	55	Vivaldi	0.4	89	Pergolesi	0.2
22	Fauré	1.2	56	Elgar	0.4	90	Enesco	0.2
23	J. Strauss	1.2	57	Mascagni	0.4	91	J. C. Bach	0.2
24	Snietana	1.1	58	Offenbach	0.35	92	P. E. Bach	0.2
25	Rachmaninoff	1.0	59	Palestrina	0.35	93	A. Berg	0.2
26	Purcell	1.0	60	Monteverdi	0.35	94	Bruch	0.2
27	Puccini	1.0	61	Shostakovitch	0.35	95	Britten	0.2
28	Grieg	0.95	62	Schönberg	0.35	96	Corelli	0.2
29	Weber	0.95	63	Walton	0.35	97	Busoni	0.2
30	Prokofiev	0.95	64	Honegger	0.35	98	Dukas	0.2
31	Berlioz	0.95	65	Albaniz	0.3	99	Ponehielli	0.2
32	Rossini	0.95	66	Buxtehude	0.3	100	Tartini	0.2
33	Ravel	0.95	67	Chabrier	0.3	150	Others (1 work each)	6.0
34	Rimski-Korsakov	0.85	68	Delius	0.3			

