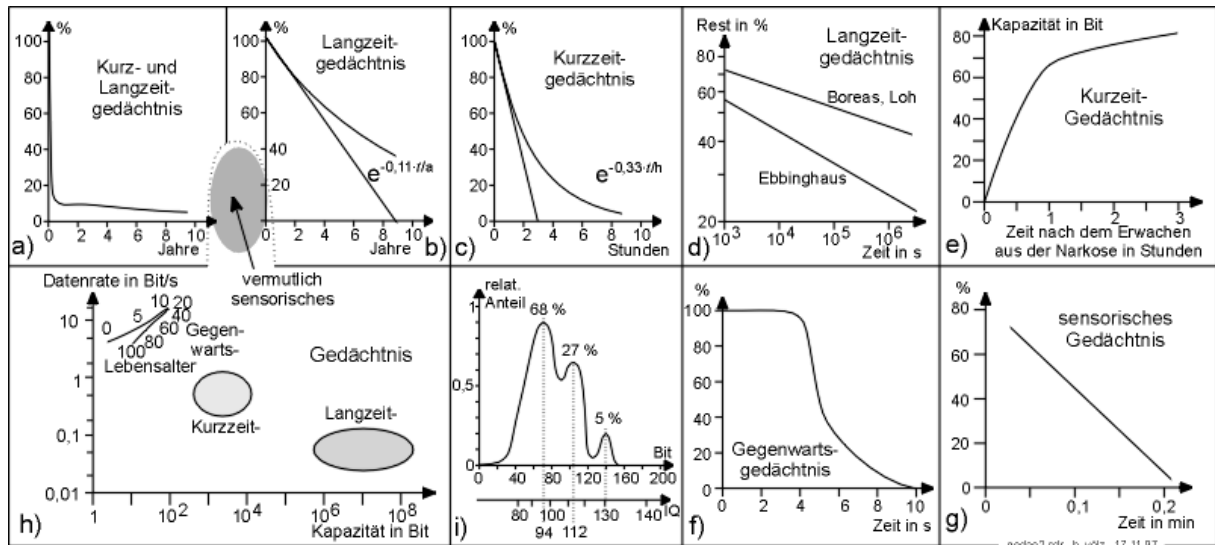


# Gedächtnis

Offensichtlich übernimmt der Mensch Informationen in sein Gedächtnis. Er sammelt z.B. Erfahrungen und Wissen, lernt Gedichte und vieles andere mehr. Was lag da näher, als auch diese Prozesse einer informationstheoretischen Analyse zu unterziehen. Hierbei mußten die Probanden - so heißen die Versuchspersonen in der Psychologie - sinnlose Silben und lange Zufallszahlen auswendig lernen. Das Ergebnis des Lernens und Vergessens ließ sich dann gut am jeweils Gewußten überprüfen. Die mühevoll daraus gewonnenen Fakten zeigten, daß wir über drei Gedächtnisabschnitte verfügen, die in komplexer Weise zusammenwirken.

Dies sind die dabei gewonnenen Daten. Teilbild i zeigt, daß es eine gewisse Populationsabhängigkeit bezüglich „Intelligenz“ und Gegenwartsgedächtnis existieren könnte.



Das erste Teilgedächtnis wollen wir Gegenwartsgedächtnis nennen. Durch seine Leistungsfähigkeit hören wir einen Satz als Einheit und können die Schläge einer Kirchturmuhren auch nach ihrem Verklängen zählen. Es besitzt demgemäß eine Zeitdauer von rund 10 Sekunden, die wir in ihrer Gesamtheit als aktuelle Gegenwart empfinden. Zu lange Sätze, wie sie bestimmte Redner bewußt, um Spannung hervorzurufen, benutzen, sind dann, insbesondere wenn von der im Deutschen üblichen verbalen Klammer Gebrauch gemacht wird, nicht mehr zu verstehen. Es werden einfach diese 10 Sekunden überschritten. Hierzu Beispiele

Heinrich von Kleist; Michael Kohlhaas; 4. Satz zu Beginn

*Er ritt einst, mit einer Koppel junger Pferde, wohlgenährt alle und glänzend, ins Ausland und überschlug eben, wie er den Gewinnst, den er auf den Märkten damit zu machen hoffte, anlegen wollte - teils nach Art guter Wirte auf neuen Gewinnst, teils aber auch auf den Genuß der Gegenwart -, als er an die Elbe kam und bei einer stattlichen Ritterburg, auf sächsischem Gebiete, einen Schlagbaum traf, den er sonst auf diesem Wege nicht gefunden hatte.*

Schneider, W.: Deutsch für Profis; Hamburg 1991 S. 96 aus: c't (1993), 10, 45

*Denken Sie, wie tragisch der Krieger, der die Botschaft, die den Sieg, den die Athener bei Marathon, obwohl sie in der Minderheit waren, nach Athen, das in großer Sorge, ob es die Perser nicht zerstören würden, schwebte, erfochten hatten, verkündete, brachte, starb.*

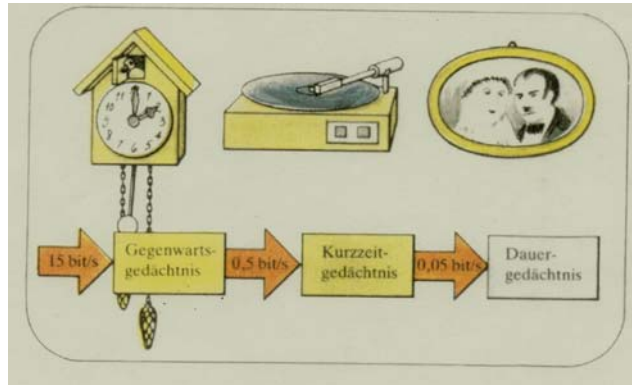
Den längsten Satz hat Victor Hugo in "Les Misérables" mit 823 Wörtern verfaßt

Analysiert man die experimentellen Werte weiter, so folgen noch zwei Daten: Der maximal mögliche Informationsfluß zum Gegenwartsgedächtnis beträgt rund 15 Bit/s und seine Speicherkapazität etwa 150 Bit.

Vom Gegenwartsgedächtnis wird ein Teil der Information dann zum folgenden Kurzzeitgedächtnis weitergeleitet. Es verfügt nämlich nur über eine Zuflußrate von 0,5 Bit/s. Dies bedeutet, daß etwa nur ein Dreißigstel der bewußt wahrgenommenen Information in das Kurzzeitgedächtnis gelangen kann. Weiter zeigte sich, daß seine Kapazität nur rund zehnmal so groß ist, also etwa 1500 Bit beträgt.

Vergleicht man diese beiden Zahlen, dann erkennt man eine Zeitdauer von rund 50 Minuten. In dieser Zeit könnte also das Kurzzeitgedächtnis voll mit Information angefüllt sein. Es ist auch hier ohne die Informationstheorie kaum zu erklären, warum unsere Vorfahren die Stundeneinteilung gewählt haben, denn die 24 taucht in keinem anderen Zusammenhang auf. Die Vermutung liegt also nahe, daß sie intuitiv auf diese recht bedeutsame Zeitspanne Bezug nahmen. Auffällig ist weiter, daß noch genauer die Schul- und Vorlesungsstunden auf diesen Wert festgelegt sind. Vielleicht ist es gar kein schlechter Witz, wenn man davon spricht, daß ein Professor über alles reden darf, nur nicht über eine Stunde.

Schließlich gelangt die Information in unser Dauergedächtnis. Wie schon der Name sagt, bleibt sie hier so lange beständig, wie wir leben. Der Informationsfluß in dieses Gedächtnis beträgt jedoch nur 0.05 Bit/s, also ein Dreihundertstel dessen, was wir bewußt mit dem Gegenwartsgedächtnis wahrnehmen. Zuweilen wurden und werden in der Literatur für dieses Gedächtnis riesengroße Zahlenwerte genannt. Heute ist jedoch sichergestellt, daß seine bewußt nutzbare Kapazität zwischen einer und einhundert Millionen Bit liegt.



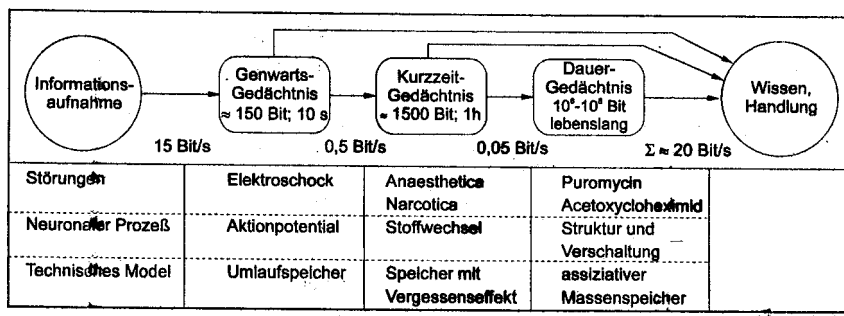
Die ist ein anschauliches Bild aus dem o. g. Buch. Besser ist die folgende Tabelle

### Modell menschliches Gedächtnis

hat primär nichts mit Denken und Verhalten zu tun!

Gedächtnis	Gegenwarts-	Kurzzeit-	Langzeit-
Kapazität in Bit	150	1500	$10^6 \dots 10^{10}$
Zuflußrate in Bit/s	15	0,5	0,05
Auffüllzeit	ca. 10 s	ca. 1 h	lebenslang
Halbwertszeit	ms ... s	ca. 20 min	entfällt
Störungen werden ausgelöst durch	Elektroschock	Anästhetika, Narkotika	Puromycin
Für Speicherung wesentlich	Aktionspotential	Stoffwechsel	Struktur und Verschaltung
Technisches Denkmodell	Umlaufspeicher	exponentielles Vergessen	assoziativer Massenspeicher

Ein Bild zeigt dies ähnlich



Angesichts heute schon vorhandener technischer Speicher mit vielen Milliarden Bit ist dieser Wert erstaunlich klein. Es seien daher zwei Beispiele für diesen relativ kleinen Wert angeführt: selbst wenn wir 100 Jahre pausenlos, also Tag und Nacht die 0,05 Bit/s aufnehmen, ergeben sich erst rund 150 Millionen Bit !

Es gibt das Spiel „Begrifferraten“. Man kann sich dabei, wie die Praxis zeigt, noch so komplizierte Begriffe vorstellen, sie werden praktisch immer mit rund 20 Ja/Nein-Fragen zu erraten sein. Da  $2^{20}$  grob eine Millionen ist, könnte auch dies eine Hinweis auf die Speicherkapazität unseres Dauergedächtnisses sein.

Anfangs waren alle genannten Werte recht umstritten, heute werden sie aber im wesentlichen von allen Fachleuten akzeptiert. Dabei ist beachtlich, daß die Zahlenwerte für unser Gegenwartsgedächtnis nahezu

unabhängig vom Alter und der Intelligenz sind. Hierzu muß aber betont werden, daß alle Werte vorrangig für Informationen gültig sind, die keinen Inhalt besitzen bzw. in keinen Kontext zu bekannten Fakten stehen. Andererseits ist jedoch die Strukturierung der komplexen Information in unserem Dauergedächtnis wesentlich für unsere geistigen Leistungen, sie erfolgt erfahrungsgemäß sekundär. Die Aufnahme neuer Information hängt stark davon ab, wieweit sie an schon vorhandene Information anzukoppeln ist.

Inzwischen haben die Neurowissenschaften viel Licht in Details der Gedächtnisabläufe gebracht. Danach laufen die Prozesse aller drei Gedächtnisse an jedem einzelnen Neuron ab (Bild nächste Seite). Ganz im Gegensatz zu technischen Speichern gibt es also keinen bestimmaren Ort für eine Information. Sie ist über sehr viele Neuronen verstreut abgelegt.

Stark vereinfacht gesagt funktioniert unser Gegenwartsgedächtnis dadurch, daß eine größere Anzahl von Neuronen aktiviert ist. Die Auswahl der jeweiligen Neuronen hängt in noch nicht bekannter Weise von Inhalt der Information ab.

Bei etwa unveränderter Information bildet sich dann das Kurzzeitgedächtnis als so etwas wie ein Trampelpfad aus. Die angeregten Neuronen müssen dabei für ihre Aktivierung Proteine produzieren. Dieser Prozeß hat aber eine Halbwertszeit von rund 20 Minuten. Wenn die Aktivierung zur Proteinbildung in Gang gekommen ist, kann sie folglich nicht sofort wieder aufhören. Der Trampelpfad ist ausgetreten und damit leichter begehbar.

Wird auch diese Information wiederholt, muß etwas Neues auftreten. Es wird vermutet, daß es dann zur verstärkten Kopplung der Neuronen durch größere oder neue Synapsen kommt. Vereinfacht ausgedrückt, die „Verschaltung“ der Neuronen verändert sich, und sie ist die Grundlage des Dauergedächtnisses.

Daher die seltsam anmutende Frage: Was nutzt dem Bräutigam das Schaltbild des Gehirns seiner Braut? Es ist einmal so komplex, daß selbst mit den Mitteln der heutigen Siliziumtechnik in der Mikroelektronik dafür eine Fläche, wie sie die Insel Rügen besitzt, gerade ausreichen würde. Diese Komplexität ist für den Bräutigam unüberschaubar. Andererseits wird die Struktur durch Lernen und Erlebnisse so stark verändert, daß er auch nicht abzusehen vermag, wie sie sich entwickelt.

Im allgemeinen existieren bei technischen Speichern definierte Orte für die verschiedenen Informationen. Beim Gehirn ist dies anders. Wenn z.B. infolge Krankheit bestimmte Hirngebiete ausfielen oder operativ entfernt werden mußten, konnte nie festgestellt werden, daß der betroffene Mensch dadurch etwas Bestimmtes nicht mehr wußte. Das gesamte Wissen scheint also gleichmäßig über das Gehirn verteilt zu sein. Jedoch existieren ganz wenige Spezialisierungen. Sie betreffen z.B. die sensorischen und motorischen Leistungen, die Sprache oder größere komplexere Leistungen. Insbesondere besteht eine Spezialisierung zwischen der rechten und linken Großhirnhälfte.

Das menschliche Gedächtnis behält sehr viel, ist folglich aber keine Datenbank. Erinnerungen lassen sich zuweilen nicht direkt abrufen. Sie werden dann eher durch nebensächlichsten Dinge, wie zufällige Bilder, Melodien oder kaum wahrnehmbare Gerüche ausgelöst. Sie sind daher auch kaum statisch, sondern leben und entfalten sich. Lernen erzeugt Gedächtnis. Denken beruht auf Benutzung des Gedächtnisses, d.h. auf der Suche in Gedächtnisinhalten.

Auf eine 4000 Jahre alten Papyrus steht. „Ein Mensch ist vergangen und sein Leib zu Erde geworden ... Es ist allein die Schrift, welche die Erinnerung an ihn zu bewahren vermag“. Aber Andererseits tötete die Bücherverbrennung von 1933 keinen Gedanken.

An Gegenständen sind Spuren des Gebrauchs gespeichert, wichtige Hinweise auf seine Anwendung. Wie wichtig die Mythologie das Vergessen hielt, zeigt u.a. Trank des Vergessens bevor man in die Unterwelt gelangt (Z. B. Euphigenie) oder bezüglich Hagen, z.B. in Wagners Ring.

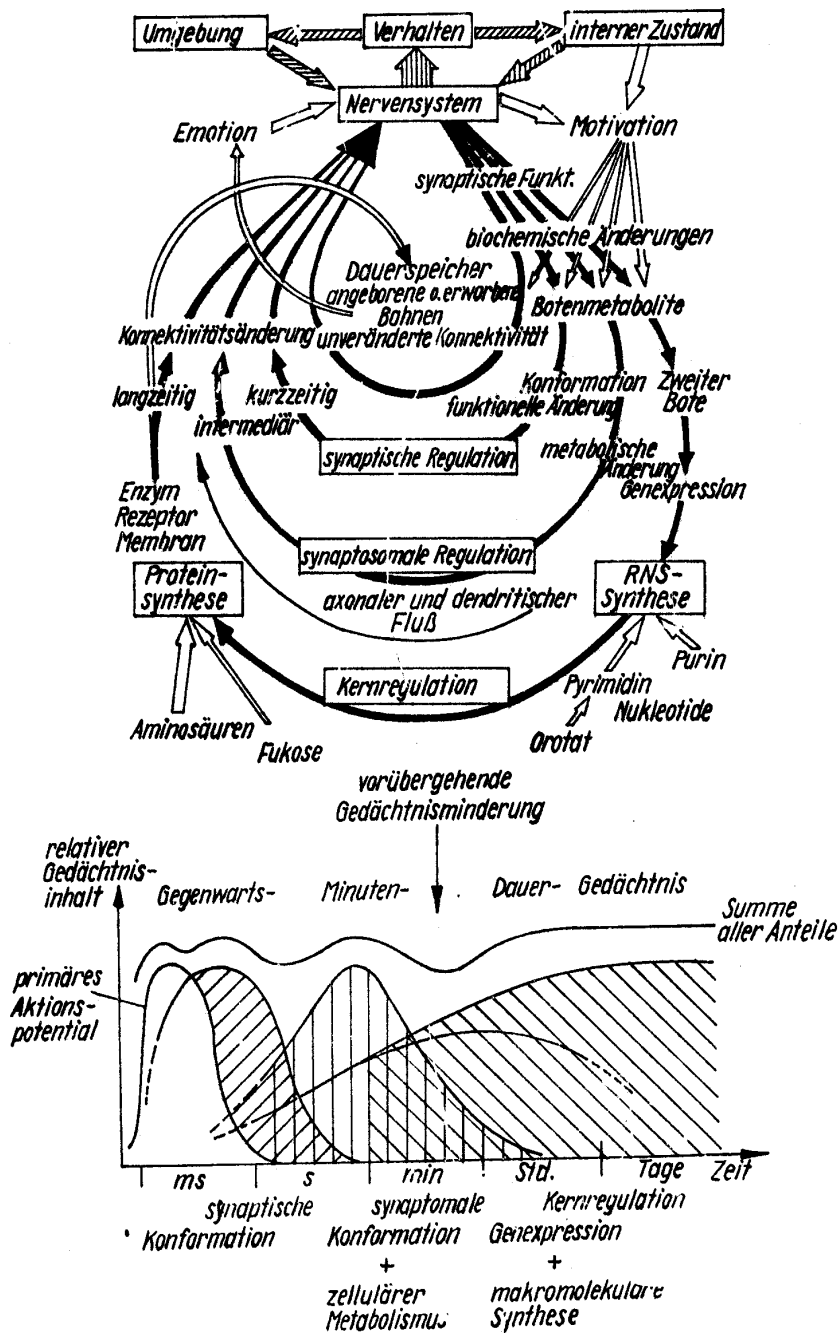
Erst in den letzten Jahren ist bekannt geworden, daß die bisherigen Ausführungen nur für verbal Erfassbares gelten. Bei Bildern zeigt sich ein deutlich anderes Verhalten ab (Bild S. 6). Wichtig insbesondere für das Gegenwartsgedächtnis ist der Hippocampus.

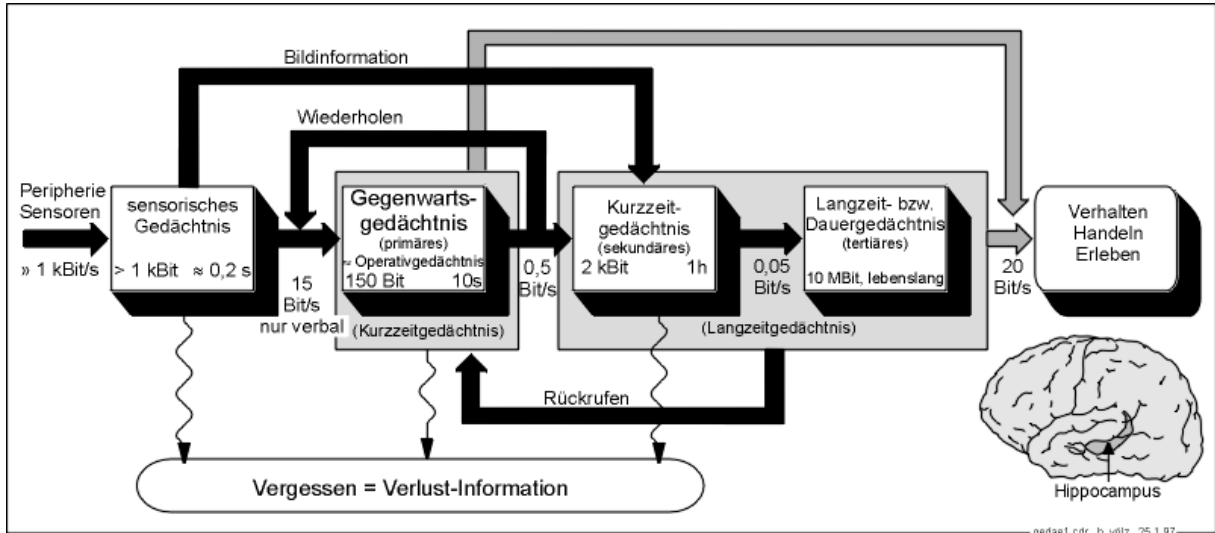
Experimentell werden die Werte des Gegenwartsgedächtnisses meist mit sinnlosen Silben oder zufälligen Zahlenfolgen bestimmt. Bezüglich des Zeiteinflusses ergibt sich der Verlauf gemäß Abb. 4.56b. Links steht ein Bild, welches zeigt, wie Neurobiologen und Physiologen die Zusammenhänge betrachten

Es gibt aber auch alte, heute nicht mehr gültige Abschätzungen. Hier einige Auszüge:

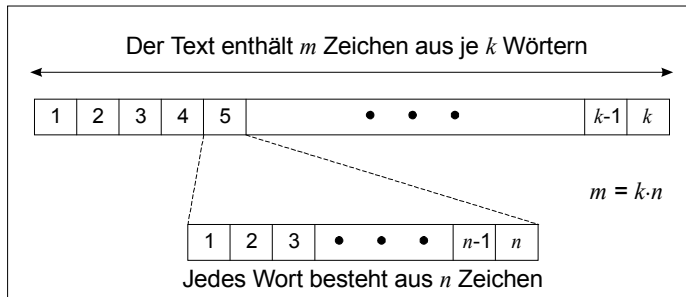
J. v. NEUMAN ging von einem Standardrezeptor mit 14 Bit/s aus und multiplizierte diesen Wert mit  $10^{10}$  Nervenzellen und den  $2 \cdot 10^9$  Sekunden eines 60jährigen Lebens. So kam er auf einen Wert von etwa  $2,8 \cdot 10^{20}$  Bit. Ein ähnlicher Wert wird auch wie folgt erreicht. Es werden  $2,5 \cdot 10^{10}$  Neuronen und eine mittlere Impulsrate von 15 Impulsen je Sekunde angenommen. Bei einem 60jährigen sind dann etwa  $7 \cdot 10^{20}$  Impulse erfolgt. Werden je Impuls 0,15 Bit gerechnet, so ergeben sich etwa  $10^{20}$  Bit. ZEMANEK nimmt einen Informationsfluß von etwa 50 Bit/s, ein Alter von 50 Jahren und 16 Stunden Informationsaufnahme je Tag an, dann folgen  $5 \cdot 10^9$  Bit. KÜPFMÜLLER geht von etwa 50000 Worten deutscher Sprache aus. Sie benötigen ca.  $1,5 \cdot 10^6$  Bit. Für den Satzbau schätzt er nochmals  $4 \cdot 10^5$  Bit ab. Unter Hinzufügung von Werten für die Rechtschreibung, das Sprechen usw. kommt er auf einen Wert von  $4 \dots 5 \cdot 10^6$  Bit. Unter Berücksichtigung dessen, daß ein Spezialist ca. 10 Sprachen beherrscht, dürfte die Kapazität bei  $4 \dots 5 \cdot 10^7$  Bit liegen. Zuweilen wird auch angenommen, daß etwa 10 Neuronen einem Bit entsprechen, dann ergeben sich etwa  $3 \cdot 10^8$  Bit bei  $3 \cdot 10^9$  Bit für den Cortex. Hier sollen nicht alle möglichen Wege weiter behandelt werden. Als relativ gesicherter Bereich für unser intellektuelles Gedächtnis (also unter Ausschluß von Verhaltensroutinen und Steuerung lebenswichtiger Prozesse usw.) dürfte nach heutiger Erkenntnis ein Wert von  $10^6 \dots 10^8$  Bit gelten. Dies erscheint auf den ersten Blick

sehr wenig, vor allem dann, wenn mit bereits heutigen technischen Speichern verglichen wird. Dennoch dürften diese Werte richtig sein, da wir ja das wenigste rein mechanisch und als Daten lernen, sondern viel mehr Wissen aus wenigen Daten und Fakten über ebenfalls z. T. gelernte Regeln rekonstruieren können. Es gibt jedoch noch keinen Anhaltspunkt dafür, wieviel Wissen als Fakten und wieviel mittels Regeln daraus abgeleitet wird und damit indirekt gespeichert vorliegt. Wir wissen aber sehr gut, wie die Daten bei uns zusammenzuschumpfen scheinen, wenn wir wieder einmal Zusammenhänge erkannt haben und durch das „Aha-Erlebnis“ beglückt werden.





Eine Anwendung der Ergebnisse führt zum Begriff Superzeichen, der von Felix Cube eingeführt wurde. Ein Text sei gemäß dem folgenden Bild aufgebaut, z.B. aus siebenstelligen Telefonnummern



Wortlänge	Gruppen- größe
6 (5,44)	2
23 (22,2)	3
81 (80,3)	4
273	5
891	6
2824	7
8773	8
26829	9
81031	10

Dann besitzt jedes Wort eine Einzel-Entropie (gleichverteilt = statt  $\approx$ )

$$H_1 \approx n \cdot \text{ld}(n)$$

Alle Wörter liefern folglich

$$H_2 \approx m \cdot \text{ld}(n)$$

Wörter können auch zu einem Text zusammengefügt werden. Dafür gilt

$$H_3 \approx k \cdot \text{ld}(k)$$

Beides zusammen ergibt wegen  $k = m/n$

$$H_{\text{total}} \approx m \cdot \text{ld}(n) + \frac{m}{n} \cdot \text{ld}\left(\frac{m}{n}\right)$$

Dieser Wert besitzt ein Minimum für

$$m = n \cdot e^{n-1}$$

Hieraus leitet sich eine optimale Gruppenbildung im Sinne von Superzeichen nach der Tabelle ab.

Eine Einordnung des Gedächtnisses in die Sensorik und Motorik ist das Organogramm von Helmar Frank (siehe nächste Seite).

Aus den Gedächtnisdaten, läßt sich einiges zur Kreativität ableiten

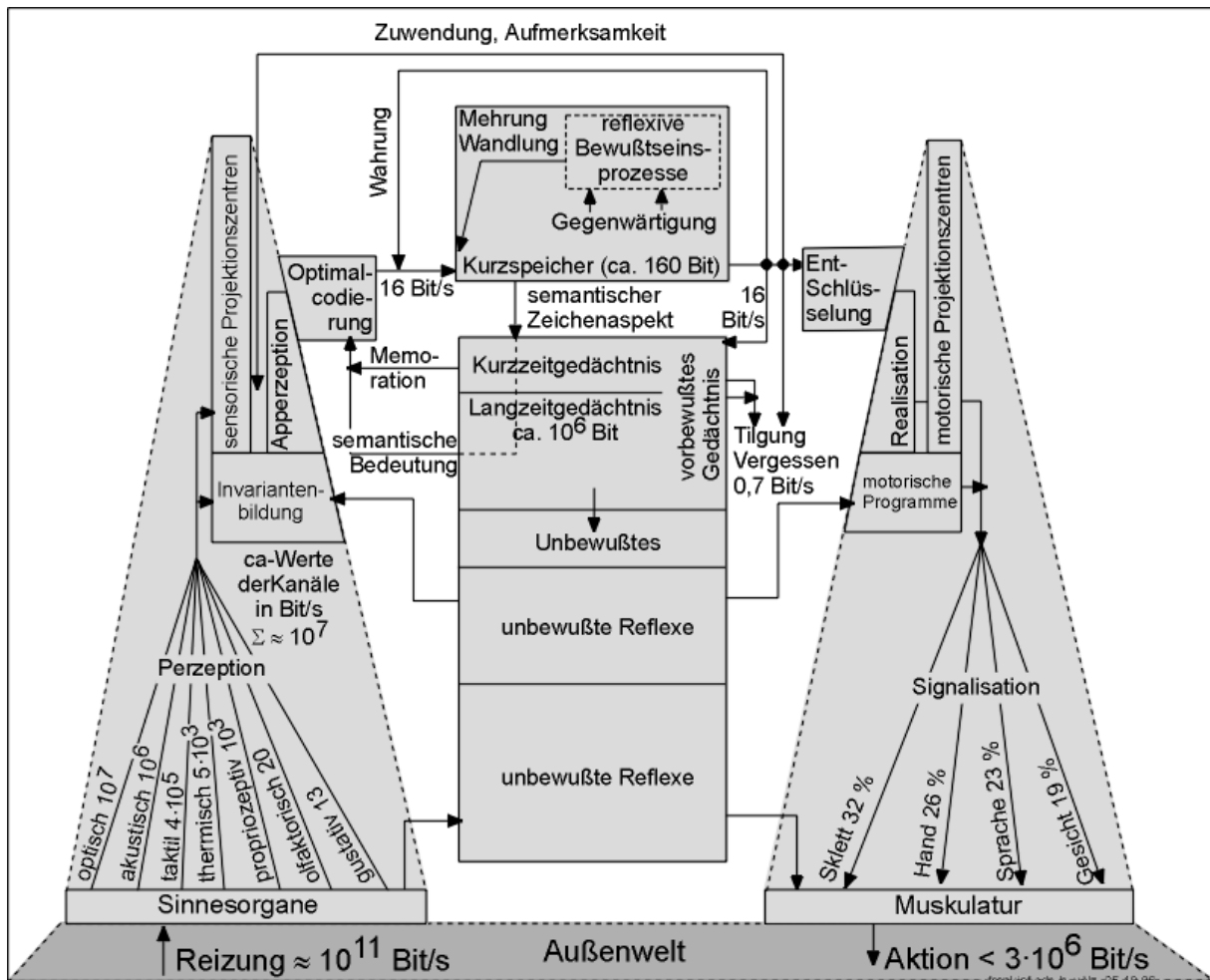
### Kreativität

- $\approx$  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

### 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

1. Mittelwerte über eine große Gruppe, eventuell die gesamte Menschheit
2. 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 d bis 1 min	$10^{-7}$ bis $10^{-3}$ 120 d bis 15 min	$10^{-11}$ bis $10^{-3}$ 3000 a bis 15 min
Mittelwert	$10^{-4}$ bis $10^{-3}$ 3 h bis 15 min	$10^{-6}$ bis $10^{-4}$ 12 d bis 3 h	$10^{-9}$ bis $10^{-5}$ 30 a bis 1 d

Die **Evolution** erzeugte grob  $3 \cdot 10^{-9}$  Bit/s  $\approx 0,1$  Bit/a

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

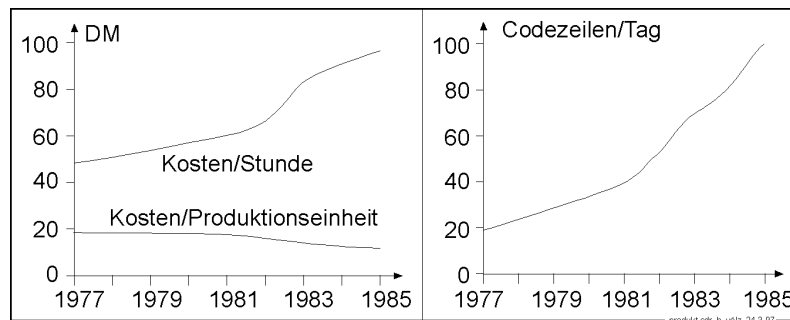
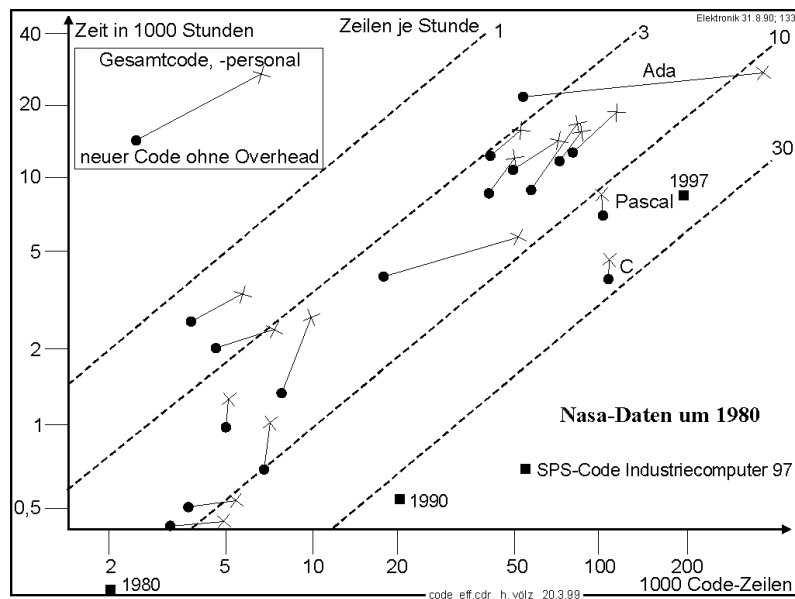
Typischer Erfahrungswert der **Rechentechnik**: 3 gültige Programmzeilen/Tag

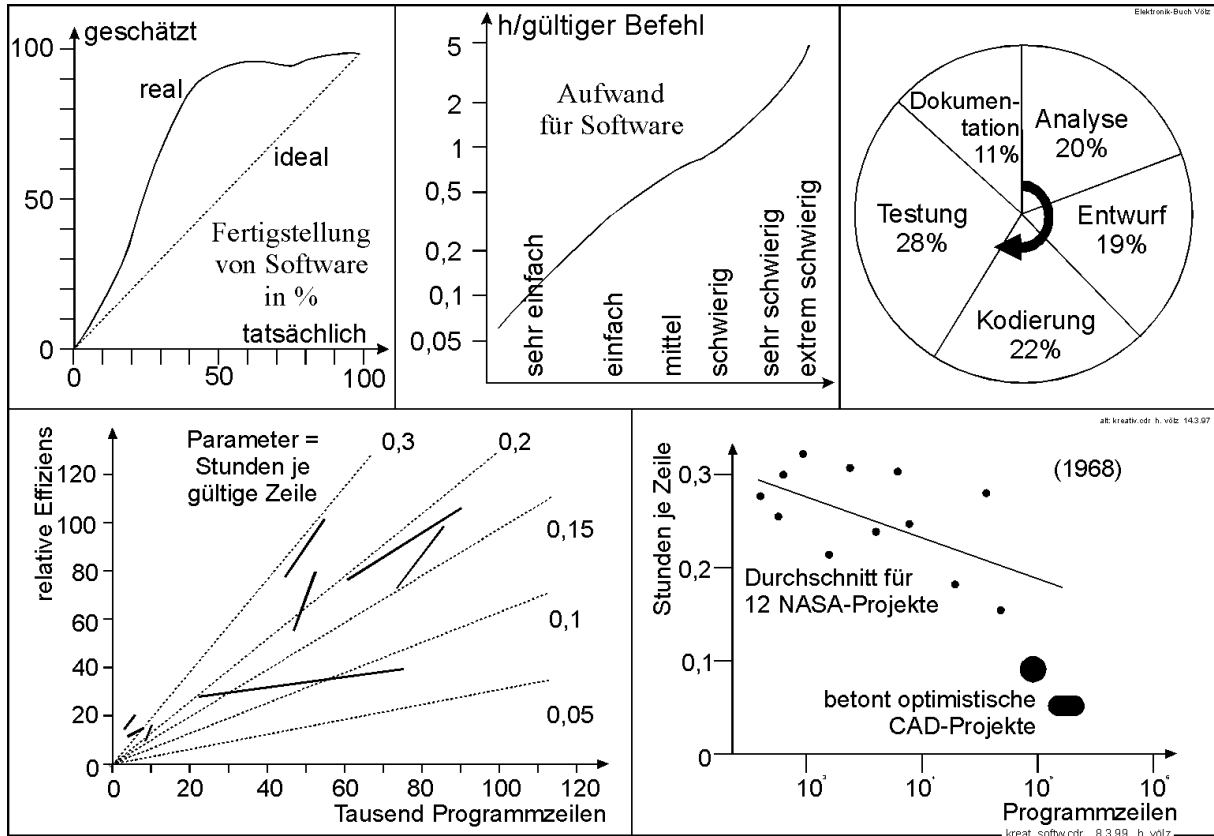
$\approx 2 \cdot 10^{-4}$  Bit/s  $\approx 1$  h je Bit

#### Folgerungen aus der geringen Kreativität

- Betonung der Urheber ist immer erforderlich, z. B. Kunst „der Rembrandt“
- Entgegenstehen 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

Hierzu einige Bilder aus dem Gebiet der Effektivität von Programmieren. Alles sind Mittelwerte. Weiter hat sich hier gezeigt, daß beim Programmieren besonders große individuelle Abweichungen auftreten.





Noch einige Ergänzungen zum **Goldenen Schnitt** bzw. der **Auffälligkeit**

#### 4. Auffälligkeit (H. Frank ca. 1965).

**Fechner** Untersuchung über „schönste Rechtecke“. Heute wegen DIN-Formate wahrscheinlich verändert  
 Helmar Frank untersucht Maximum des Terms  $-p \cdot \ln(p)$  der Shannon-Entropie:

Liegt bei  $p = 1/e \sim 0,367879441$ ,  $1-1/e = 0,632120558$ , Er macht u.a. Versuche zur:  
 auffälligsten Farbe, Schönstes Rechteck

*Bense-Schule* dann zu Synkopen bei Jazz und

Bach 3. Brandenburgisches Konzert 5. Satz von 310 Takten 124 Synkopen, Iphigenie

Amselm Feuerbach, MARC Gelbe Pferde

Edgar Ellen Poe: von 24 Vokalen 8mal das *e* in:

Hear the slegdes with the bells, silver bells!  
 What a world of merriment their melody foretells!

*Weiter: Moles: Kaufhaus – Waren; Völz: Schönheit des Hauses*

**Weber-Fechnersches Gesetz** Physischer Reiz  $R$  wird logarithmisch als  $E$  subjektiv *wahrgenommen*  
 (Stevensches Gesetz)  $E = c \cdot R^k$

Art	$K$	Dynamik
Schmerz	2,13	15 dB
Wärme	0,96	33 dB
Vibration	0,56	50 dB
Schall	0,32	100 dB
Licht	0,21	130 dB

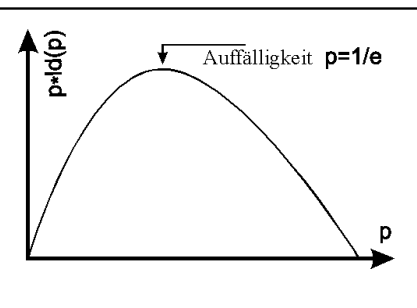
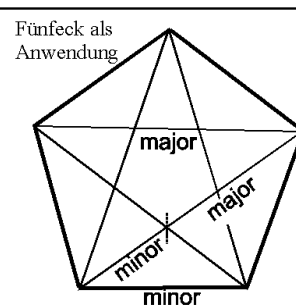
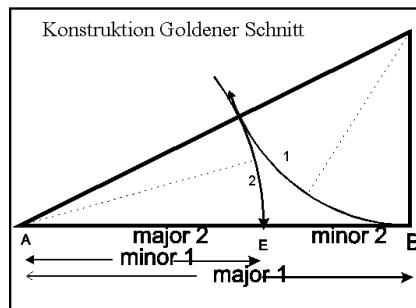
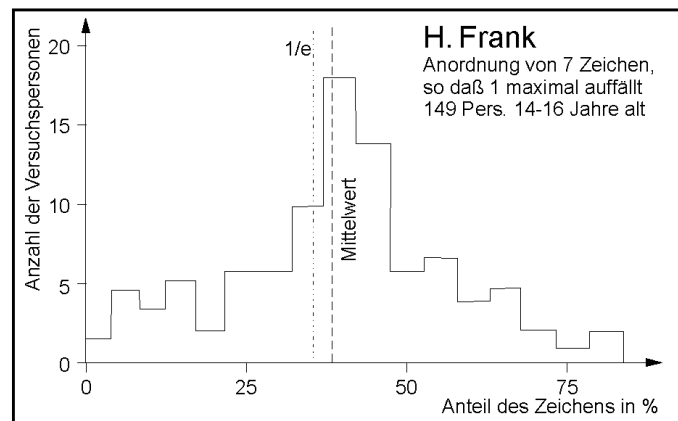
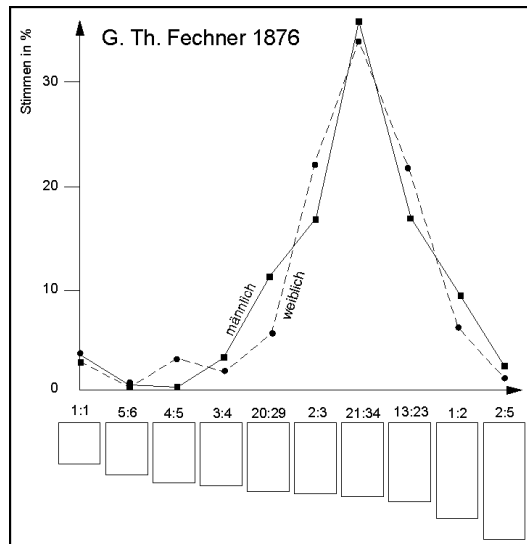
#### Vergleich



Zusammenhang	Wert	Verhältnis
Goldener Schnitt	0,618033988...	1 = Bezug = Zähler
Auffälligkeit	0,632120558...	0,9777
DIN-Format	0,707106781...	0,8740

### Schlußfolgerung als These

These: Goldener Schnitt = Zirkel + Lineal: Auffälligkeit = physiologisch-psychologisch.  
Was Fibonacci bedeutet ist in diesem Zusammenhang mir unklar.

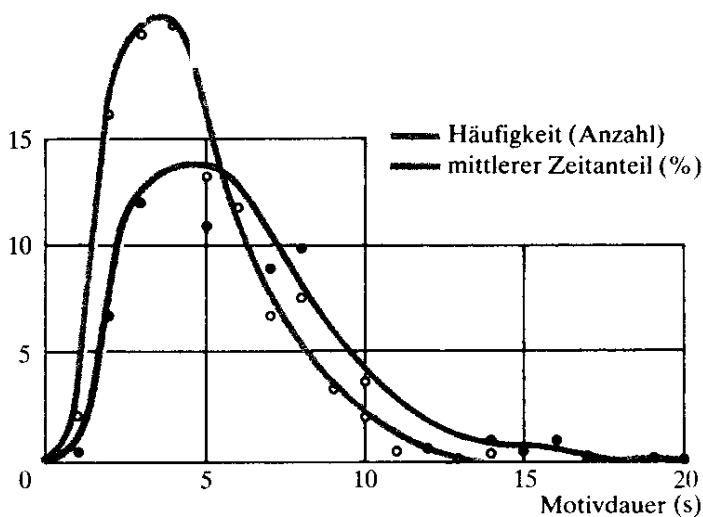
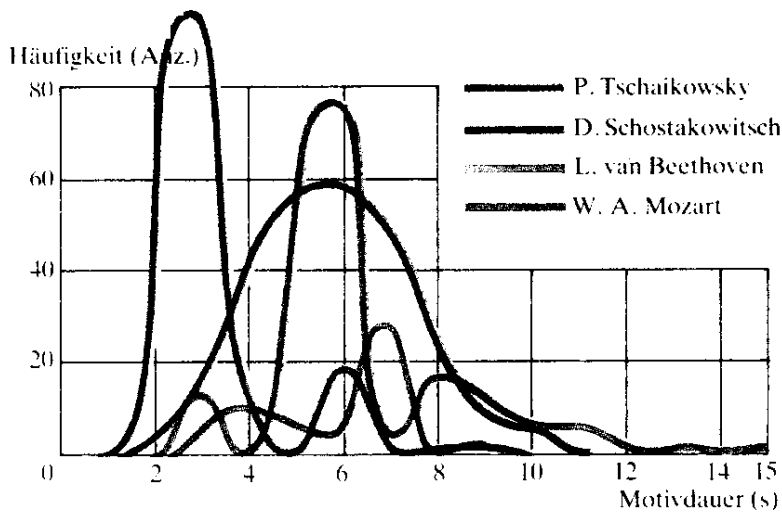


### Musikanalyse Heicking, Nitschke, Völz

betrifft die folgenden 35 Kompositionen von 24 Komponisten

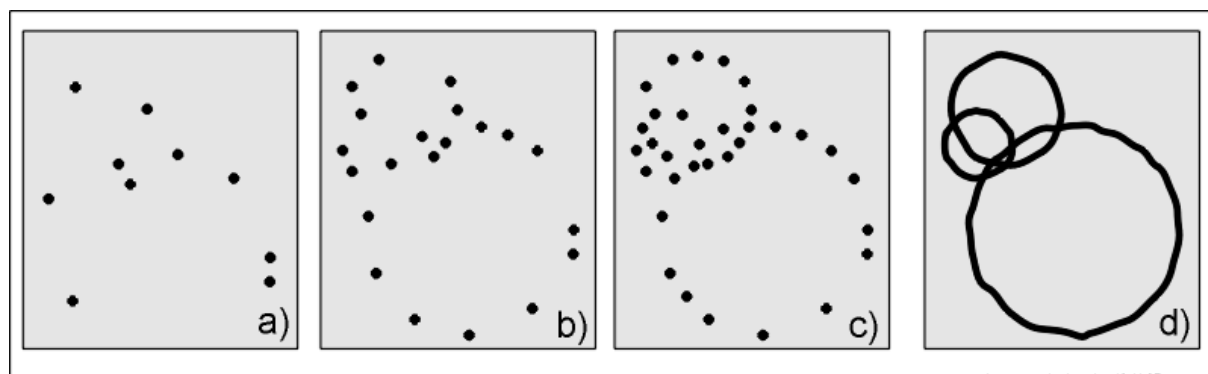
- |                 |   |
|-----------------|---|
| J. S. Bach      | Air a. d. D-dur Suite   |
| B. Bartok       | 2. Satz a. d. Klavierkonzert Nr. 3  |
| L. v. Beethoven | Romanze F-dur für Violine und Orchester   |
|                 | Sinfonie Nr. 3; 1. Satz   |
|                 | Sinfonie Nr. 3; 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. Balletmusik „Reigen seliger Geister“<br>aus Orpheus und Euridike   |
| P. Hindemith    | Marsch u. Pastorale a. „Nobilissima Visione“<br>Sinfonia Serena, 1. Satz  |
| G. Kochan       | Klavierkonzert, 2. Satz   |
| W. A. Mozart    | Ouvertüre zu „Die Hochzeit des Figaro“<br>Ouvertüre zu „Don Giovanni“<br>Eine kleine Nachtmusik 1. Satz<br>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 Ouvetüre 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	Ouvetüre zur Oper „Der Freischütz“
R. Zechlin	1. Satz a. d. Violinkonzert



## 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.	Klassikgewohnter 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 Musikkenners, 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 Gesetzlichkeit 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.“