

Computeranalysen und -Synthesen für Musik und Medien 3

Dieses Material beruht teilweise auf die Bücher:

Völz, H.: Computer und Kunst. Reihe akzent 87. 2. Aufl. Urania - Verlag Leipzig Jena - Berlin 1990

Vollständig downloadbar von: horstvoelz.de/kontakt/ComputerKunst.pdf

Völz, H.: Handbuch der Speicherung von Information Bd. 1; Grundlagen und Anwendung in Natur, Leben und Gesellschaft. Shaker Verlag Aachen 2003

Eine umfangreiche Literaturliste befindet sich im Teil 1 der Veranstaltung

Dies Material wurde heruntergeladen von horstvoelz.de

Für privatem Gebrauch ist es frei nutzbar; bei Publikationen, Vorträgen usw. ist die Quellenangabe notwendig.

Bei kommerzieller Nutzung usw. ist eine Abstimmung mit mir erforderlich.

Bilder sind in höherer Qualität ca. 2000×3000 Pixel oder *.cdr Version 12 und X6 verfügbar.

Prof. Dr. Horst Völz, Koppenstr. 59, 10243 Berlin, Tel./Fax 030 288 617 08

Email: [h.voelz \(at\) online.de](mailto:h.voelz@online.de)

Beginn der formalen Ästhetik

Die eigentliche formale Ästhetik beginnt mit M. BENSE um 1965 (s. Teil 1).

Wenig bekannt ist jedoch, dass bereits 1930 GEORGE DAVID BIRKHOFF (1884-1944) Analysen durchführte.

Sie betrafen vor allem geometrische Formen, wie Sterne, Dreiecke usw., aber auch Vasen und ähnliches.

Entscheidend für sein Maß ist das Verhältnis von Ordnung O zur Komplexität C .

Die Komplexität C ist dabei bei Polygonen durch die Anzahl der Geraden bestimmt.

Für die Ordnung benennt er 5 Kenngrößen

V = Symmetrie zur vertikalen Linie (0/1);

G = Gleichgewicht, in etwa Schwerpunktlage zur Grundfläche (0/1/-1);

R = Rotationssymmetrie (Anzahl der Periodizitäten um einen Drehpunkt);

$L = HV$ = Beziehungen zwischen horizontalen und vertikalen Linien;

F = erfreuliche Form, die dann vorliegt, wenn jeder Strahl vom Zentrum die Randkurve nur einmal erfasst.

Insgesamt entsteht so die Formel

$$M = \frac{O}{C} = \frac{V + G + R + L + F}{C}.$$

In der Praxis hat sich dies Maß allerdings wenig bewährt.

Das hat mehrer Gründe, u.a. bzgl. der Symmetrie.

Zur Symmetrie

Symmetrie mit ästhetischer Wirkung kommt in fast allen Gebieten vor.

In der **Architektur** betrifft sie die innere und äußere Gestalt von Gebäuden, Plätzen, Straßen usw.

Beim **Tanz** gehören dazu die Bewegungen der Tanzpartner.

Bei **Bildern** u. a. die Perspektive, der Goldene Schnitt bzw. die Auffälligkeit. usw.

Auch **Fraktale** haben infolge ihrer **Selbstähnlichkeit und Drehmultiplikation** ästhetische Wirkungen (s. u.).

Schließlich sei auf die Besonderheiten der typischen **Escher**-Bilder hingewiesen.

Symmetrie kann neben der Harmonie aber auch **Eintönigkeit und damit Langweile** hervorrufen.

Denn oft wirken gerade **Abweichungen von der Symmetrie** besonders ästhetisch und emotional.

Fast immer wird ein Gebilde dann als schön empfunden, wenn seine Symmetrie **nicht simpel**, aber mit **Zweckmäßigkeit** verknüpft ist.

Für die Ästhetik ist Symmetrie also immer auch **janushaft**.

In der **Wissenschaft**, vor allem Physik hat Symmetrie andere, aber fundamentale Bedeutung.

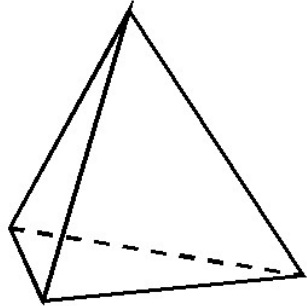
Platonische Körper besitzen ein hohes Maß der räumlichen Symmetrie, ihre ästhetischen Eigenschaften sind kaum untersucht. Das folgende Bild zeigt sie in ihren Zusammenhängen.

Dannfolgen zwei Bilder mit BIRKHOFF-Maßen.

Platonische (regelmäßige) Körper

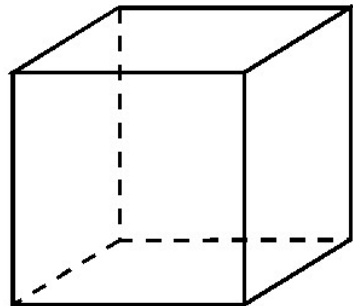
Symmetrien

24



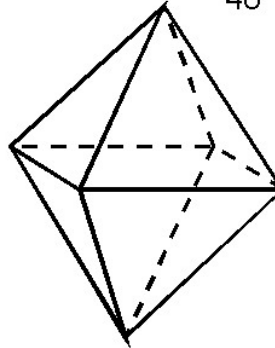
Tetraeder

48



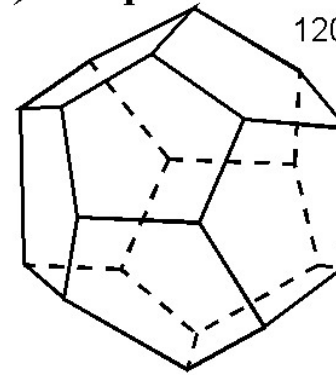
Würfel

48



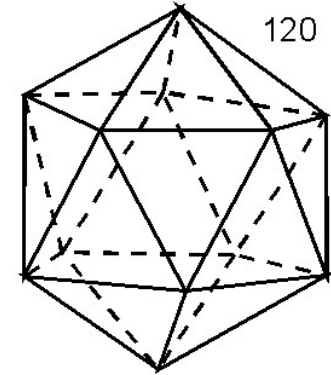
Oktaeder

120



Dodokaeder

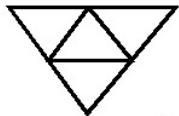
120



Ikosaeder

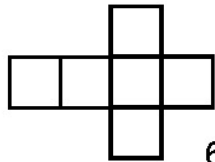
Flächen

3



Tetraeder

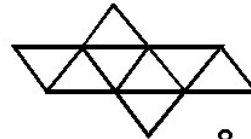
6



Würfel

Abwicklungen

8



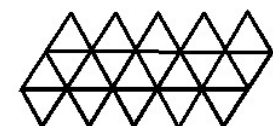
Oktaeder

12



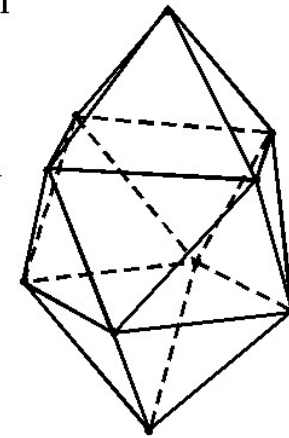
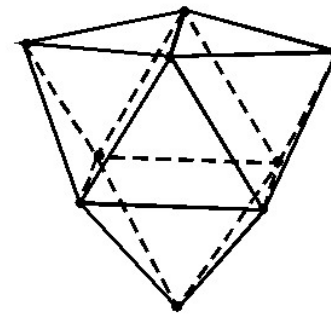
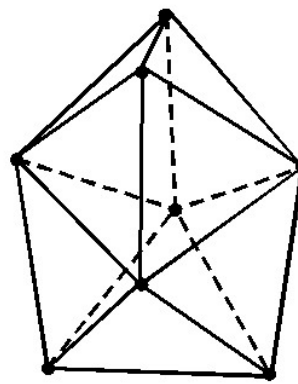
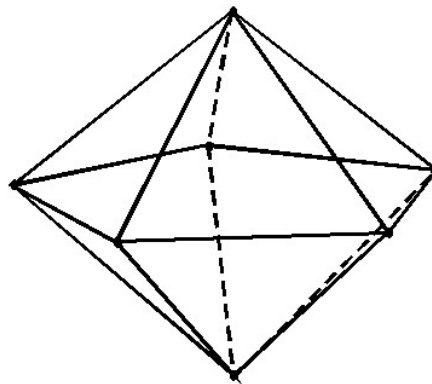
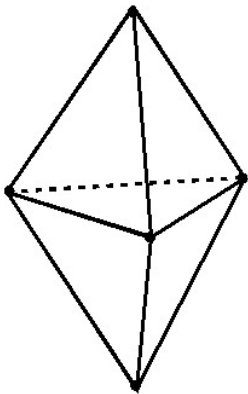
Dodokaeder

20



Ikosaeder

nichtplatonische, konvexe Körper aus gleichseitigen Dreiecken



platkoer.cdr h. vözl 11.1.94/7.5.94/3.1.97

Birkhoff-Ästhetik

$M = O/C$ (Ordnung/Komplexität)

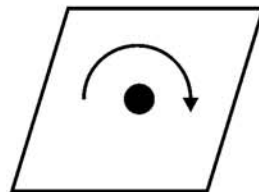
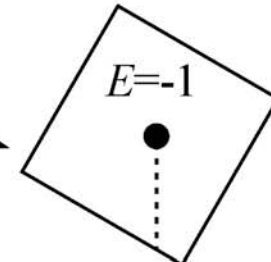
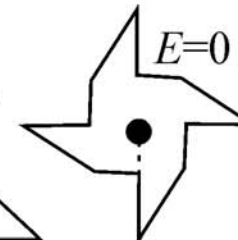
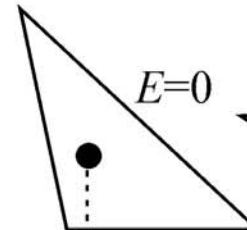
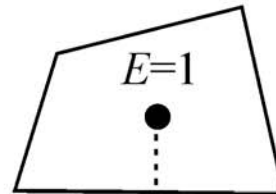
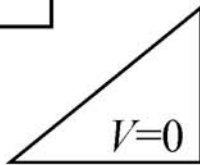
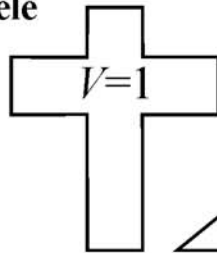
C : minimale Anzahl der geraden Linien, auf denen wenigstens eine Polygonseite liegt

O : 5 Anordnungsseigenschaften (etwas vereinfacht):

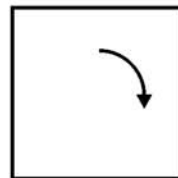
- 1) **Vertikalsymmetrie** V . $V = 1$, falls ein Polygon zu einer vertikalen Achse symmetrisch ist, sonst 0
- 2) **Gleichgewicht** E . $E = 1$, falls $V = 1$ oder das Zentrum des Polygons senkrecht über einem Punkt einer Horizontalstrecke bestimmter Länge
- 3) **Rotationssymmetrie** R . Minimum aus $q/2$ und 3, Winkel der Rotationssymmetrie vorliegt mit Winkel $\alpha = 360^\circ/q$ sonst $R = 0$
- 4) **Horizontal-vertikal-Netz** HV . $HV = 2$ falls alle Seiten des Polygons auf den Linien liegen, $HV = 1$, bei wenigen Ausnahmen, sonst $HV = 0$.
- 5) **Erfreuliche Form** F . $F = 0$ vom Schwerpunkt ausgehende Halbstrahl schneidet das Polygon in genau einem Punkt, sonst $F = -2$.

$$M = \frac{V + E + R + HV + F}{C}$$

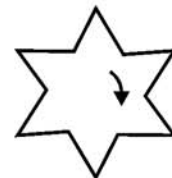
Beispiele



$q=2, R=1$



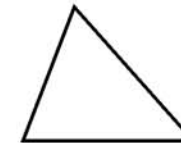
$q=4, R=2$



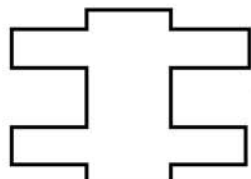
$q=6, R=3$



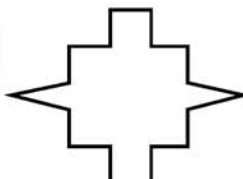
$q=8, R=3$



$q=0, R=0$



$HV=2$



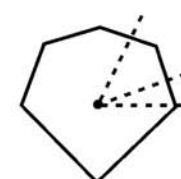
$HV=1$



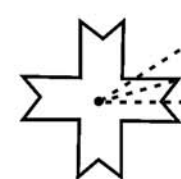
$HV=1$



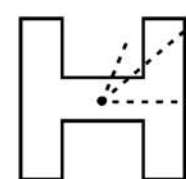
$HV=0$



$F=0$



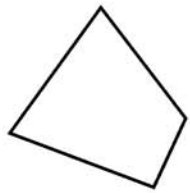
$F=0$



$F=-2$

Birkhoffsches Maß

$$M=(V+E+R+HV+F)/C$$



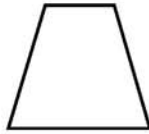
-0,25
(0-1+0+0+0)/4



0,25
(0+1+0+0+0)/4



0,5
(1+1+0+0+0)/4



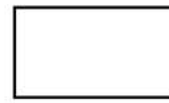
0,5
(1+1+0+0+0)/4



0,75
(0+1+1+1+0)/4



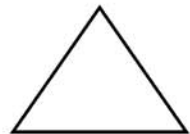
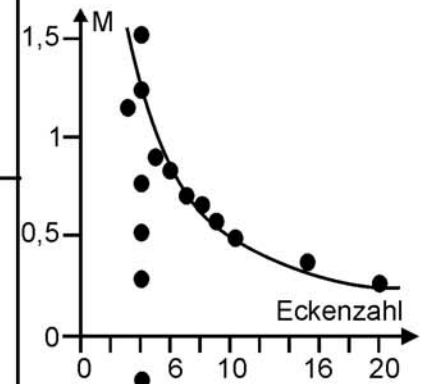
0,75
(0+1+1+1+0)/4



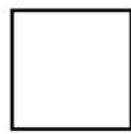
1,25
(1+1+1+2+0)/4



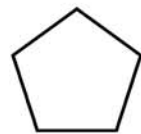
1,5
(1+1+2+2+0)/4



1,16
(1+1+1,5+0+0)/3



1,5
(1+1+2+2+0)/4



0,9
(1+1+2,5+0+0)/5



0,83
(1+1+3+0+0)/6



0,7
(1+1+3+0+0)/7



0,62
(1+1+3+0+0)/8



0,55
(1+1+3+0+0)/9



0,5
(1+1+3+0+0)/10



0,58
(1+1+1,5+0+0)/6



0,5
(1+1+2+0+0)/8



0,45
(1+1+2,5+0+0)/10



0,5
(1+1+2,5+0-2)/5



0,41
(1+1+3+0+0)/12



0,5
(1+1+3+0+0)/6



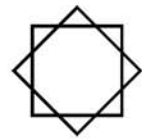
0,35
(1+1+3+0+0)/14



0,43
(1+1+3+0-2)/7



0,31
(1+1+3+0+0)/16



0,37
(1+1+3+0-2)/8

Eine mehr subjektive Variante

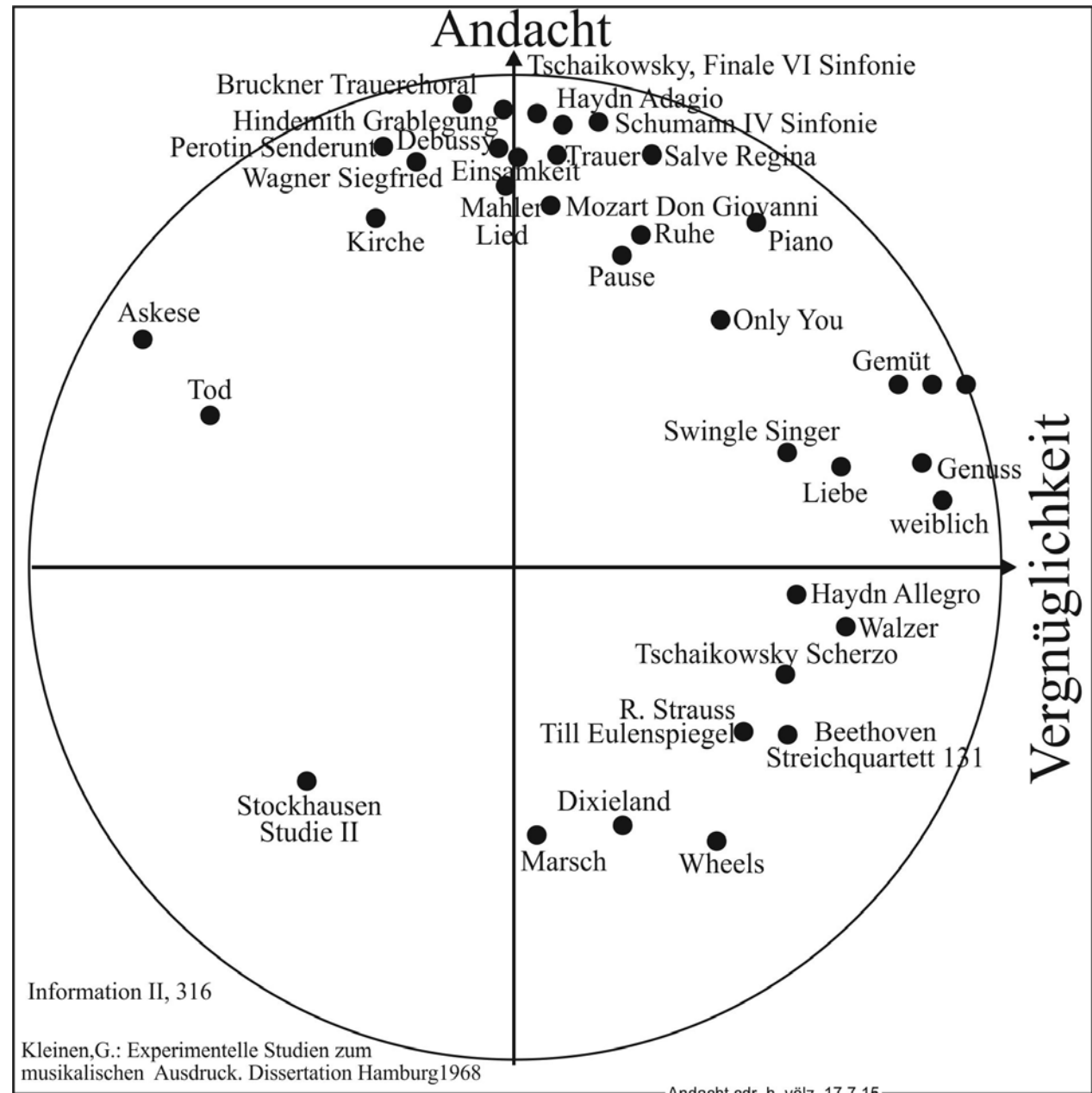
Sie geht auf G. KLEINEN zurück und schätzt den Zusammenhang von Andacht und Vergnüglichkeit ein.

Es sind dabei jedoch keine numerischen Werte exakt erfasst oder berücksichtigt.

Ähnliche Einschätzungen gibt es viele.

Sie haben für die hier durchzuführenden Analysen keine Bedeutung und werden daher nicht weiter einbezogen.

Für die weiteren Betrachtungen sind die hauptsächlich quantitative Daten unseres **Gedächtnisses** und **Zeiteinfüsse** wichtig.



Biologische Speicher (Gedächtnisse)

Althochdeutsch *githehtnissi* ≈ Andacht; mittelhochdeutsch *gedaehtnisse* etwa: das Denken an etwas.

später Denken an früher Geschehenes, Erfahrenes ≈ Erinnerung.

Gleichbedeutend sind *gedenknisse* und *gedenkenisse*

Griechisch: ***mneme***.

Englisch: memory, learn by heart; recall, remind, recollect, technisch: storage, recorder und writer

Wie im Teil 1 gezeigt, gehört zur **Wahrnehmung** von Ästhetischen immer der **Vergleich mit Bekanntem**.

Damit es vorliegt, muss es zuvor erkannt und im Gedächtnis gespeichert sein.

Daher sind grundlegende Kenntnisse seiner Leistungen wichtig.

Neben seiner **Speicherkapazität** gehören dazu auch die **Informationsflüsse**.

Für das Leben sind nacheinander mehrere Speicherarten entstanden:

Typen biologischer „Speicher“				
rein genetisch	immunologisch, ergotrop	Neuronal (Verhalten)		
	genetisch festgelegt		individuell gelernt	
Erhaltung der Art und Lebensprozesse	Schutz gegen externe Schadeinflüsse	Erb-Gedächtnis, z. B. Taxis, Reflex	Individualgedächtnis, z. B. Lernen, Denken	Überindividuell, z. B. kollektiv

Für die weiteren Betrachtungen ist vom Neuronalen nur alles **individuelle Gelernte** wesentlich.

Ererbte Gedächtnisse

Es gibt einfache „Speicher“, die mittels Neuronen funktionieren, aber kaum erlernt werden. Sie sind bei der Evolution entstanden und werden **genetisch als Neuronschaltung** angelegt.

Taxis griechisch **táttein** ordnen, regeln), dabei bewirken Reize gerichtete Bewegungen, u. a. Zuwendung positiv, Abwendung und Flucht negativ.

Tropismus grie. **tropos** Wendung und Kinesis grie. Bewegung bei Pflanzen sind, ähnlich aber nicht neuronal. Oft hängt bei ihnen die Geschwindigkeit von Reizstärke ab

Reflex lateinisch **reflexus** Zurückbeugen ist unwillkürlich, unmittelbar, neuronal aber genetisch vorbestimmt.

Instinkt lateinisch **instinguere** anstacheln, antreiben betr. typisches, angeborenes, koordiniertes Verhalten mit komplexen Bewegungsabläufen, u. a. bei Nahrungsaufnahme, Paarung, Brutpflege, Aggression
Er ist bei der Evolution durch natürliche Selektion weiterentwickelt und teilweise erlernt verfeinert.

Sie alle haben bzgl. Kunst höchstens untergeordnete Bedeutung.

Gelernte neuronale Speicherung

Im Gegensatz zur genetischen und immunbiologischen Speicherung wird sie mit dem *Tod ausgelöscht*. Ihr Inhalt kann nur durch die kollektive und später technische Speicherung erhalten und weitergegeben werden. Sie beginnt bei **Polypen** geht über Insekten, Krebstiere, Spinnen, Weich- und Wirbeltiere bis zum Menschen. Bei höheren Lebewesen (besonders beim Menschen) entsteht auf diese Weise das **individuelle Gedächtnis**. Hierher gelangen wichtige Fakten, Erlebnisse, Bedeutungen, Vorgänge, Regeln, Wissen usw. durch **Lernen**. Lernen ist ein vielfältig benutzter und **erheblich unscharfer Begriff**. Vereinfacht ist er bewusstes und unbewusstes **Aneignen von Kenntnissen und Fähigkeiten**, die oft ein schnelleres Verhalten ermöglichen. Es erfolgt vor allem durch **aktive, verstandesmäßige und ordnungstiftende Verarbeitung** von Informationen. Zu ihm gehören **nicht Reflexe, Steuerungen lebenswichtiger Prozesse** usw. (Mentale) **Gedächtnisinhalte** werden auch **Engramme** (Gedächtnisspuren) genannt, sie betreffen Vergangenes und Erlebtes. Griechisch **en** in und **gráphein** schreiben, lateinisch **mentalis** geistig, vorgestellt. Werden Gedächtnisinhalte **zurück ins Bewusstsein** gehoben, dann heißen sie **Erinnerung**. **Denken** nutzt Gedächtnisinhalte und kann daraus **auch Neues erzeugen**. Es entstehen **Begriffe**, es werden Bedeutungen verstanden, Sinnzusammenhänge offen gelegt. **Denken** ist abstrakt, **Erinnern** konkret. **Überindividuelles** setzt kommunizierende Lebewesen voraus, und erzeugt **kulturelle, kollektive oder geschichtliche** Gedächtnisse. Individuell wird es bei Sozialisierung als Erworbenes übernommen.

Gehirn und Gedächtnis

Gut geklärt ist welche **Prozesse bei den Neuronen** im Gehirn beim Lernen, Denken usw. ablaufen.

Gedächtnis betrifft **komplexes Zusammenwirken fast aller Neuronen**.

Weitgehend ungeklärt ist aber, **wo** sich im Gehirn die Gedächtnis-Inhalte und -Leistungen befinden.

Bei fast allen **Schädigungen** des Gehirns tritt **kein Verlust** genau ausgewählter Wissensinhalte ein.

Ausnahmen sind fast nur Sprachverstehen, Wörter sprechen, Bilderkennen, schreiben und lesen können.

Typische Eigenschaften des Gedächtnisses betreffen

- Fähigkeit Information **aufzunehmen, zu behalten, zu lernen**, sie hängt von der Aufmerksamkeit ab ($\approx$ Speicherkapazität)
- Information **zu vergessen**, nicht willkürlich möglich ($\approx$ Datensicherheit)
- **Lernleistung** = wie viel Neues je Zeit ins Gedächtnis gelangt, kann u.a. durch Wiederholen gefestigt, konsolidiert und stabilisiert werden, ($\approx$ Datenrate)
Technisches Lernen (auch neuronale Netze) ist immer quantitativ und qualitativ anders als menschliches.
- Wie viel Wissen **aktuell blockiert** ist (stark emotionell beeinflusst). Einiges ist besonders schwer abrufbar:
Unbewusstes bei FREUD'scher Psychoanalyse. (kein technisches Pendant).
- **Gedächtnis-Täuschungen**: es gelangt Falsches statt Gewünschtes ins Bewusstsein ($\approx$ Adress-Fehler und Störungen)

Alle diese „Kenngrößen“ sind bezüglich der Informationsart deutlich unterschiedlich (s. u.)

Dabei müssen Wissen, Verhalten, Auditives, Motorisches, Visuelles usw. unterschieden werden:

Erforschung des Gedächtnisses

- Erste bekannte *systematische* Analyse ARISTOTELES (384 - 322 v.Chr.), betrifft hauptsächlich Assoziationen.
- 1862 RUDOLF WAGNER (1805 - 1864) bemerkte, dass sein Kupferstecher LOEDEL nach einem Unwohlsein innerhalb weniger Minuten alles Mitgeteilte vergaß. Bei der späteren Obduktion stellte er fest, dass im Bereich des Ammonshorn (Hippocampus) eine deutliche Veränderung vorlag.
- 1885 **experimentelle Studien** HERMANN EBBINGHAUS (1850 – 1909). Buch „Über das Gedächtnis“: assoziatives und verbales Lernen. Über Vergessen bestimmt er den Gedächtnisumfang (sinnlose Silben).
- 1890 Analysen von WILLIAM JAMES (1842 - 1910) weisen **primäres und sekundäres** Gedächtnis aus.
- 1928 OTTO PLÖTZL postuliert: **Halluzinationen** sind ungeordnete Inhalte aus dem Gedächtnis.
- 1932 BARTLETT **Vorwissen und Inferenzen** (inhaltliche Verknüpfungen von Inhalten) für **Erinnerung** wichtig.
- 1949 DONALD OLDING HEBB (1904 – 1985) postuliert „**plastische**“ **Neuronen**, bis Ende 50er Jahre umstrittenen.
- 1958 BROADBENT unterscheidet ein **Kurz- und Langzeit-Gedächtnis**.
- 1961 HOLGER HYDÉN Postulat **RNS** (Molekulargenetik, Biochemie) ist entscheidend
- 1967 WILDER PENFIELD (1891 - 1976) entdeckt zufällig: elektrische Reizung des Schläfenlappens rufen beim Patienten Vorgänge, Erlebnisse der Vergangenheit hervor

Annahmen zum Gedächtnis

Griechische Mythologie: *Mnemon* ist Diener und ständige Begleiter eines **Helden**, erinnert ihn an den **göttlichen Auftrag**, dessen Vergessen seinen Tod bedeutet. griechische Göttin der Erinnerung war *Mnemosyne*, daher *griechisch Mneme* → Gedächtnis Für HOMER (ca. 750 - 700 v.Chr.) war Dichten sich zu erinnern. In der **Unterwelt** muss der Tote aus der **Lethe trinken** = Quelle des Vergessens. Seinen Durst am *Brunnen der Erinnerung* (Quelle der Unsterblichkeit) zu stillen

Klassisch: PLATON (427 - 347 v.Chr.) Analogie zur **Wachstafel**: Erinnerung (Urbild) und Wahrnehmung (Abbild) sind für Erkennen notwendig. Variante: **Magazin** (Archiv, Lager). Wissen wird an Orten gelagert (⇒ Ars memoriae). Zusammenhang von Gedächtnis und Erkenntnis ist wichtig: Wieder-/Rückerinnern was die Seele einstmals (vor der Geburt) geschaut hat *griechisch anamnesis, aná* auf, hinauf

Heute **Medizin:** *Anamnese* = Krankheitsgeschichte eines Patienten, *Amnesie* Erinnerungsverlust, z.T. zeitlich begrenzt

Assoziationstheorie schon bei ARISTOTELES (384 - 322 v.Chr.)
Merkfähigkeit und Abruf durch *Bedingungen* beeinflusst: *Ähnlichkeit* (Similanz), *Gegenteil* (Kontrast), *Sinnzusammenhang* (Kontext, Kohärenz), *Raum* ⇔ *Zeit* (Kontinuität) (teilweise noch heute wichtig)

Neue Theorien

Hologrammtheorie 1971 von K. H. PRIBRAM: Schädigung des Gehirns betrifft so gut wie nie konkrete Inhalte
Wissensverluste etwa proportional der geschädigten Rindenoberfläche
Gedächtnis ist sehr *regenerationsfähig* (heute keine Bedeutung mehr, auch inhaltlich falsch).

Filtertheorien von DONALD BROADBENT. Lernen ist erheblich von Wahrnehmungsart abhängig
z. B. Hören, lautes Lesen, Aufschreiben, Sehen, Zeichnen, Fühlen, Ertasten, Rhythmen, Riechen usw.
Die Selektion (Filter) ermöglicht es, die auf uns einströmende Informationsflut zu bewältigen (heute wichtig)

Stufentheorien, Gedächtnis kein einheitlicher Prozess, sondern vielfältig zeitlich und funktionell-inhaltlich
zusammengesetzt (heute wichtig)

Ars memoriae

Erfinder der **memoria** (Gedächtniskunst) griechischer Dichter **SIMONIDES VON KEOS** (um 556 - 468 v.Chr.)

Chronik von Paros (≈ 264 v.Chr.) Marmortafel: er gewann 477 v.Chr. in Athen den **Preis für Chorgesang**.

Zur Gedächtnis-Kunst gibt es **keine griechischen**, nur **drei** spätere **römische Quellen**

Institutio Oratoria von QUINTILIAN (Marcus Fabius Quintilianus, ≈35 - ≈96 n.Chr.)

Ein anonym Römer schrieb zwischen 86 und 82 v.Chr. Rhetorik „Ad Herennium“

natürliches Gedächtnis < durch Gedächtnis-Kunst bewirktes artifizielles Gedächtnis

MARCUS TULLIUS CICERO (106 - 43 v.Chr.) berichtet in „De Oratore“ (11, LXXXVI; 55 v.Chr.):

Auf einem Gastmahl des thessalischen Adligen SCOPA trug SIMONIDES einen Gesang zum Lobe von CASTOR und POLLUX vor. Später wurde ihm mitgeteilt, dass ihn draußen zwei junge Männer zu sprechen wünschen. Er ging hinaus, sah aber niemanden. In diesem Augenblick stürzte das Dach über SCOPA und seine Gäste ein. Die Leichen waren bis zur Unkenntlichkeit zermalmt. SIMONIDES konnte sich genau erinnern, in welcher Ordnung sie gesessen hatten. So konnte er die Personen für ihre Verwandten identifizieren.

Legende zeigt Grundlage der Mnemotechnik: Verknüpfungen: Objekten der Erinnerung ⇔ zugeteilten Orte:

Lagere deine Argumente (oder was du dir merken willst) gedanklich der Reihe nach an Orten längs eines dir gut bekannten Weges. Beim Erinnern brauchst du dann nur diesen Weg gedanklich zu gehen und findest der Reihe die Fakten.

Die Orte werden auch „Kammern der Erinnerung“ genannt

Spätere Ars memoriae

Im Mittelalter formulierte THOMAS VON AQUIN (1225 - 1274) u. a. vier Fakten für Erinnerungen

Körper gebunden → Symbole finden, die zu den Dingen passen, an die man sich erinnern will

Vernunft → Dinge so anordnen, dass man bei einem Ort beginnen und dann leicht zum nächsten gelangen kann

Aufmerksamkeit/ Absicht gebunden → mit Sorgfalt, Interesse bei Dingen aufhalten, die zur Erinnerung gehören

Gründlich nachdenken über das, woran man sich erinnern will

Im 17. Jh. gerät die Mnemotechnik **in Verruf**, wird vielfach als „Unsinn“ abgetan.

RENÉ DESCARTES (Cartesius; 1596 - 1650) warnt in seinem „Cogitationes privatae“ (1614 - 1621):

Es ist keine Wissenschaft der Erinnerung notwendig, wichtig sind logische Methoden:

Zurückführen der Dinge auf die Gründe

Nur GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ (1646 - 1716) steht positiv zur Gedächtnis-Kunst.

SIGMUND FREUD (1856 - 1939): Wiedererinnern (Psychoanalyse) erneut an Bedeutung; Traumdeutung.

Heute (Internet) im Gegensatz zum Orient, **Auswendiglernen** von Gedichten oder Erzählungen nicht mehr üblich

Neuer Inhalt indirekt bei den **Mnemoniks** der **Assembler**-Programmierung

In Analogie zum Gen führt RICHARD DAWKINS das (kulturelle) „**Mem**“ ein: „Das egoistische Gen“

Messwerte

EBBINGHAUS (1850 - 1909) bestimmte die Gedächtnis-Leistungen über das Vergessen.

Seine Probanden mussten dazu zunächst sinnlose Silben lernen.

Nach verschiedenen Zeiten wurden sie abgefragt, welche sie noch nennen konnten.

So entstanden Kurven mit relativen Werten gemäß dem folgenden Bild.

Dort sind auch Kurven von zwei anderen Autoren eingetragen.

Z. T. benutzten sie statt der sinnlosen Silben auch 5-ziffrige Zufallszahlen.

In beiden Fällen ist eine Umrechnung in Bit möglich.

Auffallend ist der etwa exponentielle Abfall.

Spätere, genauere Untersuchungen zeigten, dass die Zusammenhänge komplizierter sind (b, c).

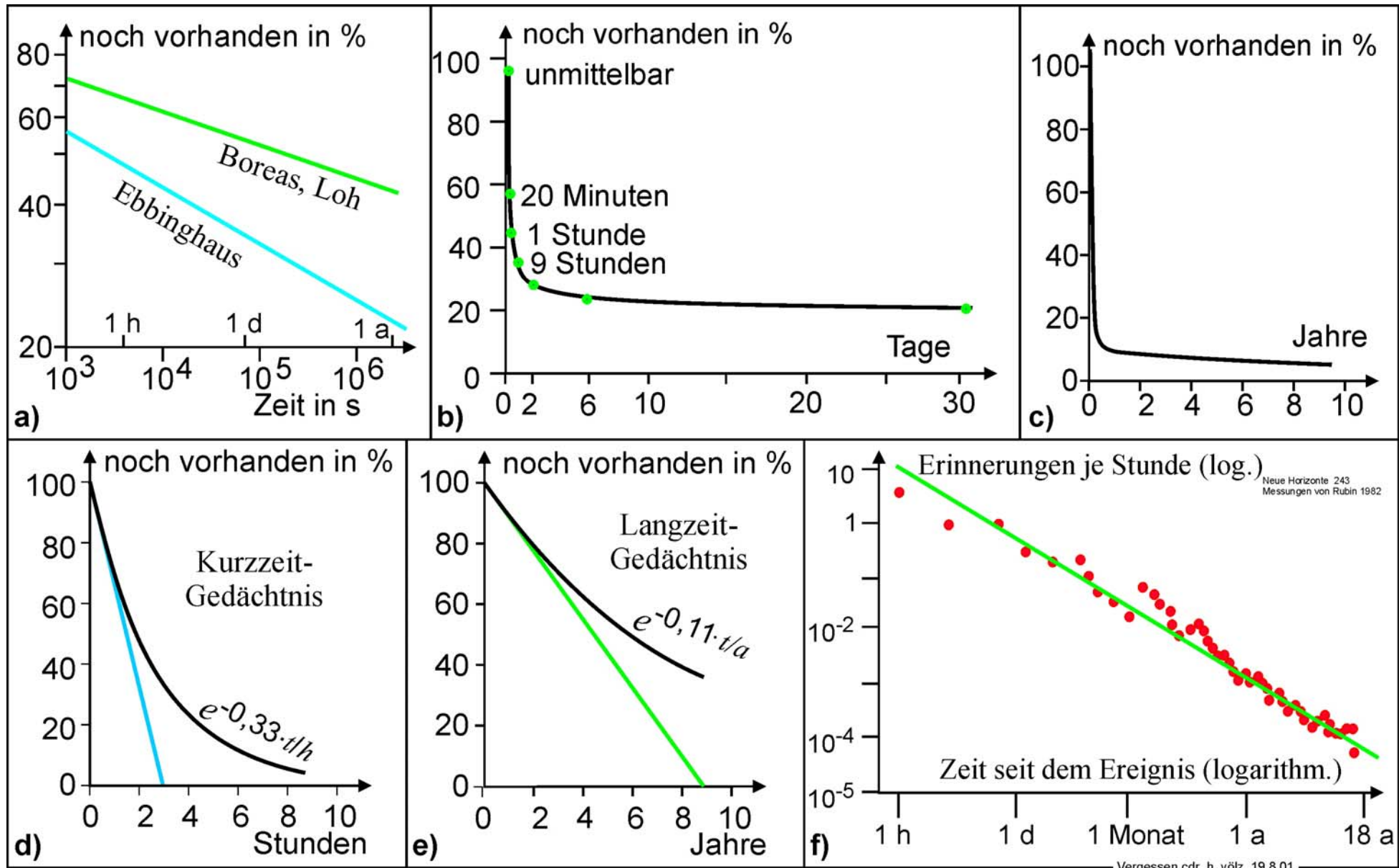
Zunächst erfolgt ein schneller, intensiver Verlust und danach geht die Abnahme wesentlich langsamer vonstatten.

Dies lässt (zunächst) zwei Näherungen zu, nämlich ein „Kurzzeit-Gedächtnis“ gemäß (3)

sowie ein Langzeit-Gedächtnis (e).

Eine andere Studie fragt, an wie viele Ereignisse sich jemand in einem Zeitraum erinnern kann.

Auch sie ermöglicht eine gut exponentielle Approximation (f).



Genauere Analyse

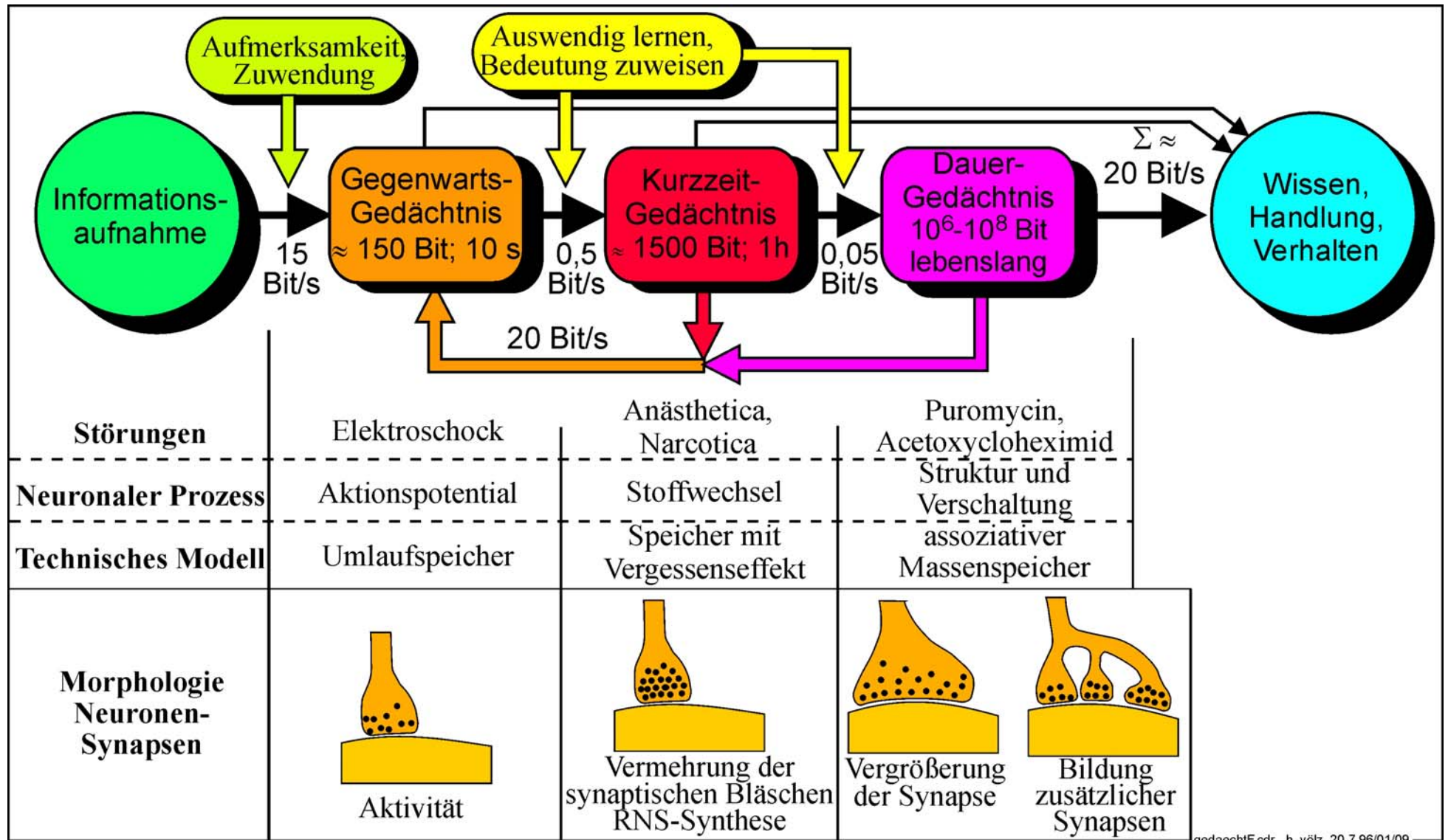
Derartige und ähnliche Analysen des Gedächtnis-Verlustes wurden immer wieder angestellt.
Ab den 60er Jahren wurden aus den vielen erhaltenen Daten mehrere Gedächtnis-Modelle entwickelt.
Sie führen hauptsächlich zu zwei oder drei Gedächtnisstufen
In ihrer Abfolge leiten sie immer nur Anteile der jeweils vorhandenen Information an die nächste Stufe weiter.
Leider werden bis heute verschiedene Bezeichnungen für die einzelnen Stufen verwendet.
Z.T. wird sogar der gleiche Name für unterschiedliche Gedächtnis-Abschnitte benutzt.
Hier wird das besonders einsichtige und auch neuroanatomisch interpretierbare Drei-Stufen-Modell benutzt.
Es geht vor allem auf HANS DRISCHEL und HELMAR FRANK zurück.
Im folgenden Bild sind die typischen **drei Kenndaten** eingetragen

Zuflussrate in Bit/s, **Speicherkapazität** in Bit und **mittlere Zeitdauer** für 90 % des Speichererhalts.

Angedeutet sind auch die **neuronalen** Fakten.

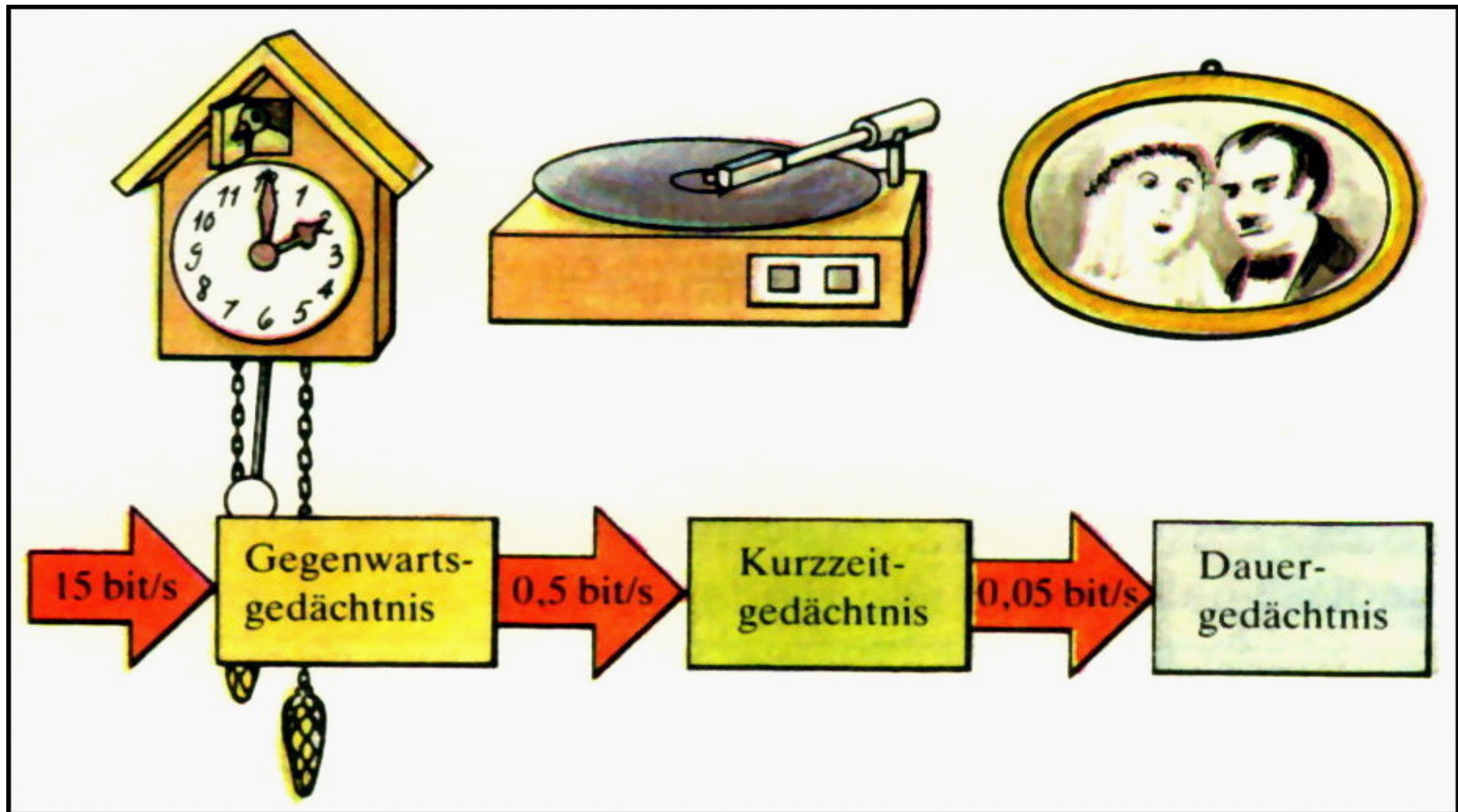
Alle Werte gelten nur für verbale sinnlose Wörter bzw. Zufallszahlen und können *weiter präzisiert* werden.
Sie sind gegenüber dem wirklichen ganzen Gedächtnis zweifach eingeschränkt.

1. Sie betreffen nur das (verbal erfassbare) **Wissens-Gedächtnis** (deklarativ, semantisch s. u.).
Unabhängig davon existieren aber auch das deklarativ-episodische und zwei nicht-deklarativen Gedächtnisse.
Aber auch das Wissens-Gedächtnis wird nicht vollständig berücksichtigt.
2. wird nur jener Teil erfasst, der **total neue Information** betrifft und folglich nicht an schon Bekanntes, Bestehendes verstärkend anknüpfen kann.



gedaechtF.odr h. vözl 20.7.96/01/09

Besonders anschaulich sind die drei „zeitlichen“ Gedächtnisse in „Computer und Kunst“ dargestellt.



Gegenwarts-Gedächtnis

Auch GG, Arbeitsspeicher, Neu-, primäres, Operations- oder KZG = Kurz-Zeit-Gedächtnis genannt

Unsere Sinnesorgane nehmen sehr viel Information auf.

Nur ein sehr kleiner Teil davon – ≈ 15 Bit/s – wird sequentiell in das Gegenwarts-Gedächtnis übernommen.

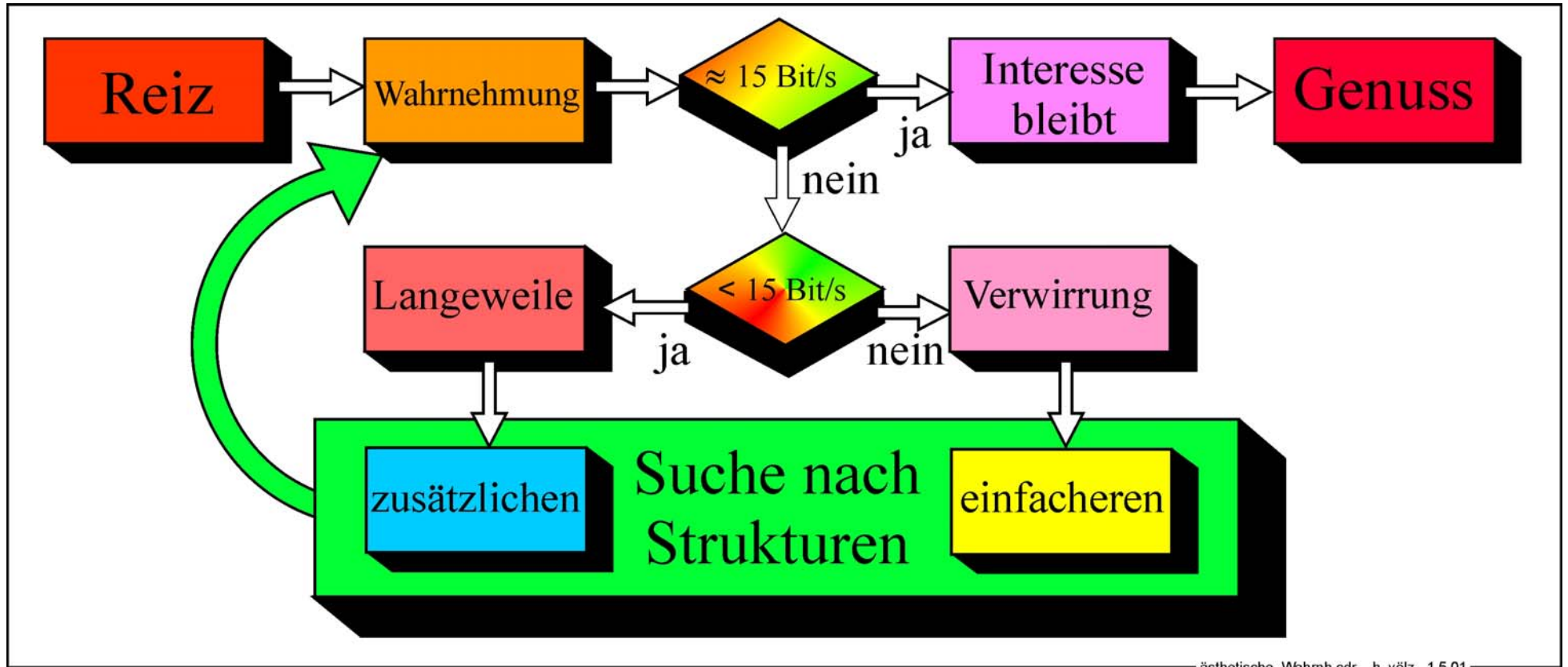
Dieser Prozess ist eng mit unserem Bewusstsein gekoppelt.

Die Auswahl der Information wird wesentlich durch **Aufmerksamkeit und Zuwendung** beeinflusst.

Eine wesentliche Eigenschaft des GG besteht darin den Informationsfluss von 15 Bit/s aufrecht zu erhalten.

Wenn dies nicht erfüllt ist besteht Langeweile und es wird Information unbewusst gesucht.

Wenn der Wert überschritten, so wird nach einfacheren Strukturen gesucht. (s. u. Musik).



ästhetische_Wahrnh.cdr h. völz 1.5.01

Chunks

Im Gegenwarts-Gedächtnis vorhandene Information kann leicht durch neu eingehende **ersetzt werden**.

Unser Bewusstsein sucht oft automatisch nach neuer Information.

Dadurch klingt aktuell vorhandene Information meist **exponentiell ab**.

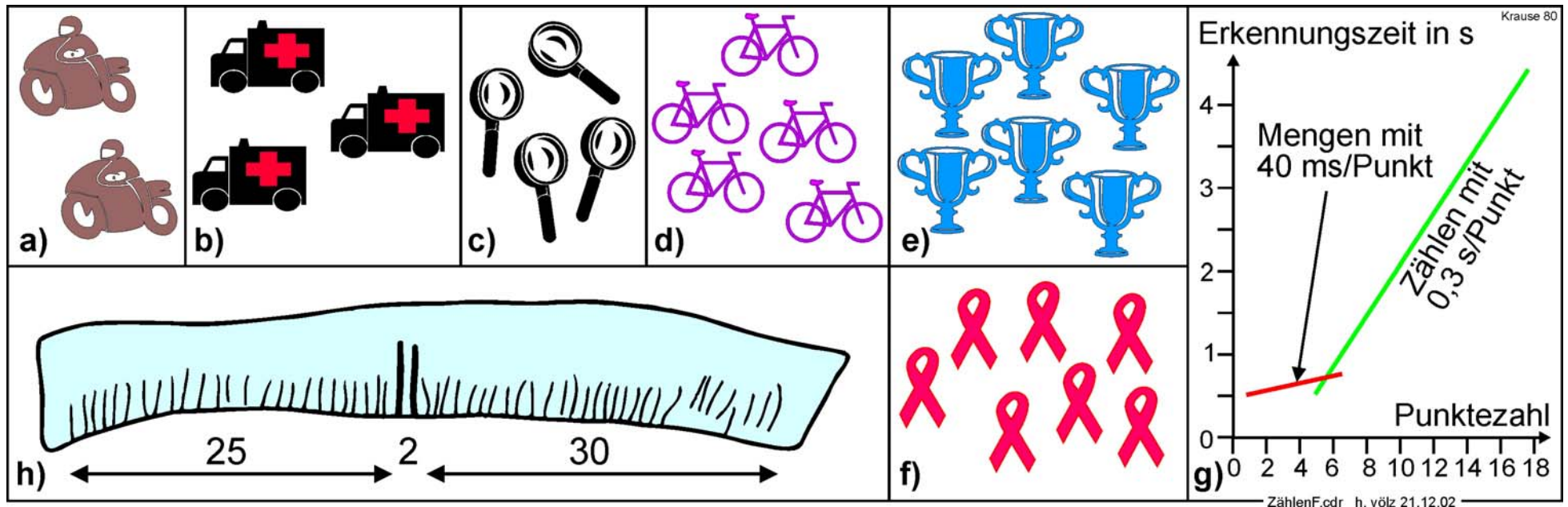
Durch anhaltende bewusste **Wiederholung** kann aber eine bestimmte Information recht gut erhalten werden.

Psychologische Untersuchungen zeigen, dass im Gegenwarts-Gedächtnisses immer etwa 7 ± 2 **chunks** (englisch **chunk** Klotz, Stück, Einheit) vorhanden sind.

Das sind **binär** unterscheidbare Sinneinheiten, z. B. Zahlen, Wörter oder Fakten.

Bis zu diesem Wert zählen wir nicht, sondern nehmen Gesamtheiten wahr. (Gruppenbildung)

Wegen $2^7 = 128$ liegt daher die mittlere **Speicherkapazität** bei 150 Bit.



Komplexe Chunks

Durch Hierarchiebildung kann die Informationsmenge pro chunk sehr groß werden.

Außerdem kann das durch Übung zusätzlich gesteigert werden.

Wahrscheinlich bleibt dabei aber die binäre **Entscheidung je chunk** grundlegend.

Obwohl diese Zahl praktisch für die gesamte menschliche Population gilt, gibt es seltene Ausnahmen.

So wird vom Rechenkünstler GAMM berichtet, dass er 11 chunks benutzt.

Wie sich mit geschickter Bildung der chunks mehr merken lässt, ist bereits beim Metronom feststellbar.

Trotz seines ganz regelmäßigen Schlages betonen wir subjektiv meist jeden zweiten.

Aus dem gleichmäßigen „tik - tik - tik - ...“ wird so „tik-tak – tik-tak – ...“

Es gibt dann nur halb so viele chunks, wenn auch mit doppelter Länge.

Noch mehr gelingt durch Hineinhören weiterer Takte, wie z.B. $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$ oder $\frac{6}{8}$.

Superzeichen

FELIX CUBE hat das Merken langer Ziffern- oder Zeichenfolgen informationstheoretisch untersucht.

Dabei hat er den Begriff Superzeichen aus m Einzelzeichen eingeführt.

Sie werden in k Wörtern zu je n Zeichen zusammengefasst. (nächstes **Bild**).

Bei welcher Gruppierung als Superzeichen der Länge n wird der geringste Gedächtnisaufwand benötigt?

Wie merke ich mir eine lange Zahl (z. B. siebenstellige Telefonnummer) am besten?

Vereinfachend wird eine Gleichverteilung aller Ziffern (Zeichen) angenommen.

Ein Wort aus n Ziffern (Zeichen) besitzt dann eine Einzel-Entropie

$$h_1 \approx n \cdot \text{ld}(n).$$

Alle Wörter zusammen liefern folglich

$$h_2 \approx m \cdot \text{ld}(n).$$

Für ein Superzeichen gilt außerdem

$$h_3 \approx k \cdot \text{ld}(k).$$

Wegen $k = m/n$ folgt die Gesamt-Entropie zu

$$H_{total} = h_2 + h_3 \approx m \cdot \text{ld}(n) + \frac{m}{n} \cdot \text{ld} \left(\frac{m}{n} \right).$$

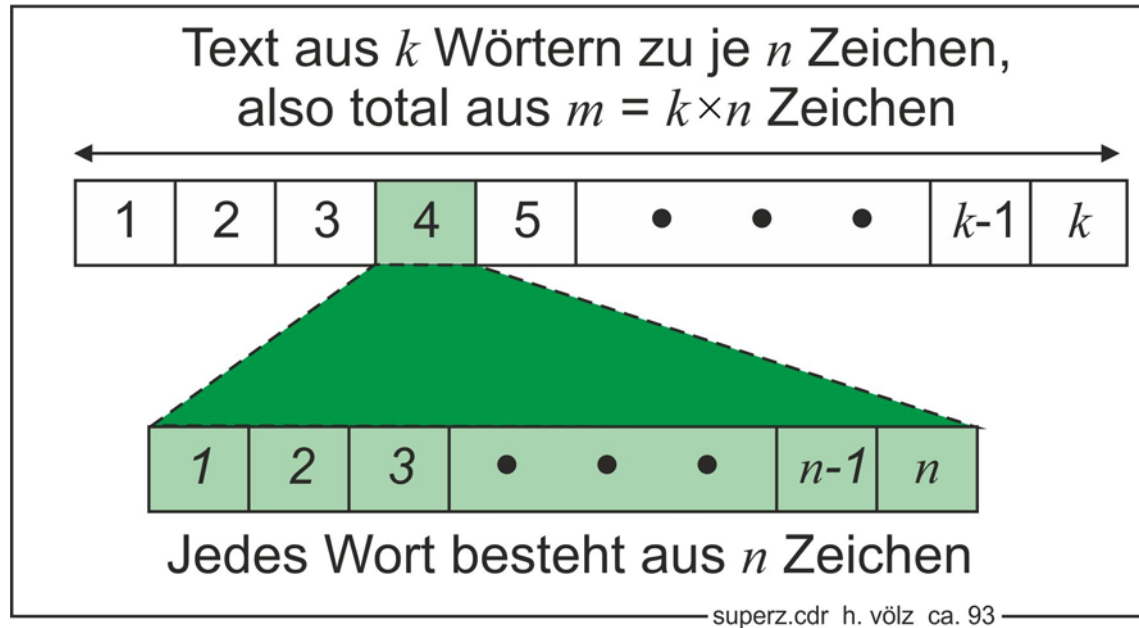
Sie besitzt das Minimum für

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

Die so bestimmte optimale Gruppenbildung ist in der folgenden **Tabelle** angegeben

Zahlen bis zur Länge 6 lassen sich am besten in Zweiergruppen merken: statt 456789 ist besser 45 67 89.

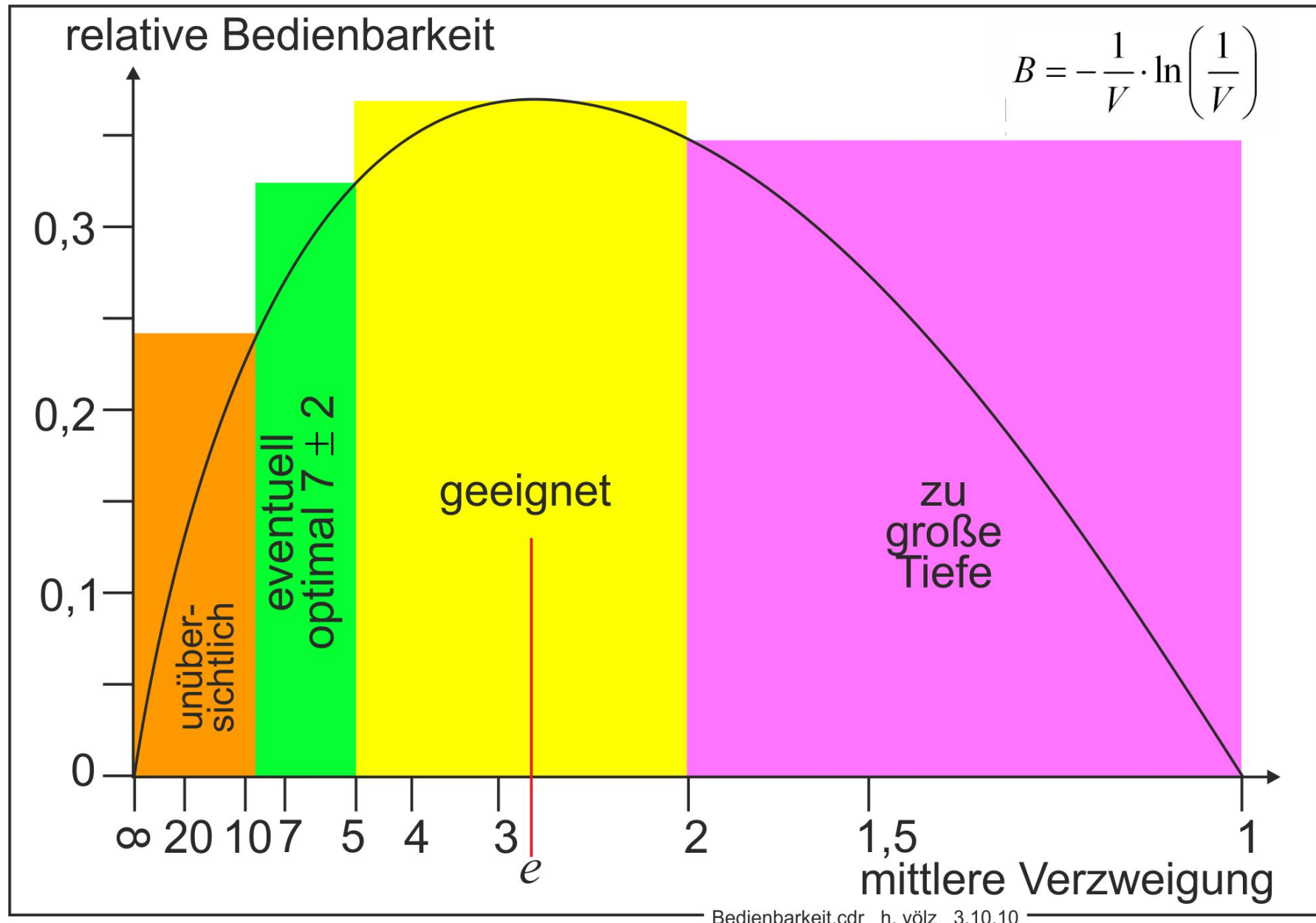
Für Zahlen der Länge 7 bis 23 Ziffern sind Dreiergruppen am effektivsten.



Optimale Gruppengröße für
die Superzeichenbildung.

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

Bei den 22 Stellen von IBAN werden allerdings bereits 4 Stellen benutzt.
Die Superzeichen (Chunks, Entropie, Auffälligkeit) bedingt auch,
dass eine optimale hierarchische Struktur ≈ 7 Zeichen/Stufe enthält.

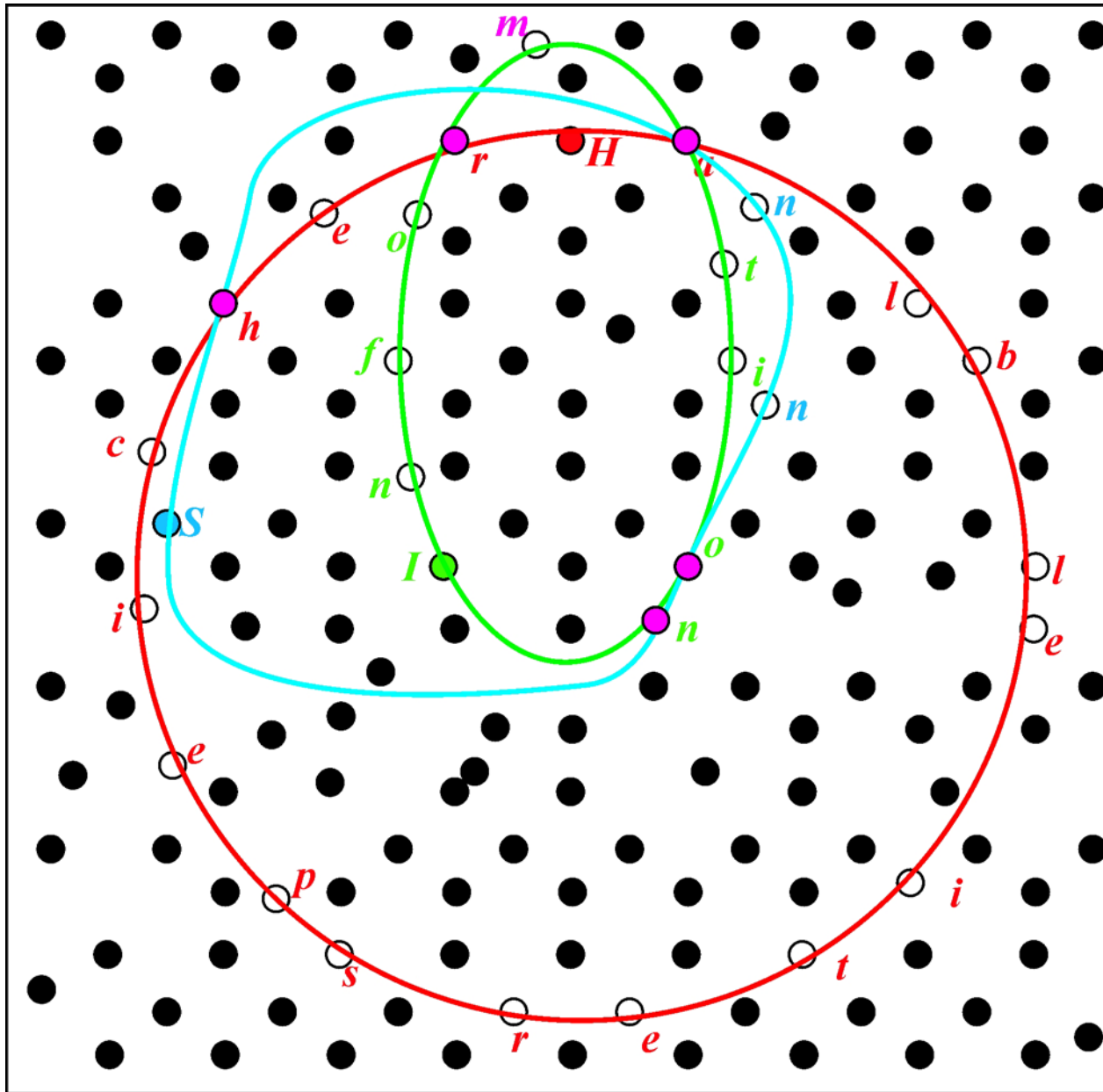


Neuronen je Shunk

Jeder Gedächtnis-Inhalt (Shunk) entspricht wahrscheinlich einem typisch elektrochemischen Erregungsmuster. Dabei läuft die im Gegenwarts-Gedächtnis vorhandene Information über Millionen aktivierte Neuronen.

Bei unterschiedliche Chunks können einige Neuronen gemeinsam einbezogen werden.
So ergeben sich gegenseitige (Zeitweilige Blockierungen von Wörtern (Bild)

Zu jedem Chunk gehört auch das entsprechende Aktionspotential der zugehörigen Neuronen.
Daher kann das Gegenwarts-Gedächtnis u.a. durch Elektroschock gestört werden.
Für das Kurzzeit-Gedächtnis ist intakte Struktur des Schläfenlappens, z.B. des Hippocampus nicht notwendig.
Daher ist est auch bei Patienten mit Amnesie voll arbeitsfähig.
Bei Wahrnehmungsaufgaben schneiden folglich Amnestiker nicht schlechter als Gesunde ab.



Einfaches Shema zur Gedächtnisspeicherung und -Interferenz

Im Umlaufspeicher sind vorhanden und können aktiviert werden

Halbleiterspeicher

Information blockieren sich gegenseitig
Shannon

● Bewirken Blockkierungen

Gedächtnis_interferenz.cdr h. vözl 30.4.07

Gegenwartsdauer

Aus der Datenrate und der Speicherkapazität folgt eine mittlere „Haltbarkeit“ der Information von ≈ 10 s. Diese Zeitdauer (**Gegenwartsdauer**) ist durch viele Untersuchungsergebnisse bestätigt. So ist es u.a. möglich, kurz nach einem Verklingen der Kirchturmglöcken noch die Schläge nachzuzählen. Eindruckvoll sind Satzkonstruktionen, die inhaltliche Zusammenhänge erfordern, die 10 Sekunden überschreiten. Ein Beispiel hierfür ist (der Text sollte nur vorgelesen werden) Beachte die verbale Klammer!

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.

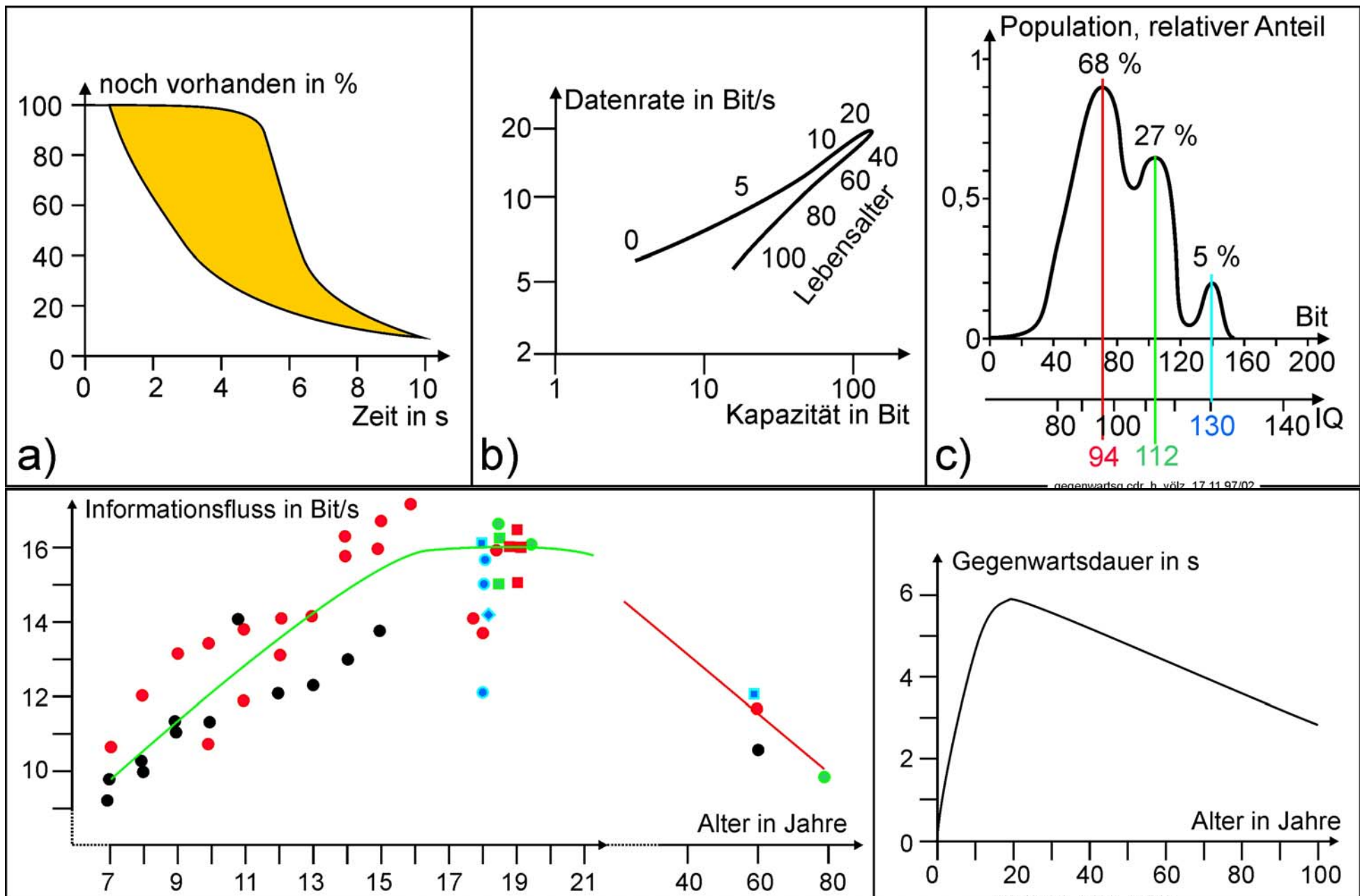
Völlig anders verhält es sich beim längeren 4. Satz aus „Michael Kohlhaas“ von HEINRICH VON KLEIST:

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.

Er ist in mehrere Einheiten zergliedert, die einzeln interpretiert werden können und so < 10 s sind. Der längste Satz der Literaturgeschichte existiert wahrscheinlich bei Victor Marie **Hugo** (1802 - 1885) in „Les Misérables“ mit 823 Wörtern.

Ergänzende Fakten zur Gegenwartsdauer zeigen die folgenden Bilder

Auf weitere Zusammenhänge und Anwendungen der Gegenwartsdauer wird später (Lernen) eingegangen.



Kurzzeit-Gedächtnis

Die Zuflussrate zum (sekundären) Kurzzeit-Gedächtnis (KG) beträgt nur **0,5 Bit/s**.

Daher wird von der im GG vorhandenen Information nur $\approx 1/30$ zum KG weitergeleitet.

Der weitaus größte Teil der Information des GG geht also verloren.

Für die Auswahl ist hauptsächlich die „Bedeutung“ und Anknüpfung an andere Daten wichtig.

Das belegen u. a. Verwechslungsfehler. Im GG sind es phonetisch ähnliche Laute, z. B. „p“ und „b“.

Im KG sind es Wörter mit ähnlicher Bedeutung.

Durch gezielte Aufmerksamkeit oder Wiederholung ist jedoch bewusst möglich, die Auswahl zu beeinflussen.

Deshalb gilt in der **Pädagogik die Wiederholung** als eine wichtige Grundlage des Lernens.

Auch in der **Sonatenform** der Musik ist dies deutlich.

Ein Thema wird im Mittel etwa **30-mal** (variiert) wiederholt und wird so für das Wiedererkennen gelernt.

Selbst beim 1928 uraufgeführte **Bolero** von JOSEPH MAURICE RAVEL (1875 - 1937) mit dem recht langen Thema von ca. 45 Sekunden existieren dennoch 21 Wiederholungen.

Während die Speicherung relativ langsam erfolgt, erfolgt der „Rückgriff“, das bewusste Erinnern, d. h. der

Rückfluss vom KG zum bewussten GG mit wiederum ≈ 20 Bit/s recht schnell.

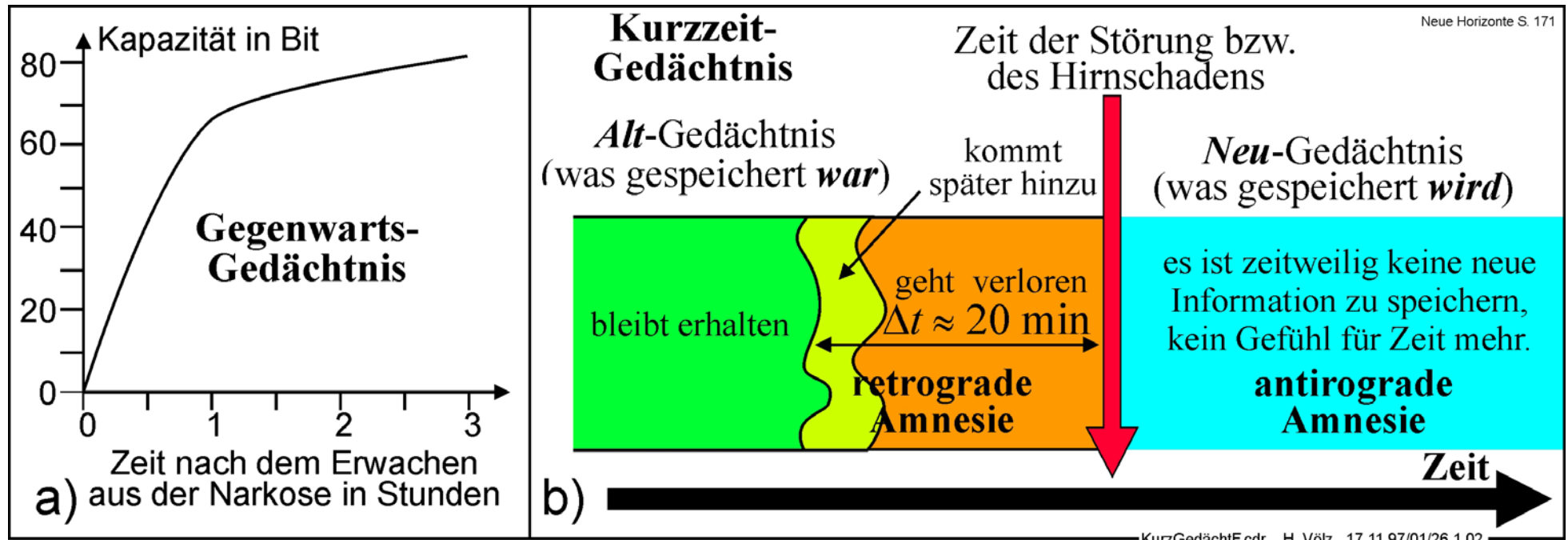
Die Kapazität des KG lässt sich mit verschiedenen Methoden auf etwa **1 500 Bit** abschätzen.

Neuronale Grundlage

Die Prozesse des GG verbrauchen für die Aktionspotentiale Transmittersubstanz.
Wenn sie andauern, muss Transmitter vom Zellleib über das Axon nachgeliefert werden.
Dazu ist im Zellkern zusätzliche RNS-Synthese einzuleiten.
Einmal in Gang gesetzt erfolgt ihr Abklingen mit einer Halbwertszeit von etwa 20 Minuten.
Auf 10 % umgerechnet ist das grob eine **Stunde**.

Wie wichtig die RNS-Synthese für das Gedächtnis ist, zeigt ihre Blockierung.
Dann ist kein Behalten neuer Information möglich ist.
Dies tritt u.a. bei Gehirnerschütterungen, Hirnschlag, Elektroschock, Anästhesie usw. auf.
Danach sind die Ereignisse der letzten Stunde bis minimal 10 Minuten (Δt) vor dem Geschehen nicht verfügbar.
So fragt zuweilen ein Patient nach der Operation, wann sie denn nun endlich beginne.
Die so „verlorene“ Information konnte sich trotz ihrer zeitweiligen Existenz im GG nicht stabilisieren.
Diese Gedächtnis-Lücke heißt **retrograde Amnesie** (Bild).

Sie kann sich später schrittweise verkürzen. Es werden einige „vergessene“ Ereignisse wieder zugänglich.
Sie reichen dann näher an den Zeitpunkt des Geschehens heran.
Es bleibt aber immer eine Restlücke von etwa zehn Minuten bestehen.
Die Verkürzung kann über Wochen und Monate ablaufen.
Das Rückgewinnen hängt auch mit der wieder anwachsenden Kapazität des GG zusammen.



Für den Übergang von Information ins KG (Konsolidierung) muss der **Hippocampus** (Thalamus) intakt sein. Wahrscheinlich koordiniert er alle Gedächtnis-Prozesse. Dafür ist oben das Beispiel des Kupferstechers **Loedel** angegeben. Derartige gestörte Menschen **leben nur in der Gegenwart**. Es tritt **antirograde Amnesie** auf.

Die Stunde

Aus Datenrate und Speicherkapazität ergibt sich eine Zeitdauer von einer **Stunde**.

In dieser Zeit kann das KG vollständig mit Information gefüllt werden.

Danach verdrängt neue Information die bereits vorhandene.

Damit zuvor die alte gefestigt werden kann, ist eine Pause notwendig.

So hat sich auch der Rhythmus Unterrichtsstunde zu 45 Minuten und Pause von 15 Minuten ergeben.

Ähnlich ging die ursprüngliche Stundeneinteilung auf das Leben in den **Klöstern** zurück.

Das erste Kloster, das „Cönebitentum“, entstand um 320 n.Chr. in Pachomius, thebetische Wüste Ägyptens.

Die Gebetsstunden der Mönche waren so eine Unterbrechung der Arbeit.

Viele weitere Details in (Völz Speicher 1).

Langzeit-Gedächtnis

Das umgangssprachliche Gedächtnis stimmt nicht mit dem GG und KG überein.

Er steht für Inhalte, die fast immer, eigentlich lebenslang erinnert werden können.

Sie betreffen Langzeit-Gedächtnis (LG, LZG, LTS, *Alt-, Dauer-, Permanent-, tertiäres Gedächtnis, Engramm*).

Das ist kein temporärer, sondern ein **permanenter Speicher**, der zudem vorwiegend **assoziativ organisiert** ist.

Seine „Daten“ waren noch vor wenigen Jahrzehnten recht umstritten und meist sehr groß angenommen.

Heute gilt etwa eine Zuflussrate um **0,05 Bit/s** = 3 Bit/Minute als gesichert.

Das ist $\frac{1}{300}$ dessen, was im GG auftritt und bewusst wird.

Für einen 60-Jährigen ergibt sich so maximal eine Speicherkapazität von nur **10 MByte**

Während typische **technische** Speicherkapazitäten heute zwischen GByte und PByte (10^9 MByte)liegen.

Daher sind einige Abschätzungen, z. B. über das „Begriffe Raten“ sinnvoll.

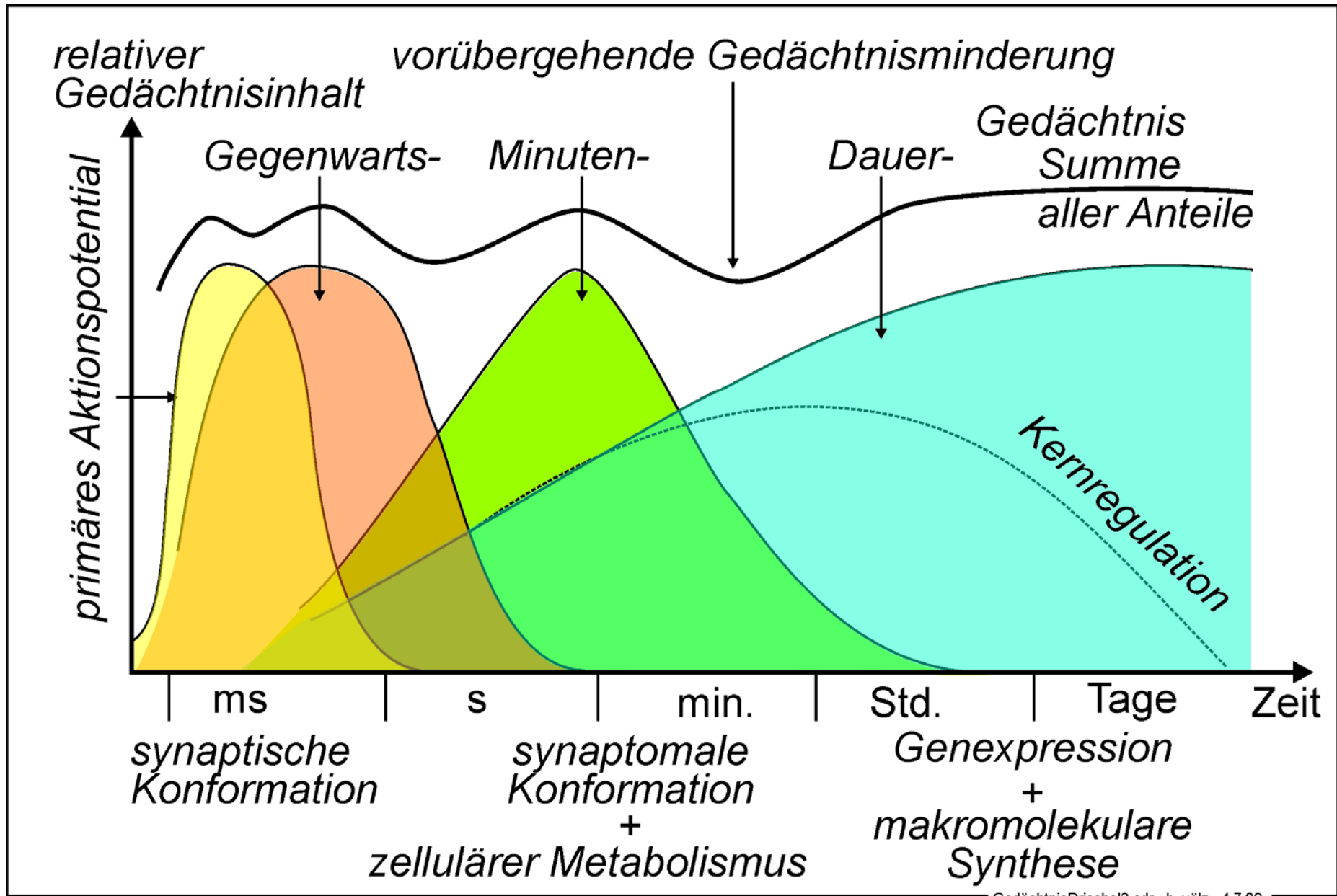
Selbst für extrem ausgefallene Objekte (z.B. der **Schuh**, mit dem CHRUSTSCHOFF auf den Tisch der UN schlug, sind dabei maximal 20 Ja/Nein-Fragen erforderlich.

So können alle denkbaren Begriffe mit $2^{20} \approx 10^6$ Bit erfasst werden.

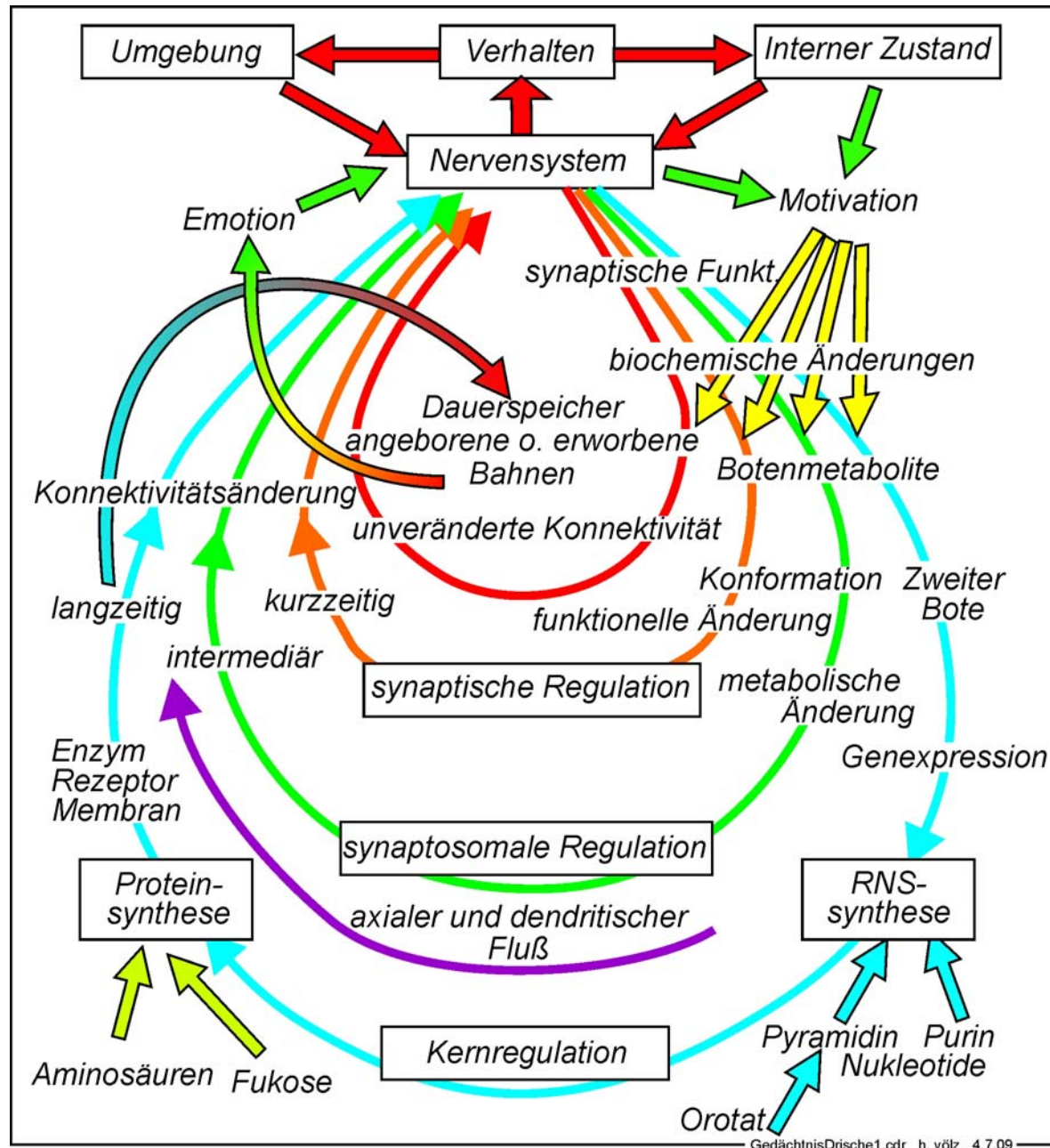
K KÜPFMÜLLER geht von 50 000 Wörtern der deutschen Sprache aus ($\approx 1,5 \cdot 10^6$ Bit).

Für den Satzbau nimmt er $4 \cdot 10^5$ Bit an plus Rechtschreibung usw. folgen insgesamt rund $5 \cdot 10^6$ Bit.

Für einen Spezialisten, der ca. 10 Sprachen beherrscht, liegt damit die Kapazität bei $5 \cdot 10^7$ Bit.



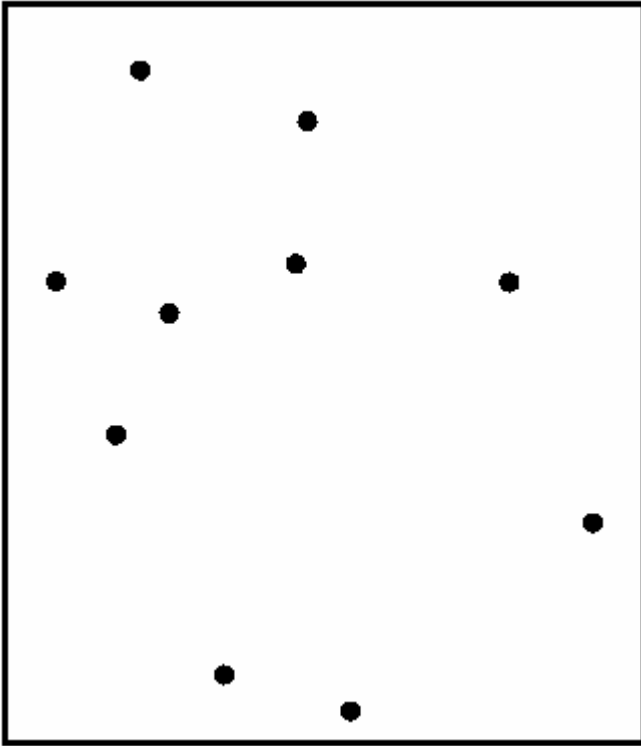
GedächtnisDrischel2.cdr h. vözl 4.7.09



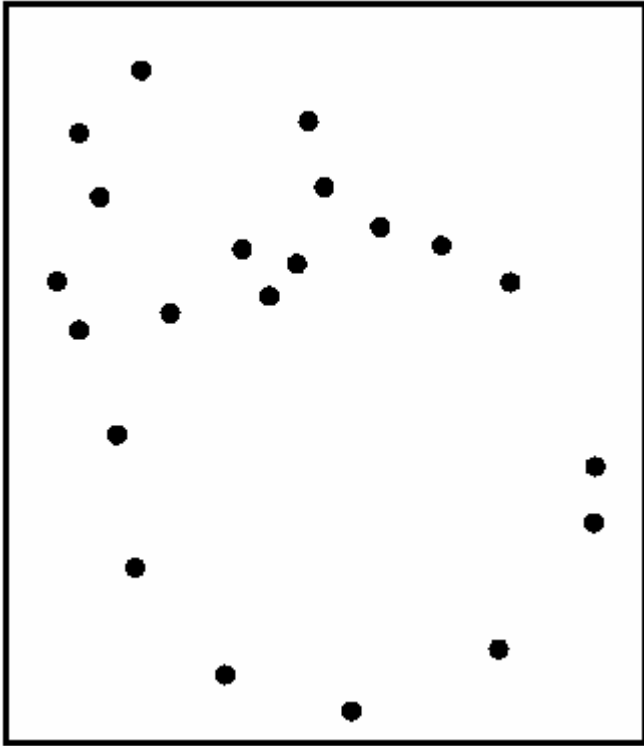
Ergänzungen

Die verbal im Gedächtnis vorhandenen Inhalte betreffen nur einen sehr kleinen Teil des Gedächtnisses. Sie erfassen nicht einmal, dass wir durch Kombination aus wenigen Daten viel mehr Wissen ableiten können. Die Umkehrung ist als **Aha-Erlebnis** gut bekannt: Es wird ein Zusammenhang entdeckt und das gespeicherte notwendige Wissen schrumpft erheblich (Bildfolge). Heute wird das Langzeit-Gedächtnis als **neuronale** „Verschaltung“ interpretiert. Die neuronalen Aktivitäten der Synapsen setzen sich auf andere Weise fort. Ihre Größe zu oder es bilden sich teilweise auch Neben-Synapsen, dabei wirken auch Glia-Zellen mit. So entsteht dauerhaftes Lernen als neue Verschaltung. Das geschieht ganz wesentlich im Schlaf. Umgekehrt beruhen einige Aspekte des Vergessens darauf, dass sich nicht mehr benutzte Synapsen zurückbilden. Auffällig und typisch ist jedoch, dass insbesondere im höheren Alter bislang nicht mehr erinnerbare – offensichtlich verdeckte – Jugenderinnerungen wiederkehren.

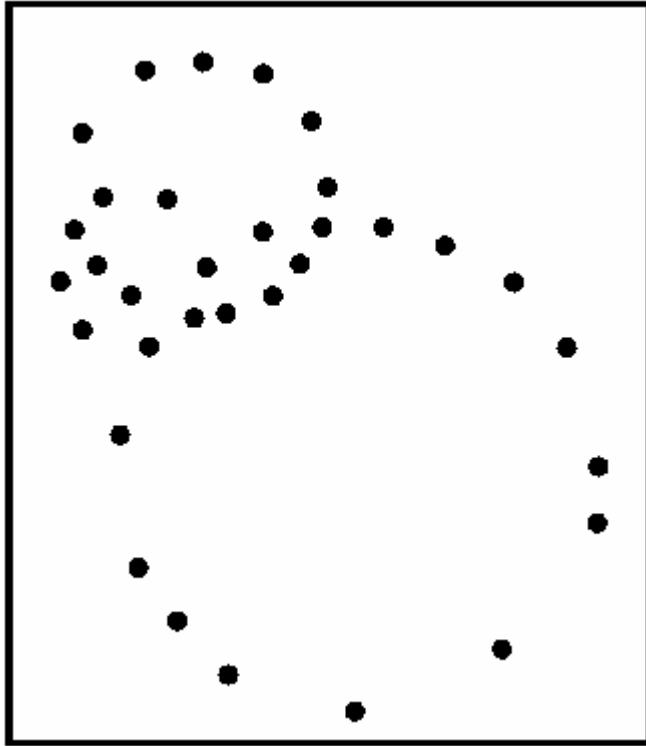
Wir haben aber auch ein **motorisches, episodisches, prozedurales und kontextbezogenes** Gedächtnis (Bild).



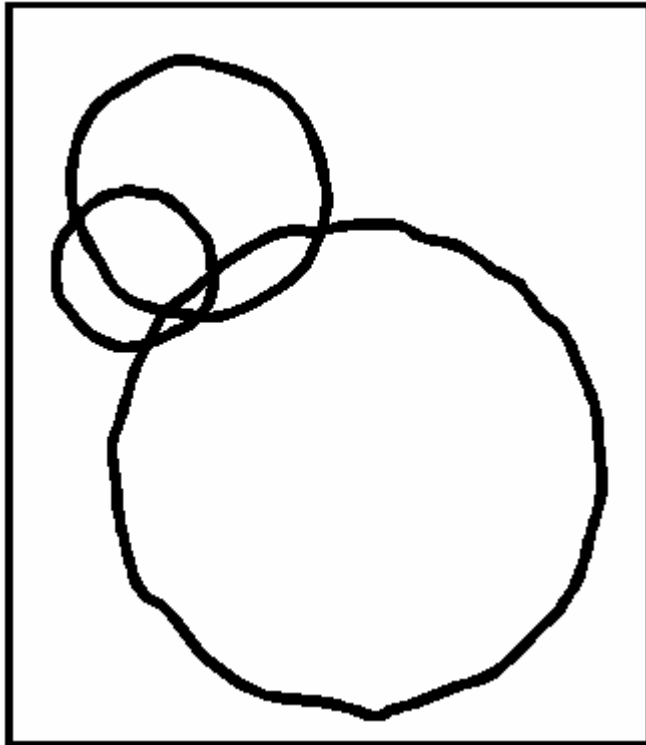
Die Punkte werden einzeln wahrgenommen; eine Struktur ist noch nicht erkennbar.



Es werden zwei Kreise erahnt.

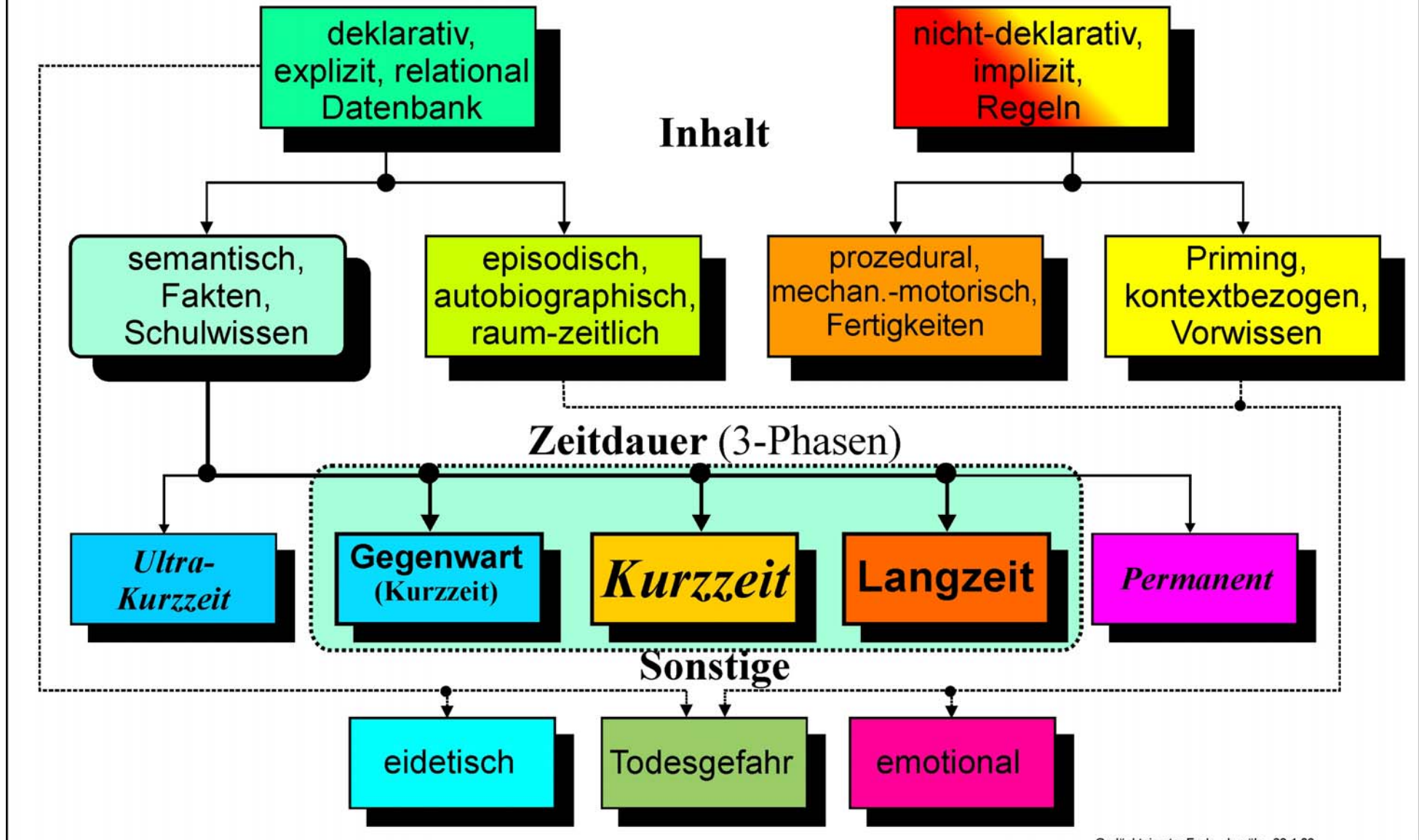


Die zusätzlichen Punkte sind nicht eindeutig erklärbar.



Es sind drei Kreise, aber mit Fehlern!

Gedächtnis-Arten



Zwei gegensätzliche Gedächtnisarten

Es gibt mehrere Gedächtnisvarianten. Eine grobe Unterscheidung betrifft **deklarativ** $\Leftrightarrow$ **nichtdeklarativ**.

Lateinisch **declaratio** Kundgebung, Offenbarung) entspricht etwa dem Schulwissen und betrifft

- Wortbedeutungen (semantisch-grammatikalisch), allgemeine *Fakten über Realität* (Bilder, Töne, Gerüche).
- Zusammenhänge der Welt. Elementare Wissensseinheiten: *Begriffe und semantische Relationen*.

Nach dem Lesen einer Geschichte kann kaum der *Wortlaut* aber leicht der *Inhalt* (Semantik) erinnert werden.

Evolutionär dürfte erst hierüber das **episodische Wissen** entstanden sein.

Tatsachenwissen kann nämlich auch **ohne episodisches Wissen** erworben werden, aber **nicht umgekehrt**

Nichtdeklaratives Gedächtnis ist **inhomogener** und **vom Denken getrennt** (darunter **prozedural** $\Leftrightarrow$ **priming**)

Inhalte werden **fast nie bewusst, verbalisierbar**, sind aber immer **praktisch nutzbar**.

Es ist **langsam, unflexibel**, daher nur in Zusammenhängen einsetzbar, **wo es erworben** wurde.

Lateinisch **procedere** Vorgehen, Art und Weise zu handeln

Betrifft (automatisierte) **Fertigkeiten**, Handlungsabläufe und Gewohnheiten, Rad-, Autofahren, Karten spielen

Selbst bei intensivem Üben **nehmen die Fertigkeiten nur sehr langsam** zu

Wichtig ist **nicht-assoziatives Lernen** $\approx$ **Habituation** senkt **Sensivierung** (auslösenden Reize)

$\approx$ **Klassische Konditionierung** = **bedingter Reflex**, ausgelöst durch neutrale Reize.

lateinisch **habitus** Gehabe, Haltung; Körperbeschaffenheit; erworbene Eigenschaft

englisch **condition** bedingen, in gewünschten Zustand bringen

Lateinisch **primus** vorderster, erster, vornehmster

Es wird **nicht nur Einzelnes erinnert**, sondern gleichzeitig **Ähnliches „vorgewärmt“**

deklarativ	nicht-deklarativ
beschreibend	erklärend
explizit, relational, enzyklopädisches semantisch (Zeitvarianten!) $\Leftrightarrow$ episodisch.	implizit prozedural (Fertigkeiten) $\Leftrightarrow$ Priming (Vorwissen).
„Wissen was oder dass“, Fakten, Datenbank, Lexikon, Wissen, Biographie, Denkpsychologie, Kognition.	„Wissen wie“, Regeln, Abläufe, Prozesse, Fertigkeiten Behaviorismus, Verhalten.
Gespeicherte Ereignisse/Fakten meist verbalisierbar, schnell, flexibel, semantische arbeitet in Zeitstufen meist bewusste Erinnerung, kann blockiert werden	Schwer zu verbalisieren, langsam, unflexibel, wirkt unmittelbar, direkt meist unbewusste Ausführung, immer zugänglich.
Durch Hirnschäden meist stark beeinträchtigt.	Durch Hirnschäden weniger beeinträchtigt.

Sehr spezielle sind: **sensorisches** (Ultrakurzzeit-), **eidetisches**, **emotionales** und **Todes-Gedächtnis** (s. u.)

Ultrakurzzeit-Gedächtnis

Alle drei zuvor behandelten Gedächtnisarten sind auf der Basis von verbalen Daten gewonnen.

Zu anderen Informationen gibt es nur wenige Aussagen.

Erst in den letzten Jahrzehnten konnten bei Bildern neue Ergebnisse gewonnen werden.

Dabei wurde der Begriff **ikonisches** bzw. **photographisches** Gedächtnis eingeführt.

Das gerade gesehene Bild bleibt nach plötzlichem Schließen des Augenlids noch kurz erhalten, bevor es gelöscht.

Verkehrsschilder werden z.B. sofort gesehen und befolgt, aber sofort wieder vergessen.

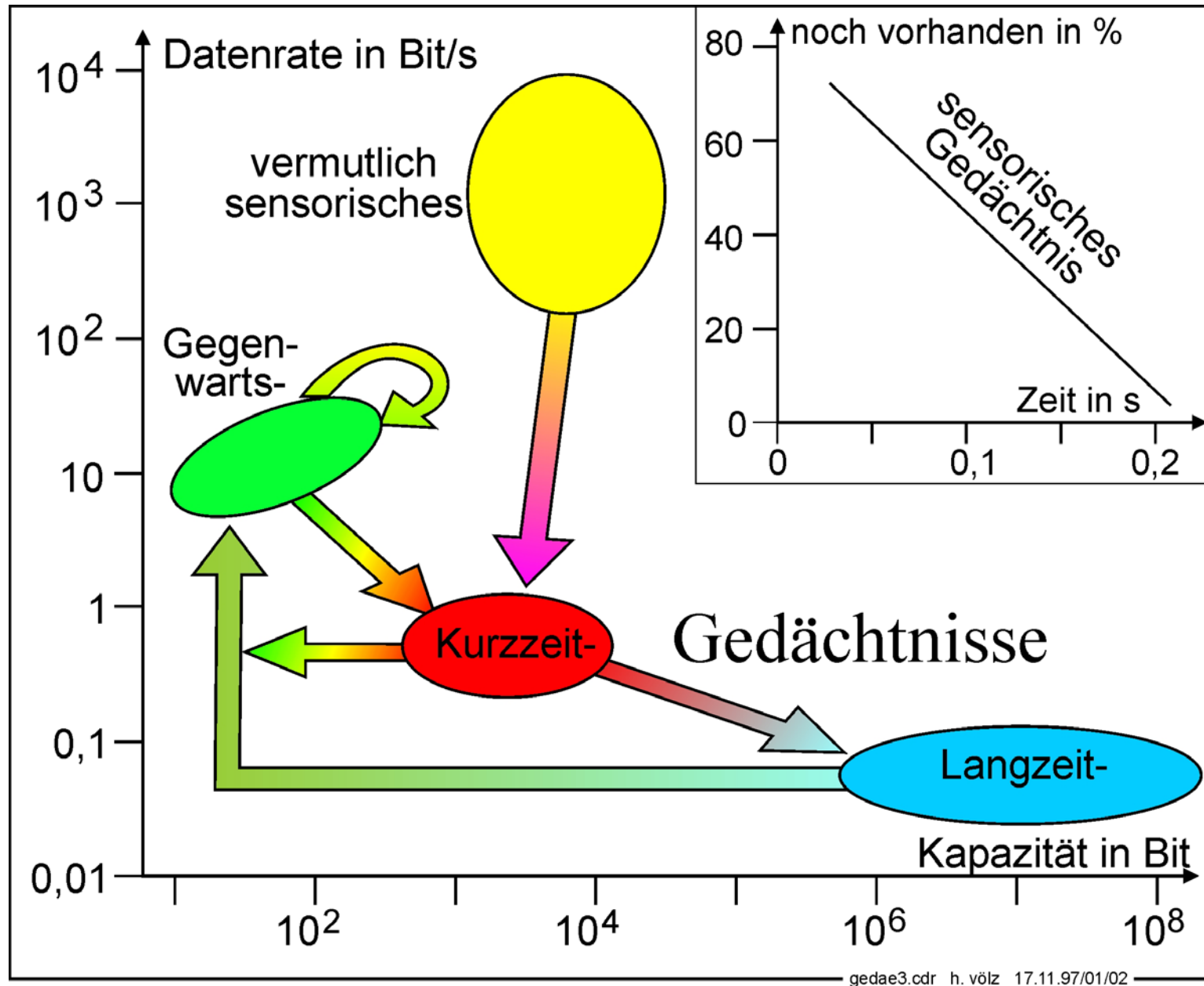
Beim Lesen springt das Auge bewegt im ms-Sekunden-Takt von Wortgruppe zu Wortgruppe.

All diese Informationen laufen nicht über das GG, werden nicht bewusst, gelangen sondern unmittelbar ins KG.

Diese Fakten erschweren alle Messungen, auch weil sie zur sehr kurzen Speicherzeit von etwa 50 bis 200 ms führen. (Bild).

Hierdurch entstand der Begriff **Ultrakurzzeit-** bzw. sensorisches Gedächtnis. (Stöckeschuhe!)

In Zusammenhang mit den anderen genannten Gedächtnissen entsteht folgende Bild



Eidetisches Gedächtnis

*griechisch **eidōs*** Urbild, Gestalt, Aussehen, Wesen, Begriff, Idee; auch photographischen Gedächtnis

Einmalig kurz Wahrgenommenes (Bilder, Texte, Musik usw.) wird vollständig gespeichert und ist exakt abrufbar
Häufiger bei **Kindern**; bis auf wenige **Ausnahmen** verliert sich diese Fähigkeit im Laufe der Jahre.

Autisten und Gedächtniskünstler

Es gibt aber auch „ganz normale“ **Menschen mit eidetischem Gedächtnis**

MOZART hörte im Jugendalter hörte eine Messe und konnte sie zu Hause vollständig notengetreu aufschreiben.

LORIN MAAZEL „sieht“ beim Dirigieren (geschlossene Augen) vollständig drei aktuelle Partiturseiten. Er konnte so alle neun Sinfonien BEETHOVENS an zwei Tagen mit drei Orchestern aufführen

20er Jahre: Ein Schalterbeamte am Schlesischen Bahnhof Berlins (Ostbahnhof) kannte unmittelbar nach Erscheinen den neuen Fahrplan der gesamten Reichsbahn vollständig auswendig, beim Wechsel wies er umgehend auf Mängel hin.

Nach Entfernung eines 2,5 cm großen Hypophysen-Tumors (zentrales Hormonorgan) hatte ich für zwei Tage Zugriff auf ein „eidetisches“ Gedächtnis. Details: www.aes.cs.tu-berlin.de/voelz/PDF/Hypophysen.pdf



Emotionales Gedächtnis

*lateinisch **motionis*** Bewegung, etwa Gefühlsregung:

1. Art und Weise, wie Angst, Furcht die Gedächtnis-Bildung beeinflussen, meist im Sinne von Konditionierung (klassischer, bedingter Reflex), ermöglicht Zuordnung zu Priming
2. Bewusste Erinnerung von Emotionen, teilweise Zuordnung zum episodischen Gedächtnis, meist werden positiven Emotionen, wie Freude nicht einbezogen.

Gedächtnis steht oft im Zusammenhang mit Erinnerung von **Gerüchen** und besonders **intensiven Erlebnissen**
Details zu Emotionen s. u.

Todes-Gedächtnis

Gilt seit einigen Jahren sehr wahrscheinlich als real

Tritt kurz vor dem Tode in Erscheinung und lässt dann wesentliches Geschehen des eigenen Lebens in Zeitraffer ablaufen

Wird von Personen mitgeteilt, die im letzten Augenblick gerettet werden:

Einhellig berichten sie von gleißendem Licht. Meist haben sie vorher das Gefühl, ihren Körper zu verlassen und sich selbst aus großer Höhe zu sehen. Dann ziehen rasend schnell vergessen geglaubte Szenen aus dem Leben vorbei. Manche dieser Menschen sehen schließlich noch Landschaften oder filigrane Muster.

In seinem Buch „Leben nach dem Tod“ beschrieb der amerikanische Arzt Raymond A. Moody erstmals diesen typischen – allerdings noch umstrittenen – Ablauf. Er führt dazu zahlreiche Beispiele an. „Es war alles pechschwarz, nur ganz weit in der Ferne konnte ich dieses Licht sehen, dieses unglaublich helle Licht“, heißt es da beispielsweise. Oder: „(Das Licht) war wunderschön und so hell, so strahlend, aber es tat den Augen nicht weh. So ein Licht kann man hier auf der Erde überhaupt nicht beschreiben.“ Solche Schilderungen erinnern frappant an Erlebnisse unter halluzinogenen Drogen. ... Das Auftauchen vergessen geglaubter Episoden aus der Lebensgeschichte dürfte durch totale Aufhebung der Gedächtnisfilter bedingt sein. Offenbar werden zudem Endorphine, körpereigene Opiate, in großen Mengen frei, was den friedlichen Gesichtsausdruck vieler Toter erklärte.

Bei all diesen Zuständen dürfte das Hirnareal, das für das optische Selbstbild zuständig ist, eine Überfunktion aufweisen. Dasselbe könnte im Sterben geschehen. Ein ketamin-ähnlicher Botenstoff lässt dabei offenbar die Person sich selbst aus der Ferne sehen – als unbeteiligter Zuschauer des eigenen Todes.

Gedächtnis-Täuschungen

Falscherinnerungen treten umfangreich bei **längeren Befragungen** auf, werden teilweise erst durch Forderungen zum **gründlichen Nachdenken** über das Geschehene bewirkt

Die **Phantasie** schmückt dann alles reichlich aus

Kommentare der Fragenden wirken bestärkend, ablenkend oder falsch hinweisend:

z. B. „Wiederholen Sie doch bitte die Geschichte von der ‚homosexuellen‘ Person noch einmal.“

Insbesondere **Kinder schmücken dann Episoden** großartig und wirkungsvoll aus

Gilt vor allem, wenn ihnen Eltern oder Verwandte über ihr **erstes, zweites Lebensjahr** erzählt haben.

Sie können von damals noch keine Erinnerungen besitzen, denn der für LG notwendige Hippocampus war noch nicht ausgereift (Beispiel verloren im Kaufhaus)

[Fischer] berichtet über den **Streit von zwei Psychologieprofessoren** um das Datum des Todes eines Kollegen.

Obwohl das Datum leicht nachprüfbar ist, nimmt der Streit kein Ende

Ähnliche wird zuweilen fest an **Vergewaltigung, Abtreibung** usw. geglaubt, sogar selbst dann, wenn im Nachhinein Jungfräulichkeit bewiesen wird.

Wir ändern Zahlenwerte rückwirkend. Probanden wurden nach der Höhe des Eiffelturms gefragt.

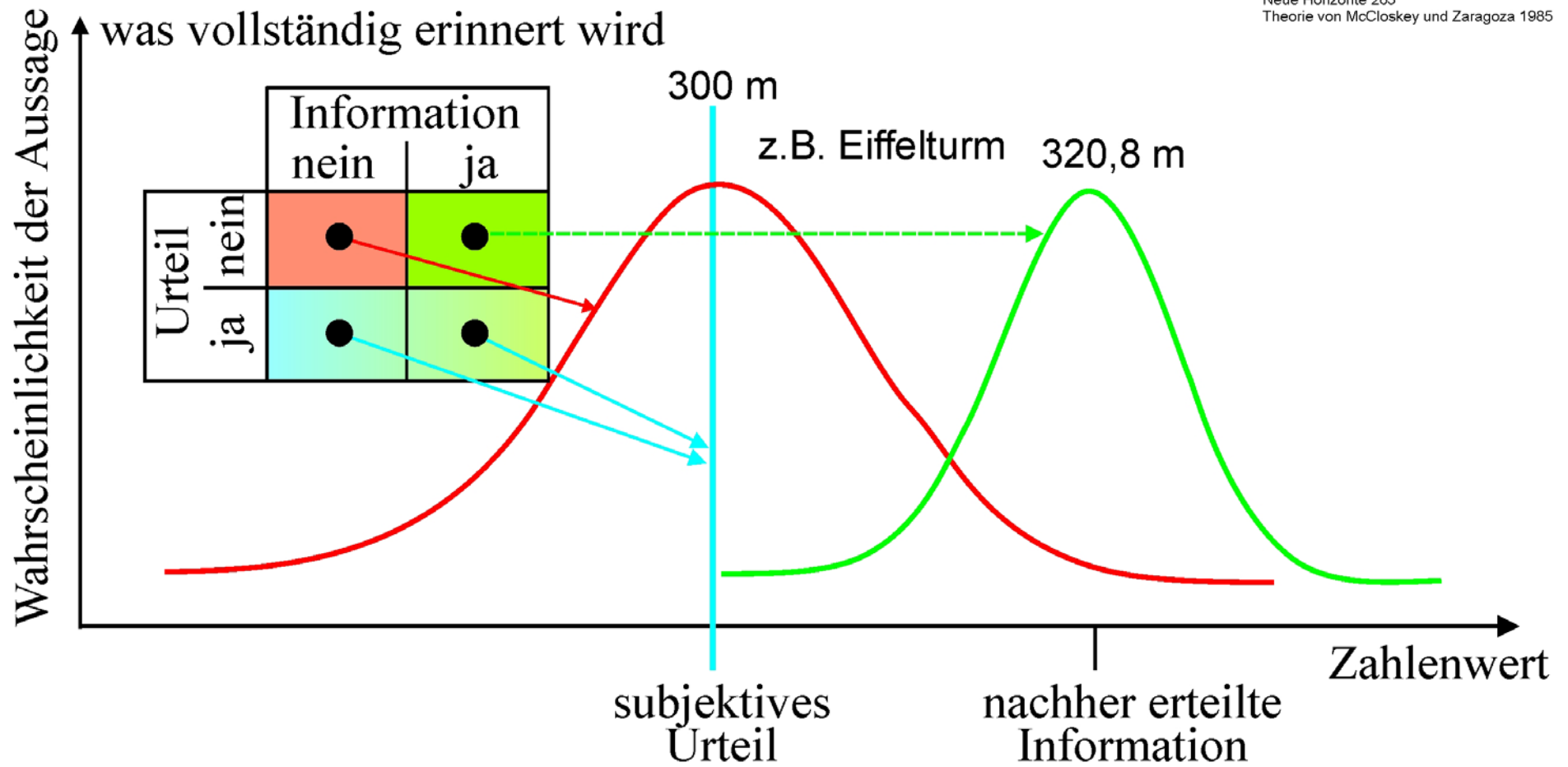
Später wurde ihnen die richtige Höhe genannt und noch später wurden sie gefragt, welche Höhe sie ursprünglich genannt hätten.

Fast immer erfolgten deutliche Verschiebungen in die „wirkliche“ Richtung.

Dann wurde zusätzlich getestet, ob das eigene Urteil oder die gegebene Information vollständig erinnert wurden.

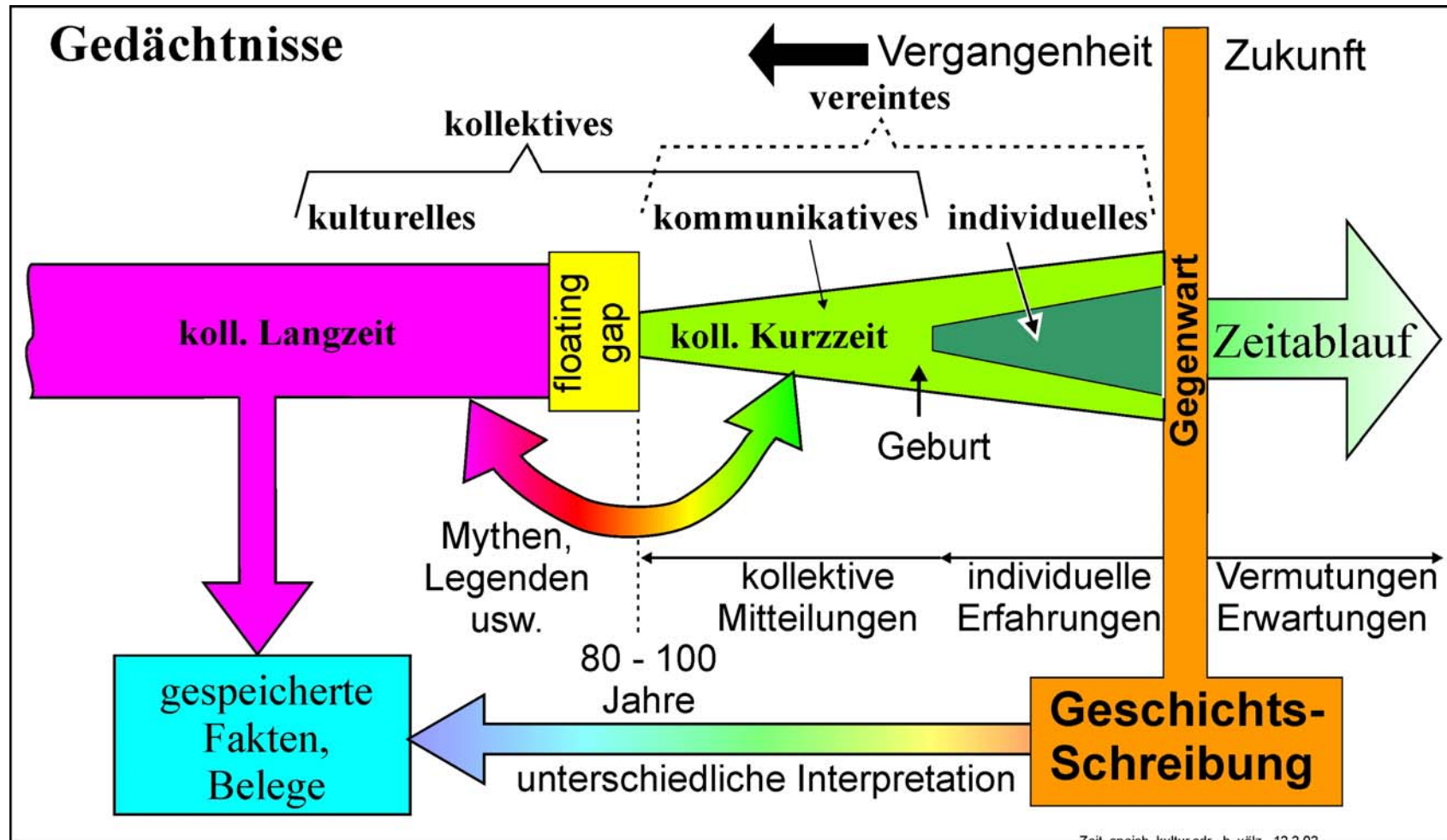
Besonders häufig wird nur das ursprünglich eigene Urteil vergessen

dann entsteht die Verteilung der rechten grünen Kurve.



Überindividuelle Gedächtnisse

Der Mensch ist ein gesellschaftliches Wesen, so entstanden auch mehrere übergeordnete Gedächtnisse.



Zeit_speich_kultur.cdr h. vözl 12.2.02

Lesbarkeitsindex

Da uns 10 Sekunden als Ganzheit erscheinen, muss in dieser Zeit ein gelesener Text verstanden werden. Hierbei sind die gemittelten Wörter/Satz W und Silben/Wort S (je 100 Wörter) von großem Einfluss. Auf dieser Grundlage wurde eine statistische Lesbarkeit L eingeführt; in (normierte) %

$$L/\% = 230 - 0,96 \cdot W - 78 \cdot S$$

Eine andere, ähnliche Formel lautet:

$$L = 240 - W + 0,8 \cdot S$$

Je größer ihr Wert (je kleiner W bzw. S) desto leichter ist ein Text lesbar.

Der typische Wert hängt dabei auch von Alter und Intelligenz ab. Für Erwachsene sind 30 bis 80 % üblich.

Ferner gibt es Kriterien für Schulbücher unterschiedlicher Altersstufen

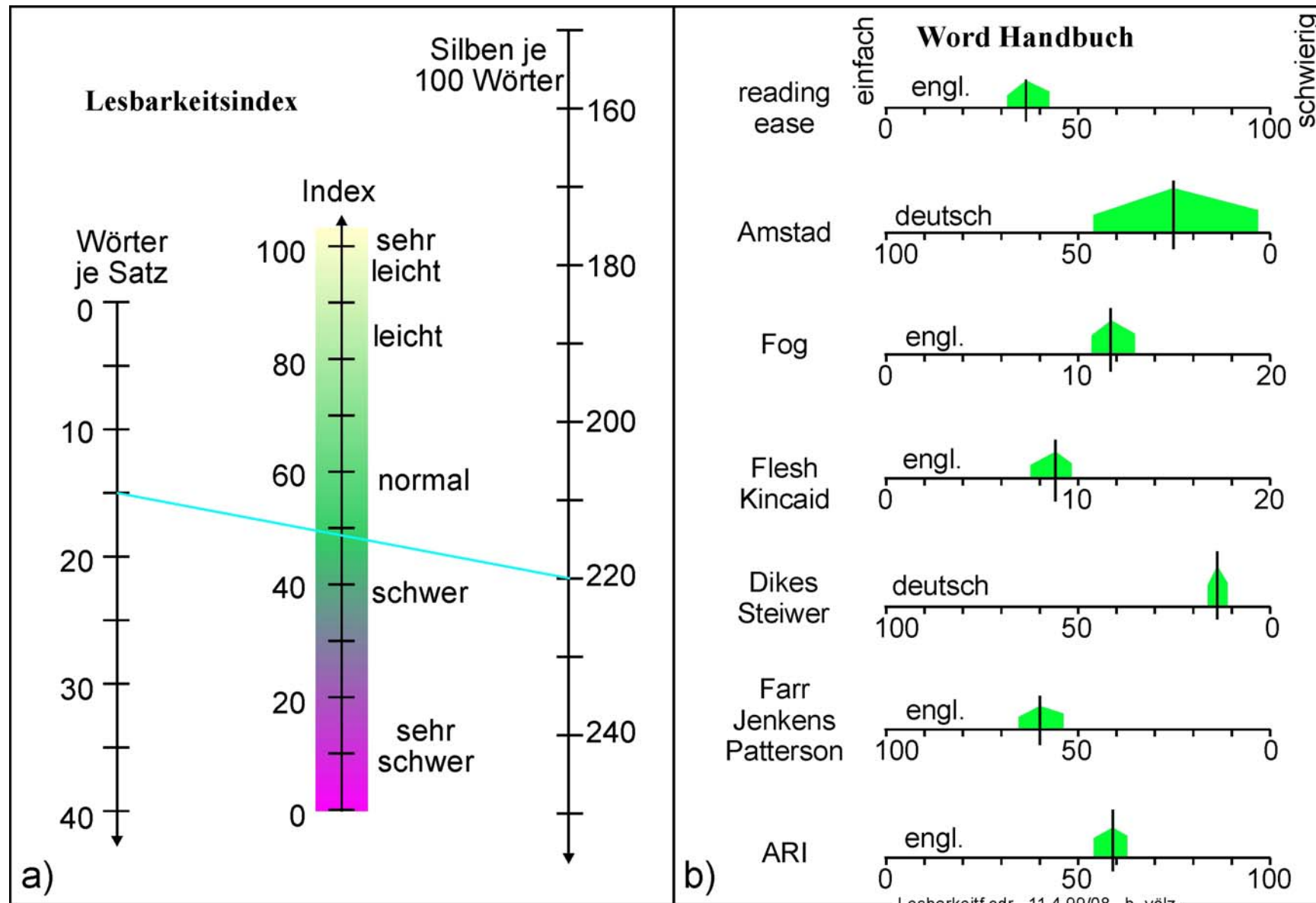
Die Summe in der Formel tritt indirekt durch den Logarithmus der Entropie auf.

Einige mathematische Fachzeitschriften prüfen mit diesen Methoden, die Lesbarkeit der Manuskripte und verlangen dann vom Autor Änderungen

Eine Zeitlang benutzten auch Journalisten diese Zusammenhänge für besser lesbare Artikel.

Die Auswertung der obigen Formeln kann durch Nomogramme erleichtert werden

Das Bild zeigt ergänzend beispielhafte Ergebnisse nach unterschiedlichen Berechnungen.



Periodische Zeiten

Musik geschieht in der Zeit. Daher sind Zeitmaßstäbe wichtig sowie Rhythmus und Takt zu unterscheiden.

Takt: *lateinisch tactus* Berührung, Gefühlssinn, Gefühl $\approx$ *tangere* berühren, beeindrucken, zurück.

Nach dem 16. Jh. erscheint er auch in den Taktstrichen $\Rightarrow$ kleinste *musikalische* Einheit;

17. Jh. auch *Verslehre* für die kleinste metrische Einheit (Hebungen und Senkungen der Stimme).

Später für den regelmäßigen, durch die Hemmung ausgelösten Schlag der *Uhren*. Klapperverse

Etwa ab dem 19. Jh. wird er auf viele technische Einrichtungen (Viertaktmotor) übertragen.

ist ermüdend, anstrengend, bei Herzinfarkt schlägt Herz vollständig regelmäßig

Resonanzkatastrophe, z. B. Kolonne marschiert über eine Brücke.

Übertragen auch feines Gefühl für Anstand und *Schicklichkeit*, Anders **Taktik:** bei Spielen und Militär!

Rhythmus: *griechisch rhythμός*, *lateinisch rhythmus*: gleichmäßige Bewegung, Tonfall der Rede.

Im 18. Jh. zeitliches Ebenmaß, gleichmäßige Gliederung eines Ton- oder Bewegungsablaufs,

Gleichmäßige Wiederkehr von Vorgängen. Heute ist *Biorhythmus* z. B für Oszillationen biologischer Systeme.

Das Verhältnis beider hat LUDWIG KLAGES (1872 – 1956) deutlich herausgearbeitet.

Bezug	Takt	Rhythmus
Frequenz	so konstant wie möglich bester Wert Cs-Uhr $\Delta f/f \approx 10^{-15}$	stark schwankend um einen Mittelwert, den Takt
Eigenschaften	wiederholt, stur	erneuert, anpassungsfähig, kreativ, ergibt Sinn
Anwendung	Vor allem in der Technik Taktgenerator, Viertaktmotor, Stimmgabel, Uhr, Synchronisation	Auf das Leben, den Menschen bezogen Metrum der Musik, Betonung im Gedicht Musikalischer, künstlerischer Genuss und Erleben

Biorhythmen

Viele **Biorhythmen** erst durch Rechentechnik mittels Korrelationsrechnung, FOURIER-Analyse usw. gefunden. Im Leben besitzen Rhythmen **Taktgeber**, die extern synchronisiert werden, sich den Erfordernissen anpassen. Ohne Taktgeber laufen die Rhythmen meist langsamer, z. B. ohne Hell-Dunkel 24,8 Stunden (Jetlag!) Nach etwa 14 Tagen entkoppeln sich dann sogar Schlaf- und Körpertemperatur-Rhythmus:

33,4 Stunden für Schlafen ↔ Wachen und 25,1 für Temperatur.

Insbesondere bei der Musik werden durch Synchronisation rhythmische Körpergefühle erzeugt. Fast jede musikalische Zeitstruktur ist mit Bewegungen von Körperteilen, Herzschlag, Atmung usw. gekoppelt. Typische Eigenfrequenzen sind Unterarm ≈ 1 Hz, Hand ≈ 3 Hz, Finger ≈ 6 Hz, Gehen $\approx 1,3$ Hz.

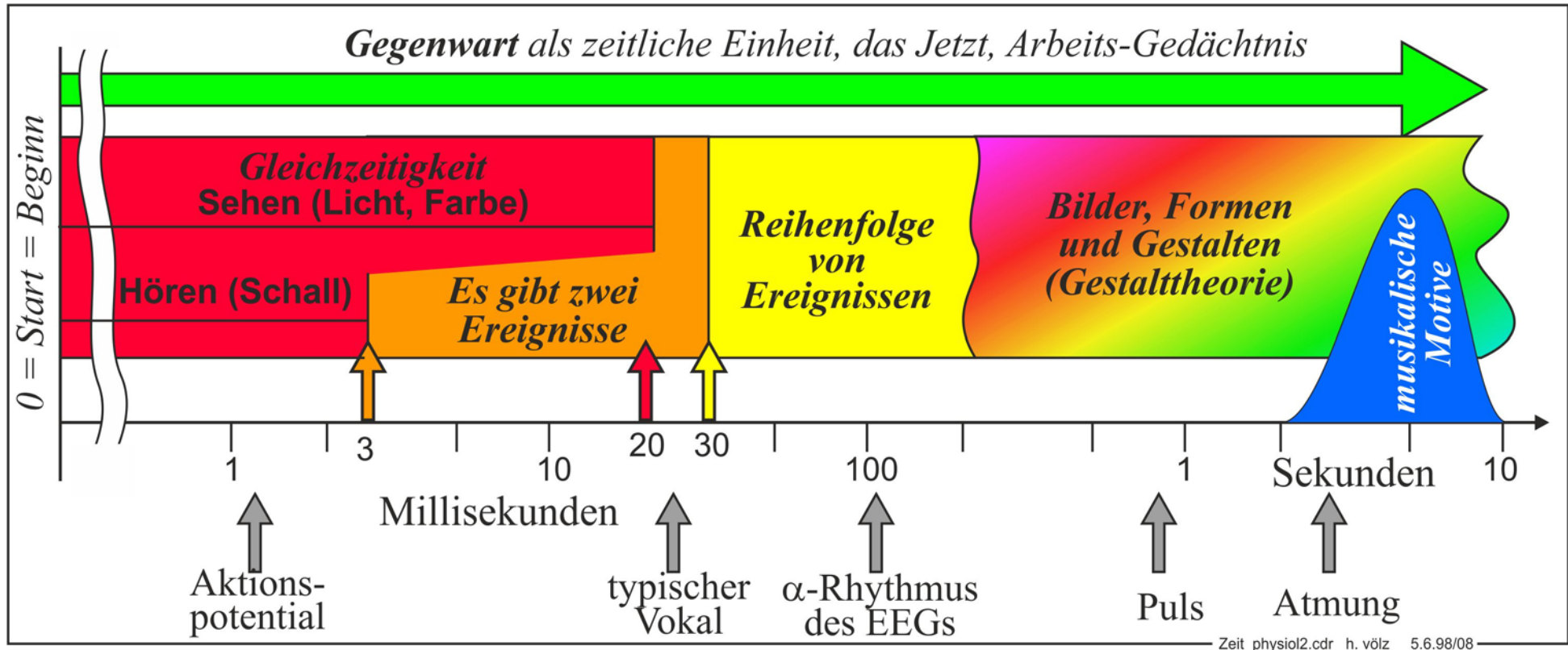
Bei Synchronisation wird nämlich infolge von Resonanz weniger Energie verbraucht (s. u.).

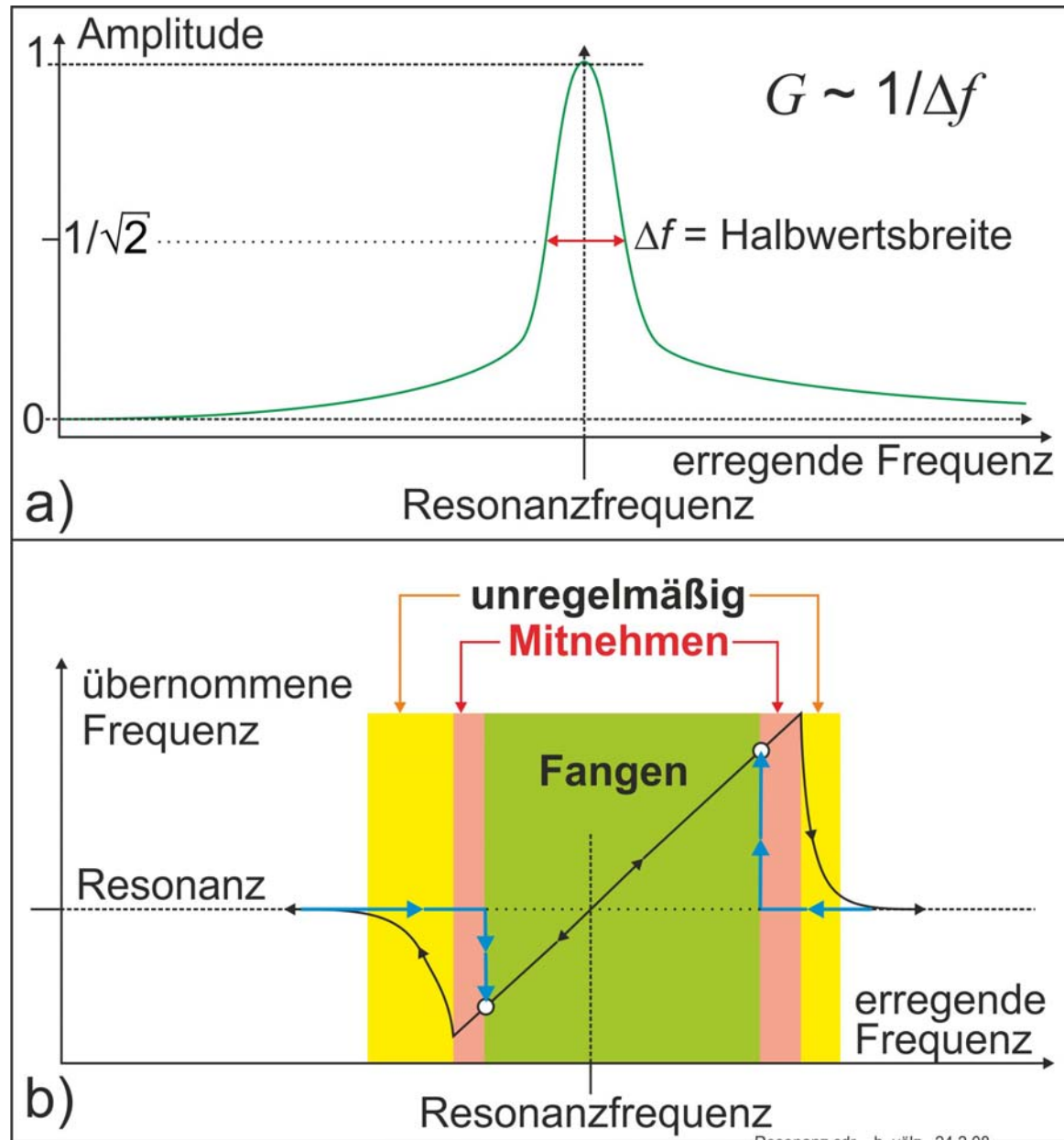
Schon CARL PHILIPP EMANUEL BACH (1714 - 1788) fand Übereinstimmung von Musik mit dem Herzrhythmus. (Nur) in der Europäischen Musik taucht das **Metrum** auf (als Phänomen des menschlichen Geistes), geschieht aber erst mit der Einführung des Taktes.

Das Grundtempo der Musik = Andante (gehend; ≈ 60 Schritte/Minute = 1 Schritt/s).

MÄLZELS Metronom von 1816: Andante = 66 Schläge/Minute.

Vergleich Erkennungszeiten





Resonanz

Bei **schwingfähigen Gebilden**, LC, Pendel, Saite usw.

Die **pendelnde Energie** ist dabei **groß gegenüber der anregenden** → Verstärkung um Güte G

Geringe Einflussnahme bewirkt sehr große Wirkungen ⇒ **parametrischer Verstärker**

= **Schaukeln** eines Kindes durch sehr kleine Schwerpunktverlagerung

Frequenzselektion beim Rundfunk/Fernsehen/Handy usw.

Resonanzfrequenz wird hoch selektiv aus allen anderen Frequenzen (Störungen) herausgefiltert

Halbwertsbreite Δf ist etwa umgekehrt proportional zur Güte $G \sim 1/\Delta f$.

Synchronisation

Eigenschwingung ω_0 des Systems wird von außen anregende Schwingung ω_a

- **Synchronisation:** In einem Bereich um $\Delta\omega$ wird $\omega = \omega_a$ erzwungen
- **Fangbereich $\Delta\omega_F$:** Sobald ω_a auftritt erfolgt hier immer Synchronisation
- **Mitnahmebereich $\Delta\omega_M > \Delta\omega_F$,** wenn bereits Synchronität vorliegt bleibt sie auch erhalten

Es ist leichter mit höherer Frequenz $\omega_a > \omega_0$ zu synchronisieren, entspricht Synchronimpuls zu früh

Synchronisation ist auch für ganzzahliges Verhältnis zwischen ω_a und ω_0 möglich

Synchronisation von Gang-,Herzrhythmus = 1:1, Atmung-,Herzfrequenz = 1:4

$\frac{4}{4}$ -Takt der Marschmusik, weiches Schweben $\frac{3}{4}$ -Takt beim Walzer. **Raga** kein Metrum, Takt nur fließend.

Tanz-Rhythmen für Turniertanz festgelegt.

Uhr zur Synchronisation des täglichen Lebens

Zeiten bei Musik

Musik aller Epochen sollte etwas Gemeinsames besitzen, das könnte bei spezifischen Zeiten liegen.

1975 wurden dazu in mit WOLFRAM HEICKING und MANFRED NITSCHKE (Musikhochschule Hanns *Eisler*)

35 Werke von 24 Komponisten ausgewählt und auf die Länge ihrer Themen, Motive und Flächen untersucht.

J. S. Bach	1685 - 1750	D-Dur Suite, Air	A. Bruckner	1824 - 1896	Sinfonie Nr. 6; 1. Satz
Ch. W. Gluck	1714 - 1787	Ballettmusik „Reigen seliger Geister“ 1. Thema; Orpheus und Eurydike	J. Strauß, Sohn	1825 - 1899	Kaiserwalzer Ouvertüre „Die Fledermaus“
W. A. Mozart	1756 - 1791	Ouvertüre „Die Hochzeit des Figaro“ Ouvertüre „Don Giovanni“ Eine kleine Nachtmusik, 1. Satz Eine kleine Nachtmusik, 2. Satz	J. Brahms	1833 - 1897	Sinfonie Nr. 1; 4. Satz
L. v. Beethoven	1770 - 1827	Romanze F-Dur für Violine und Orchester Sinfonie Nr. 3; 1. Satz Sinfonie Nr. 3; 2. Satz	M. Musorgski	1839 - 1881	Eine Nacht auf dem kahlen Berge
C. v. Weber	1786 - 1826	Ouvertüre „Der Freischütz“	P. I. Tschaikowski	1840 - 1893	Serenade für Streicher, Walzer Sinfonie Nr. 5; 1. Satz Sinfonie Nr. 6; 3. Satz
F. Schubert	1797 - 1828	Musik aus Rosamunde Scherzo B-Dur	R. Strauß	1864 - 1949	Till Eulenspiegels lustige Streiche
H. Berlioz	1803 - 1869	Faust's Verdammung, Marsch	A. Scriabin	1871 - 1915	Prelude Nr. 13a; Opus 11
R. Schumann	1810 - 1856	Aus den Kinderszenen die „Träumerei“	M. Ravel	1875 - 1937	Bolero
R. Wagner	1813 - 1883	Vorspiel 3. Akt z. Oper „Lohengrin“ Tannhäuser-Ouvertüre „Die Meistersinger von Nürnberg“, Vorspiel	B. Bartok	1881 - 1945	Klavierkonzert Nr. 3; 2. Satz
			I. Stravinski	1882 - 1971	Ballett-Suite „Petruschka“; 1. Satz
			P. Hindemith	1895 - 1963	„In blauer Ferne“; Marsch u. Pastorale. Sinfonia Serena; 1. Satz
			D. Schostakowitsch	1906 - 1975	Sinfonie Nr. 7; 1. Satz
			R. Zechlin	1926	Violinkonzert; 1. Satz
			G. Kochan	1930	Klavierkonzert; 2. Satz

Das *Ergebnis bei den Motiven war völlig unerwartet* und bedurfte einer Erklärung.

Jedes Werk und vor allem jeder Komponist besitzt eine **typische Verteilung** der Motiv-Dauern.

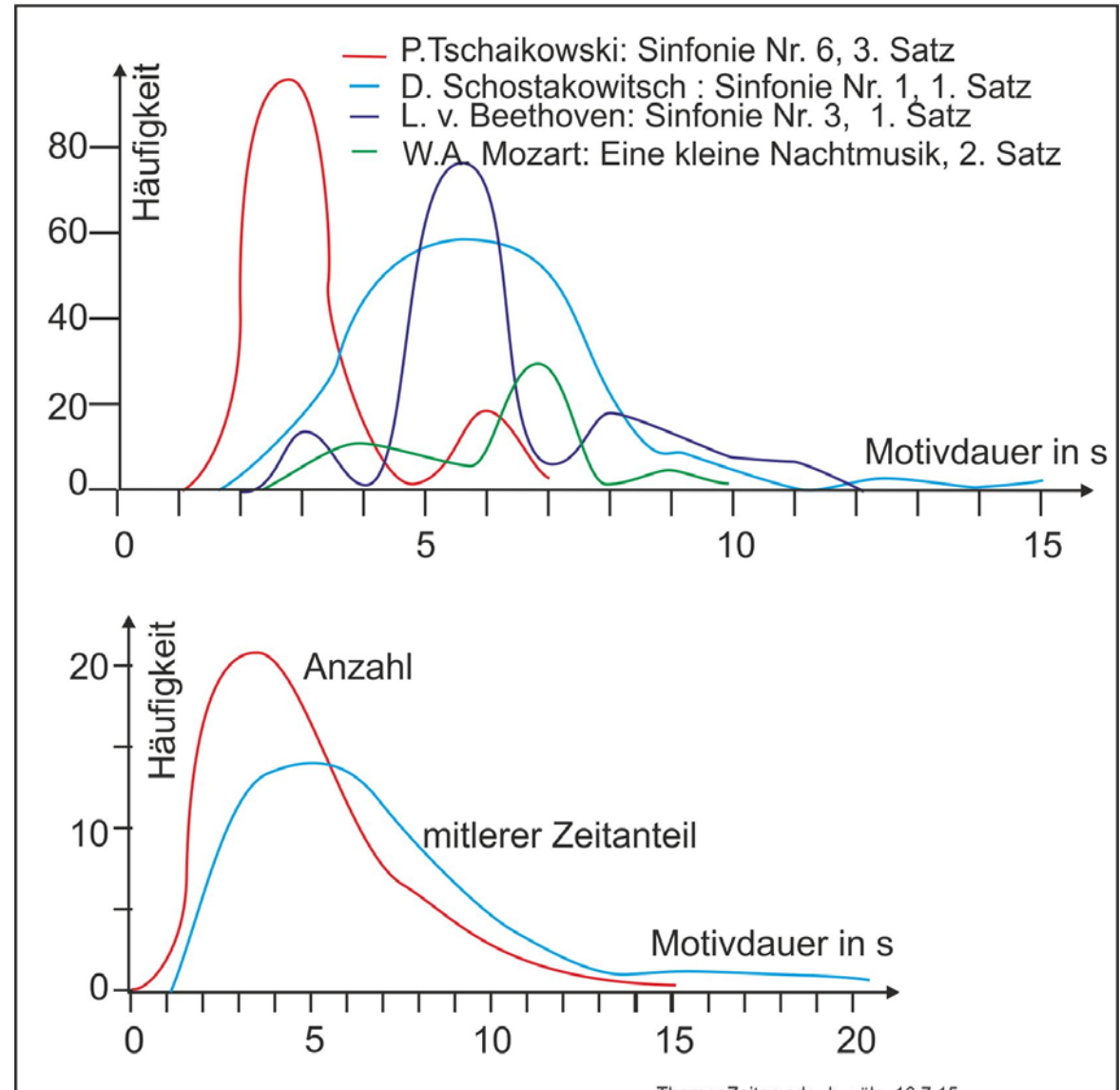
Doch im Mittel liegt der Wert bei 5 **Sekunden**.

Das ist zunächst völlig unverständlich die Hälfte der Gegenwartsdauer von 10 s.

Das gilt unabhängig davon, ob die Häufigkeiten oder die benutzten Zeitdauern betrachtet werden.

Die genauere Betrachtung führte dann zum Ergebnis, dass hierfür offensichtlich das **Lernen des Motivs** der entscheidende Fakt ist.

Das führte schließlich zur an sich bekannten **Drei-Stufentheorie** des Lernens.



Zum Rezeptionsprozess

Sie hören erstmals, also ohne jede Erfahrung, Musik aus einem unbekannten Kulturkreis oder Genre. Das mag vielleicht indische (Raga), afrikanische oder POP Musik sein. Zumeist können Sie mit dieser Musik so gut wie nichts anfangen. Sie verwirrt sie. Sie finden keine bekannten Strukturen, wie Themen, Motive oder Rhythmen. Nun machen Sie sich aber die Mühe und hören sie immer wieder mit hoher Aufmerksamkeit. Dann tritt irgendwann der Zeitpunkt ein, wo sie Wesentliches dieser Musik erkennen. Von da an können sie es immer wieder erkennen. Das bereitet Freude. So werden sie vielleicht sogar Interesse und Genuss daran finden. Von der 1. Phase (Verwirrung) sind sie in die 2. Phase (Erkennen und Wiedererkennen) eingetreten. Bei weiterem Hören können Sie zu einem Spezialisten werden. Sie erkennen dann nicht nur Teile, sondern können auch die Qualität des einzelnen Werkes und der jeweiligen Interpretation einschätzen. Diese 3. Phase ist die maximal erreichbare und wurde ADORNO für den Musikkennner gefordert. In ihr benötigt ihr GG 5 s. für die aktuell ablaufende Musik und zusätzlich 5 s. als Bezug, zum Vergleich. Ferner wird so deutlich, das ein Motiv zum Erlernen etwa 30mal (evtl. variiert) wiederholt werden muss. Daher kann nur ein klassikerfahrener Hörer die zuvor genannte V. BEETHOVENS von FURTWÄNGLER würdigen.

Drei-Phasen-Theorie des Lernens

Nr.	Phase	Wirkung	Beispiel
1	Verwirrung	Informationsfluss ist so groß, dass keine spürbare Rezeption möglich ist.	Erleben von Neuem Musik aus unbekanntem Kulturkreis
2	Wiedererkennen	Einige Strukturen sind erkannt (gespeichert) und werden wiedererkannt. Das bereitet Freude und Genuss	Klassen, Begriffsinhalte werden gebildet; Klassikgewohnter Hörer rezipiert unbekanntes Werk der Klassik.
3	Analyse	Strukturen und Verknüpfungen sind erkannt, gespeichert. Neues, Ähnliches sind gut zu rezipieren. Vergleich von aktuell Ablaufendem und Gespeichertem.	Begriffe können durch Eigenschaften beschrieben werden. Rezeption eines Musikkenners, „analytisches Hören“ nach THEODOR ADORNO (1903 – 1969).

Zur Vertiefung ist eine **Betrachtung der Emotionen** nützlich

Aus ihr kann dann anschließend auch die **Freude am Fleddern** usw. erklärt werden.

Gefühle $\Leftrightarrow$ Emotionen

*Lat.: **motio, movere, motum** bewegen, erregen; erschüttern, **emovere** hinaus, wegschaffen, entfernen, erschüttern*
Begriff wurde von EUGEN BLEULER (1857 - 1939) geprägt.

***Typisch** sind: Aggression, Angst, Antipathie, Ärger, Besorgnis, Freude, Liebe, Trauer, Wut und Zorn.*

*Umgangssprachlich sind **Emotion** $\Leftrightarrow$ **Gefühl** fast synonym.*

***Emotionalität** gilt als **sozialer Kitt** $\Rightarrow$ schafft persönliche Beziehungen, verbessert Kommunikation.*

***Gefühl** eher Empfindung, Feeling, Flair, Gespür, Instinkt, Spürsinn (**Riecher**, Ahnung für etwas haben).*

Gefühl wird in der Tendenz eher positiv, Emotion eher negativ wahrgenommen.

***Vielfalt menschlicher Gefühle, Emotionen** ist sehr groß, erheblich größer als die der Rationalität*

*Dennoch gibt es einige Menschen, die nur **erstaunlich schablonenhafter Gefühle** fähig sind.*

*Doch jeder kann durch Übung und Erfahrung sein **Gefühlsleben bereichern**, wichtig ist dafür die Kunst.*

*$\approx$ 1990 ergänzend zum IQ der **EQ** (emotionaler Quotient) eingeführt, mit hohem EQ im Leben **erfolgreicher***

***Leider ist heute oft Emotionalität unerwünscht** $\Rightarrow$ Jugendliche bewältigen selten enttäuschte Liebe (Freitod)*

s. oben.: Emotionales Gedächtnis

Gefühle $\Leftrightarrow$ Emotionen 2

Häufig wird **Gegensatz** angenommen: **Wissenschaft** (Vernunft, Rationalität) $\Leftrightarrow$ **Kunst** (Gefühl)

Doch auch Wissenschaft braucht Gefühl; **beides ist notwendig**.

Emotion, Gefühl ist **keine Information**, sondern eine biologische Reaktion

= Grundphänomen des individuell-subjektiven inneren und äußeren Erlebens.

Ins **Bewusstsein** gelangen sie erst – wenn überhaupt – bei oder kurz nach ihrem Auftreten.

Sie sind **Bewertungen** bzgl. Ziele, Vorstellungen, Wünsche, Hoffen usw.

Großer **Unterschied**: Emotionen **selbst erleben** $\Leftrightarrow$ abstrakt beschreiben

Sie sind teilweise **messbar**, z. B. Pupillenreflex, Puls, Blutdruck, Atem, Hautwiderstand, EEG und Erröten.

Bei anderen teilweise **sichtbar**, z. B. Mimik und Gestik.

Intensität ist **unabhängig** von Richtung: positiv $\Leftrightarrow$ negativ.

Emotionen, Gefühle sind höchst komplex und erfordern daher mehrere Klassifikationen

Bezug	Gegensätze, Extreme	
Objektbezug	gerichtet (Moral, Ästhetik)	neutral (Stimmung)
Richtung	positiv (Lust, Freude, Glück)	negativ (Wut, Angst, Trauer, Zorn)
Intensität	stark	schwach
Dauer	anhaltend (Leidenschaft)	vergänglich (Affekt)
Realität	adäquat, angemessen	inadäquat
Werte	höhere, geistige, kulturelle (Kopf)	niedere, leibliche (Bauch, Unterleib)
Handeln	fördernd	hemmend
Teilnahme	aktiv handelnd	passiv erlebend

Gefühle $\Leftrightarrow$ Emotionen 3

Objektbezug

- **Lebensnotwendigkeit**, z.B.: Sattsein, Sicherheit, Sexualität.
- **Intellekt**, z. B.: Aha-Moment bei neuer Einsicht.
- **Ethik, Moral**, z.B.: Liebe, Achtung, Güte, Mitgefühl, Hingabe, Takt, Schuld, Hass, Rache.
- **Ästhetik**, z. B.: Erhabenes, Komisches, Tragisches, Anmut, Charme, Charisma.
- **Bewegung**, z. B.: Tanz, Wandern, Spiel, Sport.
- **Wiedererkennen**, z. B.: Erlebnis, Menschen, Kunst, Musik.
- **Religion**, z. B.: Gott, Gnade, Erlösung – *ist umstritten*.
- **Ungerichtetheit**, z. B.: Stimmungen, Ursachen meist unklar, erreichen nicht Bewusstsein.

Dauer

kurz aufwallend	etwas anhaltend	länger anhaltend	dauerhaft
Affekt	Wut, Ärger	Trauer, Stimmung	Liebe, Leidenschaft

Adäquatheit

	Zum Zeitpunkt des Erlebens	Im Nachhinein
Erlebender	immer adäquat	adäquat oder inadäquat
Fremder	adäquat oder inadäquat	

3-Ebenen-Modell

Es dient zur schematischen Beschreibung von Emotionen:

Ebene 1

Objektiv zugängliche **Umwelt**, Realität.

Subjekt **beobachtet**, nimmt wahr, erkennt und **filtert** die **Umwelt** durch Aufmerksamkeit, Interesse usw.

Subjekt **handelt**, nimmt mehr oder weniger bewusst **Veränderungen** vor.

≈ **Bewusstes** nach FREUD IST zugehörig zum GG.

Ebene 2

= **Extern Beobachtbares**:

a) **Handlungen** und Verhalten des Menschen.

b) **Begleit-Erscheinungen**, wie Tränen, Freude, Erröten, Erblassen, Ausdrucksbewegungen (Mienen, Gesten).

objektiv „messbare“ Größen, Herzschlag, Puls, Pupillenreflex, Hautwiderstand, Gesichtsrötung, EKG

≈ **Vorbewusstes**, zugehörig zum LG.

Ebene 3

erreichbar durch **Selbstbeobachtung** oder **Verallgemeinerung** → inneres **Modell des Menschen**.

enthält **Aspekte des Entstehens** und **Wirkung von Emotionen**.

Wichtig ist **individuelles Gedächtnis**, mit internen Weltmodell, Zielen, Bedürfnissen, Motiven usw.

≈ **Unbewusstes**, Im LG vorhanden, jedoch meist nicht direkt zugreifbar.

Wirkungsschema

Absichten, Wollen, Verhalten, Handeln betreffen **Ziele**, meist mehrere zugleich $\Rightarrow$ Optimierung notwendig!

Ziele werden aus **Bedürfnissen, Tendenzen, Motiven, Bestrebungen** usw. abgeleitet.

Um Ziele zu erreichen sind in der **Realität (Ebene 1)** aktive **Handlungen notwendig**.

Beim Denken sind die Ziele abstrakter, z. B. Lösung eines Problems.

Der dazu **erforderliche Aufwand** wird mittels internen Welt-Modells abgeschätzt.

Dabei erfolgen **Vergleiche** bezüglich mehrerer **möglicher Wege** und deren individueller „Wichtigkeit“.

Vergleiche sind **kompliziert-ganzheitliche Differenzbildungen**, bestimmen **notwendigen Aufwand** $\Rightarrow$ Emotion

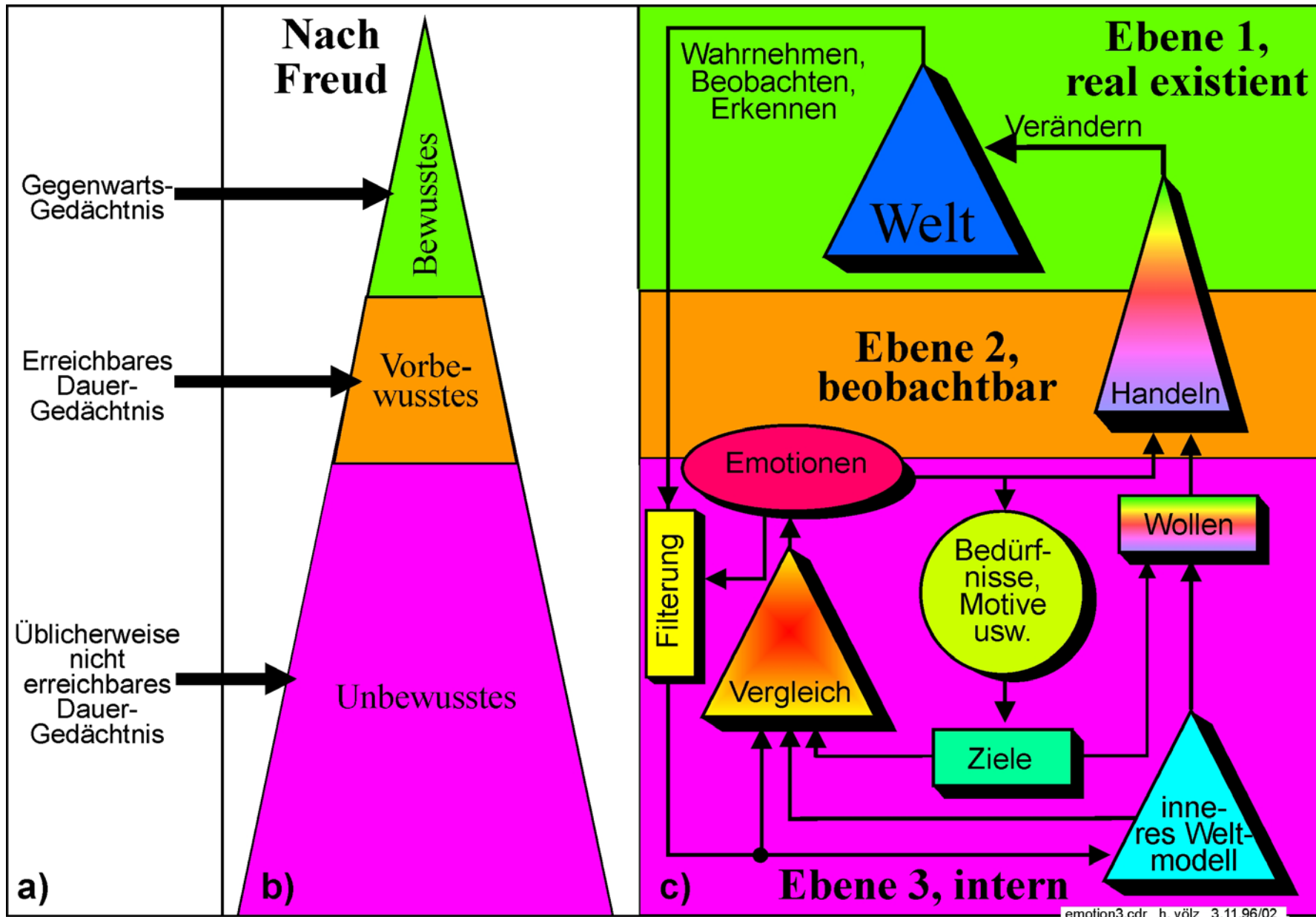
- **Geringer Aufwand**, leicht erreichbar $\Rightarrow$ **positive** Emotionen, verstärkend das Handeln.
- **Schwierige** oder gar hoffnungslose **Situationen** $\Rightarrow$ **negative** Emotionen, lähmend das Handeln.

Weitere Einflüsse: subjektive Zustände, wie Müdigkeit, Agilität, Trunkenheit, Drogen usw.

Alles ändert sich **zeitlich**. Unerwartete Änderungen sind Ursachen für Komik, Witz, Tragik, Aha-Erlebnis (s. u.)

Verschiedene Auffassungen zu **direkter Übertragung von Emotionen**: möglich $\Leftrightarrow$ unmöglich

Bezug	Einflüsse	
Erfüllbarkeit	Objektive Gegebenheiten	Subjektive Ziele
Äußerer Zwang	Forderungen aus der Umwelt, Gesellschaft	Eigene, interne Interessen, Ziele
Modellfehler	Reales Umweltverhalten	Verhaltens des inneren Modells
Hineindenken, Mitfühlen, Werten	Subjektive Identifizierung mit handelnder Person Kunst: Übertragung von Emotion	Übliches oder vermeintliches eigenes Verhalten



Lerntheorien

Für den Ausbau des Weltmodels und auch für die Musikkenntnis ist Lernen wichtig. Dazu gibt es viele Lerntheorien. Fast alle berücksichtigen dabei mehrere Stufen. Das folgende Bild zeigt zwei besonders wichtige Möglichkeiten.

Lernen nach Klix

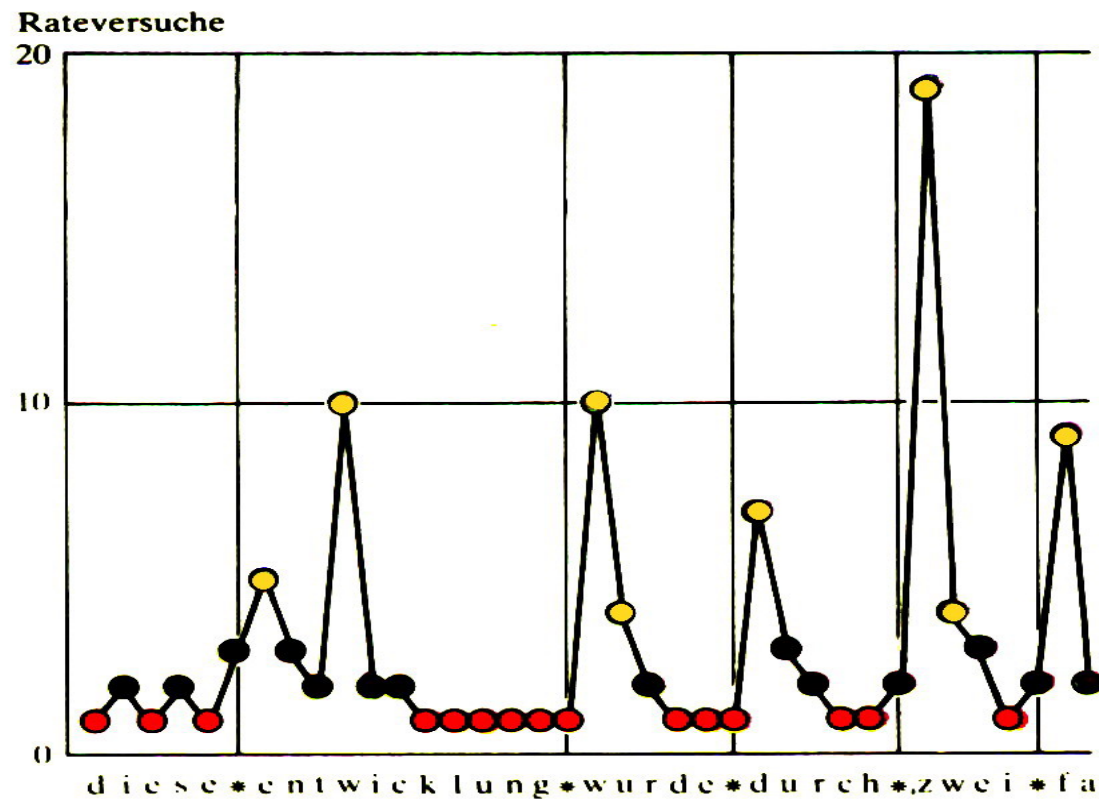
einsichtiges Lernen	semantisch-intensionale Verfügung über begrifflich kognitive Struktur
Versuch und Irrtum	interne Bildung und Prüfung von Hypothesen
instrumentales Lernen	bedingte Aktionen
bedingt reflektorisches Lernen	bedingte Reaktionen
Habitation	Abgewöhnen unbedingter Reaktionen
Lernart	Ergebnis

Lernen nach Klaus

Problemlösen durch heuristische Prozesse	einsichtiges Finden und Anwenden von Strategien
Verknüpfen von Begriffen zu Aussagen	operatives Wissen von Zusammenhängen
begriffliches Klassifizieren	generalisierbare kognitive sprachliche Strukturen
multiples Diskriminieren	Unterscheidung perzeptiver Strukturen
assoziatives Verketteten	sensomotorische Reaktionsketten
instrumentales Konditionieren	bedingte Aktionen
klassische Kondition	bedingte Reflexe

Erwartungen

Mit der lernen hängt oft die Erwartung zusammen. Je nach dem bereits Bekannten kann sie unterschiedlich sein. Ein mögliches informationstheoretisches Maß hierfür wurde als Ratetext entwickelt: Schrittweise ist dabei von einem Text immer der folgende (noch verdeckte) Buchstabe zu erraten. Die Anzahl der dazu gestellten Fragen wird als Ordinate über dem Text aufgetragen.



Die Methode ist auch für Melodien und filmisches Geschehen möglich.

Bei Humor und Tragik

Hierbei findet nach FREUD ein emotionaler Umschlag statt.

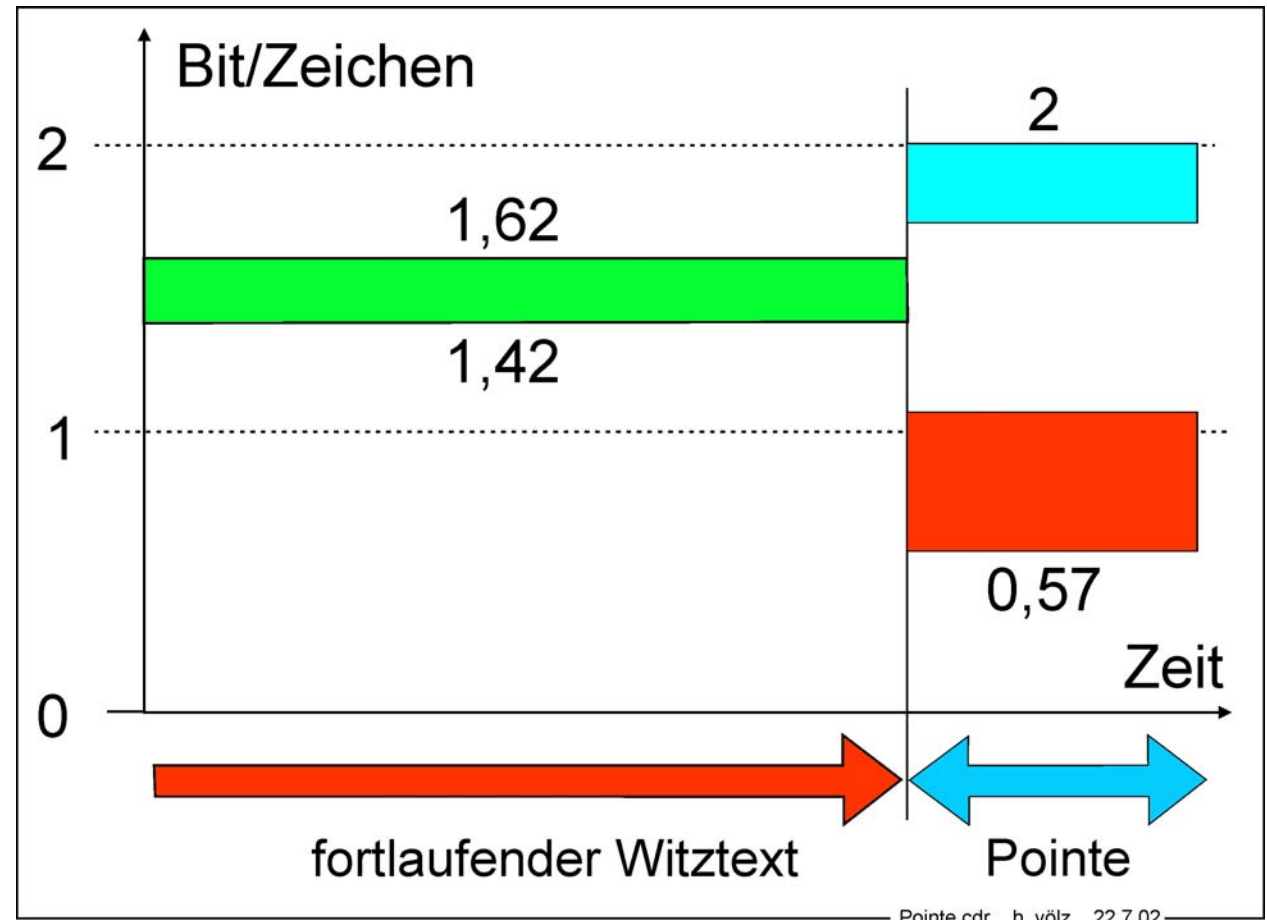
Wir verfolgen den Ablauf und schätzen den Aufwand für den Fortgang ab.

Bei der Pointe bzw. beim Eintreten der Tragik war die Erwartung falsch.

Es wird weniger bzw. mehr psychologische Energie benötigt.

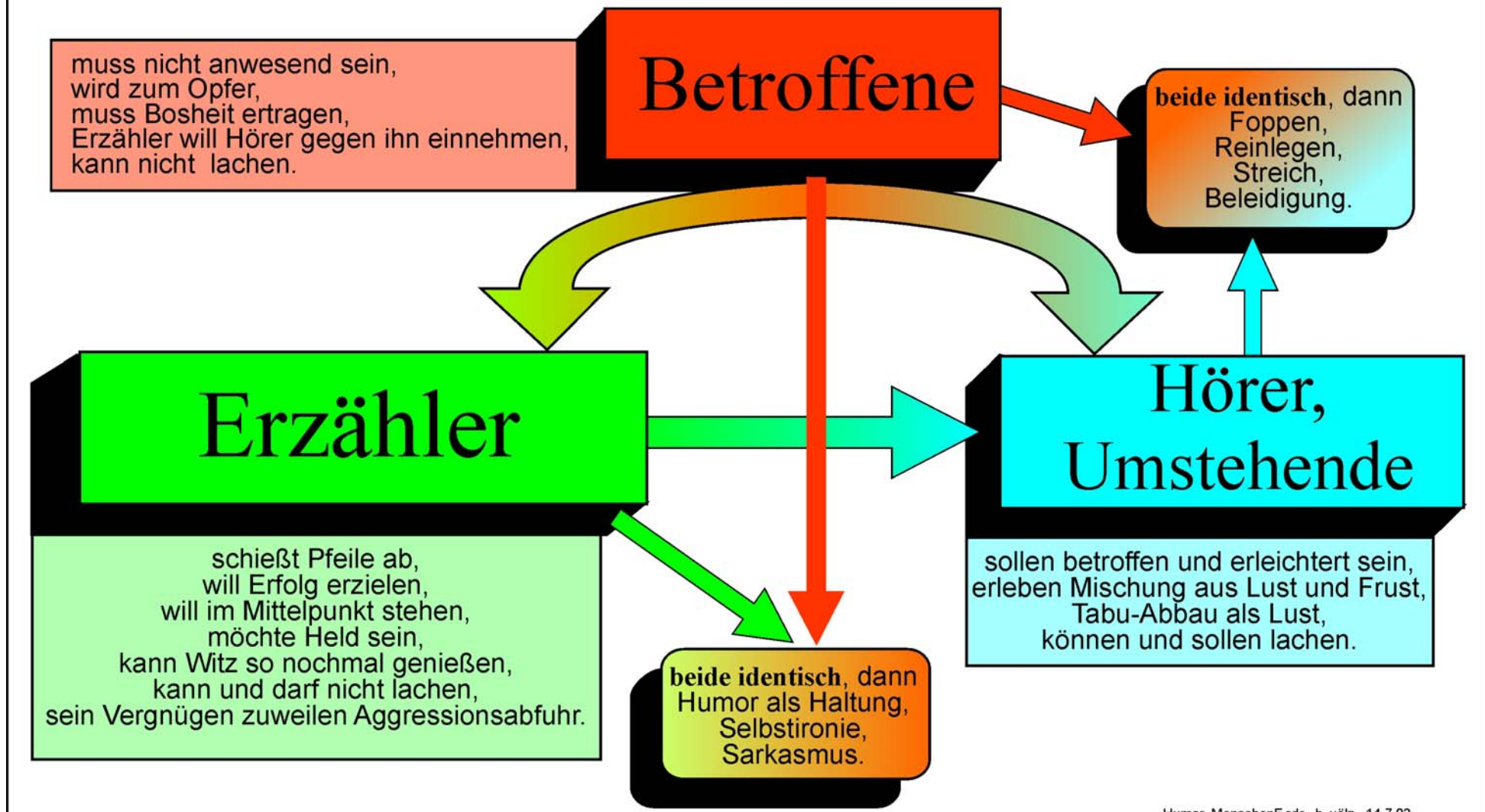
Das ist die Ursache für das frei werdende Lachen bzw. die einsetzende Trauer.

Mit Rateversuchen lässt sich dieser Effekt nachweisen.

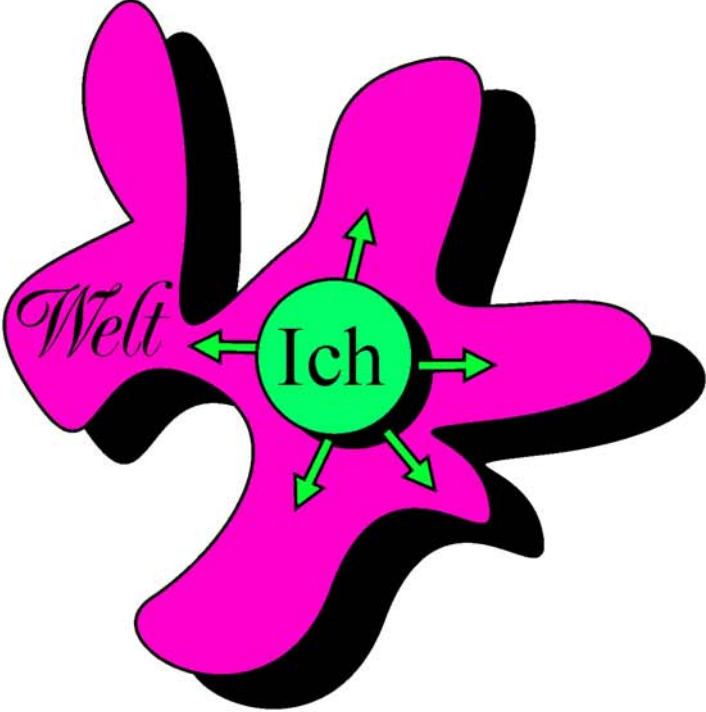
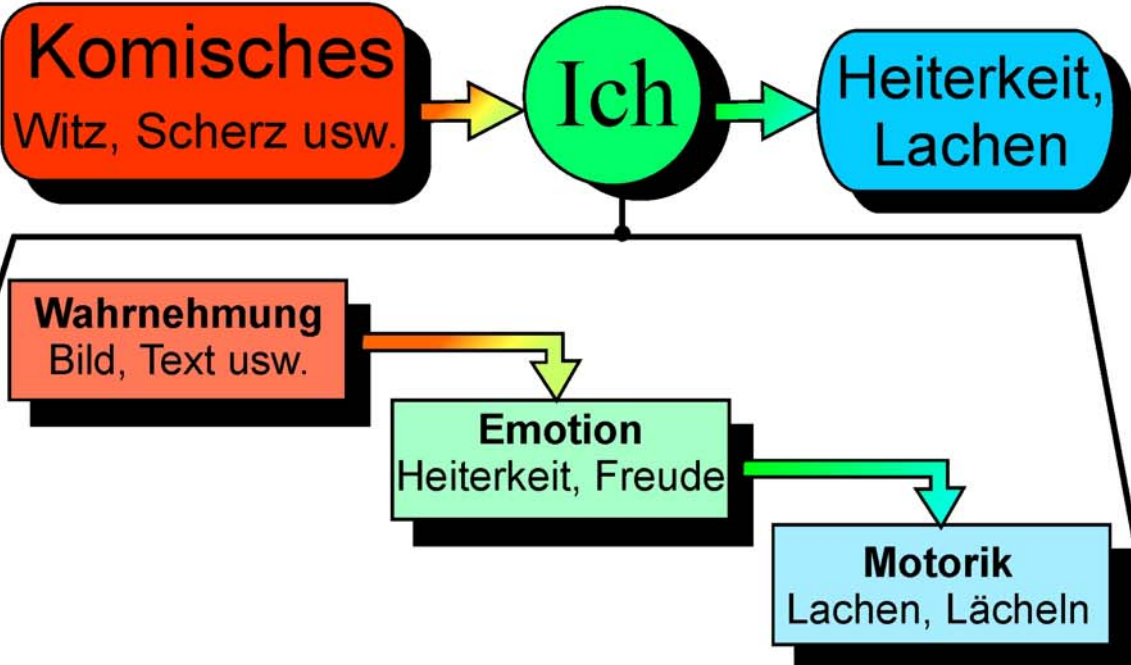


Witz und Humor als 3-Personen-Stück

Einen Witz möchte man höchstens dreimal hören, kann ihn aber zwanzigmal erzählen



Humor_MenschenF.cdr h. völz 14.7.02

Humor als Haltung	Witz, Humor als Erleben, Handlung
	
Ich betrachte die Welt gelassen, entspannt, humorvoll, erheitert über die Misslichkeiten	Witz (Komisches, Humor) wirkt auf mich, ich rezipiere ihn, erfreue mich und lache

Humor_VariantenF.cdr H. Völz 16.7.02

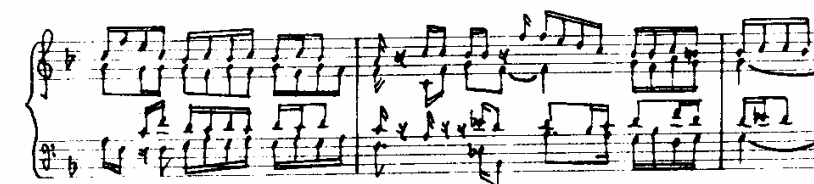
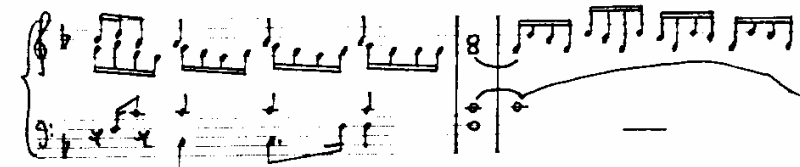
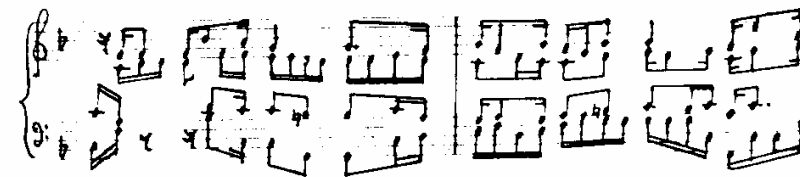
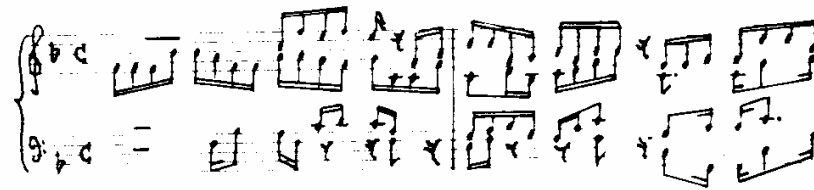
Musik generieren

Diese Methoden sind u.a. für vom Computer generierte Musik geeignet.
Es wird eine Melodie eingegeben und dann im Rhythmus, Tonfolge und Tonlänge zufällig verändert.

Daneben gibt es auch mehrere Versuche ernsthaft computergenerierte Musik zu schaffen.
Dabei sind vor allem die Versuche von HILLER zur Illac-Suite und KUPPER bedeutsam geworden.



Einige Takte aus der ILLIAC-Suite für Streichorchester von L. A. Hiller jr. und L. M. Isaacson von der Universität Illinois (USA) 1956.



Asymptotisches Experiment Nr. 1 von Herbert Kupper. Die verwendeten Muster bei dieser ausschnittsweise abgebildeten vierstimmigen Komposition sind mittelalterliche Madrigale von Haßler, Orlando di Lasso und andere. Als Überlagerungsfunktion diente eine Ellipse. Die Asymptote ist etwa bei Takt 5 erreicht.

Fortsetzung

Generierung von Bildern, u. a.:

- per Formel,
- Fraktalen und
- Magic Ey.