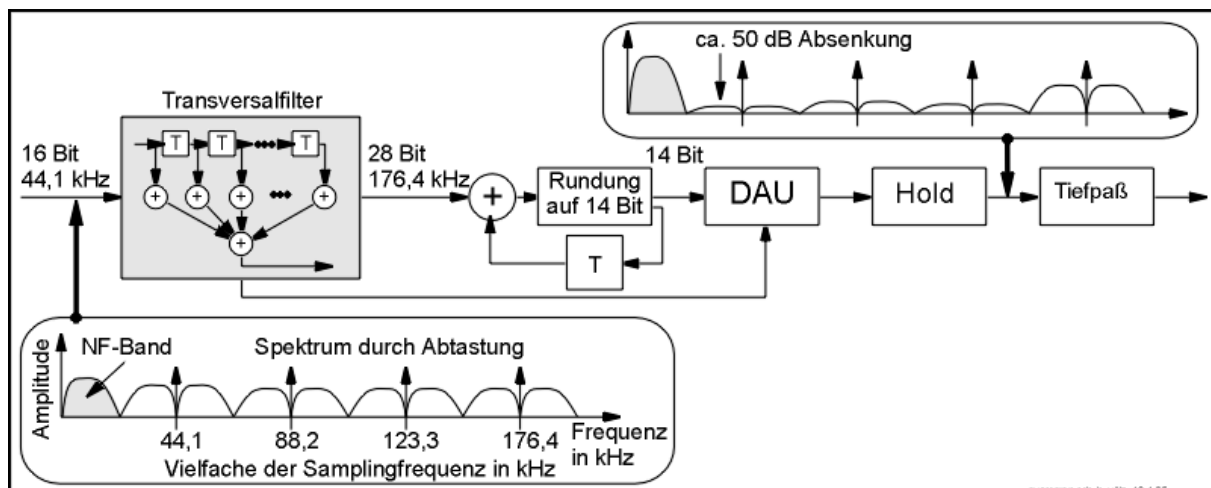
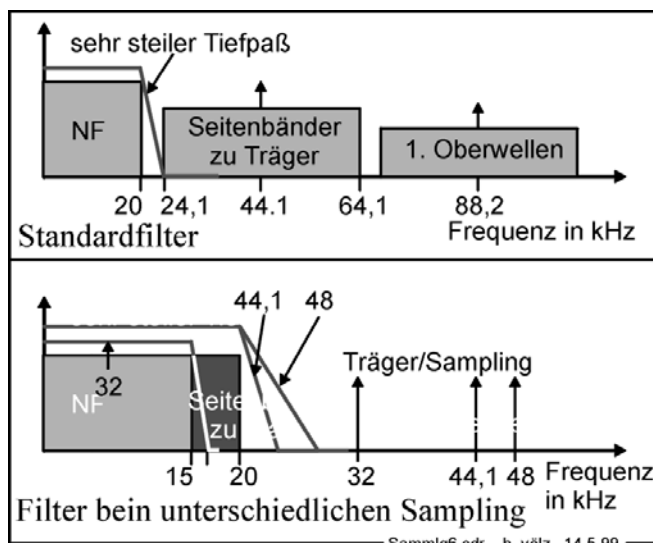


Analogien zum Verhältnis kontinuierlich und diskret				
Beispiele	Gerade	Kreis	Signal	System
unendlich viele Werte sind notwendig			Zeitverlauf $y=f(t)$	Frequenz- und Phasengang $f(\omega), \varphi(\omega)$
wenige Werte genügen, es ist aber nicht unmittelbar das Objekt zu identifizieren	 zwei Punkte genügen	 drei Punkte genügen	z. B.: Bandbreite Spektrum Korrelation	z. B.: Resonanz-, Grenzfrequenz Güte Stabilität
eine minimale Anzahl vorwiegend normierter Werte genügt vollständig zur Beschreibung	 Steigung $m$	 $(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2 = r^2$	$n = 2TfB$ Werte gemäß dem Samplingtheorem	Pole und Nullstellen im PN-Plan

kondiskr.cdr h.völz 14.3.97



## Grenzbeziehungen

**atomar:** Heisenberg-Unschärfe

$$\Delta t \cdot \Delta E \geq h/2$$

Es sind keine genaueren Messungen möglich. Das gilt für alle konjugierten Koordinaten. Für ein **Photon** / Lichtquant gilt:

$$\Delta E = h \cdot \nu.$$

Damit folgt für  $\nu = f$  die **Küpfmüllerbeziehung**:

$$\Delta t \cdot \Delta f \geq 1/2.$$

Sie gibt die Samples/s an, die mindestens für eine „fehlerfreie“ Rekonstruktion erforderlich sind. Sie ist auch als **Nyquistrate** bekannt. Für die Shannon-Information gilt die **Entropie**:

$$H = - \sum_{v=1}^n p_v \cdot \log_2(p_v)$$

und die **Kanalkapazität**

$$C \leq H \cdot \Delta f$$

Thermodynamik: **Carnot**'scher Kreisprozeß

$$\eta \leq \frac{T_{\text{verbr.}} - T_{\text{Umwelt}}}{T_{\text{Umwelt}}}$$

#####

### Entropie kontinuierlicher Signale

Es werden  $n$  Intervalle  $\Delta x$  gewählt, die eine Wahrscheinlichkeit  $p_n(\Delta x)$  besitzen

Für die Entropie gilt dann

$$H(n, \Delta x) = - \lim_{\substack{\Delta x \rightarrow 0 \\ n \rightarrow \infty}} \sum_{i=0}^n p_i(\Delta x) \cdot \Delta x \cdot \log(p_i(\Delta x) \cdot \Delta x)$$

Der **Grenzübergang** führt zum Integral, wobei das Produkt unter dem Logarithmus in die Summe zerlegt werden kann:

$$H(x) = - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \cdot \log(p(x)) \cdot dx = - \lim_{\substack{\Delta x \rightarrow 0 \\ n \rightarrow \infty}} \sum_{i=0}^n p_i(\Delta x) \cdot \log(p_i(\Delta x)) \cdot \Delta x$$

Der zweite Teil divergiert wegen  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \log(\Delta x) \rightarrow -\infty$

Daher wird der erste Term als **relative Entropie** bezeichnet  $h(x) = - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \cdot \log(p(x)) \cdot dx$

In der Praxis gibt es neben dem Nutzsinal auch immer eine **Störung**. Für die gilt ebenfalls der obige Grenzübergang. Durch Differenzbildung ist es dann möglich die divergierenden „Terme“ zu unterdrücken.

$$H(x) = h_{\text{Nutz}}(x) - h_{\text{Stör}}(x)$$

Für **Gaußsche Verteilungen** des Signals und der Störung folgt dann die Entropie

$$H = \log\left(\frac{P_N + P_S}{P_S}\right)$$

Dies läßt sich auch so interpretieren, das die Pegel in  $m$  **unterscheidbare Amplitudenstufen** zerlegt werden:

$$m = \frac{P_N + P_S}{P_S}$$

Weitere Details ergeben sich dann, wenn die **Häufigkeit** der einzelnen Stufen und/oder **ihre Größe** unterschiedlich sind.

### Kanalkapazität im $n$ -dimensionalen Raum

Bei der Zeitdauer  $T$  und der Bandbreite  $B$  benötigt das Signal wegen Samplingtheorem

$$2 \cdot B \cdot T \text{ Proben}$$

Sie können einen  $2 \cdot B \cdot T$ -dimensionalen Raum aufspannen

Mit der Nutzleistung  $P_n$  und der Störleistung  $P_s$  und der Konstanten  $a$  befinden sich die Signale innerhalb Radien

$$r_n = a \cdot \sqrt{P_n} \text{ und } r_s = a \cdot \sqrt{P_s}$$

Das Eingangssignal ist die Addition beider

$$r_e = r_n + r_s$$

Das Volumen einer Hyperkugel berechnet sich gemäß

$$V = \frac{\Pi^{n/2}}{\Gamma(1+n/2)}$$

Es gilt nun:  $n = 2 \cdot B \cdot T$ . Innerhalb der Hyperkugel mit dem Radius  $r_e$  können maximal  $M$  unterscheidbare Kugeln mit  $r_s$  untergebracht werden

$$M \leq \frac{V_e}{V_s} = \left(1 + \frac{P_n}{P_s}\right)^{B \cdot T} \quad M \text{ sind quasi Amplitudenstufen. Die Kanalkapazität muss nun auf die Zeit normiert werden}$$

$$C = \frac{\text{ld}(M)}{T} = B \cdot \text{ld}\left(1 + \frac{P_n}{P_s}\right)$$

#####

### Entropie kontinuierlicher Signale

Es gilt die relative Entropie

$$h = - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \cdot \text{ld}(p(x)) \cdot dx \quad \text{und die Normierung} \quad \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \cdot dx = 1$$

Bei amplitudenbegrenzt, also  $x_1 \leq x \leq x_2$  folgt die maximale relative Entropie zu mittels  $p(x) = 1/(x_2-x_1)$  zu  $h(x) = \text{ld}(x_2-x_1)$

Bei leistungsbegrenzt gilt dagegen

$$x_{m2} = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \cdot p(x) \cdot d(x) \quad \text{die maximale relative Entropie berechnet sich über die Gaußverteilung}$$

$$p(x) = \frac{1}{x_m \cdot \sqrt{2 \cdot \pi} \cdot e} \cdot e^{-\frac{(x/x_m)^2}{2}}$$

zu

$$h(x) = \text{ld}(x_m \cdot \sqrt{2 \cdot \pi} \cdot e) \approx \text{ld}(4,133 \cdot x_m)$$

Auch hiermit kann durch Differenzbildung die „übliche“ Shannonentropie berechnet werden

Bisher ist es nur gelungen die relative Entropie für folgende Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu berechnen  $p(x) = \text{konstant}$ ,  $x$ ,  $(1/x)^2$ ,  $e^{-x}$  und Gauß

#####

In der Shannonschen Informationstheorie besitzen die Entropie  $H$  und die Kanalkapazität  $C$  zentrale Bedeutung. Die Entropie einer diskreten Quelle ist durch die Wahrscheinlichkeiten  $p_i$  des Auftretens der  $n$  Symbole gemäß

$$H = - \sum_i p_i \cdot \text{ld}(p_i)$$

gegeben. Für einen kontinuierlichen Kanal müsste die Wahrscheinlichkeitsdichte eingeführt werden. Das zugehörige Integral divergiert aber, da  $\text{ld}(\Delta p)$  für  $\Delta p \rightarrow 0$  unendlich groß wird. Deshalb ist es sinnvoller, unterscheidbare Amplitudenstufen  $n_{AS}$  zu betrachten. Dann gilt für die Entropie

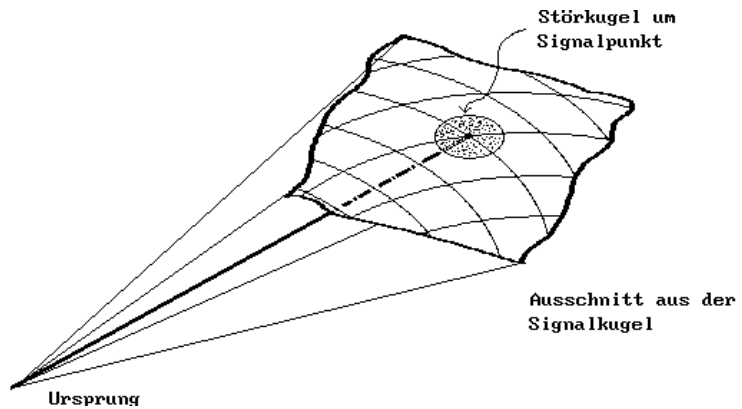
$$H = \text{ld}(n_{AS})$$

Für die üblichen Kanäle mit der Signalleistung  $P_s$  und der Störleistung (noise)  $P_n$  gilt dabei

$$n_{AS} = \sqrt{1 + \frac{P_s}{P_n}}$$

Hiervon wurde bereits auf S.19 Gebrauch gemacht. Bei der störenden Amplitudenmodulation mit dem statistischen Modulationsgrad  $m$  des Magnetkanals reduzieren sich die Amplitudenstufen auf [VI3] S. 43 ff:

$$n_{AS} = \frac{\ln\left(2 \cdot m \cdot \frac{u_g}{u_k} + 1\right) - \ln(1 + 2 \cdot m)}{2 \cdot m} + 1$$



Hierin sind wegen der Amplitudenbegrenzung gleich die Spannungswerte für die Vollaussteuerung  $u_g$  und für das Grundrauschen  $u_k$  eingeführt. Für übliche Kanäle beträgt ihr Verhältnis 60 dB also 1 000 000:1. Das ist auch die Anzahl der Amplitudenstufen eines klassischen Kanals. Bei einem etwa typischen Modulationsgrad von nur 5 % reduzieren sie sich jedoch bereits auf ca. 100. Im akustischen Bereich ist dieser Effekt jedoch nur indirekt über geringe Klangverfälschungen und als Rauheit des Tones hörbar. Ursache ist das Weber-Fechnersche Gesetz, wonach die Stärke jeder Wahrnehmung dem Logarithmus des physikalisch messbaren Reizes entspricht (vgl. Bild 12 und 13). Im besonders empfindlichen Bereich um 1000 Hz können wir so höchstens 350 Amplituden unterscheiden.

Die Kanalkapazität  $C$  gibt an, wie viel unterscheidbare Signale je Zeiteinheit übertragen werden können. Entsprechend den Einschwingvorgängen bzw. dem Samplingtheorem (S. 58) sind es bei der Bandbreite  $B$   $1/(2 \cdot B)$ . Durch den Gleichlauffehler  $G$  sind die Zeiten um  $1-G$  unsicher. Daher gilt:

$$C = 2 \cdot B \cdot (1 - G) \cdot \text{ld}(n_{AS})$$

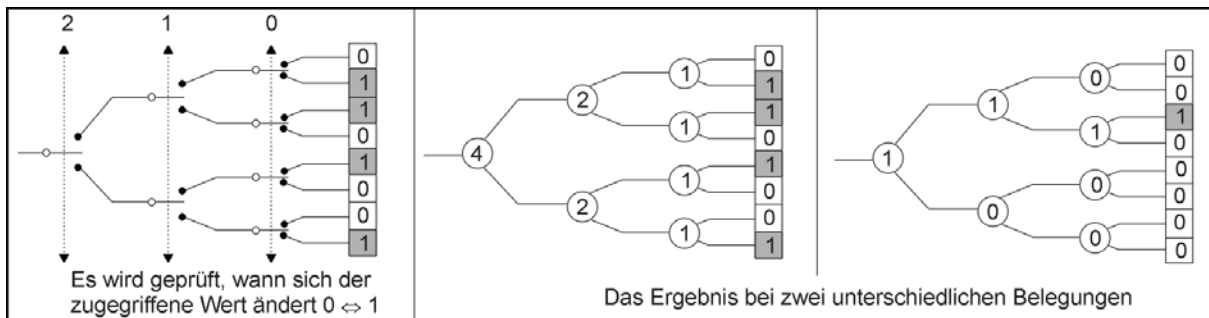
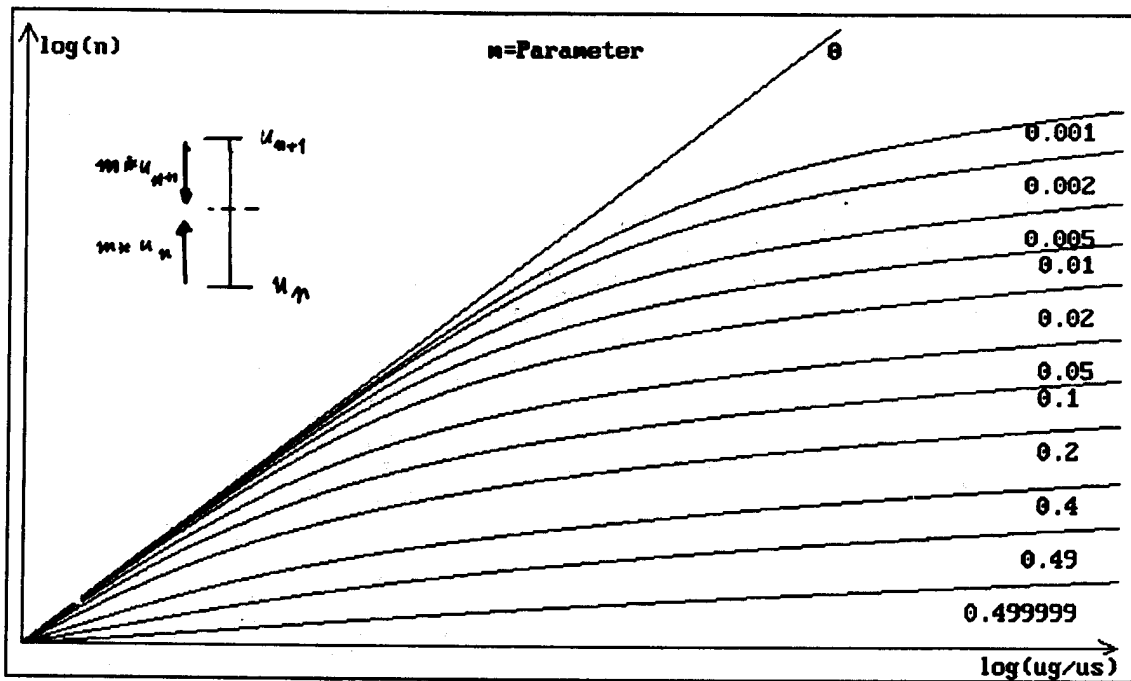
Schließlich kann auch noch der Frequenzgang des Störabstandes berücksichtigt werden. Dann ist die Bandbreite durch die einzelnen Frequenzstufen  $\Delta f_i$  zu ersetzen:

$$C = 2 \cdot \sum_i \Delta f_i \cdot \text{ld}(n_{AS,i})$$

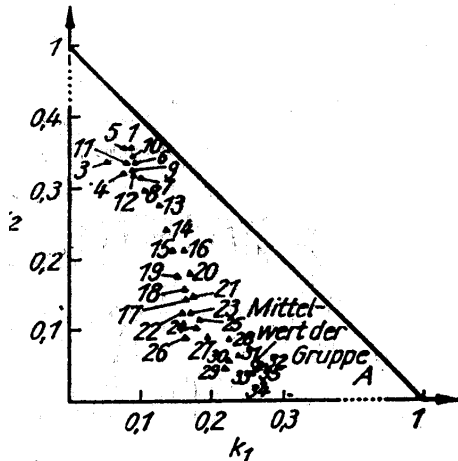
Die insgesamt in einer Zeitdauer  $t_U$  zu übertragende Informationsmenge  $I$  ergibt sich mit dem Störabstand  $s = u_g/u_k$  zu

$$I = C \cdot t_U = f(B, G, m, s)$$

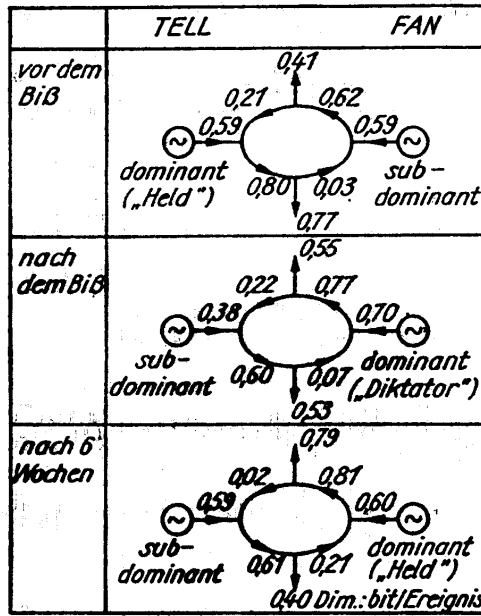
Die Anpassungen der Signalfächen durch Dynamikregelungen, Modulationen, Codierungen usw. entsprechen so einem mehr oder weniger effektiven Austausch zwischen den Größen  $B$ ,  $G$ ,  $m$  und  $s$ .



Bidirektionale Information



a)

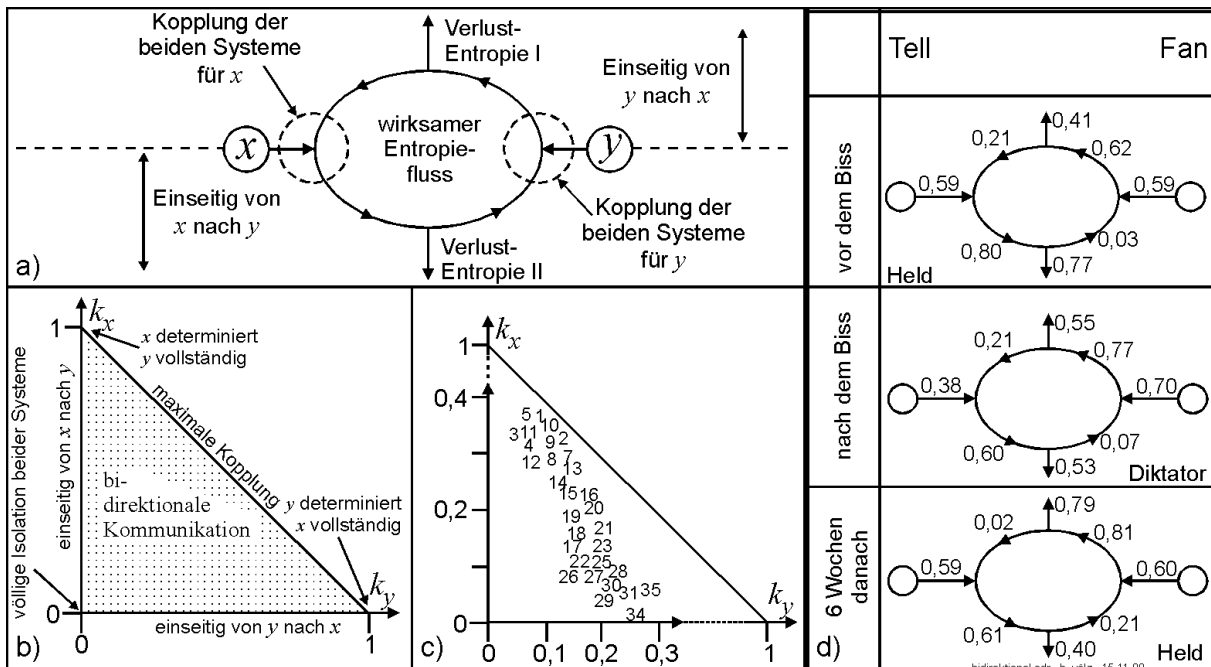


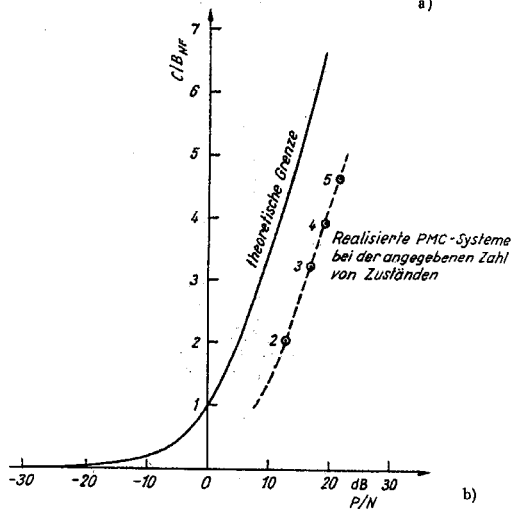
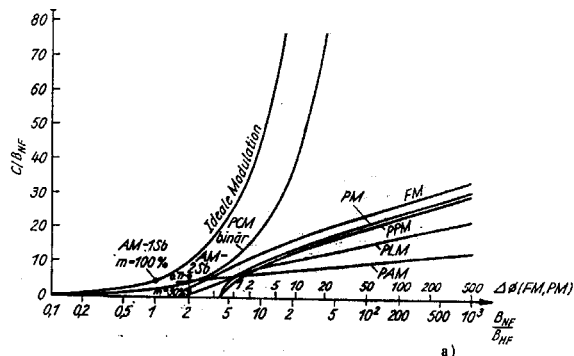
b)

Ausgewählte Ergebnisse bei der Untersuchung bei Totenkopffaffen  
 Nach einem Biß erfolgt zeitweilig Dominanzwechsel.

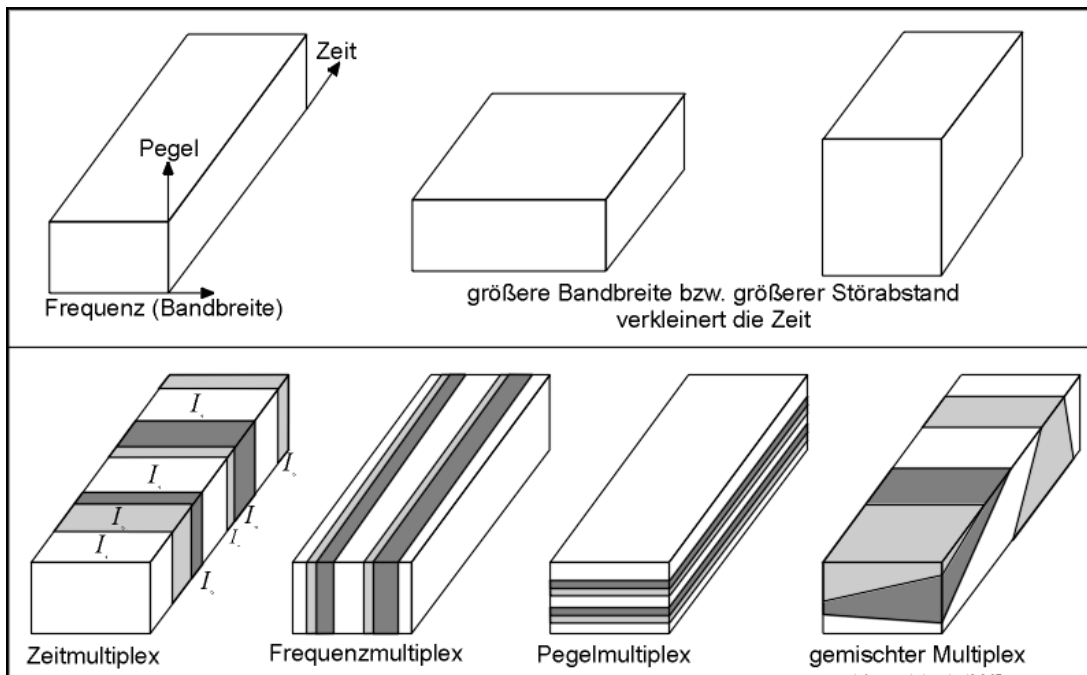
a) Darstellung in der Folge 1 bis 35 für die Kopplungskoeffizienten. Die Zeit der Beobachtungen betrug 7 Wochen,

b) Darstellung im Entropie-Diagramm für drei ausgewählte Phasen

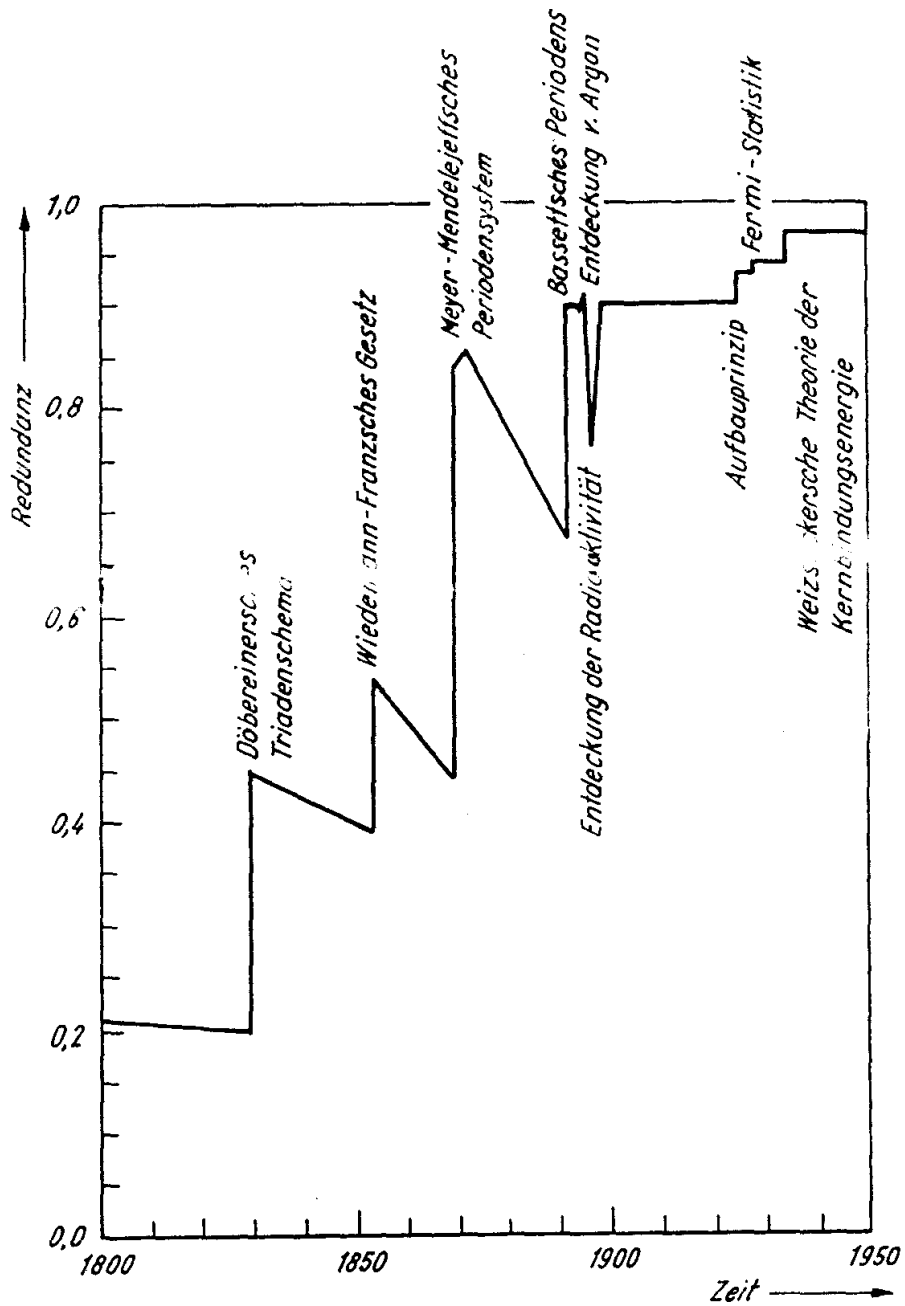
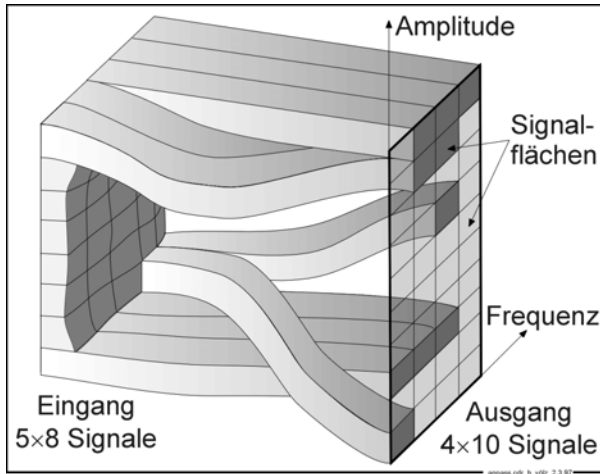


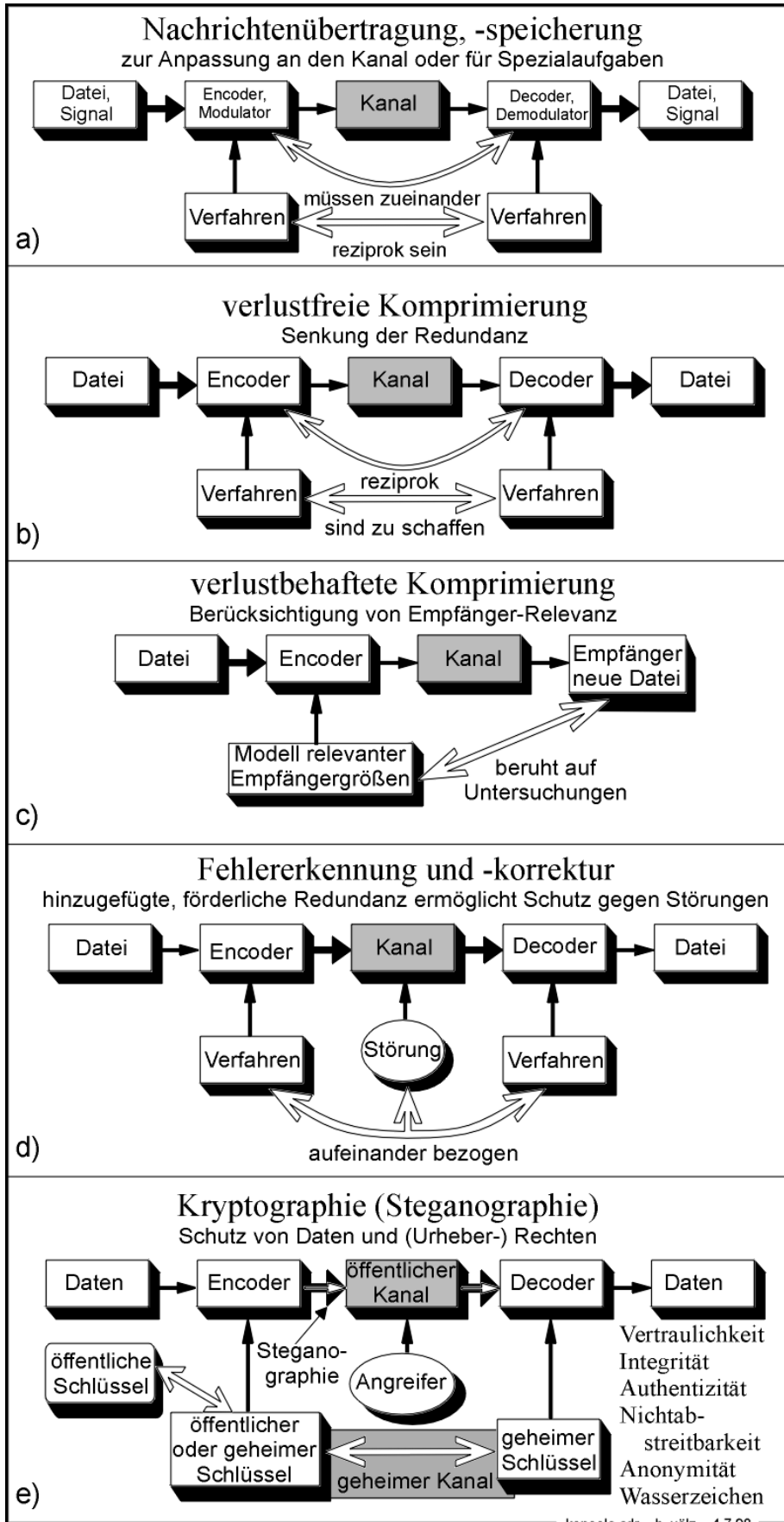


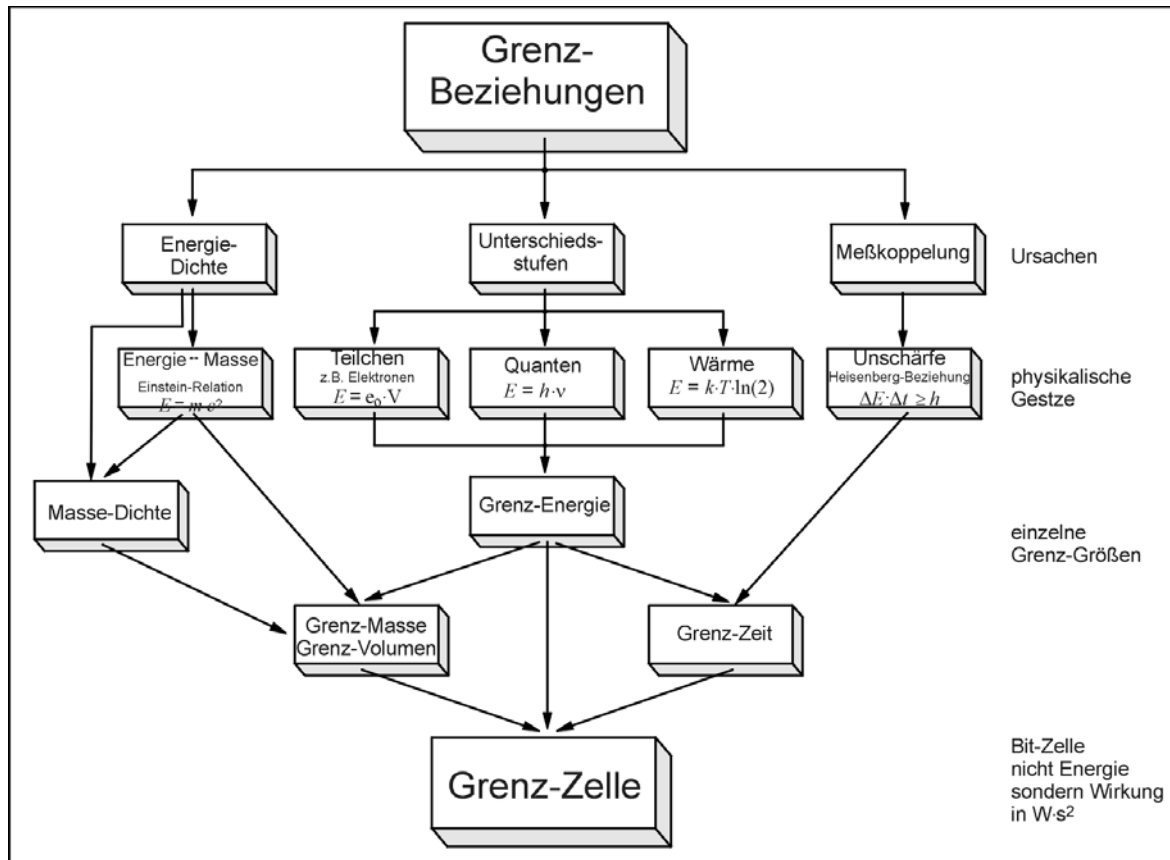
Wirksamkeit von Modulationen im Vergleich zum theoretischen Verlauf  
 a) gerechnet für einen Störabstand  $P_0/P_R$  von 14.5 dB  
 Bandbreitenverhältnis  $B_{WF}/B_{HF}$   
 Frequenz- und Phasenmodulation      Phasenhub  $\Delta\phi$   
 b) vergrößerter Maßstab      Eigenschaften von PCM-Systemen











elementell.cdr h. vözl 2.1.94

**Physikalisch**

- Energiedichte des Speichermediums (klassisch  $0,5 \text{ J/cm}^3$ )
- Energiekonzentration: bei Aufzeichnung
- Meßgrenze, bei der Wiedergabe, letztlich Heisenberg-Unschärfe

**Energie je Bit**

Nach Shannon gilt für die Kanalkapazität  $C = B \cdot \text{ld} \left( \frac{P_n + P_s}{P_n} \right)$

Darin bedeuten:  $B$  Bandbreite des Kanals;  $P_s$  Leistung des Signals;  $P_n$  Leistung des Störungen (noise), bei rein thermischen Rauschen  $P_n = k \cdot B \cdot T$ .

Darin bedeuten:  $k$  die Boltzmannkonstante mit  $1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ ;  $T$  die absolute Temperatur

Die Signalleistung sei das  $z$ -fache der Störleistung  $P_s = z \cdot P_n$

Dann gilt  $C = B \cdot \text{ld}(1 + z)$

Für das Verhältnis von Signalleistung zur Kanalkapazität gilt deshalb  $\frac{P_s}{C} = k \cdot T \cdot \frac{z}{\text{ld}(1+z)}$  in  $\frac{\text{J}}{\text{Bit}}$  bzw.  $\frac{\text{W}}{\text{Bit/s}}$

Der Ausdruck von  $z$  kann nun in eine Reihe entwickelt werden:

$$\frac{z}{\text{ld}(1+z)} = \frac{1}{1 - \frac{z}{2} + \frac{z^2}{3} - \frac{z^3}{4} \pm \dots}$$

Hierfür gelten die Grenzen  $1 < \frac{z}{\text{ld}(1+z)} \rightarrow 1$  für  $z \rightarrow 0$

Also gilt  $\frac{E}{\text{Bit}} \geq k \cdot T \cdot \ln(2)$

Bei 300 K, etwa Zimmertemperatur folgt  $E/\text{Bit} = 3 \cdot 10^{-21} \text{ J} \cong 5 \cdot 10^{11} \text{ Hz} \cong 5 \cdot 10^{-22} \text{ cal} \cong 26 \text{ mV}$

#####

Es werden  $n$  Intervalle  $\Delta x$  gewählt, die eine Wahrscheinlichkeit  $p_n(\Delta x)$  besitzen

Für die Entropie gilt dann

$$H(n, \Delta x) = - \lim_{\substack{\Delta x \rightarrow 0 \\ n \rightarrow \infty}} \sum_{i=0}^n p_i(\Delta x) \cdot \Delta x \cdot \text{ld}(p_i(\Delta x) \cdot \Delta x)$$

Der **Grenzübergang** führt zum Integral, wobei das Produkt unter dem Logarithmus in die Summe zerlegt werden kann:

$$H(x) = - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \cdot \text{ld}(p(x)) \cdot dx = \lim_{\substack{\Delta x \rightarrow 0 \\ n \rightarrow \infty}} \sum_{i=0}^n p_i(\Delta x) \cdot \text{ld}(p_i(\Delta x)) \cdot \Delta x$$

Der zweite Teil divergiert wegen

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \log(\Delta x) \rightarrow -\infty$$

Daher wird der erste Term als **relative Entropie** bezeichnet

$$h(x) = - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \cdot \text{ld}(p(x)) \cdot dx$$

In der Praxis gibt es neben dem Nutzsinal auch immer eine **Störung**. Für die gilt ebenfalls der obige Grenzübergang. Durch Differenzbildung ist es dann möglich die divergierenden „Terme“ zu unterdrücken.

$$H(x) = h_{\text{Nutz}}(x) - h_{\text{Stör}}(x)$$

Für **Gaußsche Verteilungen** des Signals und der Störung folgt dann die Entropie

$$H = \text{ld} \left( \frac{P_N + P_S}{P_S} \right)$$

Dies läßt sich auch so interpretieren, das die Pegel in  $m$  **unterscheidbare Amplitudenstufen** zerlegt werden:

$$m = \frac{P_N + P_S}{P_S}$$

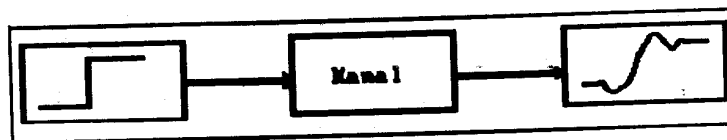
Weitere Details ergeben sich dann, wenn die **Häufigkeit** der einzelnen Stufen und/oder **ihre Größe** unterschiedlich sind.

## Zeiteinfluß

Jeder Kanal besitzt eine **Einschwingzeit**  
 hieraus bestimmte **ursprünglich (1935) Kämpfmüller**  
 die Anzahl der **unterscheidbaren Signale**

$$n = 2 \cdot B \cdot T$$

Später schuf Shannon das **Samplingtheorem (1940)**  
 Heute wird häufig von **Nyquist-Rate** gesprochen



Beachten, daß es **Vor- und Nachläufer** gibt

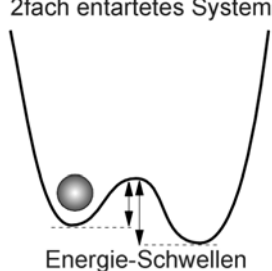
## Kanalkapazität

$$C = 2 \cdot B \cdot H$$

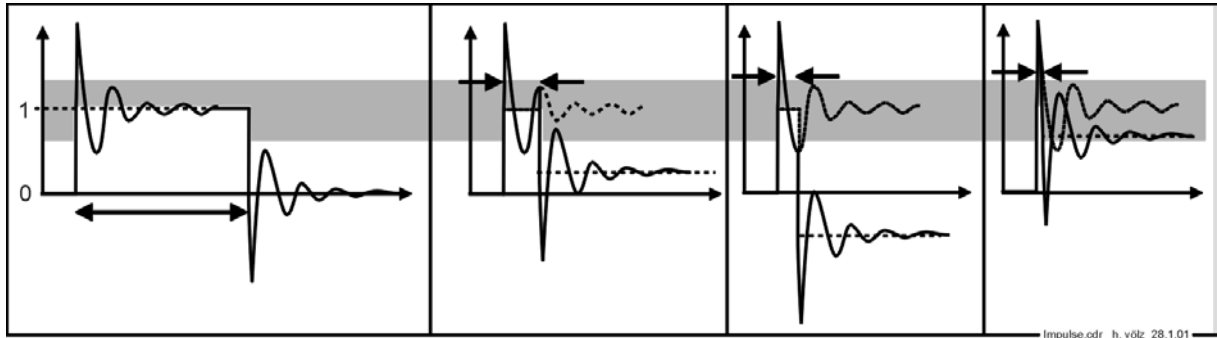
oder in Amplitudenstufen

$$C = 2 \cdot B \cdot \text{ld}(M)$$

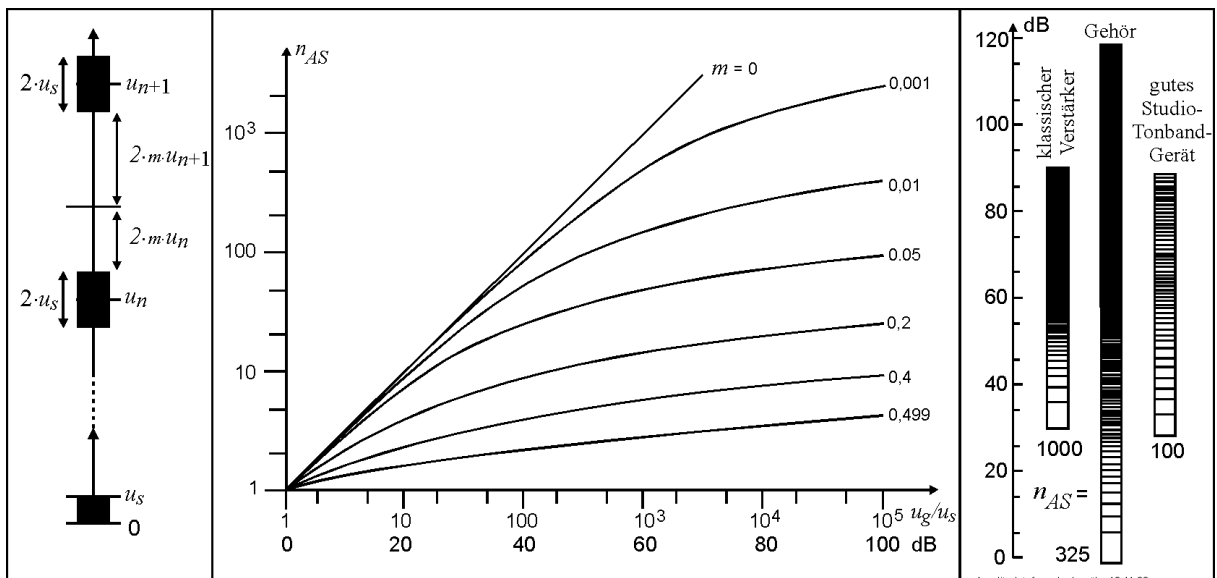
$$C = 2 \cdot B \cdot \text{ld}(1 + P_e/P_s)^{1/2} = B \cdot \text{ld}(1 + P_e/P_s)$$

Bit-Energie aus thermodynamischer Sicht		
Boltzmann-Formel	$S = k \cdot \ln(W)$	<p>2fach entartetes System</p>  <p>Energie-Schwellen</p>
Vor der Messung	$S = k \cdot \ln(0,5)$ $= -k \cdot \ln(2)$	
Nach der Messung	$S = k \cdot \ln(1) = 0$	
Wärme-Menge, die bei der Messung verbraucht wird	$\Delta Q = \Delta S \cdot T$ $= k \cdot T \cdot \ln(2)$	<p>Es bedeuten:</p> <p><math>S</math> = thermodynamische Entropie  <math>W</math> = Zustands-Wahrscheinlichkeit  <math>k</math> = Boltzmann-Konstante  <math>T</math> = absolute Temperatur</p>

entzomes.cdr h. vözl 2.1.94

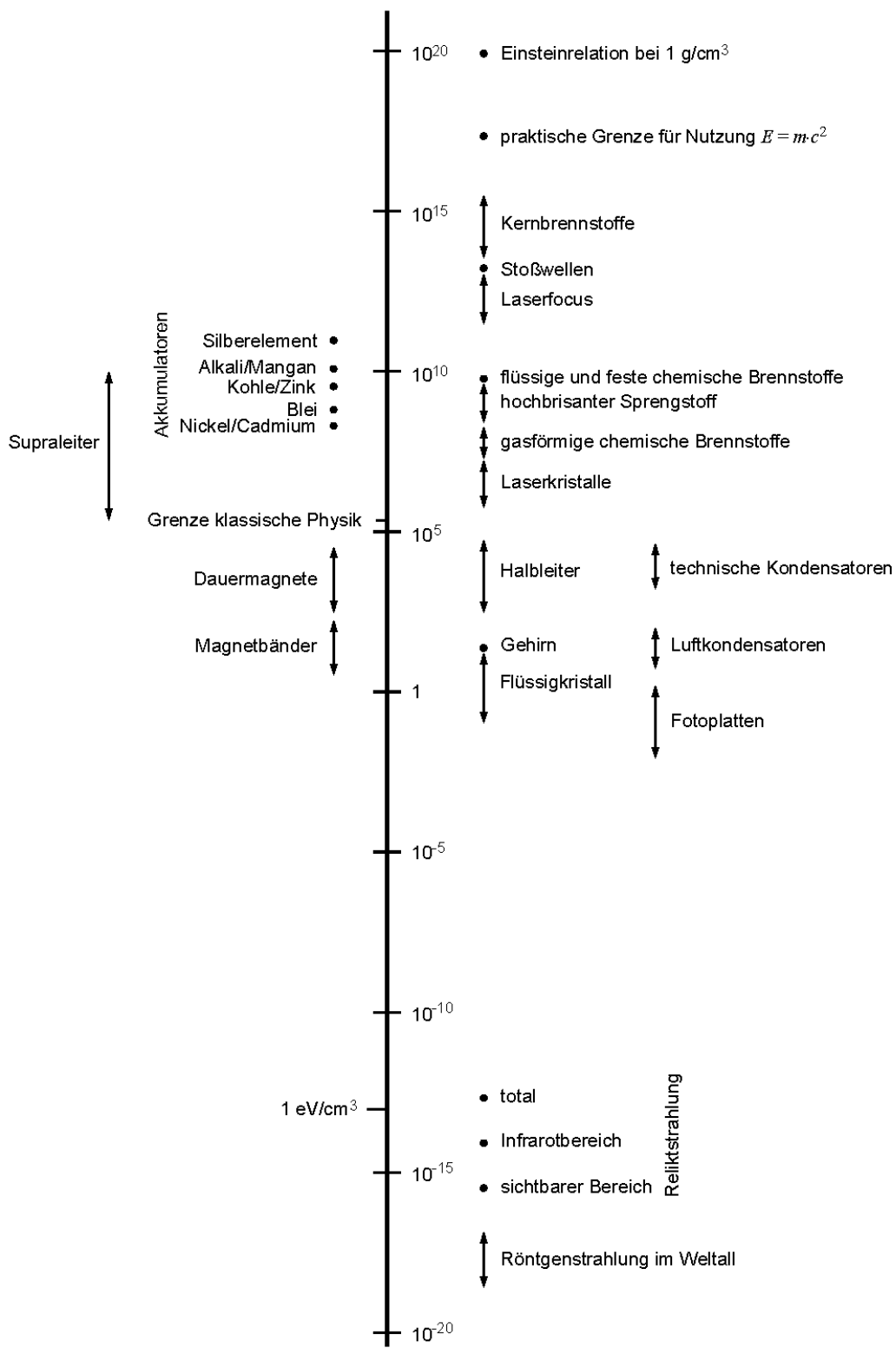


Impulse.cdr h. vözl 28.1.01



Amplitudstufen.cdr h. vözl 12.11.00

# räumliche Energiedichte in J/m<sup>3</sup>



si3a.cdr 5.3.95

Beispiele für Felder	
Massen → Gravitation	
elektrische Ladungen → elektromagnetisch	
Fernwirkung	Nahwirkung (Faraday)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwischen Teilchen existiert sofort und unmittelbar eine Wechselwirkung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vom Teilchen breitet sich mit definierten Geschwindigkeit ein Feld aus.</li> <li>Das Feld existiert unabhängig von weiteren Teilchen.</li> <li>Das Feld kann nur über seine Wirkung nachgewiesen werden.</li> </ul>
Die Energie ist stofflicher Natur	Die Energie ist im Feld gespeichert
	Es können Wellen existieren

Beschreibungen der Welt	
kontinuierlich	diskret
Aristoteles	Demokrit
Paradoxien des Xenon	Antinomien Gödel-Unentscheidbarkeit
Differentialgleichungen Analogrechner	Quantenphysik Informatik
Welle	Korpuskel
Bohrsches Korrespondenzprinzip Heisenberg-Unschärfe	

	Nahwirkung	Fernwirkung
kontinuierlich	physikalische Felder und Wellen Informationsfelder ?	?
diskret	Quantentheorie	?
statistisch	Thermodynamik Nachrichtentechnik	Sheldrake

Feldart	Erzeugt von	Nachweis durch	Wellen als	Teilchen, Partikel
elektrisch  magnetisch	Ladungen  elektrischer Strom Dauermagnet	Beschleunigung von Ladungen  Anziehung/Abstoßung von Magneten Kraftwirkung auf stromführende Leiter	Radiowellen Licht Röntgenstrahlung usw.	Lichtquanten Photonen
Gravitation	Massen	Anziehung von Massen	Gravitationswellen Materiewellen	Massen Gravitationen
akustisch thermisch optisch	Schallquelle Wärmequelle Lichtquelle	Mikrofon, Ohr Thermometer, fühlen Photozelle, Sehen	Schwingung einer Saite Oberflächenwellen Bernardzellen Interferenz	Phononen Photonen? Photonen

Formale Definition von Feldern:

- Ist eine Größe eine Funktion des Ortes, so spannt sie ein **skalares** bzw. **vektorielles** Feld auf  $G(x, y, z)$ .
- Ein Feld kann auch eine Funktion der Zeit sein, dann liegt ein **veränderliches** Feld vor  $G(t)$ .
- Ein Feld kann von einem Objekt ausgehen und sich mit einer **Geschwindigkeit**  $v$  ausbreiten, dann handelt sich um Nahwirkung.
- Bei einem Nahwirkungsfeld bewirken zeitliche Veränderungen **Wellen**-erscheinungen  $G(x, y, z, t)$  mit der Frequenz  $\omega$  in  $x, y, z$  und/oder  $t$ .
- Bei reflektierten Wellen können **stehende Wellen**, also lokal periodische Erscheinungen mit Wellenlängen  $\lambda$  auftreten:  
 $G(x, y, z) = G(x+n\cdot\lambda_1, y+m\cdot\lambda_2, z+k\cdot\lambda_3)$ .

Welle und Medium

Schall breitet sich in Gasen, Flüssigkeiten und/oder Festkörpern aus, aber nicht im Vakuum. Für elektromagnetische Wellen wurde ursprünglich ein „Äther“ angenommen. Der Michelsonversuch hat gezeigt, daß es für sie kein Medium gibt. Die führte zur speziellen Relativitätstheorie mit der Grenzgeschwindigkeit  $c$ , die unabhängig von der Bewegung der Quelle ist. Das zugehörige Feld ist also eine grundsätzliche Eigenschaft des abstrakten Raumes. Gravitationswellen sollen nach der allgemeinen Relativitätstheorie existieren. Sie stellen eine Lösung dieser Gleichungen dar, wurden bisher aber noch nicht experimentell gefunden. Informationswellen, was könnten sie sein? Stehende Wellen DNS-Struktur? Zyklen in Geschehen (Räuber-Beute-Modell)? Wachstumsprozesse? Selbstähnlichkeit in fraktalen? Attraktoren?

### 3 Warum ein Informationsfeld?

Information muß ganz allgemein betrachtet Verhalten und Zustände betreffen:

Die Zustände eines System können kontinuierlich oder diskret sein. Auf weitere Differenzierungen z.B. bei diskret in binär (Bit), trinär usw. sei hier zur Vereinfachung verzichtet. Ein Verhalten läßt sich einmal rein statisch, strukturell beschreiben, z.B. durch die Automatenzustände oder Übergangstafeln. Auch eine statistische Beschreibung gehört hierzu. Besser wird ein Verhalten jedoch meist durch den Ablauf des Geschehens beschrieben. In der Technik leistet dies die z. B. die **Automatentheorie**, im Bereich des Lebens die Physiologie bzw. Psychologie.

Die klassische Informationstheorie, wie sie Shannon eingeführt hat betrifft nur statistische Eigenschaften und zwar für kontinuierliche und diskrete Information. Aus technische Sicht ergibt also eine Lücke zur Beschreibung von Information, die dynamisch und kontinuierlich ist. Diese Lücke könnte ein Informationsfeld füllen. Es bleibt also zu klären, was so ein Informationsfeld ist und was für Eigenschaften es besitzt. Dabei ist aber unbedingt zu beachten, daß so ein Informationsfeld zunächst (und überhaupt) nur ein Modell ist. Ferner sollte beachtet werden, daß für physikalische Felder im wesentlichen Differentialgleichungen benutzt werden. Sie treten an die Stelle der diskreten Algorithmen.

	Verhalten	statisch beschreibend strukturell	dynamisch wirkend funktionell
Zustände			
diskret		Logik Semiotik	Algorithmen-theorie
kontinuierlich		Shannon-theorie	Informations-feld

### 4 Ansätze und Beispiele zu Informationsfeldern

Bei der Suche nach Informationsfeldern fand ich eine beachtliche Fülle von Hinweisen in diese Richtung. Die wohl älteste Quelle stammt von 1963 aus der Soziologie von **Lewin** [LEW]<sup>1</sup>. In Anlehnung an die Kybernetik war ihm der betont strukturelle Aspekt der Soziologie zu statisch und zu eng. Für ihn stand das zu erreichende Ziel im Vordergrund. Dabei versuchte er zu zeigen, daß nicht immer der kürzeste Weg der optimale ist. Längere Wege um Hindernisse herum können durchaus vorteilhaft sein. Ins physikalische übertragen, bleibt dabei der Feldgradient zum Ziel entscheidend. Die Arbeit ist offensichtlich weitgehend in Vergessenheit geraten.

Unter einem anderem Aspekt verwendet später **Klîx** [KLI] den Begriff des subjektiven **Zielabstands**. Hiermit kann er im Rahmen der Künstlichen Intelligenz das Verhalten bei Spielen analysieren. Den Feldbegriff verwendet er aber nicht. Im ähnlichen Sinne habe ich auch (noch ohne Bezug auf das Informationsfeld) den Zielabstand bei **Emotionen** definiert [VÖL] (s. S. 7f.).

**Bonitz** [BON] untersuchte in mehreren Arbeiten, wie Wissenschaftler mit „ihrer“ Information umgehen. Er fand dabei zwei typische Erscheinungen, die er folgendermaßen bezeichnet und erklärt:

- Holographie-Prinzip: Wissenschaftler verhalten sich so, daß sie ihre Ergebnisse möglichst überall hin verbreiten und andere sie interessierende Ergebnisse von überall her holen.
- Geschwindigkeits-Prinzip: Wissenschaftler verbreiten und holen sich die relevante Information immer mit der technisch höchstmöglichen Geschwindigkeit.

Ich vermute, daß beide Prinzipien zumindest in der Tendenz für jegliche Information gelten. Man denke nur an die Bemühungen des Journalismus und der Medien. Natürlich gibt es auch Gegenteilstendenzen, wie Geheimhaltung und bewußte Falschinformation (entsprechen Abschirmungen und Störfelder).

Beide Prinzipien sind dann gut über ein Informationsfeld zu interpretieren, das sich zwischen Informationsquellen und -senken ausbreitet (geschieht bei Bonitz nicht). Fehlfunktionen werden dann u. a. als Abschirmung bzw. Störfelder erklärbar.

<sup>1</sup> Den Hinweis auf diese Arbeit verdanke ich Kollegen Prof. G. Wersig.



**Fischer**<sup>2</sup> verwendet in mehreren biologisch-morphologischen Arbeiten definitiv den Begriff Informationsfeld [FIS] und versucht auch Bezüge zum physikalischen Feldbegriff herzustellen [FIH]. Leider beziehen sich seine Betrachtungen u.a. betont auf die mathematischen Zusammenhänge beim Größenwachstum von Lebewesen und ermöglichen kaum allgemeinere Auffassungen. Dennoch sind die Arbeiten sehr anregend.

**Sheldrake** [SHE] führt morphogenetische (morphische) Felder ein, die dem Informationsfeld in einigen Punkten nahe stehen. Er vermutet, daß die Natur generell eine statistische, also durch Häufigkeiten bedingte Erfahrungsspeicherung in morphischen Feldern vornimmt. Trotz systematischen und ernsthaften Bemühens ist bisher aber nicht erkennbar, was das Substrat dieser Felder sein könnte und wie sie wirken. Zudem nimmt er eine unendlich hohe Ausbreitungsgeschwindigkeit an.

Alexander **Gurwitsch** [BIS] nimmt ein biologisches, mitotisches Feld an, das die Initialzündung für die Zellteilung auslöst und mit dem superschwachen Photonenstrom<sup>3</sup> gekoppelt ist.

Vielleicht läßt sich sogar **Steinbuchs** Aussage „Information ist ein Kitt, der die Gesellschaft zusammenhält“ als Hinweis auf ein Informationsfeld interpretieren.

Auch die Kunst und Philosophie kann dazu vielleicht Beiträge liefern. Arthur **Schopenhauer** hat dies treffend beschrieben. Das Gleichnis wird bzgl. Igel manchmal auch ähnlich **Brecht** zugeschrieben:

„Eine Gesellschaft Stachelschweine drängte sich an einem kalten Wintertag recht nahe zusammen, um, durch die gegenseitige Wärme, sich vor dem Erfrieren zu schützen. jedoch bald empfanden sie die gegenseitigen Stacheln; welches sie dann wieder voneinander entfernte. Wann nun das Bedürfnis der Erwärmung sie wieder näher zusammenbrachte, wiederholte sich jenes zweite Übel, so daß sie zwischen beiden Leiden hin- und hergeworfen wurden, bis sie eine mäßige Entfernung voneinander herausgefunden hatten, in der sie es am besten aushalten konnten.

So treibt das Bedürfnis der Gesellschaft, aus der Leere und Monotonie des eigenen Innern entsprungen, die Menschen zueinander; aber ihre vielen widerwärtigen Eigenschaften und unerträglichen Fehler stoßen sie wieder voneinander ab. Die mittlere Entfernung, die sie endlich herausfinden, und bei welcher ein Beisammensein bestehen kann, ist die Höflichkeit und feine Sitte. Dem, der sich nicht in dieser Entfernung hält, ruft man in England zu: keep your distance! - Vermöge derselben wird zwar das Bedürfnis gegenseitiger Erwärmung nur unvollkommen befriedigt, dafür aber der Stich der Stacheln nicht empfunden.“

Etwas Ähnliches wurde auch in der Soziologie beobachtet. Zwischen Menschen existiert ein gewisser optimaler Abstand. Er ließ sich gut im Zoo beobachten (siehe das Bild). Die Auswirkungen hiervon sind dann deutlich zu beobachten, wenn zwei Personen mit unterschiedlichem Optimalabstand miteinander im Stehen diskutieren. Sie tanzen dann quasi um einander herum, weil jeder sich, bemüht seinen optimalen Abstand zu erreichen. Dabei tritt also sogar so etwas wie Informationsschwingungen auf.

Der optimale Abstand ist auch in der Physik bekannt. Er bestimmt z. B. die Gitterkonstanten in einem Kristall.

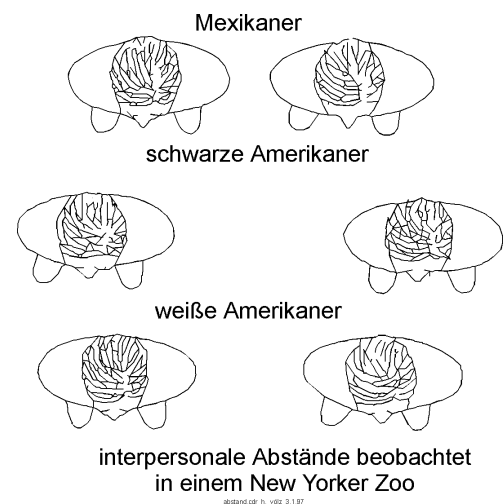
Verallgemeinert gilt daher:

- Da Menschen soziologisch bestimmt sind, brauchen sie einander und ziehen sich an. Dies gilt besonders für relativ großer Entfernungen, also etwa:  $K = \log(r/r_0)$ . Ein negatives Vorzeichen wäre für Menschen einzusetzen, die sich Grundsätzlich nicht mögen (Feinde).
- Andererseits ist eine Intimsphäre zum Eigenschutz erforderlich. Sie

entspricht einer Abstoßung und gilt betont für kleine Abstände: 
$$K = \log \left( \frac{1}{1 + (r/r_1)^2} \right)$$

Beide Effekte sind natürlich von den Individuen, den Geschlechtern usw. abhängig. Dies kann durch die Konstanten  $r_1$  und  $r_0$  im jeweiligen Fall berücksichtigt werden. Dann entsteht ein Kurvenlauf gemäß dem Bild.

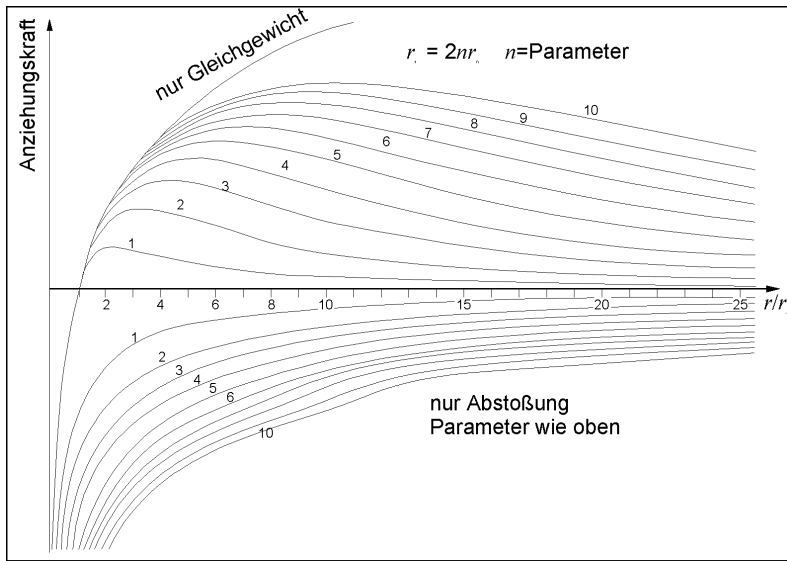
*Es ist nun also offensichtlich, wie eventuell die eingangs genannte Fliege den kollisionsfreien Flug realisiert; auch wie wir ohne Probleme durch ein Gedränge kommen ohne irgend jemand anzustoßen. Weiter könnten Informationsfeldern das Zu- und Abströmen von Menschen zu bestimmten Orten, wie Bahnhöfen, Supermärkten, Sportplätzen, Konzertsälen, Kinos,*



<sup>2</sup> Fischer mir übrigens immer wieder die Anregungen zu diesen Betrachtungen geliefert.

<sup>3</sup> Die Wellenlängen liegen zwischen 190 bis 350 nm. Der Fluß beträgt etwa 10 bis 1000 Photonen/cm<sup>2</sup>.

Urlaubsorten usw. beschreiben. Sie erklären vielleicht sogar das „Übergreifen“ von Stimmungen, Emotionen usw. auf andere. Dennoch sind weitere Untersuchungen unbedingt notwendig.



infeld.cdr h.völz 7.9.95

