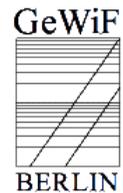


Cyberscience – Wissenschaftsforschung und Informatik. Digitale Medien und die Zukunft der Kultur der wissenschaftlichen Tätigkeit
 26.11.2021 Berlin online
 Leibniz-Societät der Wissenschaften zu Berlin e.V.
 Gesellschaft für Wissenschaftsforschung



Physik des Lesens und Schreibens – Skizze einer Theorie der pragmatischen Information



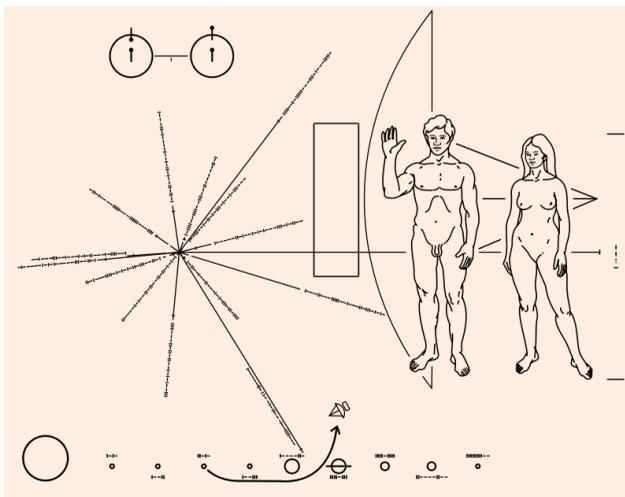
Klaus Kornwachs

Universität Ulm, acatech München, Berlin,
 Büro für Kultur und Technik, Argenbühl



Physik des Lesens und Schreibens – Skizze einer Theorie der pragmatischen Information

1. **Information \neq Wissen**
2. Pragmatische Information
3. Der Empfänger – das unbekannte Wesen - Die Physik des Lesens
4. Information als Systemgröße - Die Physik des Schreibens
5. Wozu das Ganze?



Pioneer 10 Plate (Start: March 3rd, 1972)
Source: <http://de.wikipedia.org/wiki/Pioneer-Plakette>

Testing students at a Technical University:

What is the meaning of the star like figure? (0%)

Position of sun relatively to the center of our galaxy and to 14 pulsars (lines are binary codes of pulsars rotation frequency)

What is the meaning of the dumbbell like figure? (2%)

hyper fine structure of a H atom transition

What is the meaning of the figure below? (50%)

Planetary system and planned trajectory of Pioneer

3

**„Wir ertrinken in
Informationen, aber uns
dürstet nach Wissen.“**

John Naisbitt

4

Fragestellung: Was ist Information und wie wirkt sie?

Hartley (1928)

Shannon, Weaver (1946/47)

Reyni (1960)

Kullback (1951,1956, 1959)

Kolmogorov (1957, 1968)

Shafer (1967) Gäng (1967)

E.U. & C.F. von Weizsäcker (1974)

Gernert (1982 ff)

Kurths (1992 ff)

Atmanspacher (1990 ff)

...

Leopoldina, Halle 1972

Physics and Computation, MIT 1982

Ganzhorn-Symposium, Neuenahr 1984

Bertelsmann-Symposium, Bremen 1990

Physics and Computation, Dallas 1992

125th Seminar of Haereus Foundation on
Information, Cottbus March 1994

....

5

Informationsbegriff

in

Nachrichtentechnik

Biologie

Chemie

Quantentheorie

Thermodynamik

Management

Soziologie

Kommunikationstheorie

Sprachphilosophie

Naturphilosophie

Psychologie

Shannons Maß

Transfer

Struktur

Messung, Verschränkung

Negative Entropie

Wissen

Kommunikation

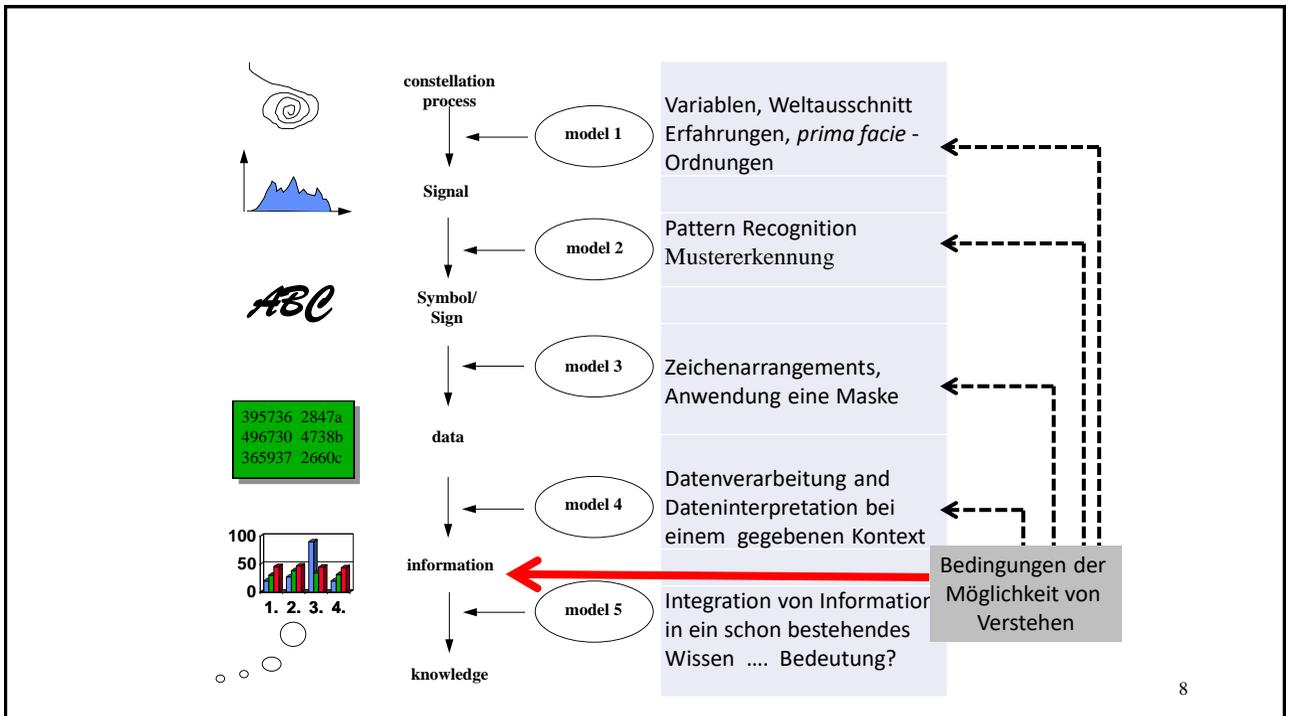
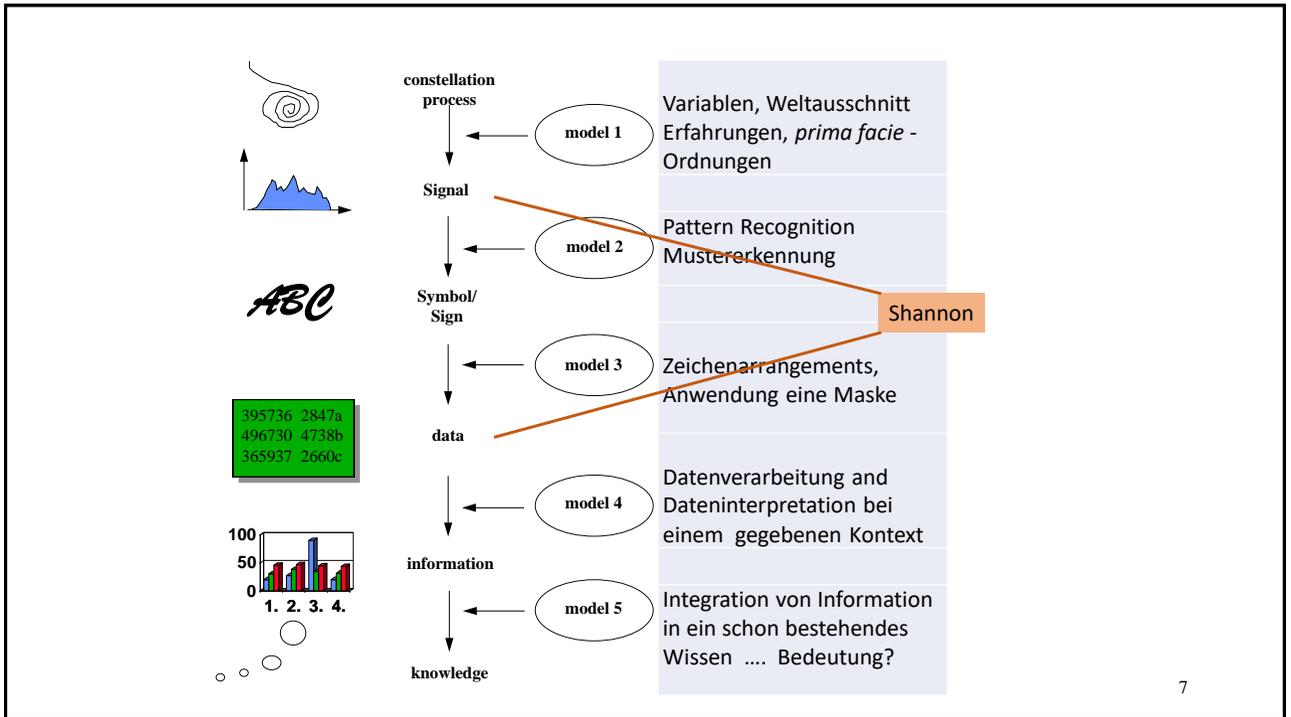
Zeichentheorie

Sprechakte, Illokution

Materie, Energie, Information?

Verstehen, Cognition

6



Physik des Lesens und Schreibens – Skizze einer Theorie der pragmatischen Information

1. Information \neq Wissen
- 2. Pragmatische Information**
3. Der Empfänger – das unbekannte Wesen - Die Physik des Lesens
4. Information als Systemgröße - Die Physik des Schreibens
5. Wozu das Ganze?

9

Weizsäckersche Hauptsätze der Pragmatischen Information

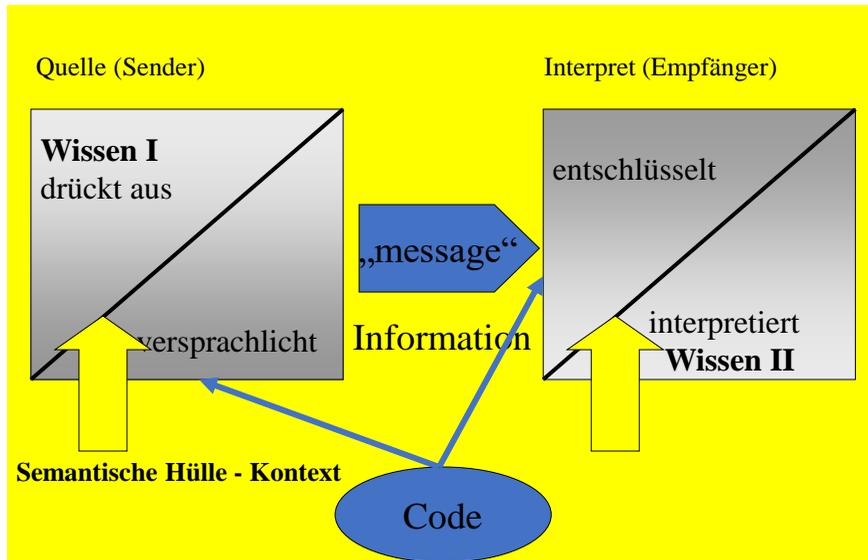
(Carl F. von Weizsäcker 1971, S.351, S.352))

Information ist, was verstanden werden kann

Information ist, was Information erzeugt

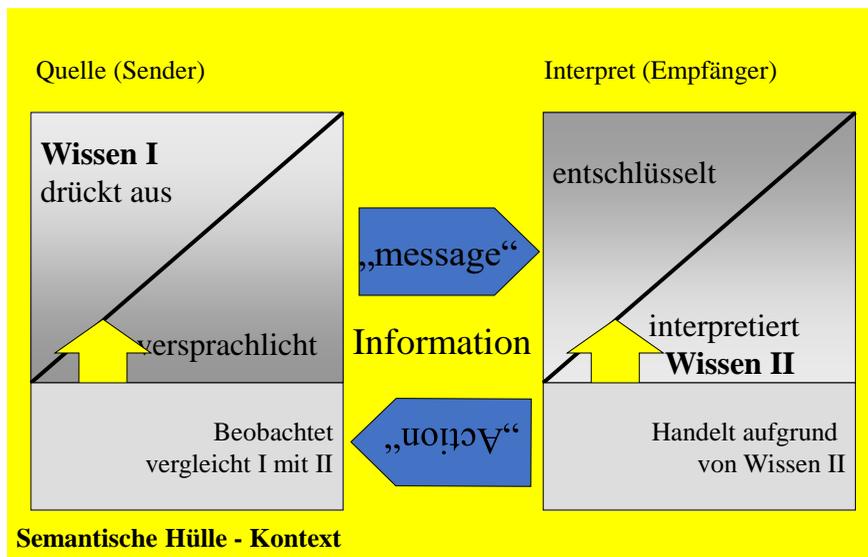
10

Klassisches Modell der Kommunikation (direkt)



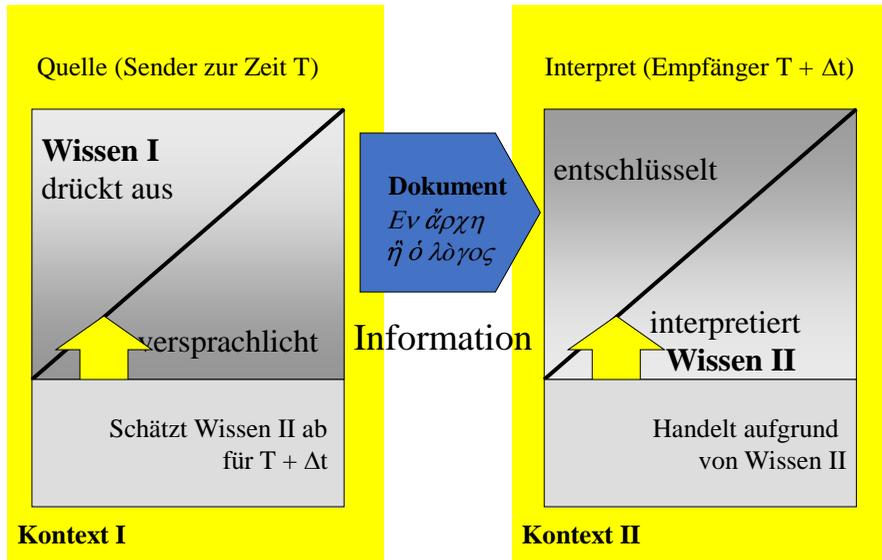
11

Pragmatisches Modell der Kommunikation (direkt)



12

Modell der indirekten Kommunikation



孔 經

1. 大學之道，在明明德，在齊其家，在止于至善。知止而后有定，定而后能靜，靜而后能安，安而后能慮，慮而后能得。物有本末，事有終始，知所先後，則近道矣。古之欲明明德于天下者，先治其國；欲治其國者，先齊其家；欲齊其家者，先修其身；欲修其身者，先正其心；欲正其心者，先誠其意；欲誠其意者，先致其知；致知在格物。物格而后知至，知至而后意誠，意誠而后心正，心正而后身修，身修而后家齊，家齊而后國治，國治而后天下平。此即聖學之綱領也。

1. 大學之學問之道，在於格物致知，在於齊其家，在於止于至善。知止而后有定，定而后能靜，靜而后能安，安而后能慮，慮而后能得。物有本末，事有終始，知所先後，則近道矣。古之欲明明德于天下者，先治其國；欲治其國者，先齊其家；欲齊其家者，先修其身；欲修其身者，先正其心；欲正其心者，先誠其意；欲誠其意者，先致其知；致知在格物。物格而后知至，知至而后意誠，意誠而后心正，心正而后身修，身修而后家齊，家齊而后國治，國治而后天下平。此即聖學之綱領也。

1. 大學之學問之道，在於格物致知，在於齊其家，在於止于至善。知止而后有定，定而后能靜，靜而后能安，安而后能慮，慮而后能得。物有本末，事有終始，知所先後，則近道矣。古之欲明明德于天下者，先治其國；欲治其國者，先齊其家；欲齊其家者，先修其身；欲修其身者，先正其心；欲正其心者，先誠其意；欲誠其意者，先致其知；致知在格物。物格而后知至，知至而后意誠，意誠而后心正，心正而后身修，身修而后家齊，家齊而后國治，國治而后天下平。此即聖學之綱領也。

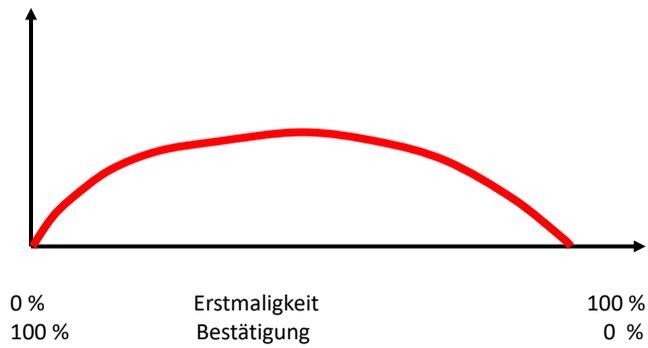


Erstmaligkeit
Überraschung
Novelty

Bestätigung
Redundanz
Confirmation

Maß für die pragmatische Information $PI = E \cdot B$

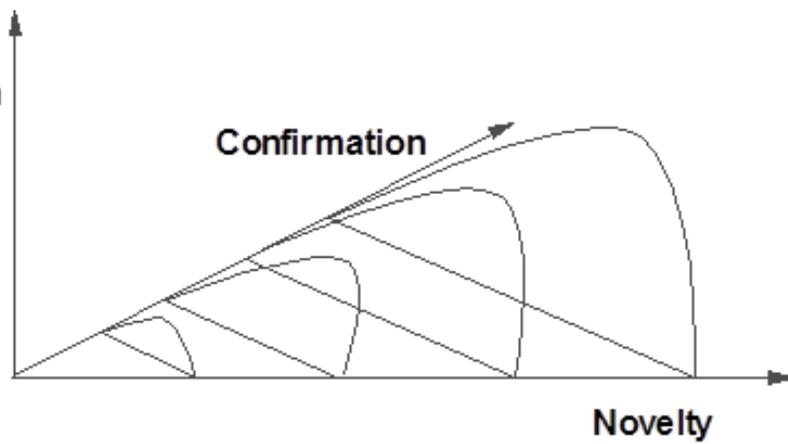
nach E. U. von Weizsäcker 1974



Sind E und B komplementäre Größen?

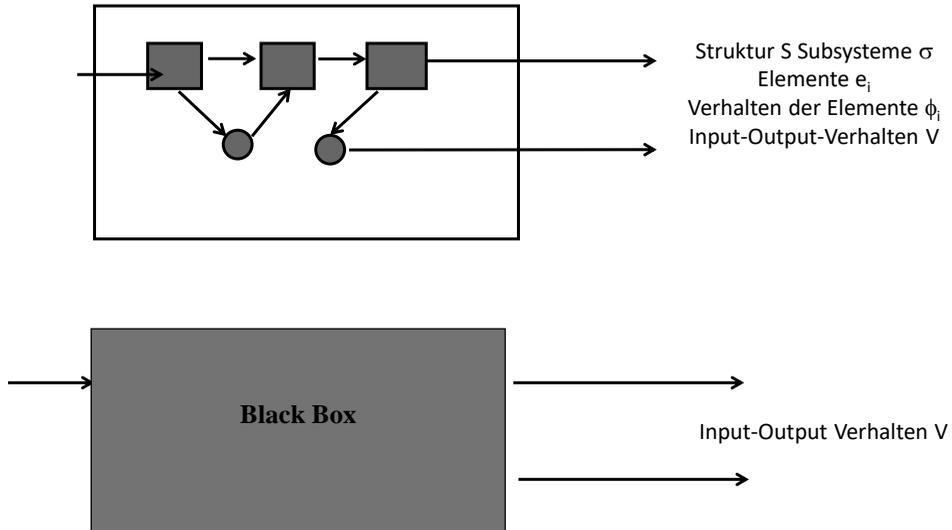
15

Pragmatic
Information



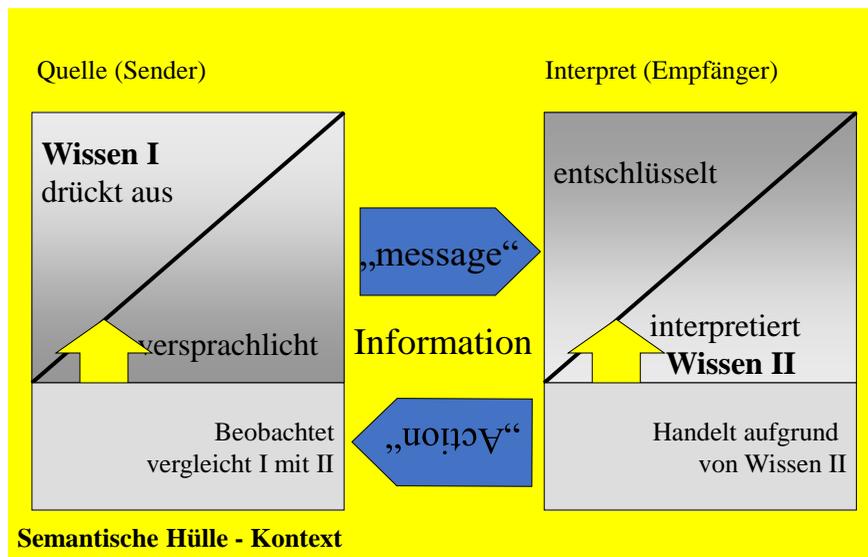
16

Was kann man von einem System wissen?



17

Pragmatisches Modell der Kommunikation (direkt)



18

Die Auswirkung einer Information auf einen Empfänger (System)
als Maß für die Pragmatische Information **PI**
kann man nur durch Änderungen in seiner
Struktur ΔS und/oder in einem Verhalten ΔV erfassen

$$\mathbf{PI} = \Delta V \otimes \Delta S$$

mit $\Delta V \otimes \Delta S \neq \Delta S \otimes \Delta V$

Hypothese: Das Maß der Auswirkung auf ein Empfängersystem hängt
ab von der Zusammensetzung aus
Erstmaligkeit **E** und Bestätigung **B**

$$\mathbf{PI} = \mathbf{F} (\mathbf{E} \bullet \mathbf{B})$$

mit $\mathbf{E} \bullet \mathbf{B} \neq \mathbf{B} \bullet \mathbf{E}$

19

Konsequenzen dieser Sichtweise:

- Sich verändernde Systeme sind Quellen von Information
- Information und System sind zwei sich bedingende Weisen der Beschreibung
- Pragmatische Information kann Systeme aufbauen (Biologie, Organisation)
- Systeme die Pragmatische Information Lesen und Schreiben könne, sind nichtklassische Systeme
- Nichtklassische Systeme haben veränderliches Verhalten und veränderliche Strukturen

Ist damit Information eine wirkende Entität
im physikalischen Sinne?

Keine Energie, keine Materie, keine Entropie

Sondern

als **perspektivischer Begriff**

eine beschreibungsabhängige Strukturgröße eines
Systems, das sich verändert.

Die Qualität der Systembeschreibung ist ein notwendiges Kriterium für den Grad des Zutreffens der Aussagen über die Wirkung (Bedeutung) der Information

Die Aussage, die aufgrund der Information verstanden wurde, ist dann pragmatisch wahr, wenn der Empfänger der Information im Sinne des Senders adäquat reagiert.

Diese Adäquatheit zwischen Intention des Senders und Reaktion des Empfängers garantiert keine ethische Wahrheit.

23

Physik des Lesens und Schreibens – Skizze einer Theorie der pragmatischen Information

1. Information \neq Wissen
2. Pragmatische Information
- 3. Der Empfänger – das unbekannte Wesen - Die Physik des Lesens**
4. Information als Systemgröße - Die Physik des Schreibens
5. Wozu das Ganze?

24

Wie kann man Strukturveränderungen ΔS quantitativ ausdrücken?

Aus dem Verhalten der Elemente und der Struktur kann man das Gesamtverhalten ausrechnen

Aus dem Verhalten kann man nicht ohne weiters auf die Struktur schließen

Wie kann man Verhaltensänderungen ΔV quantitativ ausdrücken?

1. Vergleich von Topologien (Element – Verbindung) mit und ohne PI durch graphentheoretische Methoden, z. B. Graphgrammatiken (Gernert 2006))
2. Entstehen neuer Elemente oder Ejektion bisheriger Elemente
3. Auf- und Abbau von Relationen
4. Nicht emulierte Neuronale Netze: Bildung von Attraktoren (Lernen)(Haken)

1. Vergleich der statistischen Verteilung des Blackbox Outputs mit und ohne Empfang der pragmatischen Information
2. Bei analogen Signalen: Least Square Analysen, Fourieranalyse Koeffizientenvergleiche
3. Operativ - Handlungstheoretisch: Veränderung von Handlungsmustern (Intention, Illokution, veränderte oder neue operative Klassen)
4. Strukturveränderung, die zu Verhaltensänderung führen können, nicht müssen

Unterschiedliche Ansätze, den Empfänger und die Wirkung zu modellieren

Statistisch: nach Weinberger (2001), Fig 1.

Outcomes $\in O$		
	probability without message	probability with message
o_1	$q(o_1)$	$p(o_1)$
o_2	$q(o_2)$	$p(o_2)$
\vdots	\vdots	\vdots
o_n	$q(o_n)$	$p(o_n)$

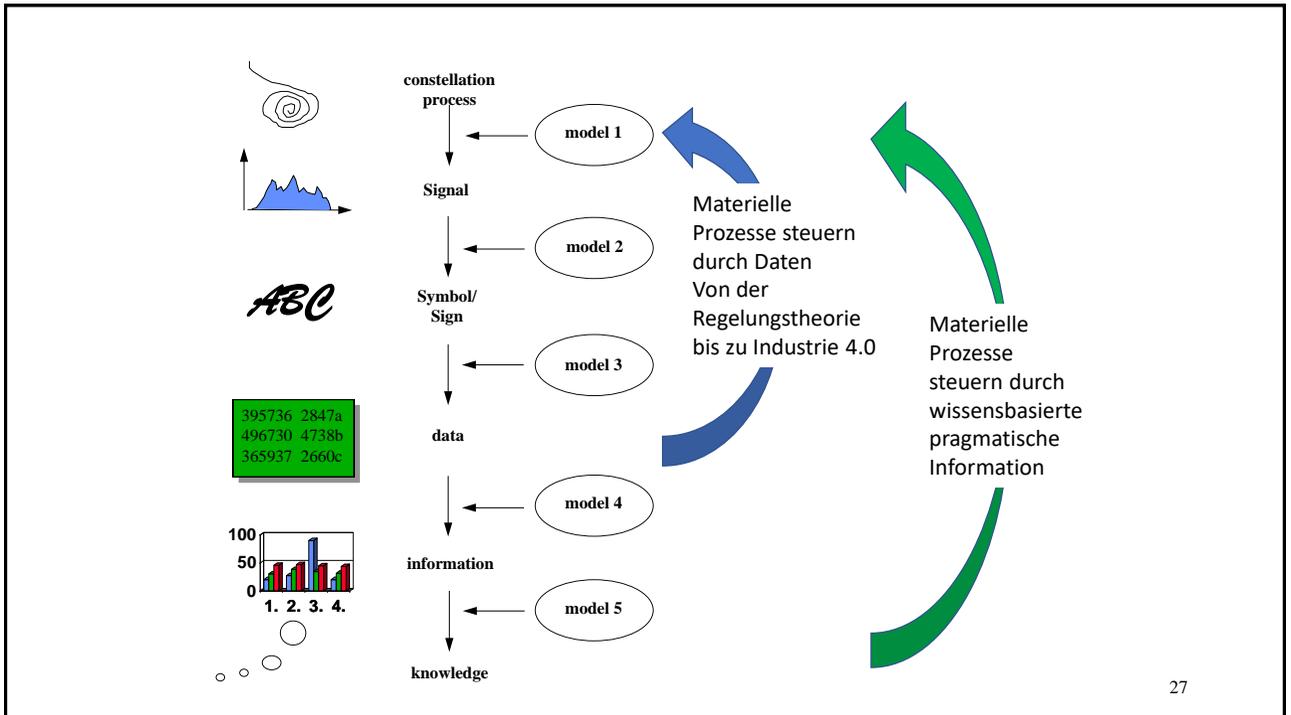
$PI = \text{Diff}(Q, P)$

Definition. The **pragmatic information**, $I_M(p; q)$, of the message ensemble M is the information gain in going from q to p_m , averaged over all messages $m \in M$, i.e.

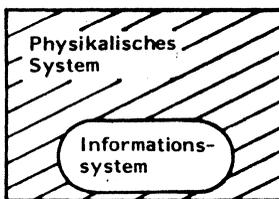
$$\begin{aligned}
 I_M(p; q) &= \sum_{i,m} p_{i|m} \phi_m \log_2 \left(\frac{p_{i|m}}{q_i} \right) \\
 &= \sum_{i,m} p_{i,m} \log_2 \left(\frac{p_{i,m}}{\phi_m q_i} \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

where ϕ_m is the marginal probability that message m was sent and $p_{i,m}$ is the joint probability that message m was sent and outcome O_i was realized.

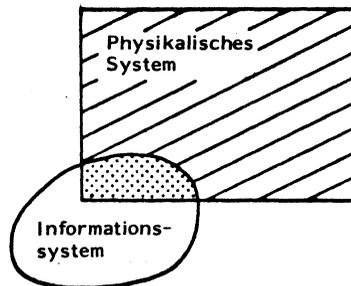
Dies entspricht dem Transinformationsbegriff bei Shannon, Weaver (1947)



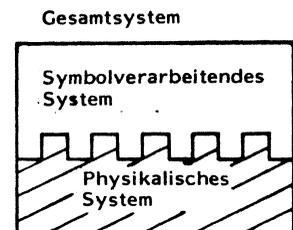
Positionen zur Wechselwirkung zwischen physikalischen und symbolverarbeitenden Systemen



Naturalistische Auffassung:
Information ist eine physikalische Größe oder aus physikalischen Strukturen ableitbare, beobachtbare Größe mit physikalischer Wirkung



Methodisch-Dualistische Auffassung:
Information ist eine Größe, die z. T. mit Strukturgesetzen und mit Systemgesetzen (deskriptiv oder ontologisch) beschrieben werden kann. Die Träger sind physikalische Prozesse

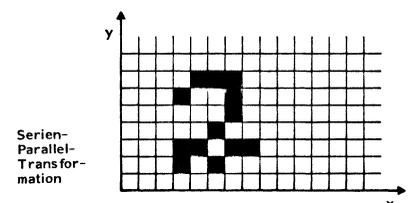
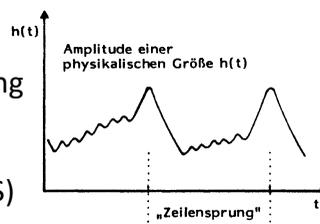


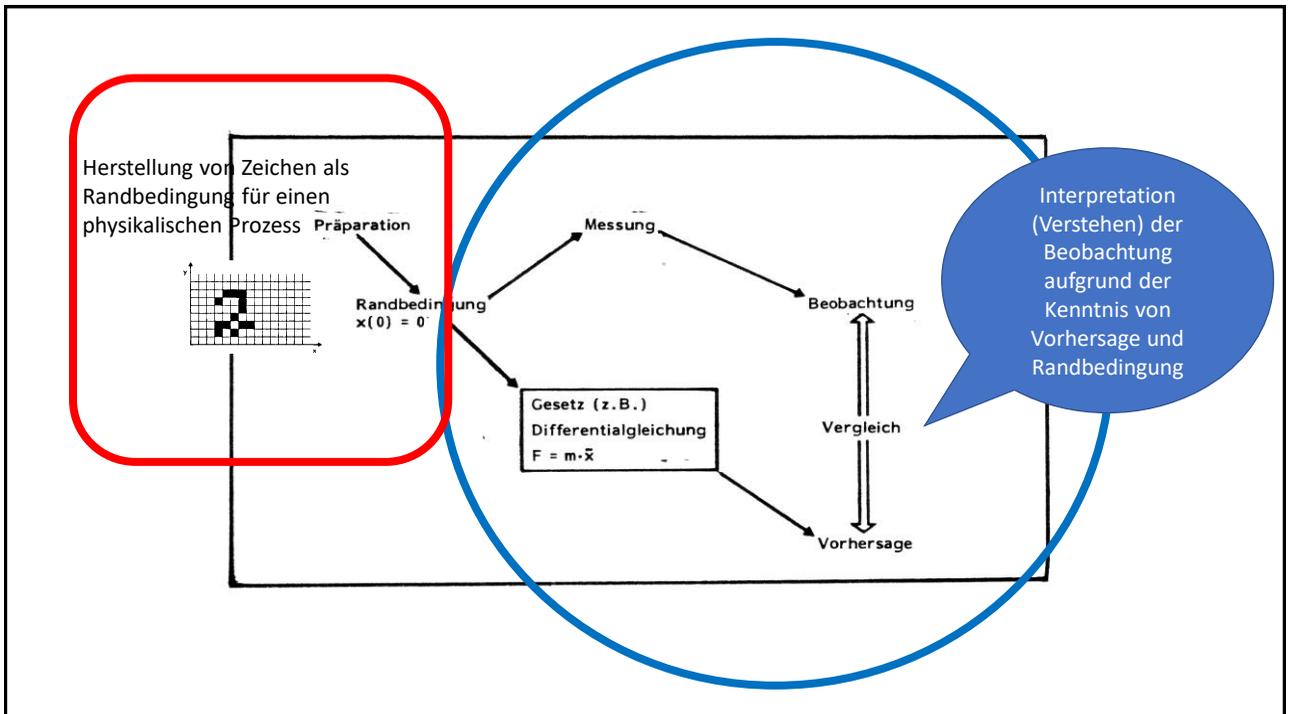
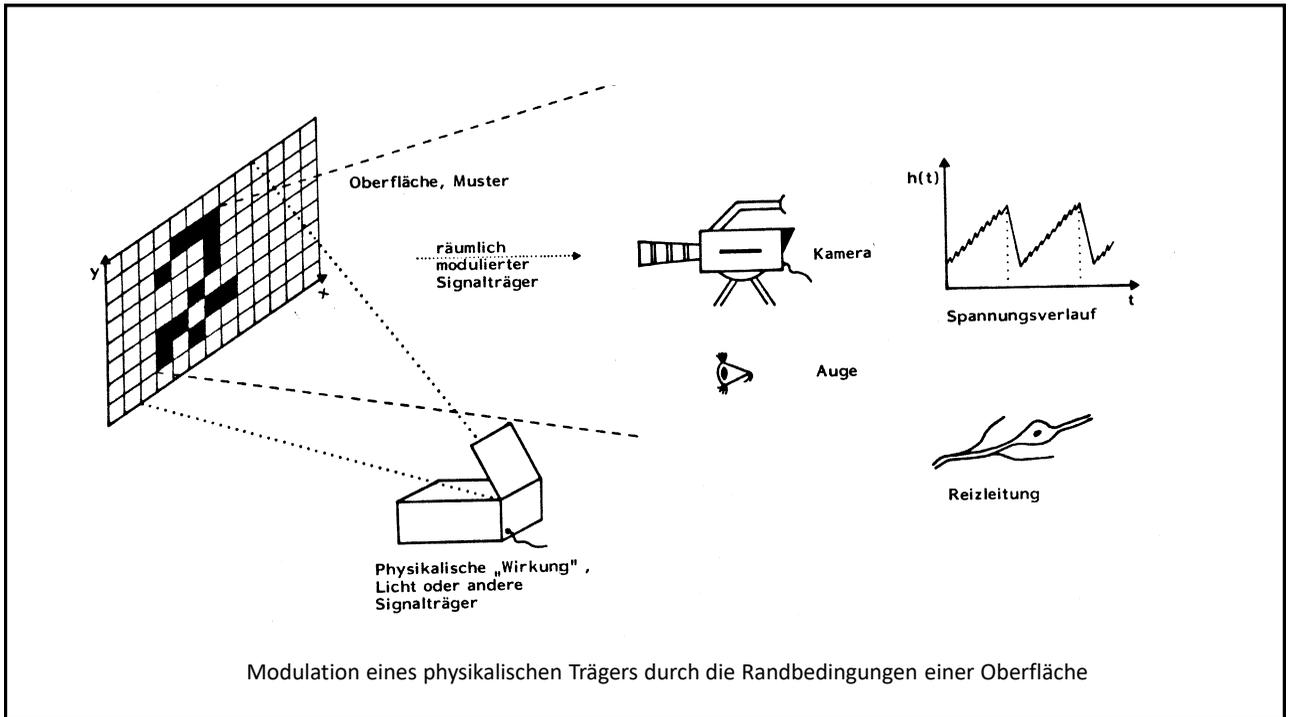
Komplemetäre Auffassung:
Information ist im Bereich der Physik eine physikalische Größe, im Bereich der symbolverarbeitenden Systeme eine informationstechnisch / systemtheoretisch beobachtbare Größe

	Computer Science		Physik	
Beschreibung	diskrete Zustände, diskrete Zeitschnitte		kontinuierliche und diskrete Zustände, kontinuierliche Zeitachse	
„Gesetze“	Algorithmus als Ablaufgesetz „programmierbar“ ratenunabhängige Vorgänge		Dynamische Gesetze ratenabhängige Vorgänge (Differentialgleichungen)	
	nicht deterministisch	deterministisch festgelegte Abfolge	nicht deterministisch QM, Thermodynamik	deterministisch (klassische Physik)
	= stochastische Abfolge z.B. „echter“ Zufallsgenerator bei Simulation	Algorithmus		
Vorhersage	Vorhersage der nachfolgenden Zustände möglich		Vorhersage von i.a. Erwartungswahrscheinlichkeiten	Vorhersage i.a. möglich, nicht möglich bei sog. chaotischen Bewegungen
Retrodiktion	Bestimmung des vorhergesagten Zustandes i. a. nicht möglich		Bei Quantenmechanik nicht, bei Thermodynamik beding möglich	i.a. möglich (z.B. Planetenbewegungen)
Bewegungs-umkehr	ausschließlich irreversible Vorgänge (Finite State Automata)		Quantenmechanik: Bewegungs-umkehr möglich Thermodynamik: Irreversible Prozesse	reversible Prozesse Metastabile Zustände als Zeichen

Physikalische Bedingungen der Rezeption von Zeichen (Lesen) und Speichern (Schreiben) durch ein System

- Trägerprozess mit mindestens einer modellierbaren observablen Variable
- Serien-Parallel-Transformation (Senden – Speichern – Senden)
- Innerhalb eines gegebenen Intervalls ratenunabhängige Reaktion des Empfängers (Amplitude)
- Selektives Systemverhalten
- Energieaufwand
- Mindestzeit der Übertragung
- Irreversibilität der Wirkung
- Offene Systeme (ΔV und ΔS)
- ...





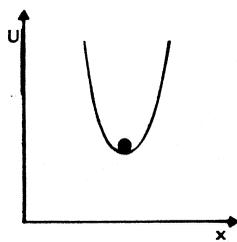
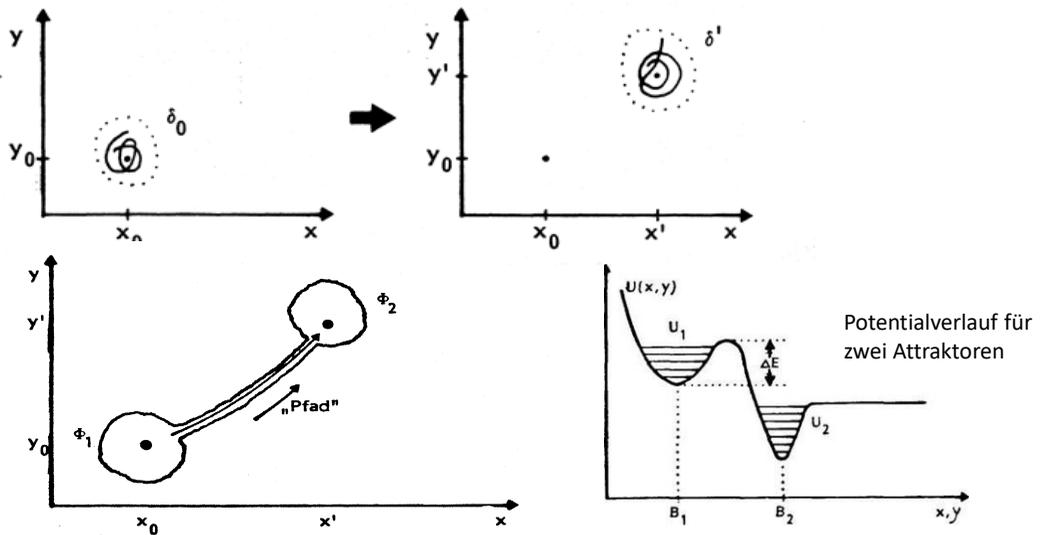
Physik des Lesens und Schreibens – Skizze einer Theorie der pragmatischen Information

1. Information \neq Wissen
2. Pragmatische Information
3. Der Empfänger – das unbekannte Wesen - Die Physik des Lesens
- 4. Information als Systemgröße - Die Physik des Schreibens**
5. Wozu das Ganze?

33

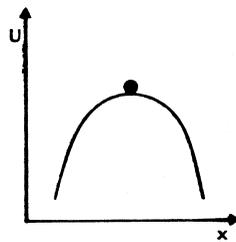
Lesen	Präparation des Systems durch Randbedingungen, deren Struktur Systemgesetzen gehorchen
Verarbeitung	Störung im systemtheoretischen Sinne, die einer Transformation der repräsentativen metastabilen Konfiguration in eine andere entspricht
Schreiben	Messung am benachbarten System: wie ist die Auswirkung des eigenen Signals, das das benachbarte System als Randbedingung interpretieren muss und darauf reagiert.

Trajektorienwechsel um stabile Punkte (y_0, x_0) und (y', x') durch Fluktuation
 Haken 1978, Kap. 6.7



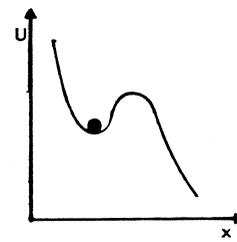
a) stabil

Zeichen (räumliche abgegrenzte energetische Struktur kann man nicht einschreiben



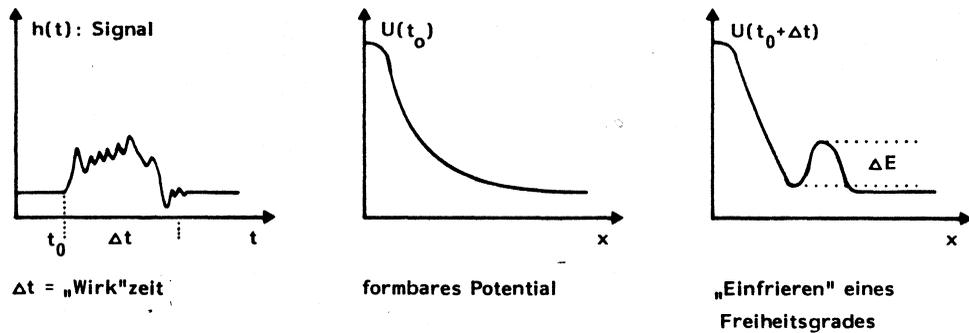
b) labil

Jede kleine Fluktuation würde das Zeichen zerstören



c) metastabil

Zeichen können eingeschrieben werden (Zustand angenommen), ausgelesen (Messung) und auch gelöscht werden.



Ein symbolverarbeitendes System ist ein physikalisches System, das durch Einschreiben von metastabilen Zuständen (Bau) in der Lage ist, Zeichen zu lesen, zu speichern, als Information auszulesen und zu löschen.

Ein System, das pragmatische Information verarbeitet, baut sich auf oder ab. D.h. der Bau eines Computers ist das Schreiben von pragmatischer Information in ein System.

Physik des Lesens und Schreibens – Skizze einer Theorie der pragmatischen Information

1. Information \neq Wissen
2. Pragmatische Information
3. Der Empfänger – das unbekannte Wesen - Die Physik des Lesens
4. Information als Systemgröße - Die Physik des Schreibens
5. **Wozu das Ganze?**

Wissen entsteht in einem kognitiven Prozess durch Verstehen von **Information** und durch Integration in schon vorhandenes Wissen

Wissen ist mitteilbar durch Weitergabe von **Information**

Gespeicherte **Information** ist noch kein **Wissen**

Pragmatische Information ist aktuelle Information, die durch Aufbau von Wissen wirkt. Verstandene Pragmatische Information kann einen Good Informer erzeugen.

Der sog. **Good Informer** (Craig 1993) verfügt wiederum über das Wissen, das er zur Weitergabe von Pragmatischen Information verwenden kann.

39

Der Gute Informant



Rekonstruktion dieses Wissens durch Befragen der Person (Expertengespräch).

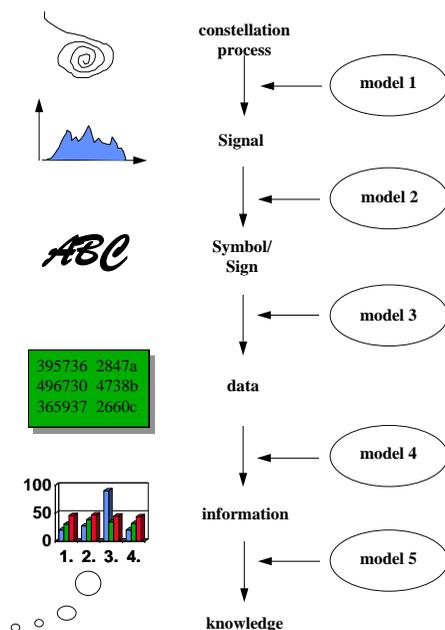
- Der gute Informant ist mir (hier und jetzt) zugänglich.
- Er ist für mich erkennbar als einer, der in der Frage, ob p , wahrscheinlich recht hat.
- Die Wahrscheinlichkeit, dass er recht, ist für meine hiesigen und jetzigen Zwecke ausreichend.
- Die Kommunikationswege sind offen.

Wissen ist der Zustand, durch den ein Subjekt geeignet ist, in irgendeiner bestimmten Frage ein guter Informant zu sein.

Der Informant (good informer) kann auch ein Kollektiv sein, eine Institution, eine KI ??

Das Kriterium zur Festlegung der Wahrscheinlichkeit, dass er recht hat, ist eine institutionelle, keine objektive Tatsache.

Es gibt demnach kein absolut sicheres Wissen. Aber es ist der Mitteilung fähig.



Ziel:
Die Lücken
zwischen den
Modellen 1-5 zu
schließen.

**Wissen und
Information
bleiben
perspektivische
Begriffe**

Beitrag zur Frage:
Welche Methoden und Schritte sich
lassen sich digitalisieren, d.h. durch
intelligente Steuerungen (good
informer) unterstützen oder sogar
teilweise ersetzen und vor allem welche
nicht?

Literatur

Craig, E. (1993): Was wir wissen können. Suhrkamp, Frankfurt a.M. 1993

Gernert, Dieter (2006): Pragmatic Information: Historical Exposition and General Overview. In: Mind & Matter Vol. 4(2), pp. 141–167

Haken, Hermann (1978): Synergetics. Springer, Berlin 1978.

Ising, Hartmut (2018): Information and Energy

https://www.researchgate.net/publication/347750309_Information_and_Energy;

https://figshare.com/articles/dataset/Information_and_energy_pdf/2115400/7; DOI:10.6084/m9.figshare.2115400.v7

Klix, Friedrich: Information und Verhalten. Kybernetische Aspekte der Informationsverarbeitung. Akademie Verlag der Wissenschaften, Berlin 1973

Kornwachs, Klaus (1987): Offene Systeme und die Frage nach der Information. Habil. Schrift, Universität Stuttgart 1987

Kornwachs Klaus (1992): Information und der Begriff der Wirkung. Informatik-Fachberichte 306, 46–56.

Kornwachs Klaus (1998): Pragmatic information and the emergence of meaning. In Evolutionary Systems. Biological and Epistemological Perspectives on Selection and Self-Organization, ed. by G. van de Vijver, S.N. Salthe and M. Delpo, Kluwer, Dordrecht, pp. 181–196.

Kornwachs Klaus and Lucadou Walter von (1982): Pragmatic Information and Nonclassical Systems. In Cybernetics and Systems Research, ed. by R. Trappl, North-Holland, Amsterdam, pp. 191–197.

Weinberger, Edward D. (2001): A Theory of Pragmatic Information and Its Application to the Quasispecies Model of Biological Evolution. In: Bio Systems 66(Febr. /3):105-19 DOI:10.1016/S0303-2647(02)00038-2

Weizsäcker, Carl F. von: Die Einheit der Natur. Hanser, München 1971

Weizsäcker, E.U. von (1974): Erstmaligkeit und Bestätigung als Komponenten der pragmatischen Information. In: Weizsäcker, Ernst U. von (Hrsg.): Offen Systeme I. Klett, Stuttgart 1974, S. 82-113