grkg / Humankybernetik
Band 45 · Heft 3 (2004)
Akademia Libroservo / IfK

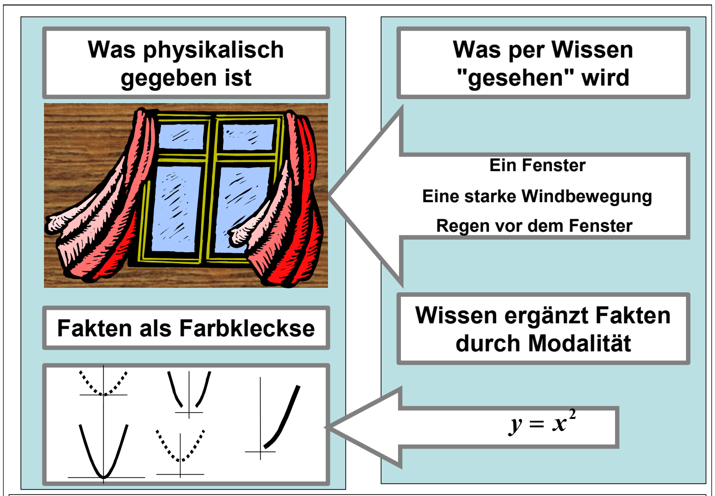
Humatics – Quantifizierung operabler Wissenseigenschaften

von H.-D. KREFT [1], R. KASSING [2], O. BREIDBACH [3], SCHULTE [4], STARKE [5]

[1] VisionPatents AG, Dassendorf; [2] Physikalisches Institut, Universität Kassel;
[3] Ernst Haeckel Haus, Fakultät für Pharmazie und Biologie, Universität Jena
[4] agiplan GmbH, Mülheim a. d. Ruhr ; [5] System Data AG, Potsdam

Anschauliche Einführung

Die wohl umfassendste Darstellung zur Thematik Wissen dürfte in dem Alterswerk "Zeit und Wissen" des Philosophen und Physikers Carl Friedrich von Weizsäckers (Weizsäcker, 1992) dargestellt sein. Eine Quantifizierung von Wissen ist auch dort nicht angegeben. Im Folgenden soll dies geleistet werden, wobei eine anschauliche Einführung hilfreich sein mag.



Figur 1: Information und Wissen

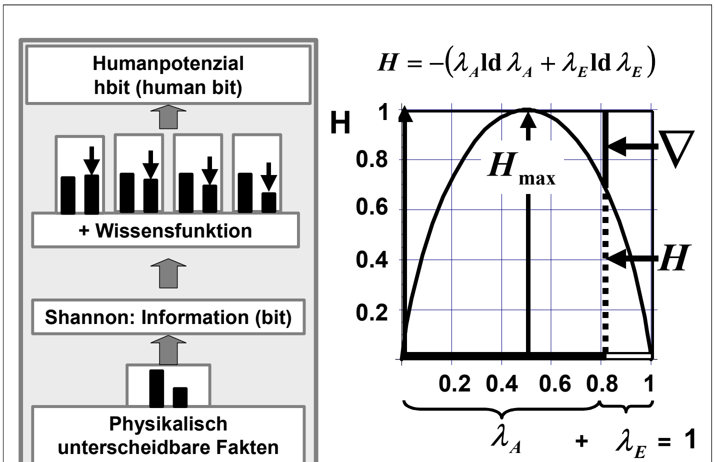
Wissen, Information

Ausgangspunkt zur Einführung operabler Wissenseigenschaften ist der Unterschied zwischen Information und Wissen, der zunächst mit Hilfe von Figur 1 veranschaulicht wird. Es wird empfohlen, links oben statt des Fensters, das zu sehen, was der physikalischen Realität näher kommt: Eine Menge W von winzigen Farbklecksen. Diese können nach verschiedensten physikalischen Messwerten wie Helligkeit, Farbe, Position klassifiziert und gezählt werden, d. h. in Häufigkeitsverteilungen zusammengestellt werden, woraus sich mit Hilfe des Shannonschen Informationsmaßes eine Informationsmenge in der Einheit bit bestimmen lässt. Derart ist das Maximalmaß der Shannoninformation zum Fensterbild direkt bestimmt durch die Grundmenge aller unterscheidbaren Fakten $W_{Fenster}$. Rechts in Figur 1 ist angegeben, was per Wissen in die Fakten hineininterpretiert wird: Ein Fenster, Windbewegung, Regen vor dem Fenster etc. Offenbar ergänzt

Wissen Fakten durch mögliche Fakten. In diesem Sinne ist der im Bild "gesehene" Wind als mögliches Faktum eine Modalität, die offenbar durch die Auslenkung der Gardine per Wissen in das Bild hineininterpretiert wird. Damit ist klar, dass die Grundmenge $W_{Fenster}$ an vorliegenden Fakten für die Ableitung eines Wissensmaßes nicht gelten kann. Wir müssen die modalen Ergänzungen zusätzlich berücksichtigen.

Die grundlegende Idee, um neben Fakten W auch Modalität M zur Quantifizierung von Wissenseigenschaften nutzen zu können, ist unten in Figur 1 angegeben. Dort sind einige von vielen Darstellungen der Funktion $y = x^2$ gezeigt. Wir können eine Formel quasi als Modalität ihrer unüberschaubaren, faktisch niemals in Gänze darstellbaren Vielfalt auffassen. Zur Darstellung von operablen Wissenseigenschaften wird genau dieser Zusammenhang zwischen Funktion und Repräsentation genutzt. Indem Wissensfunktionen eingeführt werden, verfügt Wissen über Modalität und ist jeder Ansammlung von Fakten und jeder repräsentativen Darstellung (z. B. in Form von Bildern) überlegen.

Die Erweiterung des Shannonschen Konzeptes zur quantitativen Erfassung von operablen Wissenseigenschaften



Figur 2: Shannon-Information und Wissensmaß

In seinem berühmten, 1948 erschienenen Artikel präsentierte Shannon die rechts in Figur 2 dargestellte Kurve für alternative Ereignisse und schrieb: "The entropy in the case of two possibilities p and q = 1- p, namely is plotted in Fig. 7 as a function of p." Er nutzte für die Kurve die Formel in folgender Darstellung :

$$H = -\left(p \ \log \ p + q \ \log q\right)$$

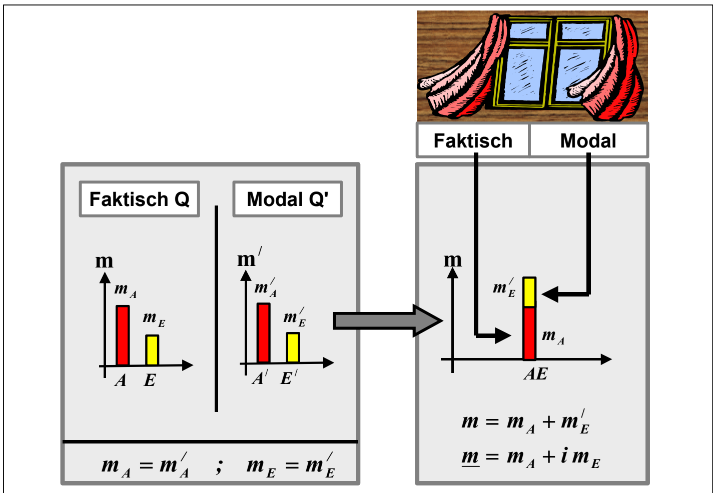
Formel 1: Shannonsche Formel zur Shannon Kurve

Der Wert H der Formel 1 wird allgemein als Shannonscher Informationswert eines alternativen Ereignisses bezeichnet und im Folgenden mit H_S angegeben. Für die beiden alternativen Merkmale q, p in der Shannonschen Formel nutzen wir die Symbole λ_A, λ_E (mit $\lambda_A + \lambda_E = 1$, siehe Figur 2). Mit $\lambda_A = \lambda_E = ½$ liegen die beiden Alternativen (z. B. die beiden Seiten A, E einer Münze) gleichhäufig vor. Für diesen Fall erhalten wir als Ergebnis der Shannonformel $H_{Smax} = 1$ bit als maximalen Wert der Informationsmenge (siehe Shannonkurve rechte Darstellung Figur 2). Wir erkennen für diesen Fall unschwer in den gleichen Häufigkeiten der Alternativen unsere oben angegebenen Grundmenge zur Erstellung eines Informationsmaßes wieder. Wird statt der Münze ein Würfel verwendet, ergibt sich eine Häufigkeitsverteilung mit sechs Ereignissen. Allgemein gilt für einen beliebige Zahl L von Ereignissen die Shannonformel gemäß Zeile 1, Formel 2:

$$\begin{array}{ll}
1: & H_s = -\sum_{k=1}^{L} \lambda_k \ \mathrm{ld}\, \lambda_k \ \ \mathrm{bit} \quad ; \quad H_{S\max} = ld \ L \\
2: & \qquad \mathrm{mit:} \ \lambda_k = \dfrac{m_k}{M} \ ; \quad M = \sum_{k=1}^{L} m_k \\
3: & T = \dfrac{M}{H} \quad ; \ T_{\min} = \dfrac{M}{H_{\max}} \\
4: & T = \dfrac{E(M)}{H} \quad ; \ T_{\min} = \dfrac{E(M)}{H_{\max}} \quad \mathrm{mit:} \ \mathrm{E(M)} = \kappa \mathrm{M} \\
5: & E(M) = T \ H
\end{array}$$

Formel 2: Zur Berechnung einer Informationsmenge nach Shannon

In Zeile 2 ist angegeben, wie sich die λ-Werte (relative Häufigkeiten in der Shannonformel) errechnen. Die Anzahl des Erscheinens des Ereignisses k wir mit m_k angegeben und durch die Anzahl aller Ereignisse M (das ist die Bezugsmenge) dividiert. Rechts in Zeile 1 ist der Maximalwert H_{Smax} für identische Ereignishäufigkeiten (alle m_k sind gleich) angegeben. Für eine Münze ist bei identischer Häufigkeit ihrer beiden Seiten L = 2, woraus sich als binärer Logarithmus der Wert 1 bit für diesen Maximalwert alternativer Ereignisse in Übereinstimmung mit der Shannonkurve (Figur 2) ergibt. Da jedem Messereignis ein bestimmter Energieverbrauch E(M) zugeordnet werden kann, ergibt sich in Zeile 3 der Wert T, den wir weiter unten nutzen werden.



Figur 3: Zusammengesetzte Häufigkeiten

Die grundlegende Idee zur Erfassung eines Maßes für Wissen ist, physikalische Ereignisse über die Zahl λ_A und Modalität über die Zahl λ_E (siehe λ_A , λ_E in Figur 2, rechts unten) der Shannonkurve zu erfassen. Zu diesem Zweck nutzen wir die Daten einer faktisch gemessene Häufigkeitsverteilung einer Münze, wie sie links in Figur 3 mit Q (Häufigkeiten m_A, m_E) angegeben ist und vergleichen diese mit den per Wissen gesetzten Modaldaten (Q': m_A' , m_E'). Stimmt die faktische Messverteilung mit der modalen Vorgabe überein, handelt es sich um deckungsgleiche Häufigkeitsverteilungen, die wir als symmetrisch bezeichnen. Bei diesen symmetrischen Verteilungen gibt es also zu den realen Häufigkeiten (λ_A , λ_E) jeweils gleichwertige modale (λ_A', λ_E'). Wir definieren nun bei Vorliegen einer solchen Symmetrie eine zusammengesetzte Häufigkeit als Summe aus dem realen Anteil m_A und dem modalen m_E', was im rechten Kasten der Figur 3 durch den Balken AE dargestellt ist. Der Zustand AE besteht also aus einer Kombination des realen Messvorganges (hier Zählen von m_A) mit der modal gesetzten Zahl (m_E'). Da für den Fall symmetrischer Verteilungen $m_E = m_E'$ gilt, können wir dafür auch als zusammengesetzte Häufigkeiten m_A, m_E schreiben. Das Zahlenpaar m_A, m_E hat die konstante Summe m, mit der die Anzahl der Ereignisse angegeben ist. Wir nennen m_A den applikativen Teil und m_E den interpretativen (modalen) Teil dieses Zustandes (siehe Balken AE im rechten Teil Figur 3). Wir können mithin AE als Kombination aus Faktizität (Messung) und Modalität (Ergebnis einer Wissensleistung) auffassen, die hier mit "Fähigkeit zur Manipulation von Münzen zwecks Messung der Shannonkurve" zu charakterisieren wäre. Wie die Shannonformel auf diese zusammengesetzte Häufigkeit anzuwenden ist, wird in Formel 3 ausgeführt und erläutert.

Ein besonderer Fall liegt für $m_A = m_E$, d.h. für identisch häufiges Auftreten der beiden Seiten einer Münze vor. Es ergibt sich als Shannonwert $H_S = 1$ für diese Identität (siehe Erläuterung zu Formel 2). Es liegt also eine besonderen Form von Symmetrie, die der Identität vor. Wissen kann in diesem Falle davon ausgehen, dass Messung (Realität) mit Modalität, d. h. Interpretation in Form von Erwartung, Schätzung, Rechnung übereinstimmt.

Häufigkeitsverteilungen aus Elementen, die aus zwei Zahlen zusammengesetzt sind, bezeichnen wir als Wissensfunktion, da in ihr Zahlen (m_A) für Messergebnisse und Manipulation (m_E) enthalten sind. Die einzelnen Elemente solcher Wissensfunktionen bezeichnen wir als Konstituenten. Die Konstituenten einer Wissensfunktion lassen sich für Rechnungen vorteilhaft in Form komplexer Zahlen darstellen, was in (Kreft, 2004) ausgeführt ist.

$$1: \quad \boldsymbol{h_k = h_{Ak} + h_{Ek} = \lambda_{Ak}\ \mathrm{ld}\,\lambda_{Ak} + \lambda_{Ek}\ \mathrm{ld}\,\lambda_{Ek}}$$

$$2: \quad \boldsymbol{H = \sum_{k=1}^{L} h_k = -\sum_{k=1}^{L}\left(\lambda_{Ak}\ \mathrm{ld}\,\lambda_{Ak} + \lambda_{Ek}\ \mathrm{ld}\,\lambda_{Ek}\right)\ h\mathrm{bit}} \quad ;$$

$$3: \quad \textbf{mit:}\ \boldsymbol{\lambda_{Ak} = \frac{m_{Ak}}{M}}\ ;\ \boldsymbol{\lambda_{Ek} = \frac{m_{Ek}}{M}}\ ; \qquad \boldsymbol{M = \sum_{k=1}^{L} m_k}$$

$$4: \quad \boldsymbol{H_{\max} = H_S + 1}$$

$$5: \quad \boldsymbol{H_S \le H \le H_{\max} = H_S + 1 \quad \Rightarrow \quad \nabla = H_{\max} - H}$$

Formel 3: Die erweiterte Shannonformel für zusammengesetzte Häufigkeiten

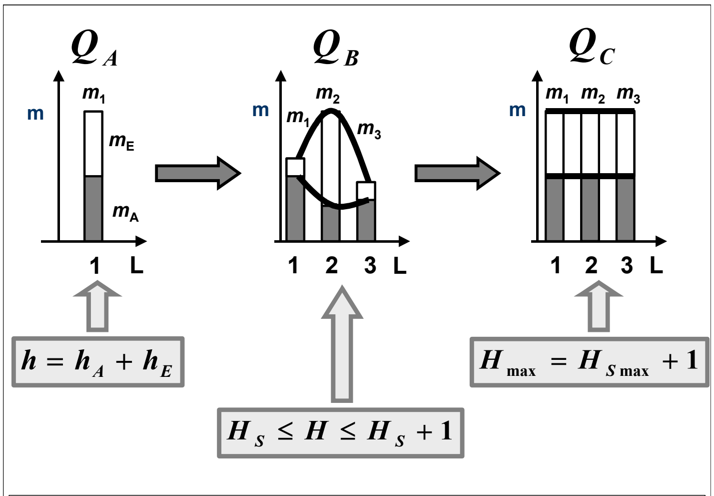
Zur Veranschaulichung der Ausdrücke in Formel 3 kann die Figur 3 (auch Figur 4) herangezogen werden. In der ersten Zeile der Formel 3 ist die Shannonformel für alternative Ereignisse aus Formel 1 in der hier verwendeten Notation wiederholt. Es wird also für jede Konstituente die Summe $h_{Ak} + h_{Ek}$ berechnet. Das entspricht anschaulich der Anwendung der Shannonschen Formel auf eine Konstituente, wie sie z.B. als Q_A in Figur 4 (bzw. AE in Figur 3) dargestellt ist. In Zeile 2 werden die Einzelergebnisse h_k für eine aus k Konstituenten zusammengesetzte Verteilung zur Summe H addiert, womit sich die erweiterte Shannonsche Formel ergibt. Das entspricht der Anwendung der Shannonschen Formel auf Q_B in Figur 4. Den Wert H bezeichnen wir als Humanpotenzial. Damit setzt sich das Humanpotenzial H einer Wissensfunktion additiv aus der "Alternativinformation" seiner Wissenskonstituenten zusammen. Darin kommt zum Ausdruck, dass Wissen zu Ereignissen Alternativen angeben kann, indem z. B. eine Münze per Wissen entsprechend verformt werden könnte. Der zahlenmäßige Zusammenhang zum Shannonschen Informationsmaß H_S ist in Zeile 4 angegeben. Für eine, zu einer beliebigen Verteilung errechneten Informationsmenge H_S ergibt sich bei paariger Aufteilung der Konstituenten (also symmetrischer Verteilung) die maximale Wissensmenge zu: $H_{max} = H_S + 1$. Das heißt: Gelingt es durch Wissen, zu jedem Faktum, das zu einer Informationsmengenbestimmung nach Shannon vorliegt, eine Alternative anzugeben, gilt genau dieser um einen Einheit erhöhte Wert H_{max}. Der kleinste Wert $H = H_S$ (d. h. H = Shannoninformation) ergibt sich, wenn keine Alternativität vorliegt, es sich also um eine reine Informationsmengenbestimmung handelt. Damit liegen Humanpotenzialwerte genau zwischen diesen beiden Extremwerten von Distributionen (Wissensfunktionen), was in Zeile 5 angegeben ist. Das ist in der mittleren Distribution Q_B in Figur 4 dargestellt. Die rechte Distribution Q_C stellt hingegen das maximal mögliche Maß H_{max} dar, das sich ergibt, wenn Identität sowohl in der äußeren Form wie in der inneren Aufteilung (der Alternativität) vorliegt, d. h. wenn die Grundgesamtheit ununterscheidbar vorliegt. Wir können diese Ergebnisse auch so interpretieren: In jedem Humanpotenzial steckt ein Informationswert H_S, der ein Maß für die äußerer Erscheinungsform einer Verteilung ist. In Zeile 5 ist angegeben, wie ein Wert Nabla ∇ ermittelt werden kann, der nur im Wertebereich $0 \leq \nabla \leq 1$ liegt und ein Maß für die innere Erscheinungsform ist. Je größer ∇, desto größer die Abweichung von der Identität.

$$\nabla = \boldsymbol{H}_{\max} - \boldsymbol{H}$$

Formel 4: Humanpotenzial, Informationsmenge und Innovationspotenzial

Die Größe Nabla ∇ gibt also an, wie groß der Unterschied zwischen maximalem Humanpotenzial H und tatsächlichem Humanpotenzial H ist. Für eine Konstituente, d. h. eine Alternative ist der Wert aus Figur 2 ersichtlich. Zusammenfassend können wir sagen, dass in Wissensfunktionen mit ihren zusammengesetzten Konstituenten eine unendliche Menge von Alternativen enthalten ist, die weit über das Maß der messbaren Realität hinausgeht.

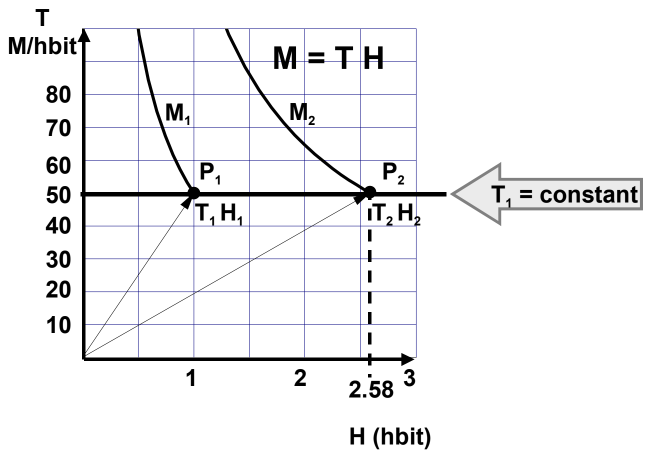
Entropie, Information und Wissen



Figur 4: Zusammengesetzte Häufigkeiten

Wir haben nun mit H ein Maß für Wissen und es soll der quantitative Zusammenhang zwischen Entropie, Information und Wissen aufgedeckt werden.

Es dürfte analog zum Fensterbild in Figur 1 keine Schwierigkeit sein, in einer Münze als Modalität einen möglichen, kleinen Quader (Würfel) zu sehen. Die Herstellung (Manipulation, Verformung) mag über Feilen oder Einschmelzen und Neugießen erfolgen. Dieser Vorgang sei durch die Wissensfunktionen in Figur 4 beschrieben. Wir beginnen mit der Wissensfunktion Q_A, einer idealen Münze, manipulieren sie und erhalten einen ersten, sehr ungleichmäßigen Quader Q_B. Für einen Quader mit 3 alternativen Seiten erhalten wir 3 Konstituenten (sechs Seiten). Ersichtlich enthält Q_B sowohl äußere Unebenheiten (unterschiedliche Höhe der Konstituenten) wie auch die einzelnen alternativen Seiten ungleichmäßig erscheinen (Unterschiede zwischen den m_A-, m_E-Werten), womit sich ein großes Innovationspotenzial ∇ (∇ liegt näher zu 1) ergibt, d. h. die Formung des Quaders ist noch weit entfernt vom idealen Gebilde. Diese internen Abweichungen der Konstituenten können z. B. durch einen außerhalb des Quadermittelpunktes liegenden Schwerpunkt erklärt werden. Schließlich - nach einigen weiteren Manipulationen - möge sich Q_C ergeben, womit ein idealer Quader aus einer idealen Münze geschaffen wurde.



Figur 5: Zusammengesetzte Häufigkeiten

In Figur 5 ist der Vorgang der Umformung einer Münze zu einem Quader in einem TH-Diagramm dargestellt, wie es in vergleichbarer Form aus der Physik bestens bekannt ist. Kurve M_1 stellt die Beziehung M = T H für die Distribution Q_A der Münze (also für alternative Ereignisse) dar. Alternativität in ihrer Grundform wird mithin als Bezugskurve verwendet. Die rechte Kurve M_2 repräsentiert den fertigen Quader. Die Anzahl der Messungen ist durch M gegeben, womit M = T H gilt (siehe Formel 2). Die Hyperbel durch den Punkt P_1 stellt also das gesamte Spektrum der Möglichkeiten der T-H-Wertekombinationen für alternative Ereignisse mit der Messanzahl M_1 dar. Der Wert T = M / H gibt die Anzahl der Messungen pro Wisseneinheit an, ist also ein Maß für den Messaufwand, der für eine Wisseneinheit geleistet wird. Wir setzen M = 50 Würfe für die Münze an. Für eine ideale Münze (H = 1 hbit) erhalten wir mithin den Punkt P_1 mit T_1 = 50 Würfe / hbit. Wir fordern nun, dass der aus der Münze zu formende Würfel mit der gleichen Messsicherheit zu erstellen sei, wie es für die Münze gegeben war. Es soll also T_1 (der Messaufwand pro Wisseneinheit) konstant bleiben. Das ist mit der T_1-Geraden durch P_1 in Figur 5 dargestellt (Pfeil in Figur 5). Da wir für einen Würfel die Anzahl der Konstituenten kennen (L = 3), ergibt sich als maximaler H-Wert: H_{max} = 1 + ld 3 = 2.58 (wie in Figur 5 angegeben). Als M-Wert ergibt sich 50 * 2.58 = 129 Messungen. Mit dieser Anzahl von M = 129 Messungen ergibt sich also pro Wisseneinheit die gleiche Sicherheit (der gleiche Messaufwand) zwischen einfach alternativen und dreifach alternativen Ereignissen. Es steigt also bei Vermehrung von Alternativen der Messaufwand nicht proportional. Die von der Mathematik berücksichtigte Ursache hierfür ist, dass die jeweils letzte Alternative, d. h. der "letzte" Balken einer Häufigkeitsverteilung zur errechnen, also durch Wissen bestimmbar ist, womit der Messaufwand nicht proportional mit der Anzahl der Alternativen steigt. Im Folgenden berechnen wir die genutzte Messenergie E und daraus die physikalische Entropiezunahme ΔS.

$$
\begin{array}{ll}
1: & \Delta M = M_2 - M_1 = T_1 H_2 - T_1 H_1 = T_1\left(H_2 - H_1\right) \\
2: & \Delta M = T_1(1 + ld\ L_2 - (1 + ld\ 1)) = T_1(ld\ L_2 - ld\ 1) \\
3: & \Delta M = T_1\ ld\ L_2 = \dfrac{M_1}{H_1}\ ld\ L_2 = \dfrac{M_1}{1 + ld\ 1}\ ld\ L_2 = \dfrac{M_1}{1}\ ld\ L_2 \\
4: & \quad E = \kappa\ M \quad \Rightarrow \quad \Delta E = \kappa\ \Delta M = \kappa\ M_1\ ld\ L_2 \\
5: & \Delta S_H = \dfrac{\Delta E}{T} = \dfrac{\kappa\ M_1\ ld\ L_2}{T} = \dfrac{E}{T}\ ld\ L \\
6: & \Delta S_H = S_M\ \ ld\ L \qquad\qquad \text{mit}: \quad S_M = \dfrac{E}{T} = \dfrac{\text{Messenergi everbrauch}}{\text{Umgebungst emperatur}}
\end{array}
$$

Formel 6: Berechnung der Entropiezunahme durch Wissensfunktionen

Die linke Zeile 1 der Formel 6 gibt die Differenz ΔM der Anzahl der Messungen zwischen Würfel (M_2) und Münze (M_1) an. Es wird vorausgesetzt, dass der Messaufwand pro Wisseneinheit gleich sein soll (T_1 = const). Für das Humanpotenzial ergibt sich der maximale Wert bei L Konstituenten zu H_{max} = 1 + ld L. Dies wird in Zeile 2 verwendet, wobei für Zeile 3 ld 1 = 0 zu berücksichtigen ist. In Zeile 4 übernehmen wir den Zusammenhang zwischen Messhäufigkeit M und Energieeinsatz: E = κ M. Wir unterstellen also linearen Anstieg des Energieeinsatzes mit steigender Messanzahl. Aus der Physik ist für die Entropiezunahme die Formel ΔS = ΔE / T bekannt, in welche wir den Energiebedarf aus Zeile 4 einsetzen. Es ergibt sich in Zeile 6 als durch Wissen verursachte Entropiezuunahme die Formel: ΔS = S_M ld L, wobei S_M die Entropie aus Messenergieaufwand E bei gegebener, konstanter Umgebungstemperatur T ist.

Gehen wir davon aus, dass in ökonomischen Prozessen der Energieverbrauch E möglichst geringe Werte annimmt, für den pro Kopf der Menschheit ein Durchschnittswert anzugeben ist und dass wir eine durchschnittliche Zahl L von genutzten Alternativen pro Mensch angegeben können, ist der Wert ΔS_H für die Menschheit näherungsweise bestimmbar. Dieser Wert und damit die Entropiezunahme wächst, je mehr Alternativen Menschen zur Gestaltung ihrer Welt einsetzen. In Kreft, 2004 ist angegeben, wie die dargestellten Methoden inzwischen auch vorteilhaft in der ökonomischen Praxis eingesetzt werden.

Einbeziehung biologischer Systeme

Auch biologische Systeme nutzten Information zur Gestaltung der Welt. Der Unterschied zu Wissen ist, dass die von biologischen Systemen nutzbare Anzahl von Alternativen L_B im Wesentlichen durch einen Gencode vorgegeben ist. Beziehen wir die in der Natur vorliegende, physikalisch bedingte Entropiezunahme S_P mit ein, ergibt sich nun unter Verwendung der Indizes für Natur (Physik) P, Biologie B und Mensch H:

$$\mathbf{1:}\quad \Delta S = \Delta S_P + \Delta S_B + \Delta S_H$$

$$\mathbf{2:}\quad \Delta S = \frac{E_P}{T} + \frac{E_B}{T}\, ld\, L_B + \frac{E_H}{T}\, ld\, L_H$$

$$\mathbf{3:}\quad T\, \Delta S_H = E_P + E_B\, ld\, L_B + E_H\, ld\, L_H$$

Formel 6: Gesamtes Entropiewachstum

In Formel 8 ist die gesamte in der Natur beobachtbare und aus drei Teilen zusammengesetzte Entropiezunahme angegeben. Das erste Glied E_P wird durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik bestimmt und stellt die physikalisch gegebene Entropiezunahme der Natur dar. Das zweite Glied stellt den biologischen Teil dar. Diese beiden Glieder sind im Vergleich zum Dritten Glied (Wissen) über längerer Zeiträume konstant. Das dritte Glied steigt mit der Zunahme der von Menschen genutzten Alternativen, d. h. steigt durch das zur Anwendung kommende Wissen. Da lokale Entropiezunahmen nicht vom Rest des Universums abzukoppeln sind (Beispiel: abkühlende Kaffeetasse), wird also die Entropiezunahme in einem Universum mit Wissen beschleunigt gegenüber einem ohne Wissen.

Ein Unterschied zwischen der durch Wissen erzeugten Entropiezunahme ΔS_H und den physikalischen wie biologischen springt sofort ins Auge. Es ist die Diskontinuität in der Größe L_H. Wir können also zwischen der kontinuierlichen Innovation der biologischen Natur und der diskontinuierlichen Sprunginnovation des Wissens unterscheiden. Wissen kann in kürzester Zeit Sprünge in der Anzahl der erkannten und genutzten Alternativen L_H vollführen. Das kommt in der durch Menschen veränderten Welt zum Ausdruck, deren Veränderung über alle Maßen der bisher bekannten biologischen hinausgeht.

Abschließende Bemerkung

Ein Aspekt der hier beschriebenen (operablen) Wissenseigenschaften dürfte sein, dass viele Eigenschaften beschrieben werden, die auch generell für Wissen zutreffen. So darf vermutet werden, dass operable Wissenseigenschaften auch im Bereich der Sozialwissenschaften ganz allgemein auf fruchtbaren Boden fallen könnten. Modellanwendungen auf Gesellschaften lieferten erste bemerkenswerte Ergebnisse (siehe Kreft, 2003). So kann Ausbildung als Förderung interpretativer Wissenseigenschaften verstanden werden, während die Wirtschaft die applikative Nutzung darstellt. Wird eine breite – also nicht auf ökonomische Zwecke ausgerichtete Bildung gefördert – erhöht sich im Wirtschaftsektor die Chance für Innovationen. Wissen verfügt über einen größeren interpretativen Rahmen. Arbeitslosigkeit scheint nach ersten Modellergebnissen ein Ergebnis der ungleichen Förderung (Bewertung) von Wissen in Bildung und Wirtschaft zu sein. Je mehr sich ein Bildungssektor auf spezifisches Wissen einstellt, desto geringer ist die Bandbreite entwickelter wie nachgefragter Produkte. Bildungsschwache Konsumenten fragen kaum Produktvariabilität nach, da ihnen schlicht Kenntnisse z.B. zum Bedienen von Musikinstrumenten fehlen. Die bildungsschwachen Ingenieure, Manager sind nicht mehr in der Lage, kreative Lösungen zu finden. Die Ergebnisse zeigen ziemlich unmissverständlich, dass die Beseitigung der Arbeitslosigkeit die Ankurbelung eines wettbewerbsstarken Bildungssektors voraussetzt. Der Marktwirtschaft fehlt schlicht die Bildungswirtschaft an ihrer Seite.

Im vorstehenden Sinne deutet Vieles darauf hin, dass die naturwissenschaftliche Fundierung von Wissenseigenschaften auch von erheblicher gesellschaftlicher Relevanz ist. Damit würden naturwissenschaftliche Ansätze und Denkweisen auch in Sozialwissenschaften Geltung erlangen, was einen Paradigmenwechsel im Kuhnschen Sinne (Kuhn, 1962) in diesen Wissenschaften vorbereiten könnte. H.-D. Kreft

Schrifttum:

Hayek, 1936, *Economics and Knowledge,* Vortrag, London Economic Club 1936

www.virtualschool.edu/mon/Economics/HayekEconomicsAndKnowledge.html

Kuhn, Thomas S., 1962, *The structure of scientific revolutions.* The University of Chicago Press Ltd. London, ISBN 0-226.45803-3

Kreft H.D., 2003, *Humatics – Theorie der operablen Wissenseigenschaften* .Geld und Wissen, Weissensee-Verlag, Berlin, ISBN 3-89998-021-2

Kreft H.D. et al, 2004, www.humatics.de "*Quantifizierung von operablen Wissenseigenschaften*"

Shannon C.E., 1948, A *Mathematical Theory of Communication* http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/shannon1948.pdf

C.F. von Weizsäcker (1992), "*Zeit und Wissen*", Carl Hanser Verlag, ISBN 3-446-16367-0

Eingegangen 2004-06-28

Anschrift des Verfasssers: H.-D. Kreft, VisionPatents AG, 21521 Dassendorf, dkreft@visionpatents.com

Humatics – quantification of operable knowledge features (Summary)

Knowledge as the basis of science has up to now only verbally defined features which are not accepted between all sciences. On the other hand knowledge must have some interoperable, physical related features since otherwise we wouldn't be able to exchange knowledge between humans. With the introduced theory knowledge becomes like information a measure and therefore this measure is a base for interdisciplinary use in physics, economics and biology.