

Information, knowledge, and intelligence as a measure of influence, truth, and efficiency

Friedrich Sösemann 2026

(in deutsch)

Abstract

The presupposed ontology describes a deterministic, digital world as interacting values in space and time. It defines properties, states, laws, and subjects. It thus makes it possible to describe information, knowledge, and intelligence as hierarchical relations and to propose measures of dependence on states, the truth of descriptions, and the efficiency of calculations. Describing objectifies storage, calculating objectifies thought.

Besides clarifying and standardizing the still controversial terms, then the following conclusions are possible:

For the truth of knowledge, not the same perception of the subjects is required, but only their temporal constancy.

Despite the assumed determinism and universal causality, abstraction can lead to subjective chance and zero knowledge.

Introduction

Information, knowledge, and intelligence are currently three important but overused terms. So why add another one to the flood of texts on the subject? The sections "Goal" and "Contents" attempt to explain this.

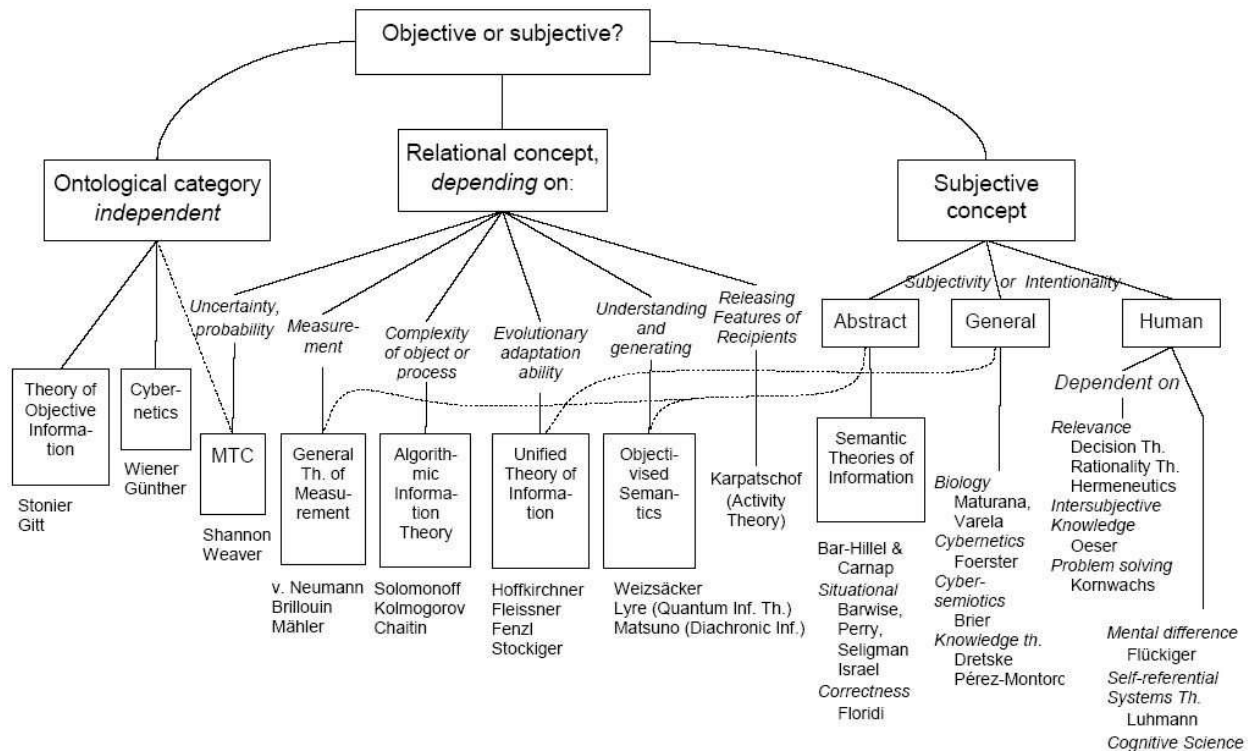
Goal

The successes in the transmission and processing of information through the internet, quantum computers, and artificial intelligence are revolutionary and fascinating. All the more disappointing, then, is the glaring lack of a unified and comprehensive definition of information. Furthermore, no improvement is in sight, and approaches to unification tend to diverge. In "Fundamentals of a General Information Theory" (Sösemann 2019) I expressed my unease about this as follows:

"The bit as a measure of information is largely undisputed, but its very concept is. Is information the fundamental building block of the universe (Weizsäcker 1985) (Wheeler 1990), a fundamental quantity alongside energy and matter (Wiener 1963), or merely a property of matter (Bunge 2004); is it negative physical entropy (Brillouin 1956), or simply a distinction that makes a difference (Bateson 1972); is it objective (Sösemann 1975) or subjective (Janich 2006), a phenomenon solely linked to human consciousness?"

Even fundamental sources, such as Shannon's communication theory (*Shannon 1949*), thermodynamic (*Brillouin 1956*) or semantic information theory (*Floridi 2005*), algorithmic complexity theory (*Chaitin 1987*) and quantum information theory (*Nielsen 2000*), have quite different views on the nature of information.

The following taxonomy of information theories (Nafria 2010) provides an overview of the multitude of perspectives (*Nafria 2010*):



The analogy to the concept of length illustrates the curious nature of some ideas about information: Lengths don't exist, only the length of material objects; moreover, these change when heating and movement. Is length analogous or discrete, quality or quantity; are the length of a leaf and the Earth-Moon distance ever comparable; are length, area, and volume not fundamentally different?

The aim of this text is therefore to define a precise, general, and unified concept of information. The goal is to use the same concept of information in physics, biology, and linguistics, and to consider knowledge and intelligence as forms of information, analogous to area and volume as combinations of length.

Contents

The text defines, in a hierarchical order, descriptions and calculations, as well as their measures, information, knowledge, intelligence, and places them in the world.

Higher concepts are derived from the components and relationships of the world. A distinction is made between facts and definitions: Factual descriptions assign characteristics to concepts that actually exist in the world, embody knowledge, and are either true or false. Definitions, on the other hand, assign terms to structures to subordinate terms, thus embodying information; they are neither true nor false, but rather more or less appropriate to the purpose. Facts are discovered, definitions are invented.

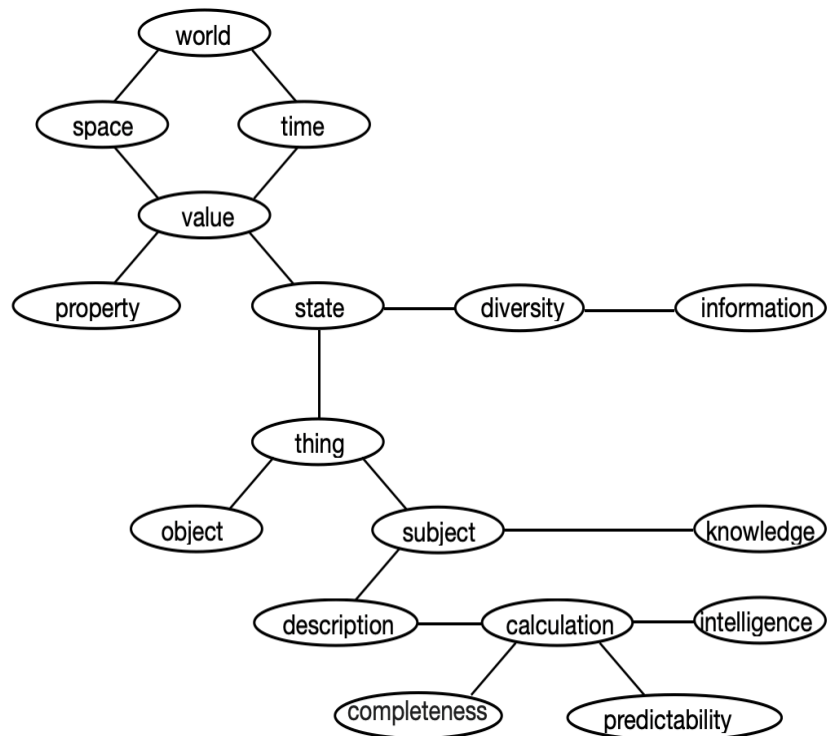
Even at this stage, terms are used that will only be defined later. Many of the world's complex structures cannot be described in a strictly hierarchical way, but only recursively. C.F. Weizsäcker speaks of a circular process in his "The Structure of Physics" (*Weizsäcker 1985*). Therefore, here too, a "view of God," outside the world, is initially adopted for the description of the world. Later, when subjects are defined, they become components of the world, and the circle closes.

First, the world is defined as an arrangement of dependent values. This replaces the usual worldview with a precise ontology.

Information can now be defined as a measure of dependent diversity.

Knowledge, defined as information between object and subject, can be used to explain learning, truth, and description. Finally, intelligence is characterized as a knowledge structure, and thinking and calculating are explained.

Notes have been moved from the main body of the text to make it easier to read. They explain, refine, or demonstrate the text. Italicized text indicates back-and-forth links to notes and references.



World

Meta-ontology

Information, knowledge, and intelligence exist in the world. To define them, the world must first be precisely described in an ontology. But problems begin there, because many characteristics of the world are disputed.

The assumption that the world consists of substances with properties in space and time is extremely problematic. However, the chosen ontology avoids these problems:

The term "substance" is too materialistic, as it is also meant to encompass abstract or subjective entities. Furthermore, it suggests too strongly the view of moving particles and too little the view of distributed waves.

Here, places and times are characterized by their state. A substance, as a carrier of values, is therefore not required.

There are differing views on the nature of properties. Are they tropes or universals; are properties relational or intrinsic?

Properties here are sets of values. Therefore, they can embody impenetrability in particles, but also field strength in waves. Values are relational because those that do not affect others do not exist. Properties are assigned to places and times; they are therefore tropes and not universals.

In the context of space, a distinction is made between Newton's absolute view, according to which space is merely a container for matter, and Leibniz's relational view, according to which the contents define space and their changes define time.

Only distances and durations can be measured; space and time therefore exist only relatively. Absolute space and absolute time, however, are conceptually economical, ideal constructs for assigning states to space and time.

Is the world constant or discrete, determined or random? Does nature make leaps and does God play dice?

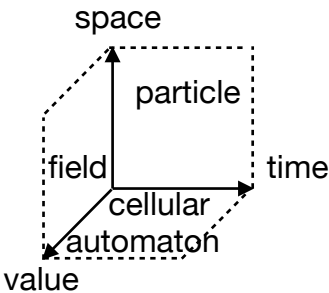
The assumption of a discrete world is more intuitive and avoids problems with infinity. Chance, probability, and statistics are essential for information. Nevertheless, subjective chance makes objective determinism possible.

Ontology is a description of the world /1/. All fields of knowledge should be based on a common world in order to simplify mutual understanding and avoid contradictions. The chosen ontology is Up-to-date, neutral, general, minimal, understandable, precise, and true:

Being up-to-date means being at the current "state of science". The proposed ontology is related to Popper's three-worlds theory, Deutsch's constructor theory (*Deutsch 2012*), Hooft's quantum mechanics as cellular automata (*Hooft 2015*), interpretations of the world as a cellular automaton (*Wolfram 2002*), compatible with the locality of classical physics and the entanglement of quantum physics, as well as the philosophy of structural realism.

Being neutral means not presupposing any of the often contradictory philosophies. Every author has their own worldview, their own implicit philosophy. To be objective, they should avoid or at least clearly identify statements influenced by this. Depending on the philosophy, statements of ontology are either definitions or assertions of being, which should be distinguished by "be" or "is." The author considers himself a naturalist. For him, statements about world, space, time, value, property, and dependence are true statements, whereas spatial domain, time period, and state are meaningful definitions.

Being general means being the basis for as many fields of knowledge as possible. If, in the triple space-time-value, one is constant and two are variable, the three preferred interpretations result: fields, particles, or cellular automata; in fields, the value changes in space over a given time; in particles, a constant value moves in space and time; cellular automata, as constant spatial elements, change their values over time.



Being minimal means getting by with as few terms as possible, which are then used in all subsequent areas. The terms defined here build hierarchically upon one another.

Being **understandable** means using only those terms without explanation that are familiar to the readers and satisfy "common sense". The terms used here are defined or can be looked up, for example in Wikipedia.

Being precise means neither underdetermined (i.e., describing many worlds) nor overdetermined or contradictory (i.e., describing no world). The use of mathematical terms such as set, tuple and relation, as well as the use of formulas, promotes the precision of the text.

Being true means that the statements about the world correspond to the facts and that the meanings used also exist.

Only statements about facts are true or false. Definitions, on the other hand, are more or less meaningful, clarifying the meaning of existing terms and should not contradict them. Models, theories, and descriptions are networks of statements and definitions, and therefore only gradually true or false, meaningful or meaningless.

Ontology

The proposed ontology is based on the objective existence of world, space, time, values, and actions. It assumes a digital world. This avoids problems with infinity and gives meaning to number, diversity, and frequency.

The **world** is an assignment of values to space and time. The values interact with each other /2/.

Space is the juxtaposition of different values, the places; **time** is the succession of changed values, the points in time.

Space and time are independent of each other; every place is assigned all points in time, and every time is assigned all places. Space exists in three dimensions, is homogeneous, ordered /3/ and isotropic; time is homogeneous, ordered, and directed.

Spatial areas are several adjacent places, time periods are several successive points in time.

Each **value** is located at a specific place at the current time. Values can differ spatially and change over time. They are independent of space and time; every value can occur at any place at any time.

Values are manifestations of **properties**, such as the mass of 3 grams, the element gold, or the color red.

Different values in space are either mutually exclusive or not. Mutually exclusive values do not exist at a place at a time /4/.

The **possibility** of a certain value in one place at one time presupposes the reality of that value in another place or at another time and can become actuality through movement or change.

Things are areas of space that differ from their surroundings and whose state remains relatively constant.

Values interact with one another. The mutual **interaction** of values in space limits the possibilities of their states and leads to their changes over time.

The **state** is the arrangement of all values of a spatial area at a time /5/. Properties form the dimensions of the state space, and each point represents a possible state.

Interaction

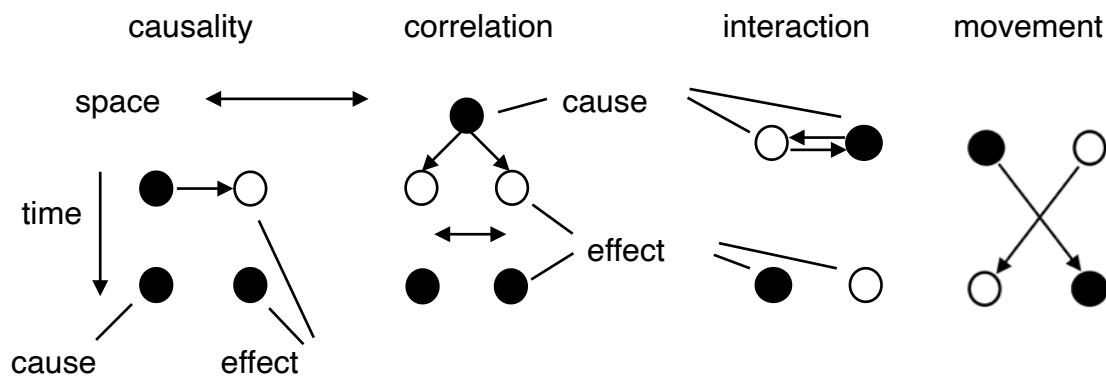
There is no action without a cause; spontaneous changes in individual values are ruled out. But what, then, causes changes in values?

Values interact with each other in space. The effects change neighboring values /6/ or, as a force, they move. The result of effects are correlation, limitation, clustering, function, law, rule, structure, and order.

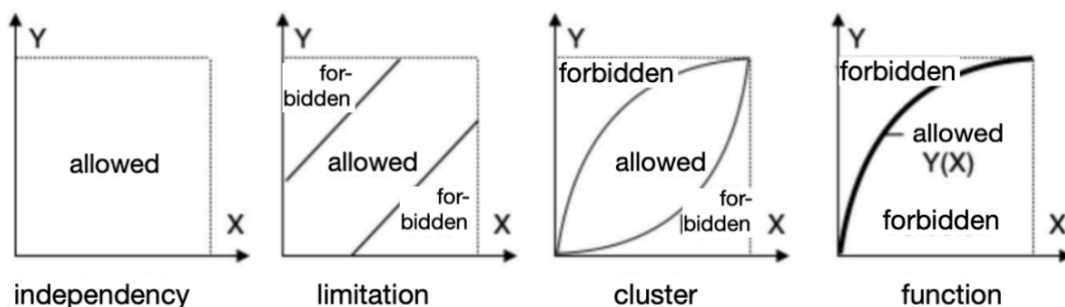
Changing values stretches time. The changes lead to diminishing effects, to a striving for stable equilibrium states. Dialectical contradictions lead to cyclical changes /7/.

The effect itself, as causality or interaction, cannot be directly determined; it can only be inferred from its results, such as correlations. Experiments attempt to avoid the influence of third parties. Cause and effect are changes in value, i.e., events.

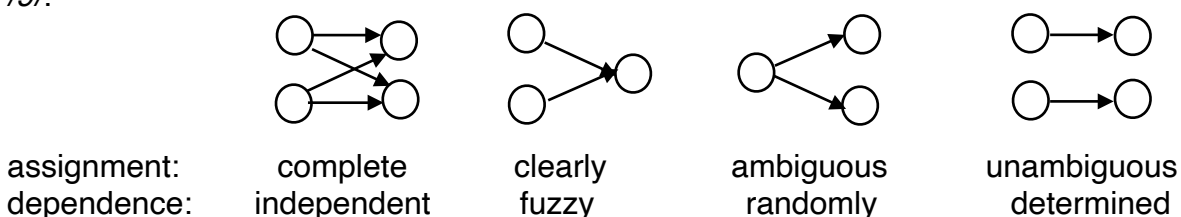
Causality is asymmetric, distinguishing between cause and effect. Correlation is symmetric and is caused by causality from a third party. The symmetrical Interaction is mutual causality. Movement changes the value-location assignment /8/.



The following state spaces show how independence, through limitation and Cluster to function, the proportion of allowed or forbidden assignments decreases or increases:



The nature of the mutual influence can be represented graphically as an assignment graph /9/:



It is often said that order cannot be measured; it is random and subjective. However, this only holds true if order is viewed as a preferred arrangement of objects or a sequence of events—that is, as a specific state. It does not hold true if, as here, order is defined as a limitation on the number of possible states.

Order, structures, or sorting limit spatial differences, while laws or rules limit temporal changes. The natural effects between values across space and time are constant; as natural laws, they apply always and everywhere.

While states are specific arrangements of values in a spatial area, structures are defined as an arrangement of properties with limited values in a spatial area.

The assignment of states to sets or concepts, the classification, or the sorting, the assignment to ordered numbers, also limits and so creates order.

Mutual dependency is represented mathematically by relations or practically by tables: The tuples of the relation appear as columns, the sets as rows of their elements. If tables do not contain all combinatorially possible rows, they describe subsets and thus the dependencies.

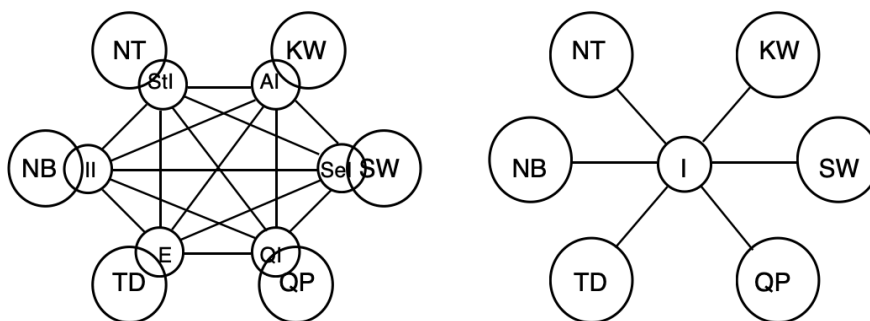
Measure

The interaction between values enables subjects, observers, or measuring instruments to distinguish, identify, and count different values in their environment. To objectify these subjective perceptions, standard values are defined intersubjectively. Their relationship to the value in question is measured and can then be described or communicated. Measurements assign numbers to the values of their properties in order to be able to perform calculations with them.

The standard values are defined, meaning they are neither true nor false, but rather more or less appropriate to the objective. Whether measurements are taken in ells, inches, or meters, and whether statistical, algorithmic information, or another correlation measure is applied, is a matter of agreement and efficiency.

Measurement enables objectivity in comparison, description, and calculation. However, this requires that the agreed upon measure is used and remains constant across space and time.

The practical benefit of a uniform measure arises from replacing a network structure with a star structure. The following diagram illustrates how general information simplifies communication between specialized sciences and reduces the communication effort: The network with $N*(N-1)/2$ becomes a star with only N connections



for example

NB = Neurobiology,

NT = Communications Engineering, Stl = Statistical Information,

I = General Information,

II = Integrated Information,

KW = Complexity Science,
SW = Linguistics,
TD = Thermodynamics,
QU = Quantum physics,

AI = Algorithmic Information,
Sel = Semantic Information
E = Entropy
QI = Quantum information.

Information

Diversity

Counting and measuring promise objectivity and precision. The number /10/ of different parts of a whole unites, as a number, mathematical rigor with the desired generality. But numbers do not exist objectively, because counting requires distinction, and this distinction is made subjectively.

Information is the reduction of diversity. Diversity is determined by the number N of distinct possible states of a thing, space, process, or time period. However, possible states do not exist; only the actual, present state exists. They must be calculated from known properties or determined through observation/measurement over large spatial areas and/or long time periods.

The values of a property form a set; their number is the cardinality of the set. The number of possible states is given by the cardinality of the product set of all participating properties /11/.

The measure of diversity H should be additive, so that, for example, doubling an entity also doubles the diversity. The logarithm of the number N fulfills this requirement. A single state results in zero, products are added; the base two yields the unit of measurement bit:

$$H = \text{ld } N.$$

If the number of locations N_0 of a spatial region or of times within a time segment is greater than the number of distinct states N within it, then states must occur multiple times, with N_n . Their relative frequency p_n , also called probability, is calculated as follows:

$$p_n = N_n / N_0, \quad \text{mit } \sum_{n=1}^N p_n = 1.$$

Future frequencies are extrapolated from past frequencies, assuming constant laws. However, these past frequencies only exist stored in subjects or descriptions.

For the statistical measure of the diversity of an entity, where states occur multiple times but with varying frequencies, the equal frequency of two states is more diverse than the predominant occurrence of one and the rare occurrence of the other /12/. To reflect this in the measure, the frequency of occurrence of the states is taken into account. The diversity is then the mean across all N states. This measure of diversity corresponds to Shannon's entropy (*Shannon 1949*):

$$H = \sum_n p_n \text{ld } 1/p_n.$$

Diversity exists only with naturally occurring discrete values, because subjectively defined distinctions or error ranges alter the number and extent of these values. With continuous properties, these differences become infinite. The information avoids this problem.

Information measure

The interaction between values changes value combinations, turning forbidden values into permitted ones. There is no longer any interaction between the permitted value combinations; they are stable and therefore more frequent. The values are interdependent, not all states occur, diversity is limited, and order and structure emerge.

Dependencies expressed as laws and rules actually restrict existing possibilities, such as the requirement to drive on the right, which eliminates the alternatives of driving arbitrarily on the left or on the right or the repeated selection of a letter from the alphabet when writing or individual actions when acting.

What they all have in common is the reduction of the number of states from N_{max} to N , i.e., the restriction of the diversity from H_{max} to H . The difference between the two is now the measure of information I /13/:

$$I = \Delta H = H_{max} - H = \text{Id} (N_{max} / N).$$

For example, the rule to drive on the right reduces three alternatives, left, right or any, to one and results in $I = \text{Id} 3/1 = 1.58$ bits.

By dividing the numbers into proportions, the granularity g is canceled out:

$$N_{max} / N = g * N_{max0} / g * N_0 = N_{max0} / N_0 .$$

This measure thus avoids the dependence of diversity on arbitrary boundary drawing and therefore also becomes valid for continuous values /14/.

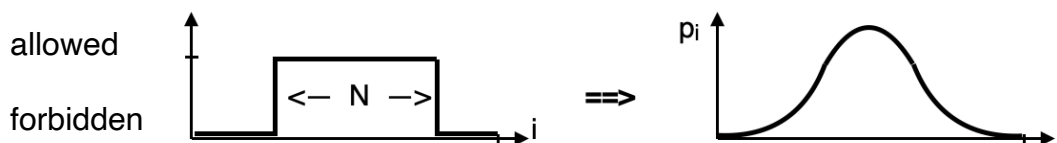
When selecting only one out of N states, the following applies:

$$I = \text{Id} N / 1 = \text{Id} N,$$

and for two interdependent properties X and Y , we get

$$I_{XY} = \text{Id} (N_X * N_Y / N_{XY}) \quad /15/.$$

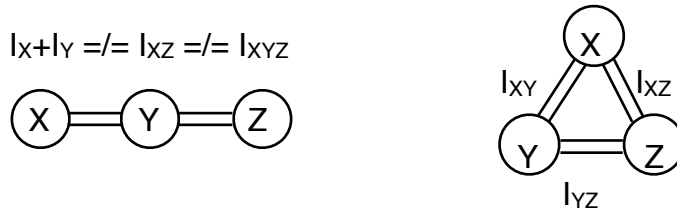
Since many other values influence each value, instead of a strict "allowed" or "forbidden" approach, a "forbidden here and now, but allowed there and then" approach is also possible. Instead of simply considering the number of values or states, their frequency is then taken into account more precisely:



The frequency of actual co-occurrence p_{xy} is now compared to the frequency when independent $p_x * p_y$. The measure of the effect of two unequally distributed properties X and Y on each other is then the mean over all combinations /16/:

$$I_{XY} = \sum_x \sum_y \frac{N_x N_y}{N_{xy}} p_{xy} * \text{ld} (p_{xy} / (p_x * p_y)).$$

From three locations onwards, the sequential sequence, with one spatial dimension, must be distinguished from the parallel networks with at least two dimensions:



The partial pieces of information add up as follows, in any order:

$$\begin{aligned} I_{XYZ} &= I_{XY} + I_{(XY)Z} = I_{YZ} + I_{X(YZ)} \\ &= \text{ld} \frac{N_X * N_Y / N_{XY} * N_X * N_Z / N_{XYZ}}{N_{XYZ}} = \text{ld} \frac{N_Y * N_Z / N_{YZ} * N_X * N_{YZ} / N_{XYZ}}{N_{XYZ}} \\ &= \text{ld} \frac{N_X * N_Y * N_Z}{N_{XYZ}}. \end{aligned}$$

For M properties, each with N_m values, the following applies analogously to I_{XY}

$$I_M = \text{ld} (N_1 * N_2 * .. * N_M / N_{12..M})$$

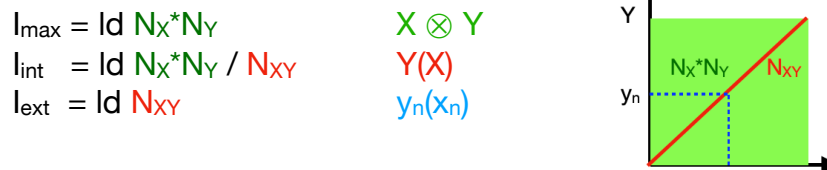
or with probabilities

$$I_M = \sum_{n_1} \sum_{n_2} .. \sum_{n_M} p_{n_1 n_2 .. n_M} * \text{ld} (p_{n_1 n_2 .. n_M} / p_{n_1} * p_{n_2} * .. * p_{n_M}).$$

The information can be interpreted as internal, external, and maximal by renaming its components:

$$\begin{aligned} I_M &= \text{ld} (N_1 * N_2 * .. * N_M / N_{12..M}) = \text{ld} (N_1 * N_2 * .. * N_M) - \text{ld} (N_{12..M}) \\ I_{\text{intern}} &= I_{\text{maximal}} - I_{\text{extern}} \\ I_{\text{maximal}} &= I_{\text{intern}} + I_{\text{extern}} \end{aligned}$$

The external states can be limited to one, for example by selection, as illustrated in the adjacent image:



The information itself and its measure I must be distinguished: The influence, dependence and limitation of diversity, i.e. the information, is determined and detailed; its measure is merely the amount of the resulting difference in diversity.

Information is not something existing as a third entity alongside matter and energy, as Wiener argued, but rather the transformation of matter or energy. The distinction that makes a difference, according to Bateson, is the distinction in space or the change in time of a state here that causes a change of state there.

Information is not discovered, but defined. This also results in disagreement about its definition.

The invented definition of information reflects the discovered properties and interrelationships of mutual interactions. Thus, the rules governing information can be deductively derived from the definition. They are not empirical laws but a priori. Therefore, information theory and computer science are structural sciences, like logic or mathematics, not empirical sciences, like physics or biology.

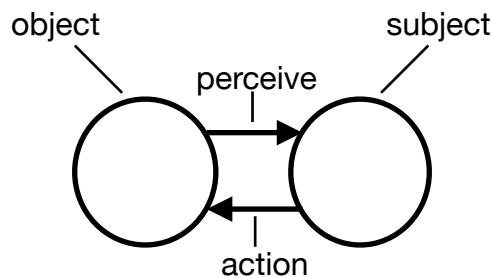
There is no such thing as physical, biological, syntactic, or semantic information, but only a measure of dependence on states in physics, biology, or semiotics. Information as a measure does not flow, is not directed, but rather measures the dependence of values. Action and causality are directed, interaction and correlation are not. Depending on the type of dependence, the information is therefore either directed or undirected.

Knowledge

Knowledge is dependent information of learning subjects; knowledge is true or false. Descriptions mediate between objects and subjects.

Subject

Subjects are things that relate to other things, the objects, and can store states. Objects are handled and perceived; subjects act and perceive:

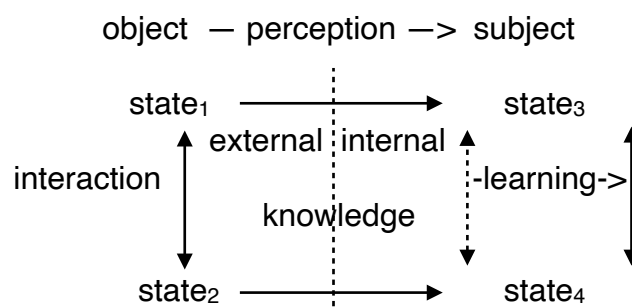


Perception and action are the interactions between objects and subjects analogous to those between values; they too disappear when undesirable combinations of states are eliminated /17/.

Finally, the view of God, from the outside of the world, can be replaced by the view of subjects as parts of the world.

Learn

Learning stores transitive associations by replace indirect ($\leftarrow\text{-----}\rightarrow$) by direct Assignments ($\leftarrow\rightarrow$), correlation replaced by causality /18/:



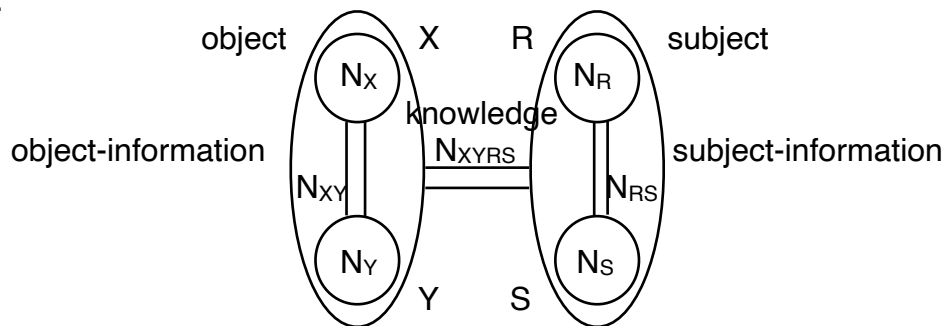
Storing past states distinguishes subjects from objects. In this way, the internal states that embody knowledge are preserved over time. Memory spaces are areas of space with independent, constant states, transforming time into space /19/. Storing in subjects is associative. The state spaces of knowledge networks allow direct access to all elements /20/.

Learning as a supplement to indirect and direct assignment closes a circle, thereby enabling later addition of missing assignments to the circle and facilitating thinking.

Learning increases the efficiency of subjects, because information learned once does not need to be repeatedly obtained from the environment.

Knowledge measure

The dependency between two domains with self-dependent states, such as object and subject or subject and its environment, is defined as knowledge; it is information about information:



The measure of knowledge is considered analogous to the measure of information, but one level higher:

$$I_{XYRS} = \text{Id} (N_{XY} * N_{RS} / N_{XYRS}).$$

If the dependency is realized through mutual influence of the probabilities, then the following applies analogously to simple information:

$$I_{XYRS} = \sum_n \sum_m p_{nm} * \text{Id} (p_{nm} / (p_n * p_m)).$$

Knowledge does not require consciousness. Thus, in a thermostat, the external information – that heating increases the temperature – is hardwired to the internal information – that more heating is required if the temperature is too low.

Factual knowledge internally stores the external spatial assignment of states, while rule-based knowledge stores the temporal assignment. So-called semantic information is knowledge that relates objective to subjective assignments.

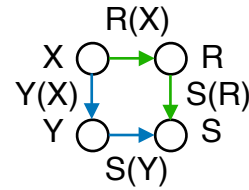
Truth

For knowledge to exist, the dependence of internal and external information is necessary, but not sufficient. The knowledge must be true.

With $Y(X)$ as external, $S(R)$ as internal, $R(X)$ and $S(Y)$ as perceiving assignments, the truth of descriptions arises from the transitivity and constancy of the Assignments where **perceived** and **imagined** states must be the same,

$$S(Y(X)) = S(R(X))$$

with $Y(X)$ as external, $S(R)$ as internal,
 $R(X)$ and $S(Y)$ as perceiving assignments.

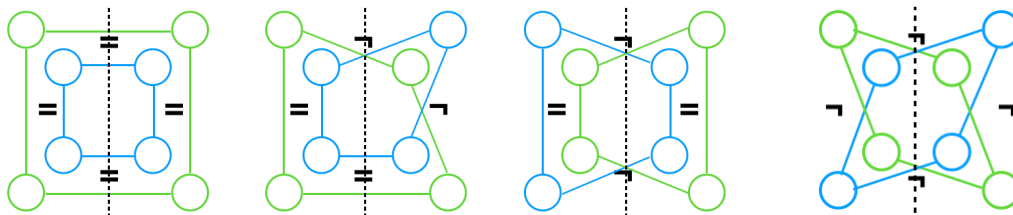


Truth requires only that the perceptions $R(X)$ and $S(Y)$ remain constant over time. The stored knowledge $S(R)$ then reflects the constancy of the environmental assignments $Y(X)$ /21/.

The truth places no demands on the perceptual functions $R(X)$ and $S(Y)$; therefore, different subjects perceive the same environment. Thus, an external association between light and sound leads to an internal association between what is seen and what is heard. Perception can also differ between subjects, and yet the internal $S(R)$ can still accurately represent the external $Y(X)$ /22/:

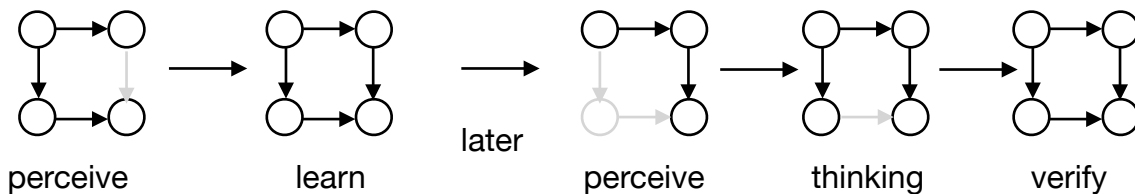
$$S_1(Y_1(X))=S_1(R_1(X)), S_1(Y_1(X))=S_2(R_2(X)), S_2(Y_1(X)) = S_1(R_2(X)), S_2(Y_2(X)) = S_2(R_2(X))$$

$$=(=) = (=), \quad (=) = \neg(\neg), \quad \neg(=) = \neg(=), \quad \neg(\neg) = \neg(\neg)$$



Similar to measurements, temporal consistency is important here as well, but a relative arbitrariness of the benchmark is possible. Truth is therefore also possible for subjects with different perspectives and perceptions.

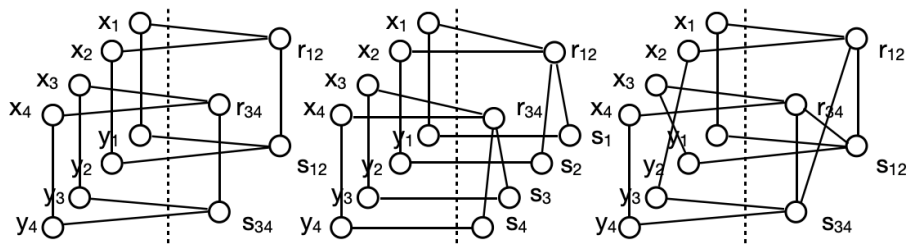
The truth of knowledge is verified, or proven, when the predicted result is true and the actual condition exists:



Abstraction

Abstraction reduces diversity through N-to-M mappings where $N > M$. This occurs in perception because subjects have fewer possible states than the perceived objects or even the environment. Besides vagueness, classification into categories or concepts also leads to abstraction.

Abstraction not only causes vagueness (A) or subjective randomness (B), but can also lead to the independence of R and S , i.e., to a lack of knowledge, if the vagueness of X and Y differs (C):



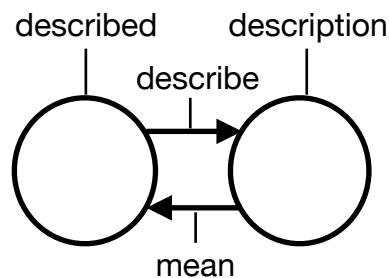
$$\begin{array}{lll}
 I_{XY} = \text{ld } 4 \cdot 4 / 4 = 2, & I_{XY} = \text{ld } 4 \cdot 4 / 4 = 2, & I_{XY} = \text{ld } 4 \cdot 4 / 4 = 2, \\
 I_{RS} = \text{ld } 2 \cdot 2 / 2 = 1, & I_{RS} = \text{ld } 2 \cdot 4 / 4 = 1, & I_{RS} = \text{ld } 2 \cdot 2 / 4 = 0, \\
 I_{XYRS} = \text{ld } 4 \cdot 2 / 4 = 1, & I_{XYRS} = \text{ld } 4 \cdot 4 / 4 = 2, & I_{XYRS} = \text{ld } 4 \cdot 4 / 4 = 2.
 \end{array}$$

Case C, with dependency between object and subject ($I_{XYRS} > 0$) but without internal information ($I_{RS} = 0$), shows dependency without knowledge.

Abstraction dispenses with properties. This is only possible in subjects or descriptions; in reality, all properties are always present in the world, abstract concepts are not real.

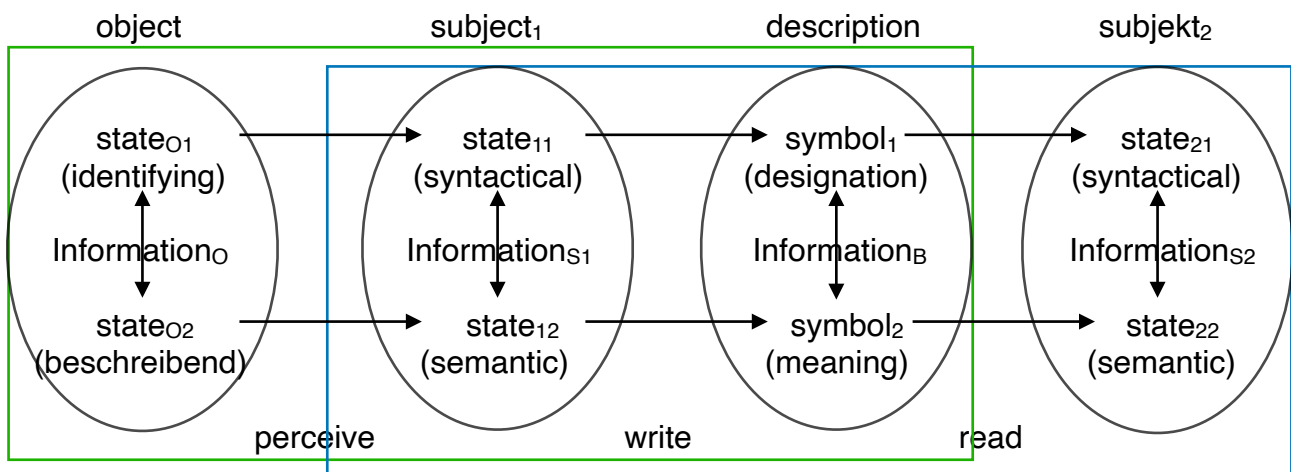
Describe

Descriptions are objects that represent other objects. Their states reflect and store other states. With both the described and the description, as with object and subject, reference, intentionality, is essential /23/.

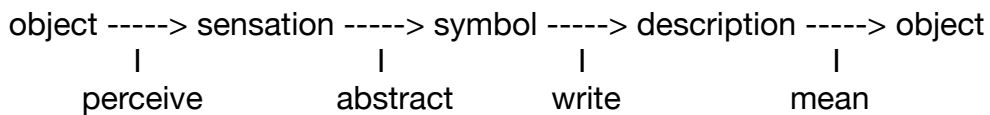


Descriptions are mostly sequences of symbols, interconnected through their names. Hearing and reading, speaking and writing are sequential, but what is being described is usually a network of entities and relationships. Therefore, the description follows a path through this network, employing recursive definitions and top-down or bottom-up sequences.

Descriptions serve to **preserve** and **exchange** knowledge between subjects:



In this process, the described object and the description are only indirectly related to each other, via the knowledge of subjects /24/:

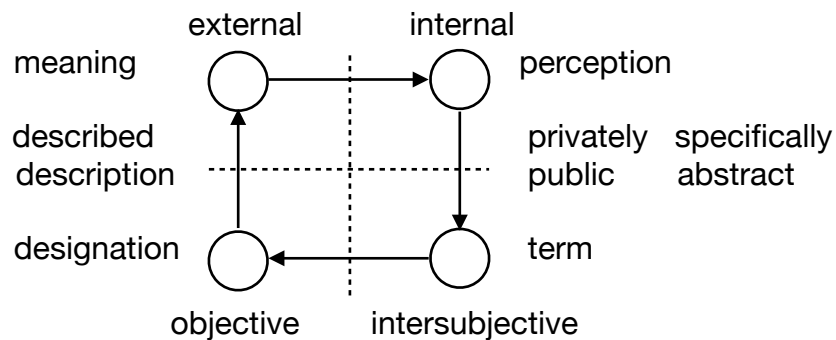


Descriptions embody states and can therefore also depict processes. To do this, they represent successive states side-by-side in space.

Completeness, probability, and errors are characteristics of the description, not of what is described.

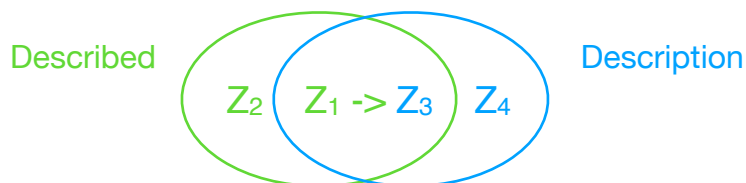
Besides truth, as the correspondence between claims and facts, the exchange of descriptions also gives rise to their intersubjective agreement.

The term, as a social value, is assigned its meaning and is learned:



Instead of direct verification, the truth of descriptions is believed indirectly.

The described entity possesses, in addition to the depicted, relevant substates, Z_1 , other, irrelevant ones, Z_2 ; the description, besides the depicting $Z_3(Z_1)$, also possesses Z_4 . Z_1 and Z_3 embody knowledge; Z_2 and Z_4 are different, but result in computation being more efficient than action:

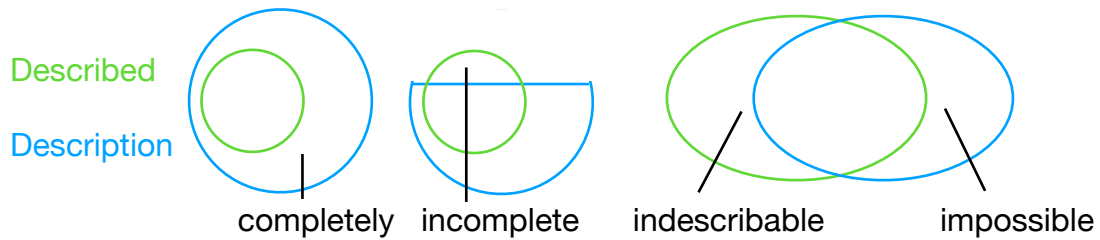


Meaning should not be confused with significance or relevance. The relevance of a description arises from its meaning, its embedding in the internal knowledge network, and its connection to the subject's vital internal states.

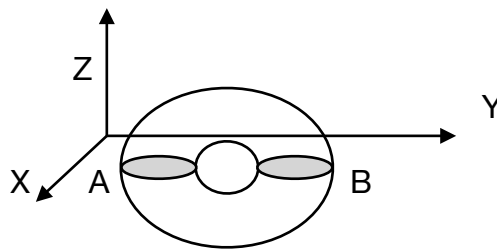
The dependency between two spatial areas, characterized here as knowledge, exists not only between object and subject or described and description, but also, for example, between original and copy or between parents and children.

A description can only be complete if it has at least as many possible states as the thing being described. Most descriptions are already incomplete because they only depict the relevant aspects. However, it is also possible to describe fictitious, impossible objects.

Since descriptions are parts of the world, and therefore necessarily have fewer states than the world itself, there will always be things that cannot be described:



Even a language, and therefore all its descriptions, can be incomplete, and the decisive factor here is not the length of the description, but rather the insufficient dimensionality of the language. The image illustrates this: Surfaces A and B are connected in three dimensions (X, Y, Z), but not in two (X, Y).



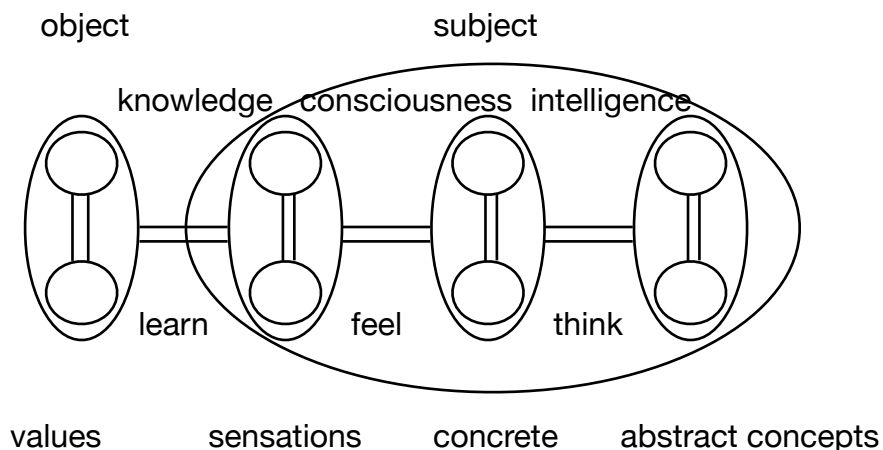
Changing descriptions can reflect changes in what is being described and thus also enable calculations.

Intelligence

The sheer number and diversity of existing definitions of intelligence probably surpasses even those of information or knowledge. Marcus Hutter alone has compiled 70 of them (*Hutter 2007*). The following view of intelligence attempts to systematize them /25/.

Learning generates knowledge; thinking and calculating utilize knowledge, replacing external action with internal action. This allows the individual to act more efficiently and safely than directly in their environment.

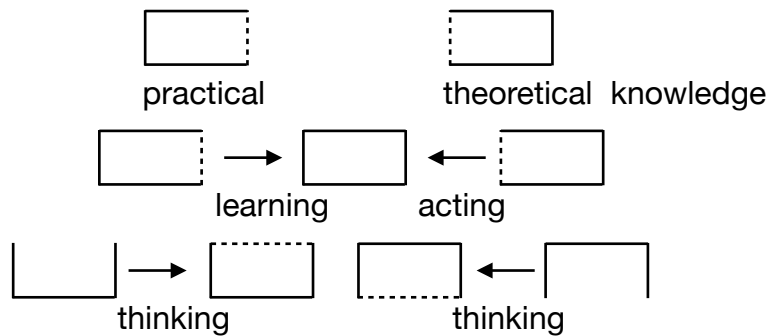
Intelligence organizes knowledge of facts, transforms sets of knowledge into knowledge networks, sequences of descriptions into calculations.



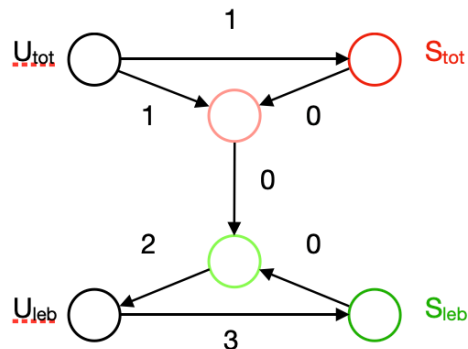
Intelligence also encompasses the correlation between perceptions and internal conceptual states; more concrete concepts are associated with more abstract ones. Perceived and consciously realized knowledge can thus be communicated as descriptions. Knowledge arises through learning, consciousness through sensation, intelligence through thinking.

Thinking

Thinking replaces action, closes transitive gaps (----):



Cognitive knowledge is linked to states that determine the life and death of subjects (homeostasis). This knowledge (0) enables appropriate action (2) to avoid (3) life-threatening external conditions (1):



Subjects, as living beings, try to reduce their dependence on their environment.

Thinking, such as deduction or induction, is knowledge processing: Deduction infers from implicit to explicit knowledge. Induction generates new knowledge from existing knowledge /26/.

Designations are easier to manipulate than their meanings; thinking is more efficient than acting.

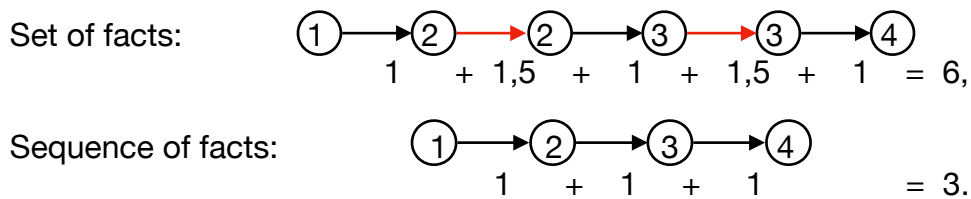
Efficiency

The world is not a collection of basic facts, but a dense network of interconnections that create a high degree of mutual dependence. The internal information that represents this, the knowledge, is acquired sequentially through perceptions and initially yields only a loose set of factual knowledge. Linking this into a knowledge network, and thus internally replicating the external dependencies, creates more interconnected knowledge and consequently greater intelligence and efficiency of thought.

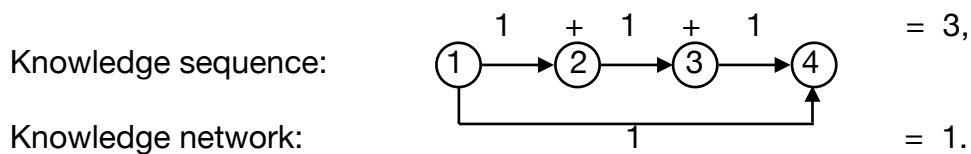
The efficiency /27/, the degree of effectiveness of thinking or calculating, determines intelligence and is measured as follows:

$$\text{Efficiency} = \text{Output/Effort} = \text{Improvement in quality} / \text{Distance traveled.}$$

Thinking in terms of subjects and calculating in terms of descriptions involves deliberately switching between states. The more states are associated with one another, the more intelligent the knowledge becomes. Instead of isolated facts, i.e., sets of state pairs, knowledge networks emerge. This reduces the effort required for targeted state sequences, thus increasing the efficiency of thinking or calculating by avoiding the **search** for connecting states:



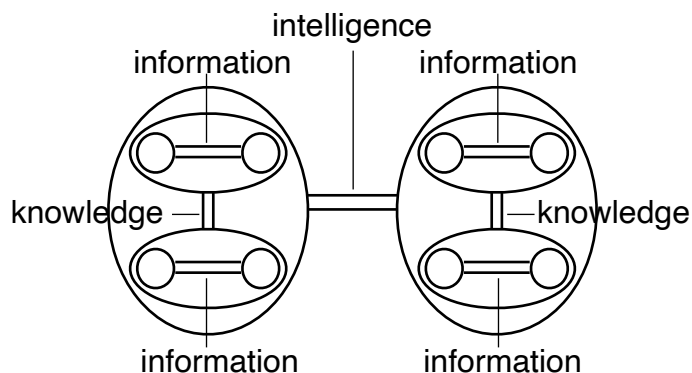
Efficiency is increased by parallel, transitive mappings. While initially only one computational path exists, the stored start and target states are available for the same calculation on the second attempt, providing a shortcut. The direct mapping of start and target states is based on flashes of insight or experiential knowledge. Past thinking and calculations, whether one's own or someone else's, save us from having to repeat them:



Intelligence measure

Intelligence is the measure of dependence on knowledge /28/ the reduction of the number of possible connections between knowledge elements and thus the efficiency of knowledge /29/:

$$I_{XYRSM} = \text{Id} (N_{XYRS1} * N_{XYRS2} * .. * N_{XYRSM} / N_{XYRS12..M}).$$



Example of the three dependency measures:

Information	$l_{01} = \{ (x_1, y_1), (\cancel{x_1}, y_2), (\cancel{x_2}, y_1), (x_2, y_2) \}$	= $\log_2 4 = 1$ Bit,
	$l_{02} = \{ (\cancel{x_1}, y_1), (x_1, y_2), (x_2, y_1), (\cancel{x_2}, y_2) \}$	.. = 1 Bit,
	$l_{s1} = \{ (r_1, s_1), (\cancel{r_1}, s_2), (\cancel{r_2}, s_1), (r_2, s_2) \}$	.. = 1 Bit,
	$l_{s2} = \{ (\cancel{r_1}, s_1), (r_1, s_2), (r_2, s_1), (\cancel{r_2}, s_2) \}$	.. = 1 Bit,
Knowledge	$l_{os1} = \{ (l_{01}, l_{s1}), (\cancel{l_{01}}, \cancel{l_{s1}}), (\cancel{l_{02}}, \cancel{l_{s1}}), (l_{02}, l_{s2}) \}$	.. = 1 Bit,
	$l_{os2} = \{ (\cancel{l_{01}}, \cancel{l_{s1}}), (l_{01}, l_{s2}), (l_{02}, l_{s1}), (\cancel{l_{02}}, \cancel{l_{s2}}) \}$	.. = 1 Bit,
Intelligence	$l_{os12} = \{ (l_{os1}, l_{os1}), (\cancel{l_{os1}}, \cancel{l_{os2}}), (\cancel{l_{os2}}, \cancel{l_{os1}}), (l_{os2}, l_{os2}) \}$	.. = 1 Bit.

Calculate

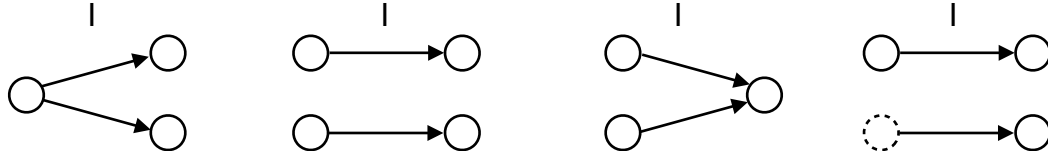
Calculating is transforming descriptive states, thinking in descriptions. It changes knowledge while preserving truth and thus replaces actions.

Coding, translating, printing, or moving descriptions change irrelevant sub-states; they are not computations.

Computation is the process of searching within existing knowledge, interpolating, extrapolating, or inducing, as an explication of implicit knowledge, through functions, algorithms, logical deductions, or program execution. Theories or models enable variable mapping.

Calculation can be done in terms of content, i.e. supporting thinking and constantly checking the truth, logically, i.e. automatically preserving the truth, or formally, as a calculus.

There are meaning-preserving, truth-preserving, abstracting, and imaginative



descriptive transformations. Imagination and creativity are internal operations that lead out of true states.

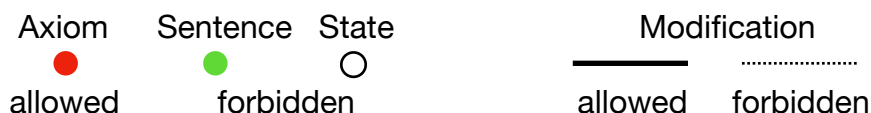
Calculating, as searching for a path from the given to the desired description state instead of simply assigning the two, is necessary because only the desired part of the target state is known, while the rest is usually unknown.

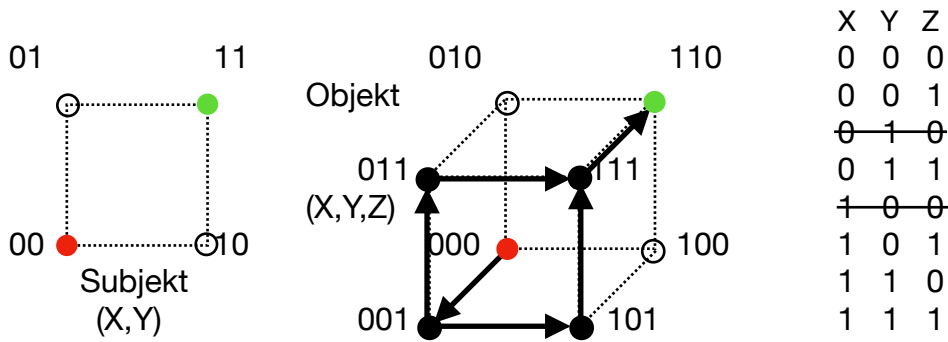
Calculations do not generate knowledge,

$$I_{\text{Task}} + I_{\text{Solution}} = I_{\text{Task}} = I_{\text{Solution}}.$$

but improves it by matching cognitive and emotional sub-states to each other, thereby making knowledge more action-oriented.

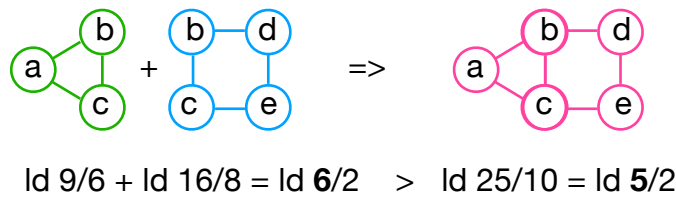
Calculations that do not achieve the desired state remain incomplete. If forbidden states and unsuitable initial states block paths in the description space, this can lead to unpredictability /30/. Example:





Explanation and proof are calculations that derive sought-after knowledge from given knowledge. Explanations trace new, unknown, complex concepts or relationships back to already existing, known, simple ones. Proofs, on the other hand, formally, logically, and mathematically link existing evident knowledge (axioms) with sought-after and questionable knowledge (theorems) (Steedmüller 1969).

The goal of explanations and proof is better *understanding*, is the coherent integration of new or questionable knowledge into existing knowledge. The **resulting** knowledge is therefore smaller than the sum of **old** and **new** knowledge, thus is more intelligent:



Notes

1:

Meixner's "Introduction to Ontology" (Meixner 2004) provides an overview of possible variants and is meta-ontology, while Esfeld's minimal (Esfeld 2020), Bunge's materialistic (Bunge 2004), Tegmeier's categorical (Tegmeier 1992) or Wachter's field ontology (Wachter 2000) offer special perspectives.

2:

Here, value and interaction are defined as elementary entities and relationships. They are analogous to signal and system, but at the most fundamental level. Properties, states, objects, subjects, descriptions, and calculations are built upon this foundation. Spatial diversity enables temporal change, current diversity arises from past change.

3:

For the number of locations to be greater than the number of distinct values, the space must be ordered, mathematically represented as a tuple rather than a set. Only then can the same value occur multiple times in different locations, making transitivity, frequency, and statistics meaningful.

Change orders time. It is also directed from the past, through the present moment, and into the future.

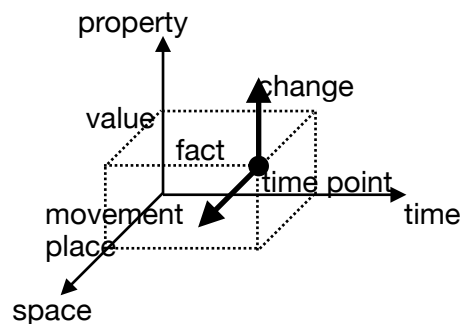
4:

The sets of mutually exclusive values in the world are called properties. States are the sets of non-exclusive values at a location or the tuples of values in space; they change over time:

$$\begin{aligned} \text{property } i &= \{ \text{value}_{1i}, \dots, \text{value}_{Ni} \}, \\ \text{state } t &= (\text{value}_{t1}, \dots, \text{value}_{tN}). \end{aligned}$$

5:

The world consists of values in space and time, properties in space, and states in time. States characterize spatial regions and are ordered accordingly. Thus, values can be the same at multiple locations within the region. The values of a property itself form an unordered set.

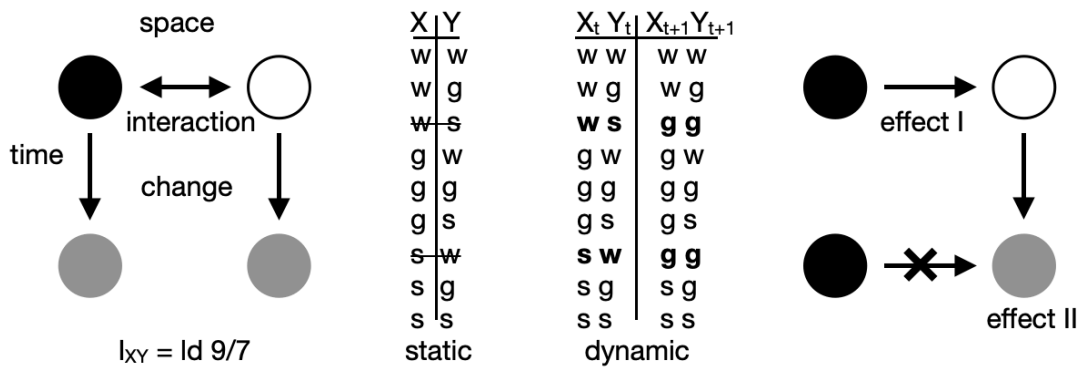


6:

Without the existence of forbidden states, there would be no effects, because these effects cause the change from forbidden to permitted states. Statics merely describes the permitted states, while dynamics shows the effects as the change from forbidden to permitted states.

Certain value combinations, such as value 1 and value 2 here, are not "allowed"; others are, such as value 1 and value 3 here. Illegal value combinations in space lead to effects, here referred to as effect I. These effects result in a change of one, or in the case of causality, both values. Here, value 2 is transformed into value 3. The unchanged value, here value 1, is also referred to as the cause, and the changed value, here value 3, as the

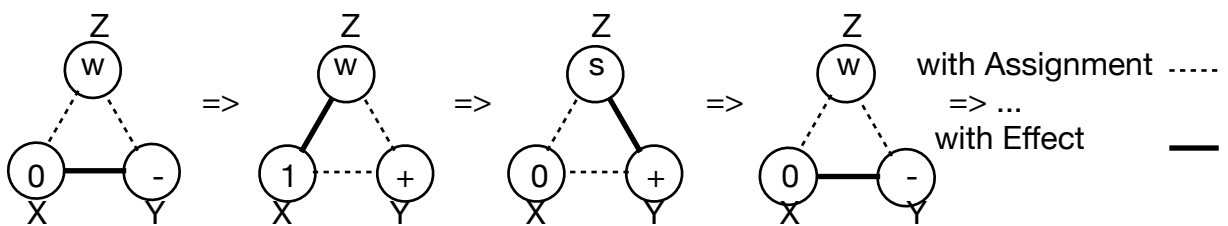
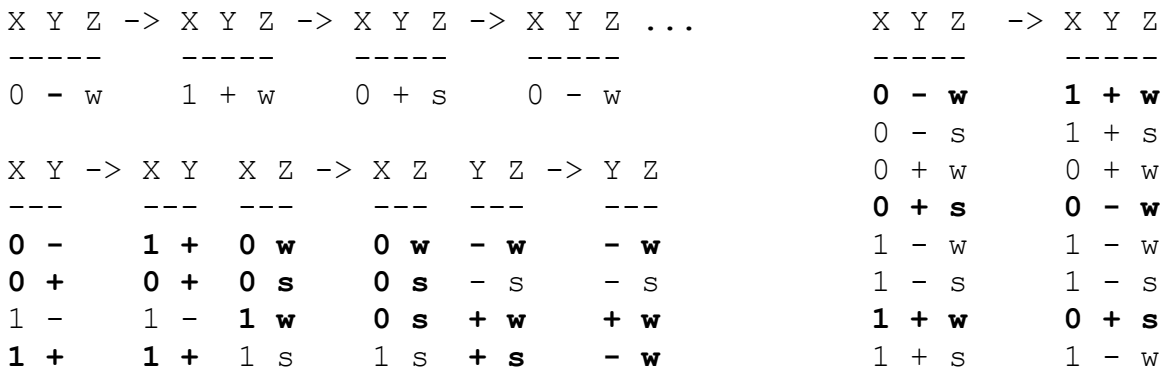
effect, here referred to as effect II. Since the distinction between effect as a relationship, effect I, and as a result, effect II, is clear from the context, the text refers only to "effect."



7:

When a contradiction exists between values and their interdependence, changes occur, thus stretching time. These can lead to further contradictions and therefore to further changes, to cyclical changes, to oscillations.

In this example, there is a contradiction and therefore an effect between any two of the three values. Resolving these contradictions creates new ones; the change circulates cyclically:

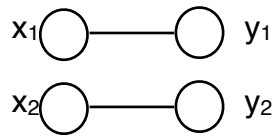


8:

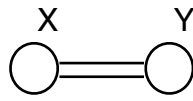
In the case of static properties, movement requires coming into being and passing away. Properties, as sets of values, have a zero value. Attraction and repulsion appear as long-range effects, but can be generated as a field through indirect, near-range effects.

9:

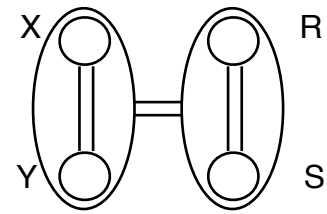
Hierarchical mapping graphs summarize the individual mappings of elements with lines, forming a double line for mapping sets. This double line is omitted in the case of complete mapping, i.e., independence. Borders separate the hierarchy levels.



Element assignment



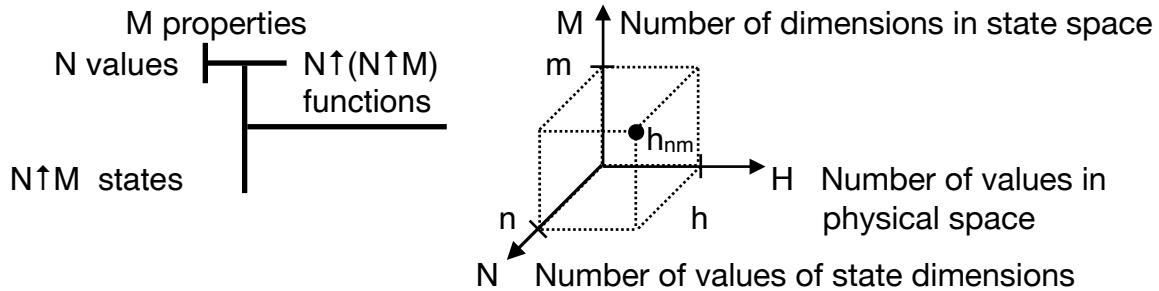
Set assignment



hierarchical Set assignment

10:

The number of values, properties, states, and functions builds upon each other as follows:



11:

The number can be mathematically described as cardinality, $|M|$, which is the number of elements of property sets. States with multiple property sets then use product sets of mathematical tuples. The product of two sets M_X and M_Y is the set of pairs of all elements of both:

$$M_{XY} = M_X \otimes M_Y = \{ x_1, x_2, \dots, x_{N_X} \} \otimes \{ y_1, y_2, \dots, y_{N_Y} \} \\ = \{ (x_1, y_1), (x_1, y_2), \dots, (x_{N_X}, y_{N_Y}) \}.$$

The cardinality of the product of M sets is the product of the cardinality of all sets, since each element is assigned to each of the other sets:

$$N_{1..M} = \prod_m^M N_m \quad \text{und} \quad N_{1..M} = N^M \quad \text{für} \quad N_m = N.$$

Thus, the number of states is the product of the number of values of all dimensions, and the diversity is the sum of the diversity of all parts.

12:

The example of diversity in two states with different frequencies illustrates this:

Diversity Distribution



$$H = (1/4 \text{ld}4/4 + 1/4 \text{ld}4/4 + 1/4 \text{ld}4/4 + 1/4 \text{ld}4/4) = 0,$$

$$H = (1/4 \text{ld}4/3 + 1/4 \text{ld}4/3 + 1/4 \text{ld}4/3 + 1/4 \text{ld}4/1) = 0,81,$$

$$H = (1/4 \text{ld}4/2 + 1/4 \text{ld}4/2 + 1/4 \text{ld}4/2 + 1/4 \text{ld}4/2) = 1,$$

$$H = (1/4 \text{ld}4/1 + 1/4 \text{ld}4/3 + 1/4 \text{ld}4/3 + 1/4 \text{ld}4/3) = 0,81,$$

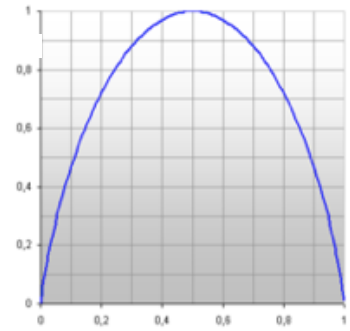
$$H = (1/4 \text{ld}4/4 + 1/4 \text{ld}4/4 + 1/4 \text{ld}4/4 + 1/4 \text{ld}4/4) = 0.$$

With a uniform distribution, the diversity is maximized, where $H_{\max} = \text{ld } N$. As the example of the frequency distribution of two values

$$H = p_1 \text{ld } 1/p_1 + p_2 \text{ld } 1/p_2 \text{ und } p_2 = 1-p_1 \text{ (see image)}$$

with $p_1=1/2, p_2=1/2: H = 1/2 \text{ld } 2 + 1/2 \text{ld } 2 = 1$,
 or $p_1=1/4, p_2=3/4: H = 1/4 \text{ld } 4 + 3/4 \text{ld } 4/3 = 0,81$,
 or in the case of uniform distribution with any N :

$$p_n = 1/N: H = \sum_n^N p_n \text{ld } 1/p_n = \sum_n^N 1/N \text{ld } N/1 = \text{ld } N.$$



13:

Information ΔH and diversity H denote the same quantity with the unit of measurement "bit". However, length L and its difference D also represent a physical quantity and are both measured in meters. The different designations "I" and "H" allow for better differentiation and use the familiar symbols.

14:

For this purpose, the sums are simply replaced by integrals and the probabilities p_n by their densities $P(x)$:

$$H = \sum_n^N p_n \text{ld } 1/p_n \quad \rightarrow \quad H = \int_x^X P(x) \text{ld } 1/P(x) dx.$$

15:

If two properties X and Y are independent, this results in

$$N_{XY} = N_X * N_Y \quad \text{und} \quad I_{XY} = \text{ld } (N_X * N_Y / N_X * N_Y) = \text{ld } 1 = 0.$$

If X and Y are fully dependent on each other, then

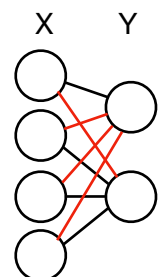
$$N_{XY} = N_X = N_Y = N \quad \text{und} \quad I_{XY} = \text{ld } (N * N / N) = \text{ld } N.$$

All other cases fall in between; with

$$N_{XY} < N_X * N_Y \quad \text{gilt} \quad 0 < I_{XY} < H_X + H_Y.$$

These inequalities can be formulated more precisely. The maximum number of mappings between N_X and N_Y values is $N_{XY\max} = N_X * N_Y$. The minimum number of mappings, $N_{XY\min}$, is limited by the fact that only mappings are considered to exist. Thus, $N_{XY\min} = \max(N_X, N_Y)$.

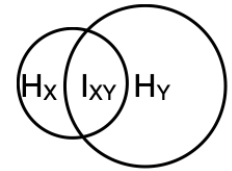
In the example with $N_X = 4$ and $N_Y = 2$, initially every value of X is linked to every value of Y ; X and Y are independent of each other. If, for example, all the red assignments are removed, every value is still linked, but now $N_{XY\min} = \max(N_X, N_Y) = N_X = 4$.



$$\begin{aligned} \text{Thus } I_{XY\max} &= \text{ld } N_X * N_Y / N_{XY\min} \\ &= \text{ld } \min(N_X, N_Y) * \max(N_X, N_Y) / \max(N_X, N_Y) \end{aligned}$$

$$= \text{Id min}(N_X, N_Y)$$

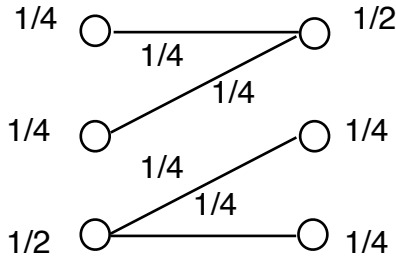
$$= \text{min}(H_X, H_Y)$$



and now, more precisely $0 \leq I_{XY} \leq I_{XY\text{max}} = \text{min}(H_X, H_Y) < H_X + H_Y$.

16:

As the following two examples show, the results differ significantly:

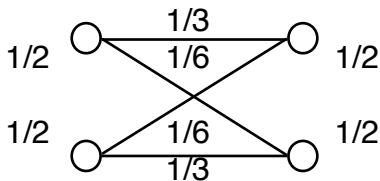


$$I_{XY}(N) = \text{Id } 3 \cdot 3 / 4 = \text{Id } 9/4 = 1,17 \text{ Bit}$$

$$\neq$$

$$I_{XY}(p) = 4 / 4 \text{ Id } 8 / 4 = \text{Id } 2 = 1 \text{ Bit.}$$

Even with complete allocation but unequal frequencies, dependency occurs:



$$I_{XY}(N) = \text{Id } 2 \cdot 2 / 4 = \text{Id } 1 = 0 \text{ Bit}$$

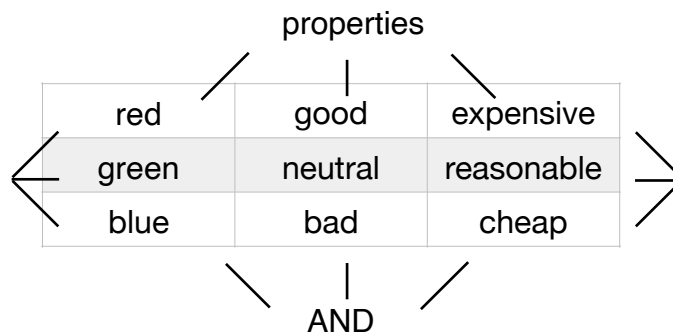
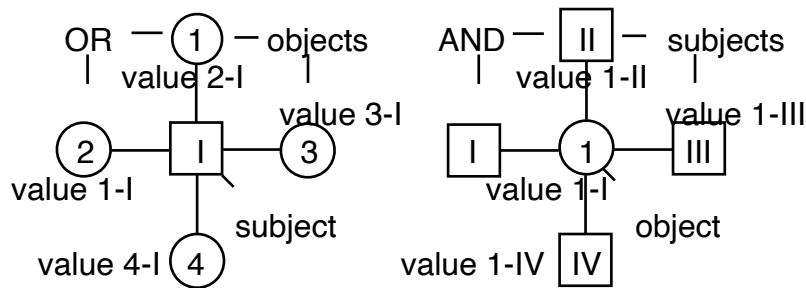
$$\neq$$

$$I_{XY}(p) = 2/3 \text{ Id } 2 \cdot 2/3 + 2/6 \text{ Id } 2 \cdot 2/6 = 0,082 \text{ Bit.}$$

In the case of a uniform distribution, $p_x = 1/N_X$, $p_y = 1/N_Y$ und $p_{xy} = 1/N_{XY}$, the formula reverts to the form $I_{XY} = \text{Id } N_X \cdot N_Y / N_{XY}$.

17:

Elementary subjects are spatial regions containing OR-connected values of different objects with a property. Objects are spatial regions containing AND-connected values of different properties of a state



18:

Externally, values are distributed in physical space and time and can only be reached by subjects through movement in space or waiting in time. Internally, they are spatially concentrated in state space. Externally causality, as direct interaction, is only possible between neighboring values; between distant values, only indirect action and correlation are possible. Internally, in state space, everything is neighboring, so causality is possible.

19:

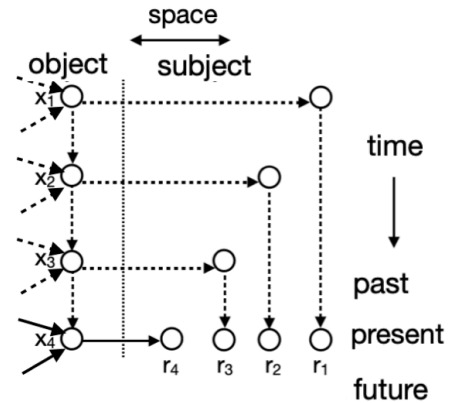
Constancy, i.e., the same value over long periods of time, represents maximum temporal dependence. Spatially, however, the values must be as independent of each other as possible in order not to influence one another.

20:

In objects, the value x_n changes at the same location or it moves, i.e., the same value at different locations.

In subjects, the interplay between external and internal values r_n manifests as perception. Learning is the change in value, while storage is the change of location (see image).

An example of internal values is the strength of excitation in nerve cells. Internal effects are their synaptic excitation or inhibition.



21:

If the assignment $y_t(x_t)$ is random, a correlation rather than a causal relationship, and $s_t(r_t)$ is learned, the knowledge is incorrect, merely a memory. A subsequent inference from $s_{t+1}(r_{t+1})$ to $y_{t+1}(x_{t+1})$ will then be incorrect, because $y_{t+1}(x_{t+1}) \neq y_t(x_t)$.

The perception $R(X)$ is usually only a unique N-to-1 function. However, it is perceived as a unique 1-to-1 function and thus leads to randomness due to ignorance.

22:

Example of four different, truth-preserving perceptions $R_1(X)$, $R_2(X)$, $S_1(Y)$, $S_2(Y)$,

X	Y	X	R_1	Y	S_1	R_1	S_1
a	A	a	1	A	4	1	4
b	B	b	2	B	5	2	5
c	C	c	3	C	6	3	6

a-1	b-2	c-3
A-4	B-5	C-6

X	R_1	S_1	Y
a	1	4	A
b	2	5	B
c	3	6	C

X	Y	X	R_2	Y	S_2	R_2	S_2
a	A	a	2	A	4	2	4
b	B	b	3	B	6	3	6
c	C	c	1	C	5	1	5

a-2	b-3	c-1
A-4	B-6	C-5

X	R_2	S_2	Y
a	2	4	A
b	3	6	B
c	1	5	C

or more generally: $Y(X) = Y(S)(X(R)) = Y(S(Y))(X(R(X)))$, $S(R) = S(Y)(R(X)) = S(Y(S))(R(X(R)))$.

23:

Descriptions embody knowledge; they are meta-relations. They represent the dependency between already dependent states; they are relations of relations:

$$R^2_M \subseteq R^1_1 \otimes R^1_2 \otimes \dots \otimes R^1_M.$$

The hierarchical relation R_{XYRS} of the relations R_{XY} and R_{RS} is simultaneously the flat relation of the sets X , Y , R and S :

$$\begin{aligned}
 R_{XY} &= \{ (x_1, y_2), (x_2, y_1) \} \subseteq \{ (\cancel{x_1}, \cancel{y_1}), (x_1, y_2), (x_2, y_1), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}) \}, \\
 R_{RS} &= \{ (r_1, s_2), (r_2, s_1) \} \subseteq \{ (\cancel{r_1}, \cancel{s_1}), (r_1, s_2), (r_2, s_1), (\cancel{r_2}, \cancel{s_2}) \}, \\
 R_{XYRS} &= \{ (x_1, y_2, r_1, s_2), (x_2, y_1, r_2, s_1) \} \\
 &\subseteq \{ (x_1, y_2, r_1, s_2), (\cancel{x_2}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_1}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_1}), (x_2, y_1, r_2, s_1) \}, \\
 R_{XYRS} \subseteq X \otimes Y \otimes R \otimes S &= \{ (\cancel{x_1}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_1}), (\cancel{x_1}, \cancel{y_2}, \cancel{r_1}, \cancel{s_1}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_1}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}, \cancel{r_1}, \cancel{s_1}), \\
 &(\cancel{x_1}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_2}), (x_1, y_2, r_1, s_2), (\cancel{x_2}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}, \cancel{r_1}, \cancel{s_2}), \\
 &(\cancel{x_1}, \cancel{y_1}, \cancel{r_2}, \cancel{s_1}), (\cancel{x_1}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_1}), (x_2, y_1, r_2, s_1), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_1}), \\
 &(\cancel{x_1}, \cancel{y_1}, \cancel{r_2}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_1}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_1}, \cancel{r_2}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_2}) \}.
 \end{aligned}$$

In the hierarchical form, 6 elements must be removed from the flat form, which has 12 elements; the hierarchical form is more efficient, acting additively rather than multiplicatively.

24:

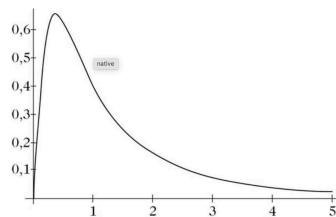
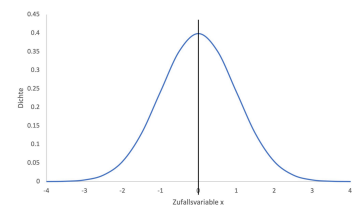
The four participants in descriptions, the object or environment O , the writing subject S_1 , description B , and reading subject S_2 lead to three knowledge-relationships, I_{OS1} , I_{S1B} and I_{BS2} , which transitively yield the desired knowledge I_{OS2} :

$$I_{OS2} = I_{OS1} + I_{S1B} + I_{BS2} = I_d N_O * N_{S1} * N_B * N_{S2} / N_{OS1BS2}.$$

If all three pieces of knowledge are true, then the total knowledge is also true. In fictions, the object is missing; in errors, misunderstandings, or lies, at least one of the attributions is incorrect. Contradictory knowledge does not represent any external information.

25:

Intelligence describes the mental capacity of individuals. The proposed measure of intelligence is abstract, invented, and not based on scientific discovery, just like the intelligence quotient IQ. It is determined through intelligence tests with questions on verbal comprehension, logical reasoning, working memory capacity, and processing speed, and is a statistical measure used for comparison within a reference group.

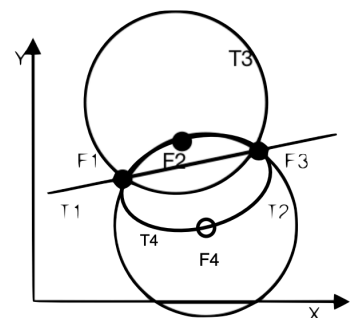


It assumes that intelligence is normally distributed (above). To achieve this, the partial results are weighted accordingly. A more natural distribution would be a log-normal distribution (below). This corresponds better to the resulting income distribution.

The short-term storage capacity C , in bits, as the product of the processing speed S , in bits per second, and the memory span D , in seconds, $C = S * D$, is a more objective measure of intelligence and comes closer to our measure.

26:

The limited set of facts F_1 , F_2 , and F_3 is replaced by theory T_2 , a circle with infinitely many facts. This allows previously unknown facts, F_i with $i > 3$, to be deductively deduced. Hypothesis T_2 holds, while T_1 and T_3 are defined by F_2 can be



falsified. However, the new fact F_4 now also falsifies T_2 and leads to the better hypothesis T_4 , an ellipse instead of a circle. Induction is made possible by forming analogies. These link similarly structured knowledge from different fields.



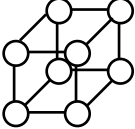
27:

The effort required to change assignments should be as low as possible. Changing multiple values of a state is more costly than changing just one. A measure of this is the so-called Hamming distance, the path length in state space. For unordered values, all value changes cost the same; for ordered values, the effort depends on their distance, because the path to the desired value requires switching between the intermediate values:

$$E = \Delta G / \Delta Z \quad \text{mit} \quad G(X,Y) = \text{Quality}(\text{state}).$$

28:

Intelligence is therefore another level of dependencies. and requires a third spatial dimension:

information	1 dimension		2 properties
knowledge	2 dimensions		meta-information 4 properties
intelligence	3 dimensions		meta-knowledge 8 properties

29:

The total information of an object with M properties and of the intelligently mapping subject is represented by

$$\begin{aligned}
 I_{XY} &= \sum_m^M I_{XYm} = \text{Id} (N_{X1} * N_{Y1} * .. * N_{XM} * N_{YM} / N_{XY1} * .. * N_{XYM}), \\
 I_{RS} &= \sum_m^M I_{RSm} = \text{Id} (N_{R1} * N_{S1} * .. * N_{RM} * N_{SM} / N_{RS1} * .. * N_{RSM}), \\
 I_{OS} &= \sum_m^M I_{OSm} = \text{Id} (N_{XY1} * N_{RS1} * .. * N_{XYM} * N_{RSM} / N_{XYRS1} * .. * N_{XYRSM}), \\
 I_{XYRS} &= \text{Id} (N_{XYRS1} * .. * N_{XYRSM} / N_{XYRS12..M}), \\
 I_{2M} &= I_{XY} + I_{RS} + I_{OS} + I_{XYRS} = \text{Id} (N_{X1} * N_{Y1} * .. * N_{XM} * N_{YM} / N_{XY1} * .. * N_{XYM}) \\
 &\quad * (N_{R1} * N_{S1} * .. * N_{RM} * N_{SM} / N_{RS1} * .. * N_{RSM}) \\
 &\quad * (N_{XY1} * N_{RS1} * .. * N_{XYM} * N_{RSM} / N_{XYRS1} * .. * N_{XYRSM}) \\
 &\quad * (N_{XYRS1} * .. * N_{XYRSM} / N_{XYRS12..M}) \\
 &= \text{Id} (N_{X1} * N_{Y1} * .. * N_{XM} * N_{YM} * N_{R1} * N_{S1} * .. * N_{RM} * N_{SM} / N_{XYRS12..M}),
 \end{aligned}$$

through abbreviations, we are left with only simple information, now with 2^*M values. However, it also shows that arbitrary internal boundaries, in this case between object, subject, and facts, do not affect the information measure.

30:

Computations transform descriptions using functions or algorithms into one another. Since there are only countably infinitely many functions, but uncountably many possible computations, there must be uncomputable functions. The proof for this uses the so-called diagonal argument.

However, the diagonal argument doesn't work for finite functions, because all diagonals are contained within the functions, and all calculations can be performed.

Example: binary Y(X):

X	Y	/- Diagonale
0	0 1 u 0 1 u 0 1 u	0 0 0 1 1 1 u u u
1	0 0 0 1 1 1 u u u	1 u 0 1 u 0 1 u 0
i	1 2 3 4 5 6 7 8 9	4 7 1 5 8 2 6 9 3

References

- *Bateson*, Gregory: Steps to an Ecology of Mind. Aronson Inc.1972.
- *Brillouin*, Leon: Science and Information Theory. Academic Press 1956.
- *Bunge*, Mario; *Mahner*, Martin: Über die Natur der Dinge. Hirzel 2004.
- *Chaitin*, Gregory: Algorithmic Information Theory. Cambridge University Press 1987.
- *Deutsch*, David: Constructor Theory. Synthese 2013.
- *Esfeld*, Michael: A proposal for a minimalist ontology. 2020.
- *Floridi*, Luciano: Semantic Conceptions of Information. Stanford Encyclopedia of Philosophy 2005.
- *Hooft*, Gerard: The Cellular Automaton Interpretation of Quantum Mechanics. arXiv 2015.
- *Hutter*, Marcus: A Collection of Definitions of Intelligence. arXiv 2007.
- *Janich*, Peter: Was ist Information? Suhrkamp 2006.
- *Meixner*, Uwe: Einführung in die Ontologie. WBG 2004.
- *Nafria*, José María Díaz: What is information? A multidimensional concern. tripleC 2010.
- *Nielsen*, Michael; *Chuang*, Isaak: Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press 2000.
- *Piaget*, Jean: Der Strukturalismus. Walter-Verlag 1973.
- *Shannon*, Claude; *Weaver*, Warren: The Mathematical Theory of Communication. Urbana 1949.

- *Sösemann*, Friedrich: Information, physikalische Entropie und Objektivität. Wiss.Zeitschrift der TH Karl-Marx-Stadt, Heft 1 1975.
- *Sösemann*, Friedrich: Grundzüge einer Allgemeinen Informationstheorie. <https://sites.google.com/view/friedrich-soesemann/allgemeineinftheorie> 2019.
- *Steegmüller*, Wolfgang: Der Begriff der Erklärung und seine Spielarten. Springer 1969.
- *Tegtmeier*, Erwin: Grundzüge einer kategorialen Ontologie. Alber, 1992.
- *Wachter*, Daniel von: Dinge und Eigenschaften: Versuch zur Ontologie. Röhl, 2000.
- *Weizsäcker*, Carl Friedrich: Aufbau der Physik. Hanser 1985.
- *Wheeler*, John A.: Information, physics, quantum. in Zurek, W.H.: Complexity, Entropy, and the Physics of Information. Addison-Wesley 1990.
- *Wiener*, Norbert: Kybernetik. Econ 1963.
- *Wolfram*, Stephen: A New Kind of Science. <https://www.wolframscience.com> 2002.

Information, Wissen und Intelligenz als Maß von Einfluss, Wahrheit und Effizienz

Friedrich Sösemann 2026

(in englisch)

Zusammenfassung

Die vorausgesetzte Ontologie beschreibt eine determinierte, digitale Welt als aufeinander wirkende Werte in Raum und Zeit. Sie definiert Eigenschaften, Zustände, Gesetze und Subjekte. Sie ermöglicht damit Information, Wissen und Intelligenz als hierarchische Relationen zu beschreiben und als Maße der Abhängigkeit von Zuständen, der Wahrheit von Beschreibungen und der Effizienz von Berechnungen vorzuschlagen. Beschreiben objektiviert das Speichern, Berechnen das Denken.

Neben der Präzisierung und Vereinheitlichung der noch immer umstrittenen Begriffe sind dann die folgenden Schlüsse möglich:

Für die Wahrheit des Wissens ist keine gleiche Wahrnehmung der Subjekte, sondern nur deren zeitliche Konstanz erforderlich.

Abstraktion kann, trotz des angenommenen Determinismus und universeller Kausalität, zu subjektivem Zufall und Nichtwissen führen.

Einleitung

Information, Wissen und Intelligenz sind gegenwärtig drei wichtige, aber inflationär verwendete Begriffe. Wozu also ein weiterer Text in der diesbezüglichen Flut? Die Abschnitte Ziel und Inhalt versuchen das zu begründen.

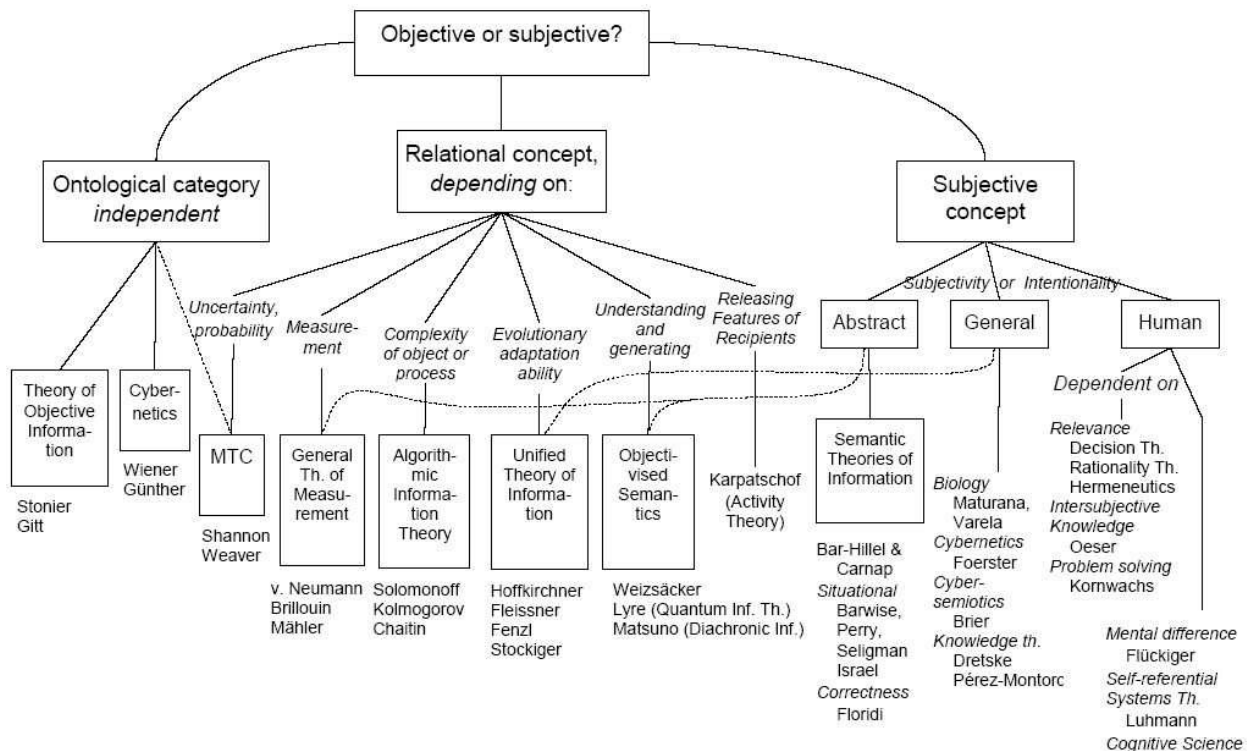
Ziel

Die Erfolge der Übertragung und Verarbeitung von Informationen, durch Internet, Quantencomputer und Künstliche Intelligenz, sind umwälzend und faszinierend. Um so enttäuschender sticht das Fehlen einer einheitlichen und umfassenden Definition der Information ins Auge. Auch ist bisher keine Verbesserung in Sicht, die Ansätze zur Vereinheitlichung divergieren eher. In "Grundzüge einer Allgemeinen Informationstheorie" (Sösemann 2019) habe ich mein Unbehagen darüber wie folgt ausgedrückt:

"Das Bit als Maß der Information ist weitgehend unumstritten, ihr Begriff hingegen sehr wohl. Ist Information der Grundbaustein des Universums (Weizsäcker 1985) (Wheeler 1990), eine Grundgröße neben Energie und Materie (Wiener 1963) oder nur eine Eigenschaft der Materie (Bunge 2004); ist sie negative physikalische Entropie (Brillouin 1956) oder lediglich eine Unterscheidung, die einen Unterschied macht (Bateson 1972); ist sie objektiv (Sösemann 1975) oder subjektiv (Janich 2006), ein nur an menschliches Bewusstsein geknüpftes Phänomen?"

Selbst grundlegende Quellen, wie Shannon's Kommunikationstheorie (*Shannon 1949*), Thermodynamische (*Brillouin 1956*) oder Semantische Informationstheorie (*Floridi 2005*), Algorithmische Komplexitätstheorie (*Chaitin 1987*) und die Quanteninformationstheorie (*Nielsen 2000*) blicken recht unterschiedlich auf das Wesen der Information."

Einen Überblick über die Vielzahl von Sichten zeigt die folgende Taxonomie von Theorien zur Information (*Nafria 2010*):



Die Analogie zum Längen-Begriff zeigt die Kuriosität mancher Gedanken zur Information: Längen gibt es nicht, nur die Länge materieller Objekte; zudem verändern sich diese bei Erwärmung und Bewegung. Ist die Länge analog oder diskret, Qualität oder Quantität; sind die Länge eines Blattes und die Entfernung Erde-Mond je vergleichbar; sind Länge, Fläche und Volumen ihrem Wesen nach nicht verschieden?

Ziel des vorliegenden Textes ist daher die Definition eines präzisen, allgemeinen und einheitlichen Begriffes der Information. Erstrebt wird, in Physik, Biologie oder Linguistik die gleiche Information zu verwenden, sowie Wissen und Intelligenz als Formen von Information anzusehen, analog zu Fläche und Volumen als Kombinationen von Länge.

Inhalte

Der Text definiert, hierarchisch aufeinander aufbauend, Beschreibungen und Berechnungen, sowie deren Maße, Information, Wissen, Intelligenz und ordnet diese in die Welt ein.

Aus den Bestandteilen und Beziehungen der Welt werden höhere Begriffe abgeleitet. Dabei unterscheidet man Fakten und Definitionen: Faktenbeschreibungen ordnen Begriffen Merkmale zu, die so auch in der Welt existieren, verkörpern Wissen und sind wahr oder falsch. Definitionen, hingegen, ordnen Begriffen Strukturen untergeordneter

Begriffe zu, verkörpern damit Informationen, sind weder wahr noch falsch, sondern dem Ziel mehr oder weniger angemessen. Fakten werden entdeckt, Definitionen erfunden.

Schon bis hierher fallen Begriffe, die erst später definiert werden. Viele der komplexen Strukturen der Welt können nicht streng hierarchisch, sondern nur rekursiv beschrieben werden. C.F.Weizsäcker spricht in seinem "Aufbau der Physik" (Weizsäcker 1985) von einem Kreisgang. Darum wird auch hier für die Weltbeschreibung zunächst eine "Gottessicht", ausserhalb der Welt, eingenommen. Später, wenn Subjekte definiert sind, werden diese zu Bestandteilen der Welt, schliesst sich der Kreis.

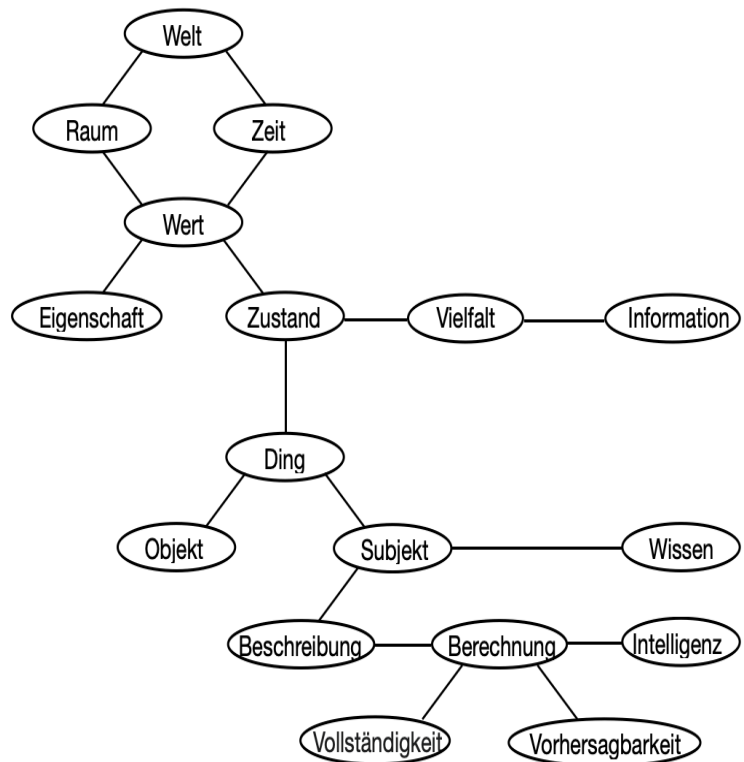
Zunächst wird die Welt als Anordnung abhängiger Werte definiert. Das ersetzt die gewohnte Weltsicht durch eine präzise Ontologie.

Nun kann Information als Maß abhängiger Vielfalt definiert werden.

Mit Wissen, als Information zwischen Objekt und Subjekt, können Lernen, Wahrheit und Beschreiben erklärt werden.

Schliesslich wird Intelligenz als Wissens-Struktur gekennzeichnet, werden Denken und Berechnen erklärt.

Anmerkungen sind aus dem Hauptteil verlagert, um das Lesen dort flüssiger zu gestalten. Sie erläutern, verfeinern oder demonstrieren den Text. Kursive Textstellen sind Hin- und Rücksprünge zu Anmerkungen und Literaturverweisen.



Welt

Meta-Ontologie

Information, Wissen und Intelligenz existieren in der Welt. Um diese zu bestimmen, muss zunächst die Welt präzise in einer Ontologie beschrieben werden. Doch schon da beginnen die Probleme, denn viele Merkmale der Welt sind umstritten.

Die Annahme, dass die Welt aus Substanzen mit Eigenschaften in Raum und Zeit besteht, ist überaus problematisch. Die gewählte Ontologie vermeidet aber diese Probleme:

Der Begriff der Substanz ist zu materiell, da auch abstrakte oder subjektive Entitäten umfasst werden sollen. Zudem suggeriert er zu stark die Sicht bewegter Teilchen und zu wenig die Sicht verteilter Wellen.

Hier werden Orte und Zeiten durch ihren Zustand charakterisiert. Eine Substanz, als Träger von Werten, wird deshalb nicht benötigt.

Zum Wesen von Eigenschaften gibt es unterschiedliche Auffassungen. Sind es Tropen oder Universalien; sind Eigenschaften relational oder intrinsisch?

Eigenschaften sind hier Werte-Mengen. Dadurch können sie Undurchdringlichkeit bei Teilchen, aber auch Feldstärke bei Wellen verkörpern. Werte sind relational, solche, die andere nicht beeinflussen existieren nicht. Den Eigenschaften sind Orten und Zeiten zugeordnet, sie sind also Tropen und keine Universalien.

Beim Raum wird die absolute Auffassung von Newton, wonach der Raum lediglich Behälter für die Materie ist, von der relationalen Sicht von Leibniz unterschieden, nach der die Inhalte den Raum und ihre Veränderung die Zeit erst aufspannen.

Gemessen werden können nur Abstände und Dauern; Raum und Zeit existieren daher nur relativ. Der absolute Raum und die absolute Zeit sind lediglich denkökonomische ideelle Konstrukte der Zuordnung von Zuständen zu Raum und Zeit.

Ist die Welt stetig oder diskret, determiniert oder zufällig? Macht die Natur Sprünge und würfelt Gott doch?

Die Annahme einer diskreten Welt ist anschaulicher und vermeidet Probleme mit der Unendlichkeit.

Zufall, Wahrscheinlichkeit und Statistik sind für die Information wesentlich. Dennoch ermöglicht der subjektive Zufall den objektiven Determinismus.

Ontologie ist Welt-Beschreibung //1/. Alle Wissensgebiete sollten auf einer gemeinsamen Welt aufbauen, um das gegenseitige Verstehen zu vereinfachen und Widersprüche zu vermeiden. Die gewählte Ontologie ist aktuell, neutral, allgemein, minimal, verständlich, präzise und wahr:

Aktuell heisst, auf dem gegenwärtigen "Stand der Wissenschaft" zu sein.

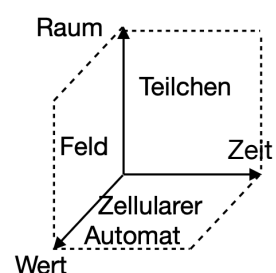
Die vorgeschlagene Ontologie ist mit Popper's Drei-Welten-Lehre, Deutsch's Konstruktor-Theorie (*Deutsch 2012*), Hooft's Quanten als Zellulare Automaten (*Hooft 2014*), Interpretationen der Welt als Zellulärer Automat (*Wolfram 2002*), mit der Lokalität der klassischen und der Verschränkung der Quanten-Physik sowie der Philosophie des Strukturenrealismus vereinbar.

Neutral heisst, keine der sich oft widersprechenden Philosophien vorauszusetzen.

Jeder Autor hat seine Weltsicht, seine implizite Philosophie. Um objektiv zu sein, sollte er davon beeinflusste Aussagen meiden oder wenigstens kennzeichnen. Je nach Philosophie sind die Aussagen der Ontologie Definitionen oder Seins-Behauptungen was durch "sei" oder "ist" unterschieden werden sollte. Der Autor empfindet sich als Naturalist. Für ihn sind die Sätze zu Welt, Raum, Zeit, Wert, Eigenschaft und Abhängigkeit wahre Aussagen, hingegen Raumbereich, Zeitabschnitt, Zustand Information, Wissen und Intelligenz sinnvolle Definitionen.

Allgemein heisst, die Basis möglichst vieler Wissensgebiete zu sein.

Wenn vom Tripel Raum-Zeit-Wert je eines konstant und zwei variabel sind, ergeben sich die drei bevorzugten Interpretationen: Felder, Teilchen oder Zellulare Automaten; bei Feldern ändert sich der Wert im Raum bei gegebener Zeit; bei Teilchen bewegt



sich ein konstanter Wert in Raum und Zeit; Zellulare Automaten als konstante Raumelemente verändern ihre Werte in der Zeit.

Minimal heisst, mit möglichst wenig Begriffen auszukommen, die dann in allen darauf aufbauenden Bereichen verwendet werden.

Die hier definierten Begriffe bauen hierarchisch aufeinander auf.

Verständlich heisst, nur solche Begriffe unerklärt zu verwenden, die den Lesern geläufig sind und dem "gesunden Menschenverstand" genügen.

Die hier verwendeten Begriffe werden entweder definiert oder können, beispielsweise in Wikipedia, nachgeschlagen werden.

Präzise heisst, weder unterbestimmt - also viele Welten -, noch überbestimmt oder widersprüchlich - also keine Welt beschreiben - zu sein.

Die Beschreibung mit mathematischen Begriffen, wie Menge, Tupel und Relation, sowie die Verwendung von Formeln fördern hier die Präzision des Textes.

Wahr heisst, dass die Aussagen über die Welt den Tatsachen entsprechen und die verwendeten Bedeutungen auch existieren.

Nur Aussagen zu Fakten sind wahr oder falsch. Hingegen sind Definitionen mehr oder weniger sinnvoll, präzisieren die Bedeutung bereits vorhandener Begriffe und sollten diesen nicht widersprechen. Modelle, Theorien und Beschreibungen, sind Netze von Aussagen und Definitionen, daher nur graduell wahr oder falsch, sinnvoll oder sinnlos.

Ontologie

Grundlage der vorgeschlagenen Ontologie sei die objektive Existenz von Welt, Raum, Zeit, Werten und Wirkungen. Dabei wird von einer digitalen Welt ausgegangen. So werden Probleme mit der Unendlichkeit vermieden, erhalten Anzahl, Vielfalt und Häufigkeit einen Sinn.

Die **Welt** ist eine Zuordnung von Werten zu Raum und Zeit. Die Werte wirken aufeinander ein /2/.

Der **Raum** ist das Nebeneinander unterschiedlicher Werte, den Orten; die **Zeit** das Nacheinander veränderter Werte, den Zeitpunkten.

Raum und Zeit sind voneinander unabhängig, jedem Ort sind alle Zeitpunkte, jeder Zeit alle Orte zugeordnet. Der Raum tritt in drei Dimensionen auf, ist homogen, geordnet /3/ und isotrop; die Zeit ist homogen, geordnet und gerichtet.

Raubereiche seien mehrere benachbarte Orte, Zeitabschnitte mehrere aufeinander folgende Zeitpunkte.

Jeder **Wert** befindet sich zur aktuellen Zeit an einem Ort. Werte können sich räumlich unterscheiden und zeitlich verändern. Sie sind von Raum und Zeit unabhängig, jeder Wert kann an jedem Ort zu jeder Zeit auftreten.

Werte sind Ausprägungen von **Eigenschaften**, wie die Masse von 3 Gramm, das Element Gold oder die Farbe Rot.

Unterschiedliche Werte im Raum schließen sich gegenseitig aus oder nicht. Einander ausschließende Werte existieren nicht an einem Ort zu einer Zeit /4/.

Die **Möglichkeit** eines bestimmten Wertes an einem Ort zu einer Zeit setzt die Wirklichkeit dieses Wertes an anderem Ort oder zu anderer Zeit voraus und kann durch Bewegung oder Veränderung zur Tatsächlichkeit werden.

Dinge seien Raumbereiche, deren Zustände sich von ihrer Umgebung unterscheiden und relativ konstant bleiben.

Die Werte wirken aufeinander ein. Die gegenseitige **Wirkung** der Werte im Raum begrenzt die Möglichkeiten ihrer Zustände und führt zu deren Veränderungen in der Zeit.

Der **Zustand** sei die Anordnung aller Werte eines Raumbereiches zu einem Zeitpunkt /5/. Eigenschaften bilden die Dimensionen des Zustandsraumes und jeder Punkt stellt einen möglichen Zustand dar.

Wirkung

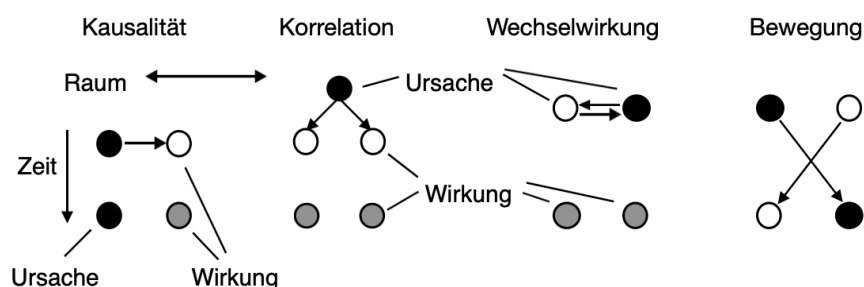
Keine Wirkung ohne Ursache; die spontane Änderung einzelner Werte sei ausgeschlossen. Was aber verursacht dann die Veränderung von Werten?

Werte wirken im Raum aufeinander ein. Die Wirkungen verändern benachbarte Werte /6/ oder, als Kraft, bewegen sie. Das Ergebnis von Wirkungen sind Korrelation, Begrenzung, Cluster, Funktion, Gesetz, Regel, Struktur und Ordnung.

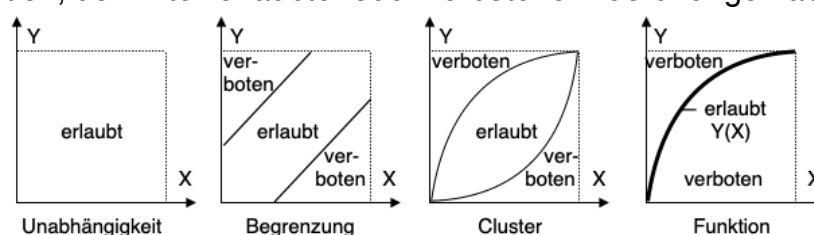
Das Verändern der Werte spannt die Zeit auf. Die Veränderungen führen zu abnehmender Wirkung, zum Streben nach stabilen Gleichgewichtszuständen. Dialektische Widersprüche, aber führen zu zyklischen Veränderungen /7/.

Die Wirkung selbst, als Kausalität oder Wechselwirkung, kann nicht direkt festgestellt werden, lediglich aus ihren Ergebnissen, wie Korrelationen, kann auf sie geschlossen werden. Experimente versuchen den Einfluss Dritter zu vermeiden. Ursache und Wirkung sind Wertänderungen, also Ereignisse.

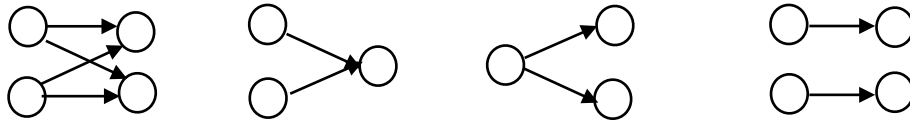
Die Kausalität ist asymmetrisch, unterscheidet Ursache und Wirkung. Die Korrelation ist symmetrisch, sie wird durch Kausalität von dritter Seite verursacht. Die symmetrische Wechselwirkung ist gegenseitige Kausalität. Bewegung verändert die Werte-Orts-Zuordnung /8/.



Die folgenden Zustands-Räume zeigen, wie von Unabhängigkeit, über Begrenzung und Cluster bis Funktion, der Anteil erlaubter oder verbotener Zuordnungen ab- oder zunimmt:



Die Art des gegenseitigen Einflusses kann grafisch als Zuordnungs-Graph /9/ dargestellt werden:



Zuordnung:	vollständig	eindeutig	mehrdeutig	eineindeutig
Einfluss:	unabhängig	unscharf	zufällig	determiniert

Oft wird gesagt, Ordnung kann man nicht messen, sie ist zufällig und subjektiv. Das gilt aber nur, wenn Ordnung als bevorzugte Anordnung von Objekten oder Aufeinanderfolge von Ereignissen, also als bestimmter Zustand, angesehen wird. Es gilt nicht, wenn, wie hier, Ordnung als Einschränkung der Anzahl möglicher Zustände definiert wird.

Ordnung, Strukturen oder Sortierung begrenzen räumliche Unterschiede, Gesetze oder Regeln zeitliche Veränderungen. Dabei sind die natürlichen Wirkungen zwischen Werten über Raum und Zeit konstant, als Naturgesetze gelten sie immer und überall.

Während Zustände bestimmte Anordnungen von Werten in einem Raumbereich sind, werden Strukturen als Anordnung von Eigenschaften mit begrenzten Werten in einem Raumbereich definiert.

Auch die Zuordnung von Zuständen zu Mengen oder Begriffen, die Klassifikation, oder das Sortieren, die Zuordnung zu den geordneten Zahlen, begrenzen, schaffen Ordnung.

Die gegenseitige Abhängigkeit wird mathematisch durch Relationen oder praktisch durch Tabellen dargestellt: Die Tupel der Relation treten dort als Spalten, die Mengen als Zeilen ihrer Elemente auf. Wenn Tabellen nicht alle kombinatorisch möglichen Zeilen enthalten, beschreiben sie Untermengen und damit die Abhängigkeiten.

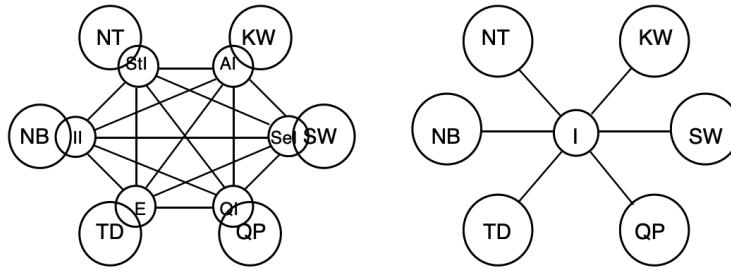
Messen

Die Wirkung zwischen den Werten ermöglichen es den Subjekten, Beobachtern oder Messgeräten verschiedene Werte ihrer Umgebung zu unterscheiden, zu identifizieren und zu zählen. Um diese subjektiven Wahrnehmungen zu objektivieren werden Standardwerte intersubjektiv definiert. Deren Verhältnis zum betreffenden Wert wird gemessen und kann dann beschrieben oder kommuniziert werden. Maße ordnen den Werten ihrer Eigenschaft Zahlen zu, um damit rechnen zu können.

Die Standardwerte sind definiert, also weder wahr noch falsch, sondern dem Ziel mehr oder weniger angemessen. Ob in Elle, Zoll oder Meter gemessen wird, ob die statistische, algorithmische Information oder ein anderes Korrelationsmaß angewendet wird, ist Sache der Vereinbarung und Effizienz.

Messen ermöglichen die Objektivität von Vergleich, Beschreibung und Berechnung. Das erfordert aber, dass auch das vereinbarte Maß verwendet wird und dieses über Raum und Zeit konstant bleibt.

Der praktische Nutzen eines einheitlichen Maßes ergibt sich durch das Ersetzen einer Netz- durch eine Stern-Struktur. Das folgende Diagramm verdeutlicht wie die allgemeine Information die Kommunikation zwischen speziellen Wissenschaften vereinfacht und den Aufwand der Kommunikation verringert: Das Netz mit $N*(N-1)/2$ wird zum Stern mit nur N Verbindungen



beispielsweise mit

NB = Neurobiologie,	I = Allgemeine Information,
NT = Nachrichtentechnik,	II = Integrierte Information,
KW = Komplexitätswissenschaft,	StI = Statistische Information,
SW = Sprachwissenschaft,	AI = Algorithmische Information,
TD = Thermodynamik,	Sel = Semantische Information,
QP = Quantenphysik,	E = Entropie,
	QI = Quanten Information.

Information

Vielfalt

Zählen und Messen versprechen Objektivität und Präzision. Die Anzahl /10/ unterschiedlicher Teile einer Gesamtheit vereint als Zahl mathematische Strenge mit der gewünschten Allgemeinheit. Aber Anzahlen existieren nicht objektiv, denn Zählen erfordert Unterscheidung, doch diese wird getroffen, ist subjektiv.

Information ist die Verminderung von Vielfalt. Die Vielfalt werde durch die Anzahl N voneinander unterschiedener möglicher Zustände eines Dinges, Raumbereiches, Prozesses oder Zeitabschnittes bestimmt. Mögliche Zustände existieren aber nicht, nur der tatsächliche gegenwärtige Zustand. Sie müssen bei bekannten Eigenschaften errechnet oder durch Beobachtung/Messung über grosse Raumbereiche und/oder lange Zeitabschnitte ermittelt werden.

Die Werte einer Eigenschaft bilden eine Menge, ihre Anzahl ist die Mächtigkeit der Menge. Die Anzahl möglicher Zustände ergibt sich als Mächtigkeit der Produktmenge aller beteiligten Eigenschaften /11/.

Das Maß der Vielfalt H sollte additiv sein, so dass z.B. die Verdopplung einer Entität auch die Vielfalt verdoppelt. Diese Anforderung erfüllt der Logarithmus der Anzahl N. Ein einziger Zustand ergibt Null, Produkte werden addiert, die Basis Zwei ergibt die Maßeinheit Bit:

$$H = \text{ld } N.$$

Ist die Anzahl von Orten N_0 eines Raum-Bereiches oder von Zeitpunkten eines Zeit-Abschnittes grösser als die Anzahl unterschiedlicher Zustände N darin, so müssen Zustände mehrfach, mit N_n , auftreten. Ihre relative Häufigkeit p_n , auch Wahrscheinlichkeit genannt, ergibt sich zu:

$$p_n = N_n / N_0, \quad \text{mit} \quad \sum_{n=1}^N p_n = 1.$$

Künftige Häufigkeiten werden, unter der Annahme konstanter Gesetze, aus vergangenen Häufigkeiten extrapoliert. Sie existieren aber nur gespeichert in Subjekten oder Beschreibungen.

Für das statistische Maß der Vielfalt einer Entität, bei mehrfachem, aber unterschiedlich häufigem Vorkommen der Zustände gilt, dass gleich häufiges Auftreten zweier Zustände vielfältiger ist, als das vorwiegendes Erscheinen des einen und nur seltenem des anderen /12/. Um das auch im Maß widerzuspiegeln, wird die Häufigkeit des Vorkommens der Zustände berücksichtigt. Die Vielfalt ist dann der Mittelwert über alle N Zustände. Dieses Maß der Vielfalt entspricht der Shannonschen Entropie (Shannon 1949):

$$H = \sum_n^N p_n \text{Id } 1/p_n .$$

Vielfalt existiert nur bei naturgegebenen diskreten Werten, denn subjektiv definierte Unterscheidungen oder Fehlerbereiche verändern Anzahl und Maß. Bei kontinuierlichen Eigenschaften werden diese sogar Unendlich. Die Information vermeidet dieses Problem.

Informations-Maß

Die Wirkung zwischen den Werten verändert Werte-Kombinationen, verbotene in erlaubte. Zwischen den erlaubten Werte-Kombinationen besteht nun keine Wirkung mehr, sie sind stabil und damit häufiger. Die Werte sind voneinander abhängig, nicht alle Zustände treten auf, die Vielfalt wird beschränkt, Ordnung und Strukturen erscheinen.

Abhängigkeiten als Gesetze und Regeln schränken eigentlich vorhandene Möglichkeiten ein, wie das Rechtsfahrgebot, welches die Alternativen beliebig oder links zu fahren ausschliesst, die fortgesetzte Auswahl eines Buchstabens aus dem Alphabet beim Schreiben oder einzelner Aktionen beim Handeln.

Allem gemeinsam ist das Verringern der Anzahl von Zuständen von N_{\max} auf N, also das Beschränken der Vielfalt von H_{\max} auf H. Die Differenz beider sei nun das Maß der Information I /13/:

$$I = \Delta H = H_{\max} - H = \text{Id} (N_{\max} / N).$$

Beispielsweise schränkt das Rechtsfahrgebot die drei Alternativen, links, rechts oder beliebig, auf eine ein und ergibt $I = \text{Id } 3/1 = 1,58$ Bit.

Durch die Verhältnisbildung der Anzahlen wird die Granularität g heraus gekürzt:

$$N_{\max} / N = g * N_{\max 0} / g * N_0 = N_{\max 0} / N_0 .$$

Das Maß vermeidet so die Abhängigkeit der Vielfalt von willkürlicher Grenzziehung und wird damit auch für kontinuierliche Werte gültig /14/.

Bei der Auswahl nur eines aus N Zuständen gilt

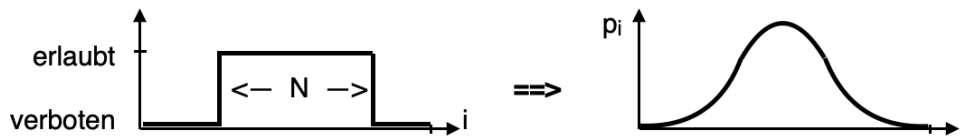
$$I = \text{Id } N / 1 = \text{Id } N,$$

und bei zwei voneinander abhängigen Eigenschaften X und Y ergibt sich:

$$I_{XY} = \text{Id} (N_X * N_Y / N_{XY})$$

/15/.

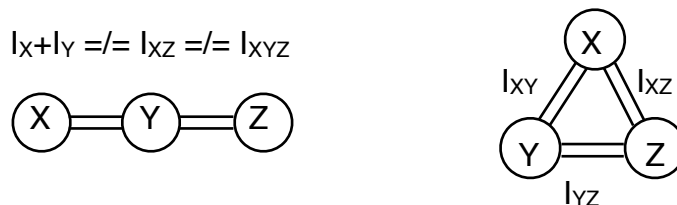
Da auf jeden Wert viele andere Werte einwirken, kann statt des strengen erlaubt oder verboten auch ein hier und jetzt verboten, aber dann und dort erlaubt, gelten. Statt lediglich der Anzahl von Werten oder Zuständen, wird dann präziser deren Häufigkeit berücksichtigt:



Die Häufigkeit des tatsächlichen gemeinsamen Auftretens p_{xy} wird nun zur Häufigkeit bei Unabhängigkeit $p_x * p_y$ ins Verhältnis gesetzt. Das Maß der Wirkung zweier ungleich verteilter Eigenschaften X und Y aufeinander sei dann der Mittelwert über alle Kombinationen /16/:

$$I_{XY} = \sum_x \sum_y p_{xy} * \text{Id} (p_{xy} / (p_x * p_y)).$$

Ab drei Orten muss die sequentielle Folge, mit einer Raumdimension, vom parallelen Netz, mit wenigstens zwei Dimensionen, unterschieden werden:



Die Teilinformationen addieren sich wie folgt in beliebiger Reihenfolge:

$$\begin{aligned} I_{XYZ} &= I_{XY} + I_{(XY)Z} &= I_{YZ} + I_{X(YZ)} \\ &= \text{Id} N_X * N_Y / N_{XY} * N_Z / N_{XYZ} &= \text{Id} N_Y * N_Z / N_{YZ} * N_X * N_{YZ} / N_{XYZ} \\ &= \text{Id} N_X * N_Y * N_Z / N_{XYZ}. \end{aligned}$$

Bei M Eigenschaften, mit jeweils N_m Werten, gilt nun analog zu I_{XY}

$$I_M = \text{Id} (N_1 * N_2 * .. * N_M / N_{12..M})$$

oder mit Wahrscheinlichkeiten

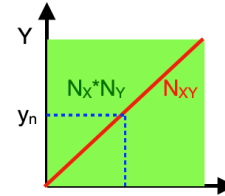
$$I_M = \sum_{n_1} \sum_{n_2} .. \sum_{n_M} p_{n_1 n_2 .. n_M} * \text{Id} (p_{n_1 n_2 .. n_M} / p_{n_1} * p_{n_2} * .. * p_{n_M}).$$

Die Information kann durch Umbenennen ihrer Bestandteile als intern, extern und maximal interpretiert werden:

$$\begin{aligned} I_M &= \text{Id} (N_1 * N_2 * .. * N_M / N_{12..M}) = \text{Id} (N_1 * N_2 * .. * N_M) - \text{Id} (N_{12..M}) \\ I_{\text{intern}} &= I_{\text{maximal}} - I_{\text{extern}} \\ I_{\text{maximal}} &= I_{\text{intern}} + I_{\text{extern}} \end{aligned}$$

Die externen Zustände können, zum Beispiel durch Auswahl, bis auf einen begrenzt werden, wie das nebenstehende Bild verdeutlicht:

$$\begin{array}{ll}
 I_{\max} = \text{Id } N_X * N_Y & X \otimes Y \\
 I_{\text{int}} = \text{Id } N_X * N_Y / N_{XY} & Y(X) \\
 I_{\text{ext}} = \text{Id } N_{XY} & y_n(X_n)
 \end{array}$$



Die Information selbst und ihr Maß I sind zu unterscheiden: Der Einfluss, die Abhängigkeit und Begrenzung von Vielfalt, also die Information, ist bestimmt und detailliert, ihr Maß ist lediglich der Betrag der dadurch verursachten Differenz an Vielfalt.

Information ist nicht etwas existierendes Drittes neben Materie und Energie, wie bei Wiener, sondern die Veränderung von Materie oder Energie. Die Unterscheidung, die einen Unterschied macht, von Bateson, ist die Unterscheidung im Raum oder die Veränderung in der Zeit eines Zustandes hier, der eine Zustandsänderung dort bewirkt.

Information wird nicht entdeckt, sondern definiert. Daraus resultiert auch die Uneinigkeit ihrer Bestimmung.

Die erfundene Definition der Information spiegelt die entdeckten Eigenschaften und Zusammenhänge gegenseitigen aufeinander Wirkens wider. Damit können die Regeln, denen Informationen gehorchen, deduktiv aus der Definition abgeleitet werden. Sie sind keine Erfahrungsgesetze sondern sind a priori. Daher sind Informationstheorie und Informatik Strukturwissenschaften, wie Logik oder Mathematik, keine empirischen Wissenschaften, wie Physik oder Biologie.

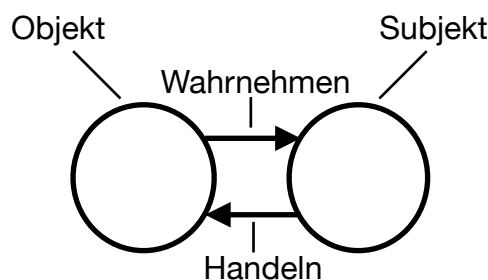
Es gibt keine physikalische, biologische, syntaktische oder semantische Information, sondern nur ein Maß der Abhängigkeit von Zuständen in Physik, Biologie oder Semiotik. Information als Maß fließt nicht, ist nicht gerichtet, sondern bemisst die Abhängigkeit von Werten. Wirkung und Kausalität sind gerichtet, Wechselwirkung und Korrelation nicht. Je nach Art der Abhängigkeit ist die Information dadurch gerichtet oder ungerichtet.

Wissen

Wissen ist abhängige Information lernender Subjekte; Wissen ist wahr oder falsch. Beschreibungen vermitteln zwischen Objekten und Subjekten.

Subjekt

Subjekte sind Dinge, welche sich auf andere Dinge, die Objekte, beziehen und Zustände speichern können. Objekte werden behandelt und wahrgenommen; Subjekte handeln und nehmen wahr:

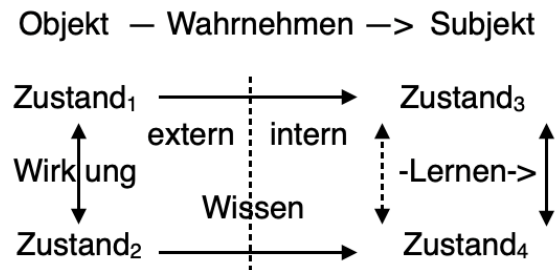


Wahrnehmen und Handeln sind die Wirkungen zwischen Objekten und Subjekten analog der zwischen Werten; auch sie verschwinden, wenn unerwünschte Zustands-Kombinationen beseitigt sind /17/.

Endlich kann die Gottessicht, von aussen auf die Welt, durch die Sicht von Subjekten, als Teile der Welt, ersetzt werden.

Lernen

Lernen speichert die transitiven Zuordnungen, indem es indirekte ($\leftarrow \cdots \rightarrow$) durch direkte Zuordnungen ($\leftarrow \rightarrow$), Korrelation durch Kausalität ersetzt /18/:



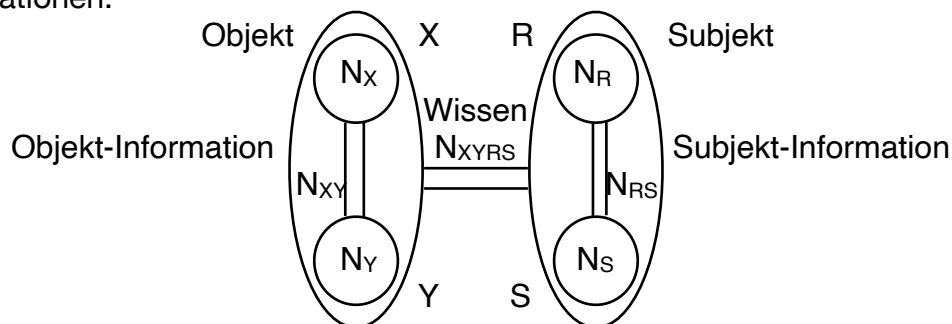
Das Speichern vergangener Zustände unterscheidet Subjekte von Objekten. So bleiben die internen Zustände, welche das Wissen verkörpern, über die Zeit erhalten. Speicher sind Raumbereiche mit unabhängigen konstanten Zuständen /19/. Sie verwandeln Zeit in Raum. Das Speichern in Subjekten ist assoziativ. Die Zustandsräume von Wissens-Netzen ermöglichen direkten Zugriff auf alle Elemente /20/.

Das Lernen als Ergänzung indirekter um direkte Zuordnung schliesst einen Kreis, ermöglicht dadurch später fehlende Zuordnungen des Kreises zu ergänzen und ermöglicht das Denken.

Lernen erhöht die Effizienz von Subjekten, denn einmal gelernte Informationen müssen nicht mehrfach aus der Umgebung gewonnen werden.

Wissens-Maß

Die Abhängigkeit zwischen zwei Bereichen mit selbst abhängigen Zuständen, wie Objekt und Subjekt oder Subjekt und seine Umgebung, wird als Wissen definiert, ist Information über Informationen:



Als Maß des Wissens gelte, analog zum Maß der Information, aber eine Ebene höher:

$$I_{XYRS} = \text{Id} (N_{XY} * N_{RS} / N_{XYRS}).$$

Wird die Abhängigkeit durch gegenseitiges Beeinflussen der Wahrscheinlichkeiten realisiert, so gilt analog zur einfachen Information:

$$I_{XYRS} = \sum_n \sum_m^{N_{XY}N_{RS}} p_{nm} * \text{Id} (p_{nm} / (p_n * p_m)).$$

Wissen setzt kein Bewusstsein voraus. So sind beim Thermostaten die externe Information - dass Heizen die Temperatur erhöht - mit der internen Information - bei zu niedriger Temperatur ist mehr zu heizen - fest verdrahtet.

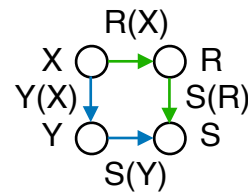
Fakten-Wissen speichert intern die externe räumliche, Regel-Wissen die zeitliche Zuordnung von Zuständen. Die so genannte semantische Information ist Wissen, ist das Zuordnen objektiver zu subjektiven Zuordnungen.

Wahrheit

Für Wissen ist die Abhängigkeit interner von externer Information zwar notwendig, aber nicht hinreichend. Das Wissen muss wahr sein.

Die Wahrheit von Beschreibungen ergibt sich aus der Transitivität und Konstanz der parallelen Zuordnungen, wobei **wahrgenommene** und **erdachte** Zustände gleich sind:

$$S(Y(X)) = S(R(X))$$



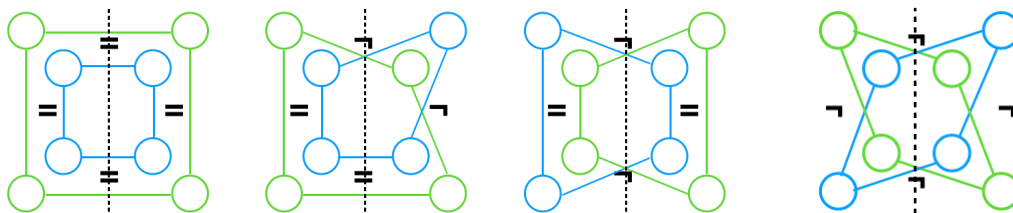
mit $Y(X)$ als externe, $S(R)$ als interne, $R(X)$ und $S(Y)$ als wahrnehmende Zuordnungen.

Wahrheit erfordert, lediglich, dass die Wahrnehmungen $R(X)$ und $S(Y)$ zeitlich konstant bleiben. Das gespeicherte Wissen $S(R)$ bildet dann die Konstanz der Umgebungs-Zuordnungen $Y(X)$ ab /21/.

Die Wahrheit stellt keine Anforderungen an die Wahrnehmungsfunktionen $R(X)$ und $S(Y)$; unterschiedliche Subjekte nehmen daher die gleiche Umwelt wahr. So führt eine externe Zuordnung zwischen Licht und Schall, zur internen Zuordnung zwischen Gesehenem und Gehörtem. Auch kann die Wahrnehmung zwischen Subjekten unterschiedlich sein und trotzdem das interne $S(R)$ das externe $Y(X)$ wahr abbilden /22/:

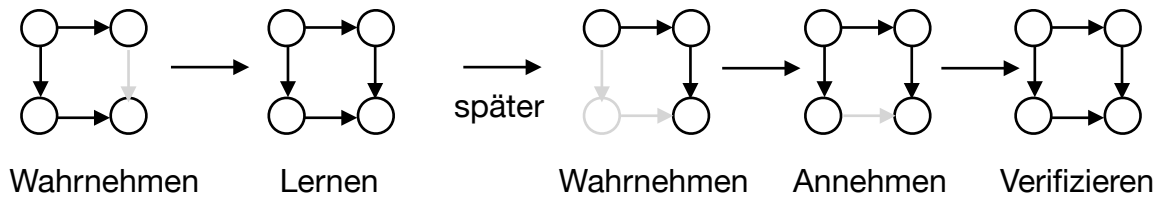
$$S_1(Y_1(X))=S_1(R_1(X)), S_1(Y_1(X))=S_2(R_2(X)), S_2(Y_1(X)) = S_1(R_2(X)), S_2(Y_2(X)) = S_2(R_2(X))$$

$$=(=) = (=), \quad (=) = \neg(\neg), \quad \neg(=) = (=), \quad \neg(\neg)= \neg(\neg)$$



Analog zu den Maßen ist auch hier die zeitliche Konstanz wichtig, aber eine relative Beliebigkeit des Vergleichsmaßstabes möglich. Wahrheit ist somit auch für Subjekte mit verschiedenen Sichten und Empfindungen möglich.

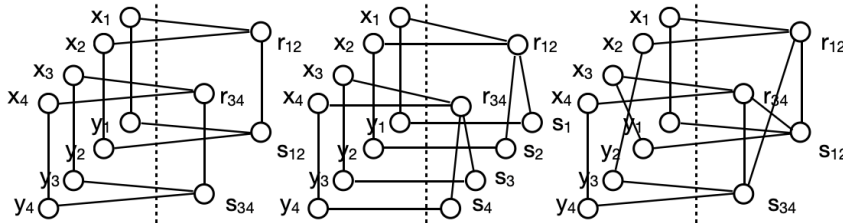
Die Wahrheit von Wissen wird verifiziert, also nachgewiesen, wenn der vorausgesagte Zustand tatsächlich vorliegt:



Abstraktion

Abstraktion vermindert Vielfalt durch N-zu-M-Zuordnungen mit $N > M$. Das geschieht bei der Wahrnehmung, da Subjekte weniger mögliche Zustände als die wahrgenommenen Objekte oder gar die Umwelt besitzen. Neben Unschärfe, abstrahieren auch Einordnung in Klassen oder Begriffe.

Abstraktion bewirkt nicht nur Unschärfe (A) oder subjektiven Zufall (B), sondern kann bei unterschiedlicher Unschärfe bei X und Y zur Unabhängigkeit von R und S, also zu Nichtwissen, führen (C):



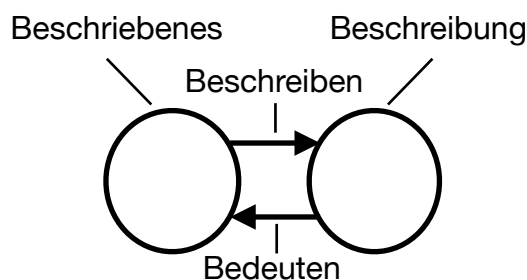
$I_{XY} = \text{Id } 4 \cdot 4 / 4 = 2,$	$I_{XY} = \text{Id } 4 \cdot 4 / 4 = 2,$	$I_{XY} = \text{Id } 4 \cdot 4 / 4 = 2,$
$I_{RS} = \text{Id } 2 \cdot 2 / 2 = 1,$	$I_{RS} = \text{Id } 2 \cdot 4 / 4 = 1,$	$I_{RS} = \text{Id } 2 \cdot 2 / 4 = 0,$
$I_{XYRS} = \text{Id } 4 \cdot 2 / 4 = 1,$	$I_{XYRS} = \text{Id } 4 \cdot 4 / 4 = 2,$	$I_{XYRS} = \text{Id } 4 \cdot 4 / 4 = 2.$

Der Fall C, mit Abhängigkeit zwischen Objekt und Subjekt ($I_{XYRS} > 0$), aber ohne interne Information ($I_{RS} = 0$), zeigt Abhängigkeit ohne Wissen.

Abstrahieren verzichtet auf Eigenschaften. Das ist nur bei Subjekten oder Beschreibungen möglich; tatsächlich sind in der Welt immer alle Eigenschaften vorhanden und abstrakte Begriffe nicht real.

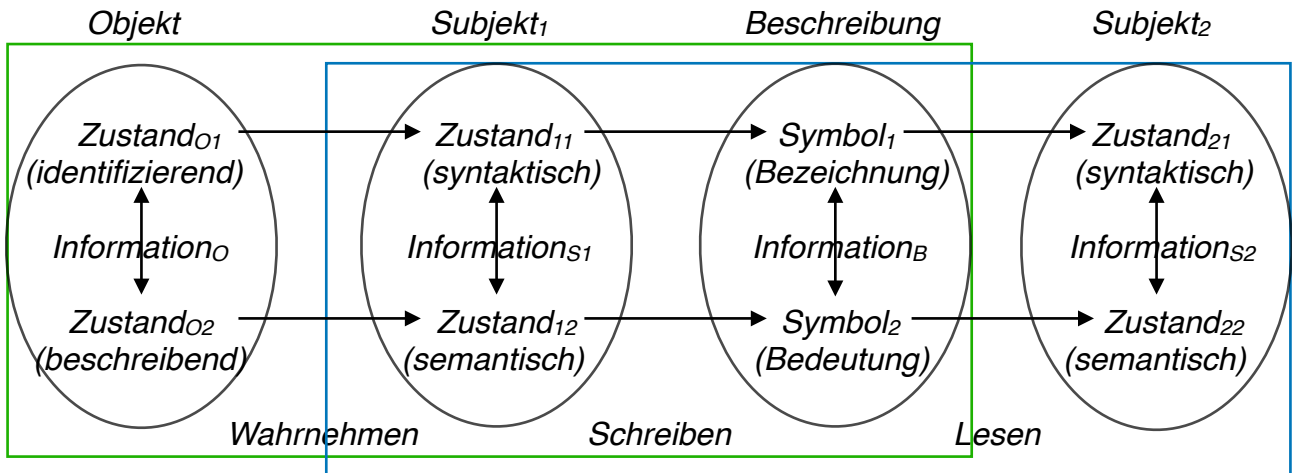
Beschreiben

Beschreibungen sind Objekte, welche andere Objekte vertreten. Ihre Zustände bilden andere Zustände ab und speichern sie. Bei Beschriebenem und Beschreibung ist, wie bei Objekt und Subjekt, der Bezug, die Intentionalität, wesentlich /23/.

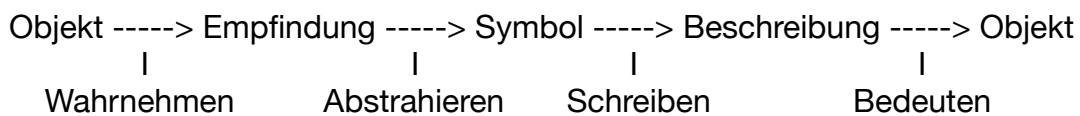


Beschreibungen sind zumeist Folgen von Symbolen, welche über ihre Bezeichnungen miteinander vernetzt sind. Hören und Lesen, Sprechen und Schreiben sind sequentiell, das Beschriebene aber zumeist ein Netz von Entitäten und Beziehungen. Darum bahnt sich die Beschreibung als Pfad durch das Netz, gibt es rekursive Definitionen, Top-Down oder Bottom-Up Abfolgen.

Beschreibungen dienen dem **Bewahren** und **Austausch** von Wissen zwischen Subjekten:



Dabei sind Beschriebenes und Beschreibung nur indirekt, über das Wissen von Subjekten, einander zugeordnet /24/:

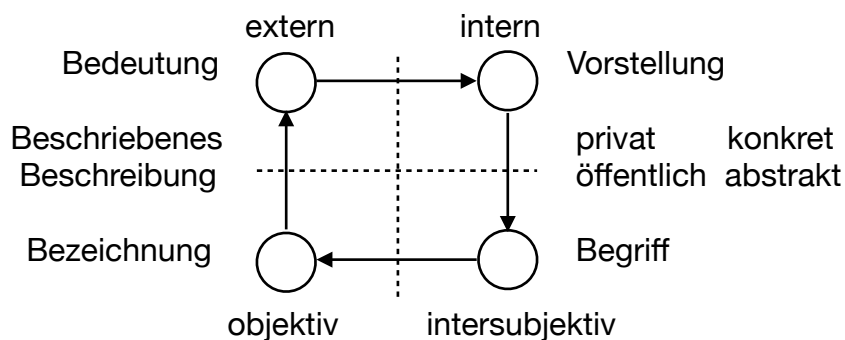


Beschreibungen verkörpern Zustände und können damit auch Prozesse abbilden. Dazu bilden sie in der Zeit aufeinander folgende Zustände nebeneinander im Raum ab.

Vollständigkeit, Wahrscheinlichkeit und Fehler sind Merkmale der Beschreibung, nicht des Beschriebenen.

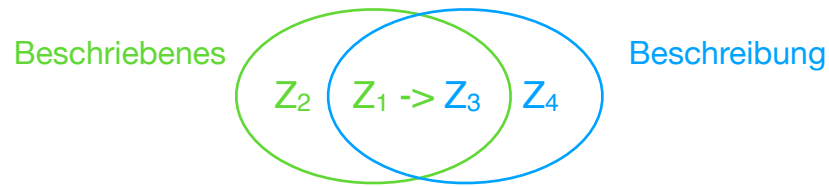
Neben der Wahrheit, als der Übereinstimmung von Behauptungen und Tatsachen, tritt durch Austausch von Beschreibungen noch deren intersubjektive Übereinstimmung auf.

Der Bezeichnung, als sozialem Wert, wird ihrer Bedeutung zugeordnet und gelernt:



Statt der direkten Überprüfung, wird die Wahrheit von Beschreibungen indirekt geglaubt.

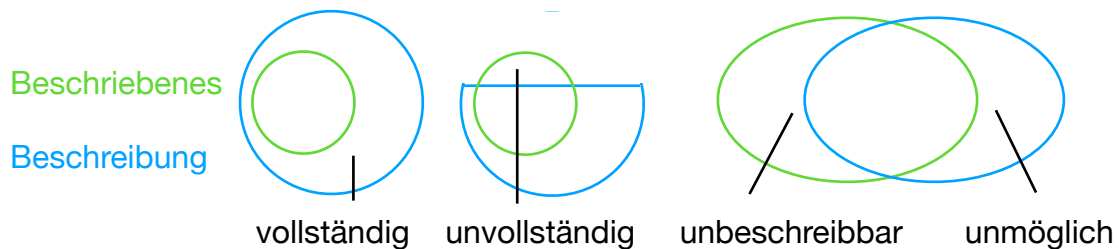
Das Beschriebene besitzt neben den abgebildeten, relevanten Teilzuständen, Z_1 , noch andere, irrelevante, Z_2 ; die Beschreibung neben den abbildenden $Z_3(Z_1)$ noch Z_4 . Z_1 und Z_3 verkörpern das Wissen; Z_2 und Z_4 nicht, bewirken aber, dass Berechnen effizienter als Handeln ist:



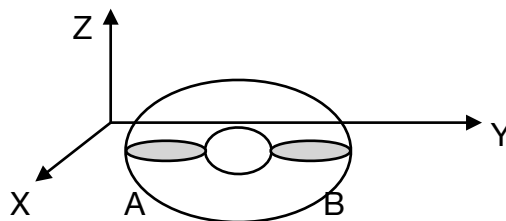
Die Bedeutung ist dabei nicht mit Bedeutsamkeit oder Relevanz zu verwechseln. Die Relevanz einer Beschreibung ergibt sich aus deren Sinn, der Einbettung in das interne Wissensnetz und seiner Verknüpfung zu überlebensnotwendigen internen Zuständen des Subjekts.

Die hier als Wissen charakterisierte Abhängigkeit zweier Raumbereiche besteht nicht nur zwischen Objekt und Subjekt oder Beschriebenem und Beschreibung, sondern beispielsweise auch zwischen Original und Kopie oder zwischen Eltern und Kindern.

Eine Beschreibung kann nur vollständig sein, wenn sie nicht weniger Zustände als das Beschriebene ermöglicht. Meistens sind Beschreibungen schon unvollständig, weil sie nur die jeweils relevanten Aspekte abbilden. Es können aber auch fiktive, unmögliche Objekte beschrieben werden. Da Beschreibungen Teile der Welt sind, besitzen sie notwendig weniger Zustände als diese, wird es Unbeschreibbares geben:



Auch eine Sprache, und damit alle ihre möglichen Beschreibungen, kann unvollständig sein, wobei dafür nicht der Umfang der Beschreibung, sondern die unzureichende Dimensionalität der Sprache entscheidend ist. Das Bild veranschaulicht dies: Die Flächen A und B sind in drei Dimensionen (X, Y, Z) miteinander verbunden, in zweien (X, Y) hingegen nicht:



Die Veränderung von Beschreibungen kann Veränderungen im Beschriebenen abbilden und dadurch auch Berechnungen ermöglichen.

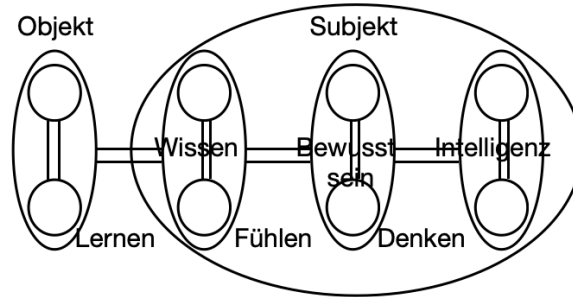
Intelligenz

Die Vielzahl und Unterschiedlichkeit vorhandener Definitionen der Intelligenz übertrifft wohl noch die von Information oder Wissen. Marcus Hutter hat allein 70 davon

zusammengetragen (Hutter 2007). Die folgende Sicht auf Intelligenz versucht daher zu systematisieren /25/.

Lernen erzeugt Wissen. Denken und Berechnen nutzt Wissen, indem es externes durch internes Handeln ersetzt. So kann das Subjekt effizienter und sicherer agieren als direkt in seiner Umwelt.

Intelligenz ordnet das Wissen von Fakten einander zu, verwandelt Wissensmengen in Wissens-Netze und Beschreibungs-Folgen in Berechnungen.

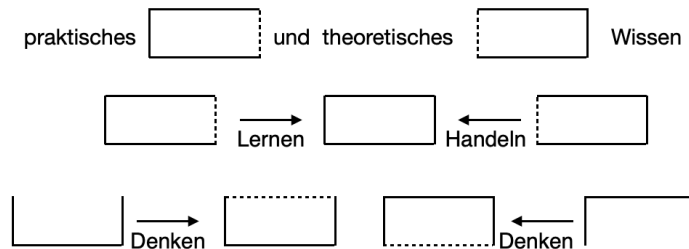


Werte Empfindungen konkrete Begriffe abstrakte Begriffe

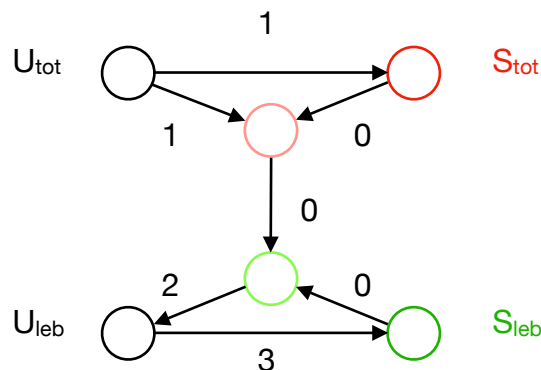
Intelligent ist auch die Zuordnung zwischen Wahrnehmungen und internen Begriffs-Zuständen; konkreteren Begriffen werden abstraktere zugeordnet. Wahrgenommenes und bewusst gewordenes Wissen kann dadurch als Beschreibungen kommuniziert werden. Wissen entsteht durch Lernen, Bewusstsein durch Empfinden, Intelligenz durch Denken.

Denken

Denken ersetzt Handeln, schliesst transitive Lücken (-----):



Die kognitiven sind mit Zuständen, die über Leben und Tod der Subjekte bestimmen, verknüpft (Homöostase). Dieses Wissen (0) ermöglicht geeignetes Handeln (2) um lebensbedrohende externe Zustände (1) zu vermeiden (3):



Subjekte, als Lebewesen, versuchen die Abhängigkeit von ihrer Umgebung zu verringern.

Denken, wie Deduktion oder Induktion, ist Wissensverarbeitung: Deduktion schließt aus implizitem auf explizites Wissen. Induktion erzeugt neues Wissen aus vorhandenem /26/.

Bezeichnungen sind leichter zu manipulieren als Bedeutungen, Denken ist effizienter als Handeln.

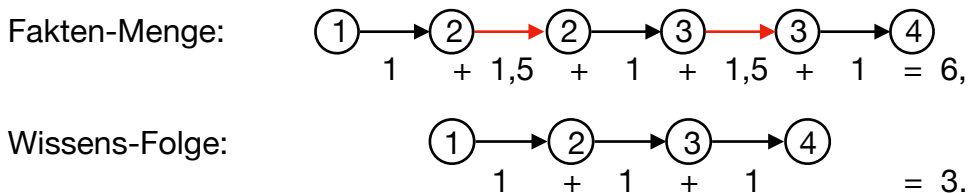
Effizienz

Die Welt ist keine Menge elementarer Fakten, sondern ein dichtes Netz von Zusammenhängen, die eine hohe gegenseitige Abhängigkeiten bewirken. Die abbildende interne Information, das Wissen, wird aber nacheinander durch Wahrnehmungen gewonnen und ergibt zunächst nur eine lose Menge von Fakten-Wissen. Diese zu einem Wissens-Netz zu verknüpfen, und so die externen Abhängigkeiten auch intern nachzubilden, schafft vermehrte Abhängigkeiten des Wissens und damit mehr Intelligenz und eine höhere Effizienz des Denkens

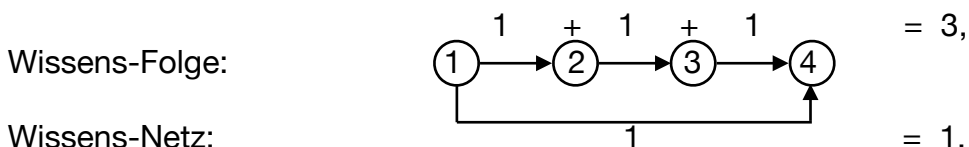
Die Effizienz /27/, der Wirkungsgrad von Denken oder Berechnen bestimmt die Intelligenz und bemisst sich zu

$$\text{Effizienz} = \text{Ertrag/Aufwand} = \text{Güteverbesserung} / \text{Weglänge.}$$

Denken in Subjekten und Berechnen in Beschreibungen wechselt gezielt Zustände. Je mehr Zustände einander zugeordnet sind, umso intelligenter ist Wissen. Statt isolierter Fakten, also Mengen von Zustandspaaen, treten dann Wissens-Netze auf. Das vermindert den Aufwand gezielter Zustands-Folgen, erhöht so die Effizienz des Denkens oder Berechnens durch Vermeiden der **Suche** nach Anschluss-Zuständen:



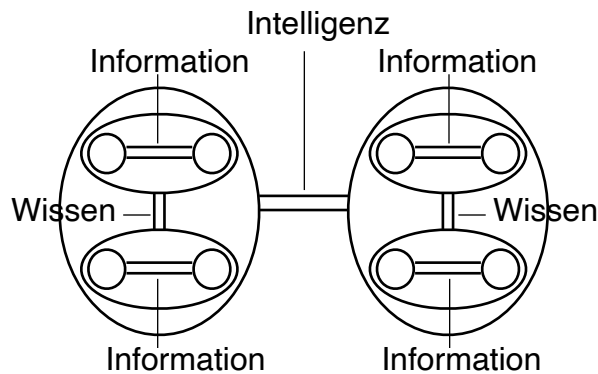
Die Effizienz wird durch parallele, transitive Zuordnungen erhöht. Existiert zunächst nur ein Weg der Berechnung, stehen der gleichen Berechnung jedoch beim zweiten Mal die gespeicherten Start- und Ziel-Zustände abkürzend zur Verfügung. Die direkte Zuordnung von Start- und Ziel-Zustand sind Gedankenblitze oder Erfahrungs-Wissen. Vergangenes eigenes oder fremdes Denken und Berechnen erspart deren Wiederholung:



Intelligenz-Maß

Intelligenz sei das Maß der Abhängigkeit von Wissen /28/, der Reduktion der Zahl möglicher Verbindungen von Wissens-elementen und so der Effizienz des Wissens /29/:

$$I_{XYRSM} = \text{Id} (N_{XYRS1} * N_{XYRS2} * .. * N_{XYRSM} / N_{XYRS12..M}) .$$



Beispiel für die drei Abhängigkeits-Maße:

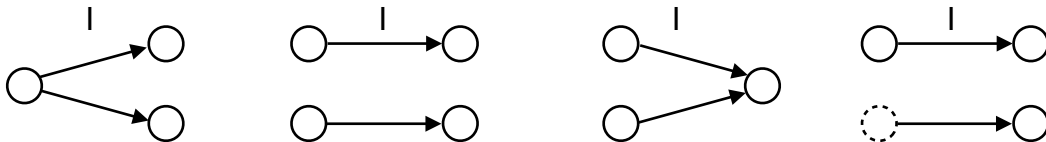
Information	$l_{01} = \{ (x_1, y_1), (\cancel{x_1}, y_2), (\cancel{x_2}, y_1), (x_2, y_2) \}$	= $\text{Id } 4/2 = 1 \text{ Bit,}$
	$l_{02} = \{ (\cancel{x_1}, y_1), (x_1, y_2), (x_2, y_1), (\cancel{x_2}, y_2) \}$	.. = 1 Bit,
	$l_{s1} = \{ (r_1, s_1), (\cancel{r_1}, s_2), (\cancel{r_2}, s_1), (r_2, s_2) \}$	.. = 1 Bit,
	$l_{s2} = \{ (\cancel{r_1}, s_1), (r_1, s_2), (r_2, s_1), (\cancel{r_2}, s_2) \}$	.. = 1 Bit,
Wissen	$l_{os1} = \{ (l_{01}, l_{s1}), (\cancel{l_{01}}, \cancel{l_{s1}}), (\cancel{l_{02}}, l_{s1}), (l_{02}, l_{s2}) \}$	.. = 1 Bit,
	$l_{os2} = \{ (\cancel{l_{01}}, \cancel{l_{s1}}), (l_{01}, l_{s2}), (l_{02}, l_{s1}), (\cancel{l_{02}}, \cancel{l_{s2}}) \}$	.. = 1 Bit,
Intelligenz	$l_{os12} = \{ (l_{os1}, l_{os1}), (\cancel{l_{os1}}, \cancel{l_{os2}}), (\cancel{l_{os2}}, \cancel{l_{os1}}), (l_{os2}, l_{os2}) \}$	.. = 1 Bit.

Berechnen

Berechnen ist Umformen von Beschreibungs-Zuständen, das Denken in Beschreibungen. Es ersetzt Handeln, verändert Wissen und muß dabei wahrheitserhaltend sein. Codieren, Übersetzen, Drucken oder Bewegen von Beschreibungen verändern irrelevante Teil-Zustände, sind kein Berechnen.

Berechnen ist das Suchen im vorhandenen Wissen, das Interpolieren, Extrapolieren oder Induzieren, als Explikation impliziten Wissens, durch Funktionen, Algorithmen, logische Ableitungen oder Programmläufe. Theorien oder Modelle ermöglichen variable Abbildung. Berechnen kann inhaltlich, also das Denken unterstützend und dabei ständig die Wahrheit überprüfend, logisch, also automatisch wahrheitserhaltend, oder formal, als Kalkül, erfolgen.

Es gibt bedeutungserhaltende, wahrheitserhaltende, abstrahierende und phantasierende



Beschreibungsumformungen. Phantasie und Kreativität sind interne Operationen die aus wahren Zuständen herausführen.

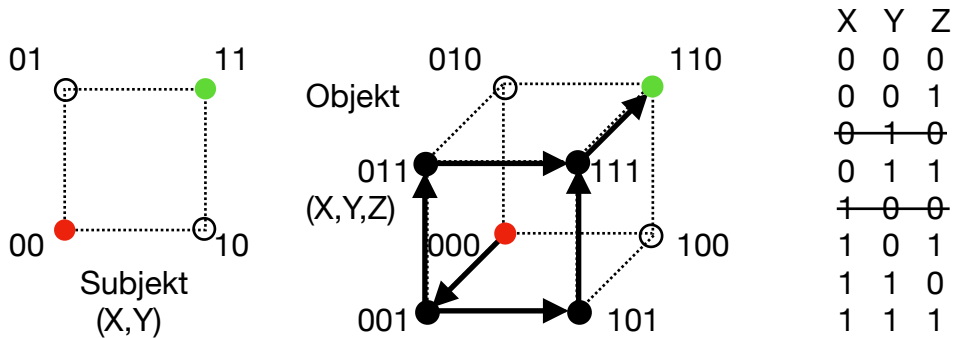
Berechnen, als Suchen eines Weges vom gegebenen zum gewünschten Beschreibungs-Zustand statt der einfachen Zuordnung beider, ist erforderlich, weil lediglich der erwünschte Teil des Zielzustandes bekannt, der Rest aber zumeist unbekannt ist.

Berechnen erzeugt kein Wissen,

$$I_{\text{Aufgabe}} + I_{\text{Lösung}} = I_{\text{Aufgabe}} = I_{\text{Lösung}},$$

verbessert es aber, indem kognitive und emotionalen Teilzustände einander zugeordnet werden und dadurch das Wissen handlungsgerechter wird.

Berechnungen die den gewünschten Zustand nicht erreichen, bleiben unvollständig. Wenn verbotene Zustände und ungeeignete Anfangszustände Wege im Beschreibungsraum versperren kann das zu Unberechenbarkeit führen /30/. Beispiel:

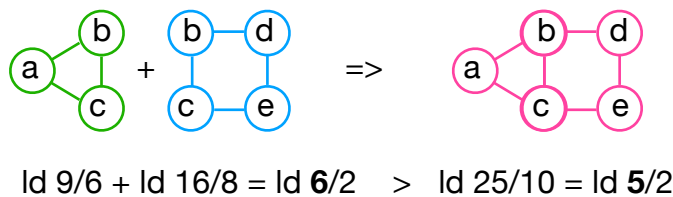


mit

●	●	○	———	- - - - -
Axiom	Satz	Zustand	Veränderung	
erlaubt	erlaubt	verboten	erlaubt	verboten

Erklären und Beweisen sind Berechnungen die aus gegebenem Wissen gesuchtes herleiten. Erklärungen führen neue, unbekannte, zusammengesetzte Begriffe oder Beziehungen auf bereits vorhandene, bekannte, einfache zurück. Beweise, hingegen, verknüpfen formal, logisch mathematisch, vorhandenes evidentes Wissen (Axiome) mit gesuchtem und fraglichem Wissen (Sätze) (Stegmüller 1969).

Das Ziel von Erklärungen und Beweisen ist besseres *Verstehen*, das kohärente Einbetten neuen oder fraglichen Wissens in bereits vorhandenes. Das **resultierende** Wissen wird dadurch kleiner als die Summe aus **altem** und **neuem** Wissen, beseitigt redundante Abhängigkeit, ist intelligenter:



Anmerkungen

1:

Meixner's "Einführung in die Ontologie" (Meixner 2004) gibt einen Überblick möglicher Varianten, ist Meta-Ontologie, während Esfeld's minimale (Esfeld 2020), Bunge's materialistische (Bunge 2004), Tegmeier's kategoriale (Tegtmeier 1992) oder Wachter's Feld-Ontologie (Wachter 2000) spezielle Sichtweisen bieten.

2:

Hier werden Wert und Wirkung als elementare Entität und Beziehung festgelegt. Sie sind analog zu Signal und System, aber eben auf unterster Ebene. Darauf bauen Eigenschaften, Zustände, Objekte, Subjekte, Beschreibungen und Berechnungen auf. Räumliche Verschiedenheit ermöglicht zeitliche Veränderung. Aktuelle Verschiedenheit entsteht durch vergangene Veränderung.

3:

Damit die Anzahl von Orten grösser als die unterschiedlicher Werte sein kann, muss der Raum geordnet sein, mathematisch als Tupel statt Menge dargestellt werden. Nur so kann der gleiche Wert mehrfach, an verschiedenen Orten, auftreten, werden Transitivität, Häufigkeit und Statistik sinnvoll.

Veränderungen ordnen die Zeit. Sie ist zusätzlich von der Vergangenheit über den gegenwärtigen Zeitpunkt in die Zukunft gerichtet.

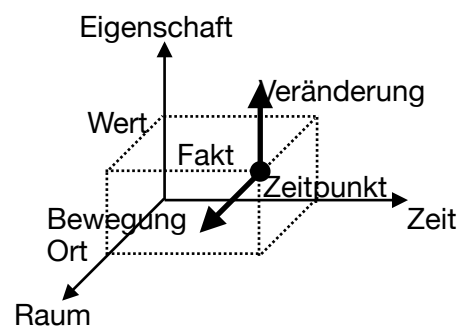
4:

Die Mengen einander ausschließender Werte der Welt werden Eigenschaften genannt. Zustände seien die Mengen sich nicht ausschließender Werte an einem Ort oder die Tupel von Werten im Raum, sie verändern sich in der Zeit:

$$\begin{aligned} \text{Eigenschaft}_i &= \{ \text{wert}_{1i}, \dots, \text{wert}_{Ni} \}, \\ \text{Zustand}_t &= (\text{wert}_{t1}, \dots, \text{wert}_{tN}). \end{aligned}$$

5:

Die Welt aus Werten in Raum und Zeit, Eigenschaften im Raum und Zuständen in der Zeit. Zustände charakterisieren Raumbereiche und sind wie diese geordnet. So können Werte an mehreren Orten des Bereiches gleich sein. Die Werte einer Eigenschaft selbst bilden eine ungeordnete Menge.

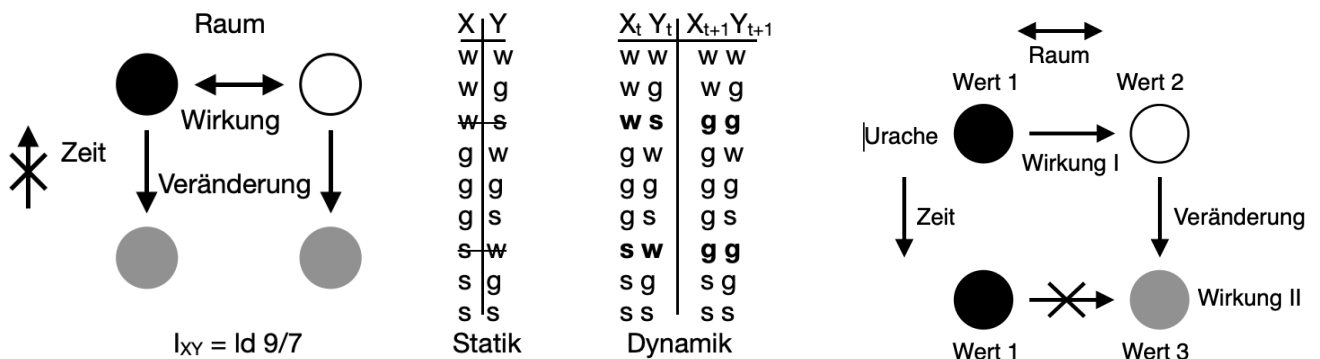


6:

Ohne die Existenz verbotener Zustände gäbe es keine Wirkungen, denn diese bewirken die Veränderung verbotener zu erlaubten Zuständen. Die Statik beschreibt lediglich die erlaubten Zustände, die Dynamik zeigt hingegen die Wirkungen als Veränderung der unerlaubten in erlaubte Zustände.

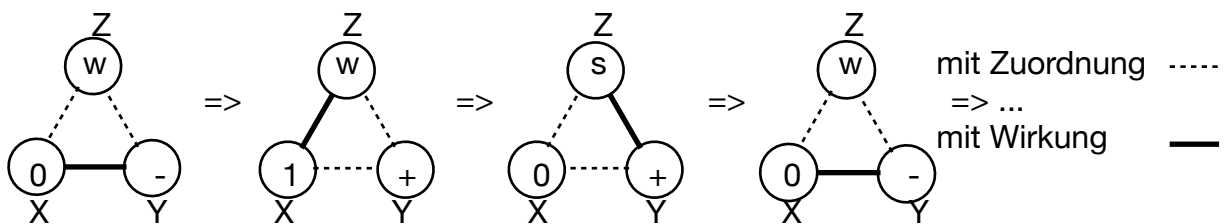
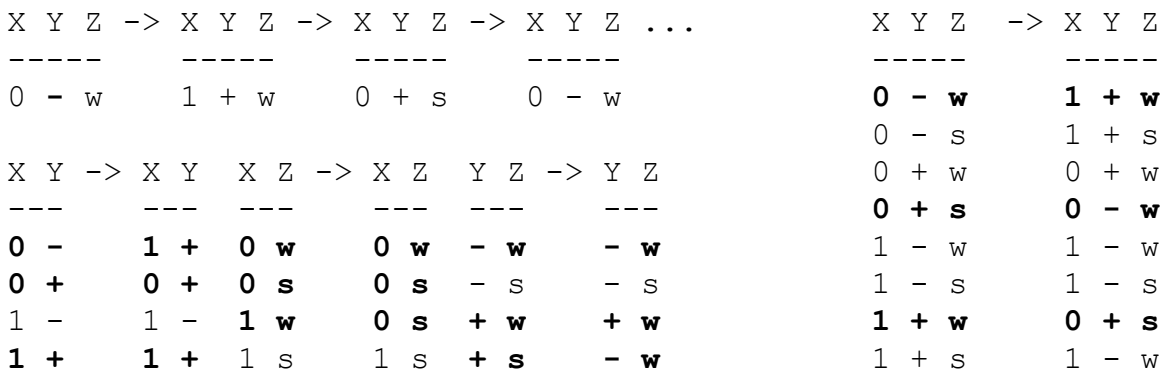
Bestimmte Wertkombinationen, wie hier Wert 1 und Wert 2, sind nicht "erlaubt"; andere schon, wie hier Wert 1 und Wert 3. Unerlaubte Wertkombinationen im Raum führen zu Wirkungen, hier als Wirkung I. Diese führen zur Veränderung eines, bei Kausalität, oder beider Werte. Hier wird Wert 2 in den Wert 3 verwandelt. Der unveränderte Wert, hier Wert

1, wird auch als Ursache, der geänderte Wert, hier Wert 3, als Wirkung, hier als Wirkung II, bezeichnet. Da die Unterscheidung der Wirkung als Beziehung, Wirkung I, und als Ergebnis, Wirkung II, sich aus dem Kontext ergibt, wird im Text nur von "Wirkung" gesprochen.



7:

Wenn zwischen den Werten und ihrer Abhängigkeit ein Widerspruch besteht kommt es zu Veränderungen, wird so die Zeit aufgespannt. Diese können erneut zu Widersprüchen und damit zu weiteren Veränderungen zu zyklischen Veränderungen, zu Oszillationen führen. Im Beispiel besteht ein Widerspruch und damit eine Wirkung zwischen je zwei von drei Werten. Durch die Auflösung der Widersprüche tun sich neue auf, die Veränderung wandert zyklisch:



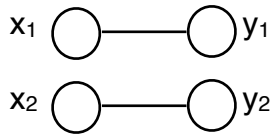
8:

Bewegung erfordert bei unbewegten Eigenschaften das Entstehen und Vergehen. Eigenschaften als Wertmengen besitzen dazu den Null-Wert. Anziehung und Abstossung erscheinen als Fern-Wirkung, können aber als Feld durch indirekte Nah-Wirkung erzeugt werden.

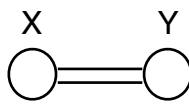
9:

Hierarchische Zuordnungs-Graphen fassen die einzelnen Zuordnungen von Elementen durch Striche zum Doppelstrich, für die Zuordnung von Mengen, zusammen. Dieser

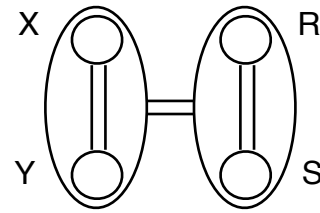
entfällt bei vollständiger Zuordnung, also Unabhängigkeit. Umrandungen trennen dabei die Hierarchie-Ebenen:



Elemente-Zuordnung



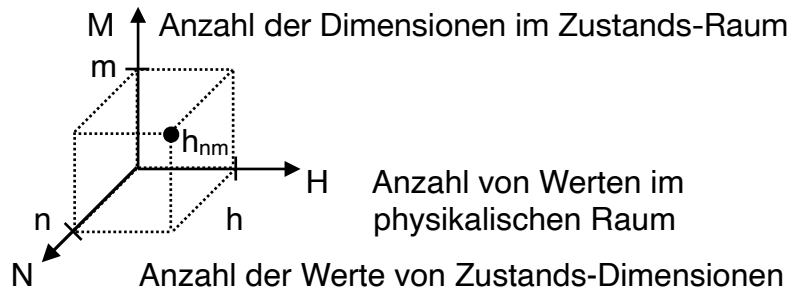
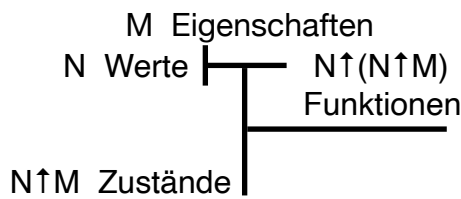
Mengen-Zuordnung



Hierarchische Mengen-Zuordnung

10:

Die Anzahlen von Werten, Eigenschaften, Zuständen und Funktionen bauen wie folgt aufeinander auf:



11:

Die Anzahl kann mathematisch als Mächtigkeit, | M |, der Anzahl der Elemente von Eigenschafts-Mengen, beschrieben werden. Zustände mit mehreren Eigenschafts-Mengen, verwenden dann Produkt-Mengen mathematischer Tupel. Das Produkt zweier Mengen M_X und M_Y ist die Menge der Paare aller Elemente beider:

$$M_{XY} = M_X \otimes M_Y = \{ x_1, x_2, \dots, x_{N_X} \} \otimes \{ y_1, y_2, \dots, y_{N_Y} \} \\ = \{ (x_1, y_1), (x_1, y_2), \dots, (x_{N_X}, y_{N_Y}) \}.$$

Die Mächtigkeit des Produktes von M Mengen ist das Produkt der Mächtigkeit aller Mengen, da jedes Element jedem der anderen Mengen zugeordnet wird:

$$N_{1..M} = \prod_m N_m \quad \text{und} \quad N_{1..M} = N^M \quad \text{für} \quad N_m = N.$$

Somit ergibt sich die Anzahl von Zuständen als Produkt der Anzahl von Werten aller Dimensionen und die Vielfalt als Summe der Vielfalt aller Teile.

12:

Vielfalt Verteilung



Das Beispiel zur Vielfalt bei zwei unterschiedlich häufigen Zuständen verdeutlicht das:

$$H = (1/4 \lg 4/4 + 1/4 \lg 4/4 + 1/4 \lg 4/4 + 1/4 \lg 4/4) = 0,$$

$$H = (1/4 \lg 4/3 + 1/4 \lg 4/3 + 1/4 \lg 4/3 + 1/4 \lg 4/1) = 0,81,$$

$$H = (1/4 \lg 4/2 + 1/4 \lg 4/2 + 1/4 \lg 4/2 + 1/4 \lg 4/2) = 1,$$

$$H = (1/4 \lg 4/1 + 1/4 \lg 4/3 + 1/4 \lg 4/3 + 1/4 \lg 4/3) = 0,81,$$

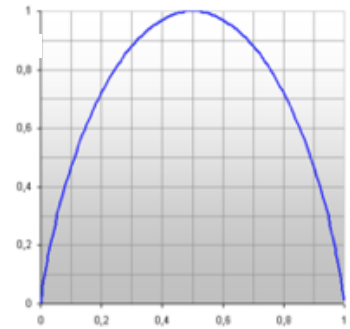
$$H = (1/4 \lg 4/4 + 1/4 \lg 4/4 + 1/4 \lg 4/4 + 1/4 \lg 4/4) = 0.$$

Bei Gleichverteilung ist die Vielfalt maximal, wird $H_{\max} = \text{ld } N$.
Wie das Beispiel der Häufigkeitsverteilung zweier Werte

$$H = p_1 \text{ld } 1/p_1 + p_2 \text{ld } 1/p_2 \text{ und } p_2 = 1-p_1 \text{ (siehe rechts)}$$

mit $p_1=1/2, p_2=1/2$: $H = 1/2 \text{ld } 2 + 1/2 \text{ld } 2 = 1$,
oder $p_1=1/4, p_2=3/4$: $H = 1/4 \text{ld } 4 + 3/4 \text{ld } 4/3 = 0,81$,
oder bei Gleichverteilung mit beliebigem N demonstriert:

$$p_n = 1/N: \quad H = \sum_n^N p_n \text{ld } 1/p_n = \sum_n^N 1/N \text{ld } N/1 = \text{ld } N.$$



13:

Information ΔH und Vielfalt H bezeichnen die gleiche Größe mit der Maßeinheit "Bit".
Aber auch Länge L und ihre Differenz D stehen für eine physikalische Größe und werden beide in Metern gemessen. Die verschiedene Kennzeichnung mit "I" und "H" soll eine bessere Unterscheidung ermöglichen und die gewohnten Symbole verwenden.

14:

Dazu werden lediglich die Summen durch Integrale und die Wahrscheinlichkeiten p_n durch ihre Dichten $P(x)$ ersetzt:

$$H = \sum_n^N p_n \text{ld } 1/p_n \quad \rightarrow \quad H = \int_x^X P(x) \text{ld } 1/P(x) dx.$$

15:

Bei Unabhängigkeit zweier Eigenschaften X und Y ergibt das mit

$$N_{XY} = N_X * N_Y \quad \text{nun} \quad I_{XY} = \text{ld } (N_X * N_Y / N_X * N_Y) = \text{ld } 1 = 0.$$

Sind X und Y voll voneinander abhängig, ist

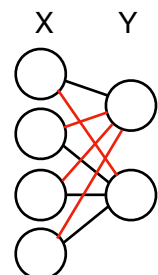
$$N_{XY} = N_X = N_Y = N \quad \text{und} \quad I_{XY} = \text{ld } (N * N / N) = \text{ld } N.$$

Alle anderen Fälle liegen dazwischen; mit

$$N_{XY} < N_X * N_Y \quad \text{gilt} \quad 0 < I_{XY} < H_X + H_Y.$$

Diese Ungleichungen können noch genauer formuliert werden. Die maximale Anzahl von Zuordnungen zwischen N_X und N_Y Werten beträgt $N_{XY\max} = N_X * N_Y$. Die minimale Zahl von Zuordnungen $N_{XY\min}$ wird dadurch begrenzt, dass nur zugeordnete Werte als vorhanden betrachtet werden. Somit gilt $N_{XY\min} = \max(N_X, N_Y)$.

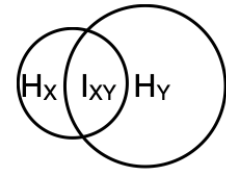
Im Beispiel mit $N_X = 4$ und $N_Y = 2$ ist zunächst jeder Wert von X mit jedem von Y verbunden; X und Y sind voneinander unabhängig. Werden nun z.B. alle roten Zuordnungen entfernt, ist immer noch jeder Wert zugeordnet, gilt nun aber $N_{XY\min} = \max(N_X, N_Y) = N_X = 4$.



Somit ist
$$I_{XY\max} = \text{ld } N_X * N_Y / N_{XY\min} = \text{ld } \min(N_X, N_Y) * \max(N_X, N_Y) / \max(N_X, N_Y)$$

$$= \text{Id min}(N_X, N_Y)$$

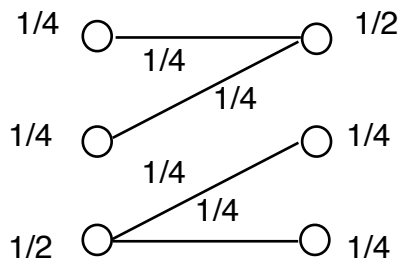
$$= \text{min}(H_X, H_Y)$$



und nun präziser $0 \leq I_{XY} \leq I_{XY\text{max}} = \text{min}(H_X, H_Y) < H_X + H_Y$.

16:

Wie die folgenden zwei Beispiele zeigen, unterscheiden sich die Ergebnisse deutlich:

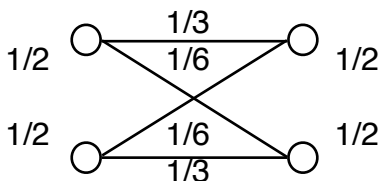


$$I_{XY}(N) = \text{Id } 3 \cdot 3 / 4 = \text{Id } 9/4 = 1,17 \text{ Bit}$$

$$\neq$$

$$I_{XY}(p) = 4 / 4 \text{ Id } 8 / 4 = \text{Id } 2 = 1 \text{ Bit.}$$

Selbst bei vollständiger Zuordnung, aber ungleicher Häufigkeit, tritt Abhängigkeit auf:



$$I_{XY}(N) = \text{Id } 2 \cdot 2 / 4 = \text{Id } 1 = 0 \text{ Bit}$$

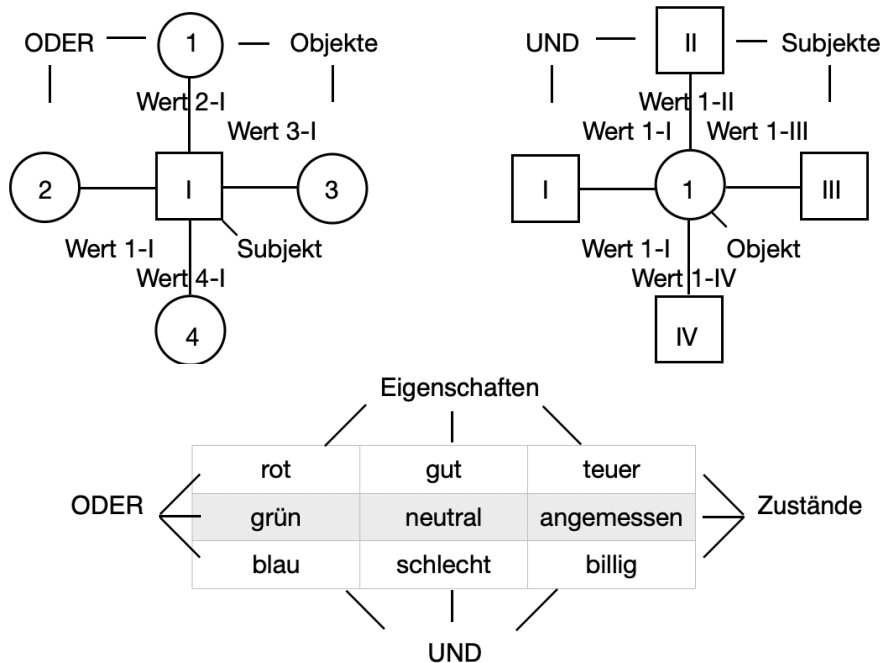
$$\neq$$

$$I_{XY}(p) = 2/3 \text{ Id } 2 \cdot 2/3 + 2/6 \text{ Id } 2 \cdot 2/6 = 0,082 \text{ Bit.}$$

Bei Gleichverteilung, $p_x = 1/N_X$, $p_y = 1/N_Y$ und $p_{xy} = 1/N_{XY}$, geht die Formel wieder in die Form $I_{XY} = \text{Id } N_X \cdot N_Y / N_{XY}$ über.

17:

Elementare Subjekte sind Raumbereiche ODER-verknüpfter Werte verschiedener Objekte einer Eigenschaft. Objekte sind Raumbereiche UND-verknüpfter Werte verschiedener Eigenschaften eines Zustandes:



18:

Extern sind die Werte im physikalischen Raum und der Zeit verteilt und nur durch Bewegung im Raum oder Warten in der Zeit für Subjekte erreichbar. Intern sind sie im Zustands-Raum räumlich konzentriert. Extern ist Kausalität, als direkte Wirkung, nur zwischen benachbarten Werten möglich; zwischen entfernten Werten ist hingegen nur indirekte Wirkung und Korrelation, möglich. Intern ist im Zustandsraum alles benachbart, also Kausalität möglich.

19:

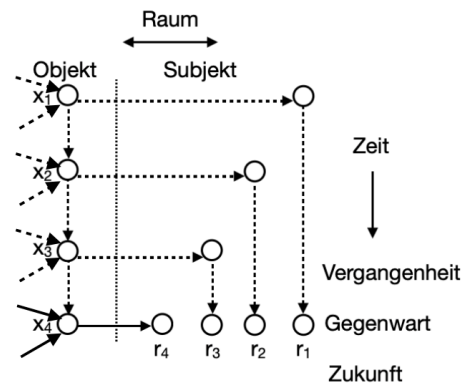
Konstanz, also gleicher Wert über lange Zeitabschnitte, ist maximale zeitliche Abhängigkeit. Räumlich müssen die Werte hingegen voneinander möglichst unabhängig sein, um sich gegenseitig nicht zu beeinflussen.

20:

In Objekten verändert sich der Wert x_n am gleichen Ort oder er bewegt sich, also der gleiche Wert an verschiedenen Orten.

In Subjekten tritt die Wirkung zwischen externen und internen Werten r_n als Wahrnehmung auf. Das Lernen ist die Veränderung des Wertes, das Speichern der Wechsel der Orte (siehe Bild).

Beispiel interner Werte ist die Stärke der Erregung von Nervenzellen. Interne Wirkung ist deren synaptische Erregung oder Hemmung.



21:

Wenn die Zuordnung $y_t(x_t)$ zufällig ist, eine Korrelation statt einer Kausalität, und zu $s_t(r_t)$ gelernt wird, ist das Wissen falsch, nur Erinnerung. Ein späterer Schluss von $s_{t+1}(r_{t+1})$ auf $y_{t+1}(x_{t+1})$ geht dann fehl, denn $y_{t+1}(x_{t+1}) \neq y_t(x_t)$.

Die Wahrnehmung $R(X)$ ist zumeist eine nur eindeutige N-zu-1-Funktion. Sie wird aber als eineindeutige 1-zu-1-Funktion empfunden und führt damit zum Zufall aus Unkenntnis.

22:

Beispiel vier verschiedener, wahrheitserhaltender Wahrnehmungen $R_1(X), R_2(X), S_1(Y), S_2(Y)$:

X	Y	X	R ₁	Y	S ₁	R ₁	S ₁
a	A	a	1	A	4	1	4
b	B	b	2	B	5	2	5
c	C	c	3	C	6	3	6

a-1	b-2	c-3
A-4	B-5	C-6

X	R ₁	S ₁	Y
a	1	4	A
b	2	5	B
c	3	6	C

X	Y	X	R ₂	Y	S ₂	R ₂	S ₂
a	A	a	2	A	4	2	4
b	B	b	3	B	6	3	6
c	C	c	1	C	5	1	5

a-2	b-3	c-1
A-4	B-6	C-5

X	R ₂	S ₂	Y
a	2	4	A
b	3	6	B
c	1	5	C

oder allgemein: $Y(X) = Y(S)(X(R)) = Y(S(Y))(X(R(X)))$, $S(R) = S(Y)(R(X)) = S(Y(S))(R(X(R)))$.

23:

Beschreibungen verkörpern Wissen, sind Meta-Relationen. Sie stellen die Abhängigkeit zwischen bereits abhängigen Zuständen dar, sind Relationen von Relationen:

$$R^2_M \subseteq R^1_1 \otimes R^1_2 \otimes \dots \otimes R^1_M.$$

Die hierarchische Relation R_{XYRS} der Relationen R_{XY} und R_{RS} ist zugleich die flache Relation der Mengen X, Y, R und S :

$$\begin{aligned} R_{XY} &= \{ (x_1, y_2), (x_2, y_1) \} \subseteq \{ (\cancel{x_1}, \cancel{y_1}), (x_1, y_2), (x_2, y_1), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}) \}, \\ R_{RS} &= \{ (r_1, s_2), (r_2, s_1) \} \subseteq \{ (\cancel{r_1}, \cancel{s_1}), (r_1, s_2), (r_2, s_1), (\cancel{r_2}, \cancel{s_2}) \}, \\ R_{XYRS} &= \{ (x_1, y_2, r_1, s_2), (x_2, y_1, r_2, s_1) \} \\ &\subseteq \{ (x_1, y_2, r_1, s_2), (\cancel{x_2}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_1}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_1}), (x_2, y_1, r_2, s_1) \}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{XYRS} \subseteq X \otimes Y \otimes R \otimes S &= \{ (\cancel{x_1}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_1}), (\cancel{x_1}, \cancel{y_2}, \cancel{r_1}, \cancel{s_1}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_1}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}, \cancel{r_1}, \cancel{s_1}), \\ &(\cancel{x_1}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_2}), (x_1, y_2, r_1, s_2), (\cancel{x_2}, \cancel{y_1}, \cancel{r_1}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}, \cancel{r_1}, \cancel{s_2}), \\ &(\cancel{x_1}, \cancel{y_1}, \cancel{r_2}, \cancel{s_1}), (\cancel{x_1}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_1}), (x_2, y_1, r_2, s_1), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_1}), \\ &(\cancel{x_1}, \cancel{y_1}, \cancel{r_2}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_1}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_1}, \cancel{r_2}, \cancel{s_2}), (\cancel{x_2}, \cancel{y_2}, \cancel{r_2}, \cancel{s_2}) \}. \end{aligned}$$

Bei der hierarchischen Form müssen 6 in der flachen 12 Elemente entfernt werden, die hierarchische Form ist effizienter, agiert additiv statt multiplikativ.

24:

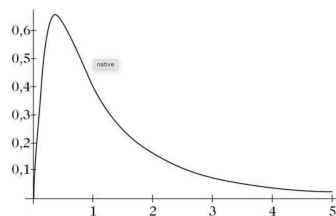
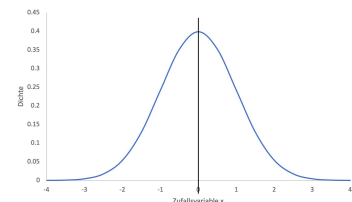
Die vier Teilnehmer von Beschreibungen, das Objekt oder die Umwelt O , das schreibende Subjekt S_1 , die Beschreibung B und das lesende Subjekt S_2 , führen zu drei Wissens-Beziehungen, I_{OS_1} , I_{S_1B} und I_{BS_2} , die transitiv das gewünschte Wissen I_{OS_2} ergeben:

$$I_{OS_2} = I_{OS_1} + I_{S_1B} + I_{BS_2} = \text{Id } N_O * N_{S_1} * N_B * N_{S_2} / N_{OS_1BS_2}.$$

Sind alle drei Teilwissen wahr, so ist es auch das Gesamtwissen. Bei Fiktionen fehlt das Objekt, bei Fehlern, Missverständnissen oder Lügen ist wenigstens eine der Zuordnungen falsch. Widersprüchliches Wissen bildet keine externe Information ab.

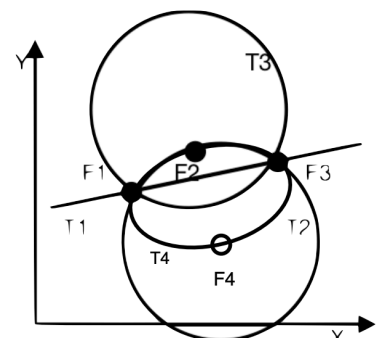
25:

Intelligenz beschreibt die geistige Leistungsfähigkeit von Subjekten. Das vorgeschlagene Intelligenz-Maß ist abstrakt, erfunden und nicht entdeckt, wie auch der Intelligenzquotient IQ. Er wird über Intelligenztests mit Fragen zu Sprachverständnis, logischem Denken, dem Umfang des Arbeitsgedächtnisses und der Verarbeitungsgeschwindigkeit ermittelt und ist eine statistische Kenngröße zum Vergleich innerhalb einer Referenzgruppe. Dabei wird angenommen, dass die Intelligenz normalverteilt (oben) ist. Um das zu erreichen, werden die Teilergebnisse entsprechend gewichtet. Natürlicher wäre die Logarithmische Normalverteilung (unten). Diese korrespondiert besser mit der resultierenden Einkommensverteilung.



26:

Der begrenzten Faktenmenge F_1, F_2 und F_3 wird durch die Theorie T_2 , einem Kreis mit unendlich vielen Fakten, ersetzt. Damit können bisher unbekannte Fakten, F_i mit $i > 3$, deduktiv erschlossen werden. Es gilt die Hypothese T_2 , während T_1 und T_3 durch F_2 falsifiziert werden. Der neue Fakt F_4 falsifiziert jedoch nun auch T_2 und führt zur besseren



Hypothese T₄, einer Ellipse statt eines Kreises. Induktion wird durch das Bilden von Analogien möglich. Sie verknüpfen gleich strukturiertes Wissen unterschiedlicher Bereiche.



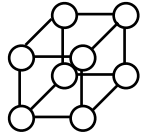
27:

Der Aufwand zur Änderung von Zuordnungen sollte möglichst gering sein. Mehrere Werte eines Zustandes zu ändern ist aufwendiger als nur einen. Ein Maß dafür ist der so genannte Hamming-Abstand, die Weglänge im Zustandsraum. Bei ungeordneten Werten kosten alle Wert-Änderungen gleich viel, bei geordneten Werten hängt der Aufwand von deren Abstand ab, denn auf dem Weg zum gewünschten Wert muß über die dazwischenliegenden gewechselt werden:

$$E = \Delta G / \Delta Z \quad \text{mit} \quad G(X,Y) = \text{Güte(Zustand)}.$$

28:

Intelligenz ist damit eine weitere Ebene von Abhängigkeiten und erfordert eine dritte Raum-Dimension:

Information	1 Dimension		2 Qualitäten
Wissen	2 Dimensionen		Meta-Information 4 Qualitäten
Intelligenz	3 Dimensionen		Meta-Wissen 8 Qualitäten

29:

Die Gesamtinformation eines Objektes mit M Eigenschaften und des intelligent abbildenden Subjektes ist mit

$$I_{XY} = \sum_m^M I_{XYm} = \text{Id} (N_{X1} * N_{Y1} * .. * N_{XM} * N_{YM} / N_{XY1} * .. * N_{XYM}),$$

$$I_{RS} = \sum_m^M I_{RSm} = \text{Id} (N_{R1} * N_{S1} * .. * N_{RM} * N_{SM} / N_{RS1} * .. * N_{RSM}),$$

$$I_{OS} = \sum_m^M I_{OSm} = \text{Id} (N_{XY1} * N_{RS1} * .. * N_{XYM} * N_{RSM} / N_{XYRS1} * .. * N_{XYRSM}),$$

$$I_{XYRS} = \text{Id} (N_{XYRS1} * .. * N_{XYRSM} / N_{XYRS12..M}),$$

$$\begin{aligned} I_{2M} &= I_{XY} + I_{RS} + I_{OS} + I_{XYRS} = \text{Id} (N_{X1} * N_{Y1} * .. * N_{XM} * N_{YM} / N_{XY1} * .. * N_{XYM}) \\ &\quad * (N_{R1} * N_{S1} * .. * N_{RM} * N_{SM} / N_{RS1} * .. * N_{RSM}) \\ &\quad * (N_{XY1} * N_{RS1} * .. * N_{XYM} * N_{RSM} / N_{XYRS1} * .. * N_{XYRSM}) \\ &\quad * (N_{XYRS1} * .. * N_{XYRSM} / N_{XYRS12..M}) \\ &= \text{Id} (N_{X1} * N_{Y1} * .. * N_{XM} * N_{YM} * N_{R1} * N_{S1} * .. * N_{RM} * N_{SM} / N_{XYRS12..M}), \end{aligned}$$

durch Kürzungen, wieder nur eine einfache Information mit nun 2*M Werten. Es zeigt aber auch, dass beliebige interne Grenzen, hier zwischen Objekt, Subjekt und Fakten, das Informationsmaß nicht beeinflussen.

30:

Berechnungen führen Beschreibungen durch Funktionen oder Algorithmen ineinander über. Da es nur abzählbar* unendlich viele Funktionen, aber überabzählbar viele mögliche Berechnungen gibt, muss es unberechenbare Funktionen geben. Der Beweis dafür benutzt das sogenannte Diagonalargument*.

Bei endlichen Funktionen funktioniert das Diagonalargument jedoch nicht, denn alle Diagonalen sind in den Funktionen enthalten, alle Berechnungen können durchgeführt werden. Beispiel binäres $Y(X)$:

X	Y	/- Diagonale
0	0 1 u 0 1 u 0 1 u	0 0 0 1 1 1 u u u
1	0 0 0 1 1 1 u u u	1 u 0 1 u 0 1 u 0
i	1 2 3 4 5 6 7 8 9	4 7 1 5 8 2 6 9 3

Literatur

- *Bateson*, Gregory: Steps to an Ecology of Mind. Aronson Inc. 1972.
- *Brillouin*, Leon: Science and Information Theory. Academic Press 1956.
- *Bunge*, Mario; *Mahner*, Martin: Über die Natur der Dinge. Hirzel 2004.
- *Chaitin*, Gregory: Algorithmic Information Theory. Cambridge University Press 1987.
- *Deutsch*, David: Constructor Theory. Synthese 2013.
- *Esfeld*, Michael: A proposal for a minimalist ontology. 2020.
- *Floridi*, Luciano: Semantic Conceptions of Information. Stanford Encyclopedia of Philosophy 2005.
- *Hooft*, Gerard: The Cellular Automaton Interpretation of Quantum Mechanics. arXiv 2015.
- *Hutter*, Marcus: A Collection of Definitions of Intelligence. arXiv 2007.
- *Janich*, Peter: Was ist Information? Suhrkamp 2006.
- *Meixner*, Uwe: Einführung in die Ontologie. WBG 2004.
- *Nafria*, José María Díaz: What is information? A multidimensional concern. tripleC 2010.
- *Nielsen*, Michael; *Chuang*, Isaak: Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press 2000.
- *Shannon*, Claude; *Weaver*, Warren: The Mathematical Theory of Communication. Urbana 1949.

- *Sösemann*, Friedrich: Information, physikalische Entropie und Objektivität. Wiss.Zeitschrift der TH Karl-Marx-Stadt, Heft 1 1975.
- *Sösemann*, Friedrich: Grundzüge einer Allgemeinen Informationstheorie. <https://sites.google.com/view/friedrich-soesemann/allgemeineinftheorie> 2019.
- *Steegmüller*, Wolfgang: Der Begriff der Erklärung und seine Spielarten. Springer 1969.
- *Tegtmeier*, Erwin: Grundzüge einer kategorialen Ontologie. Alber, 1992.
- *Wachter*, Daniel von: Dinge und Eigenschaften: Versuch zur Ontologie. Röhl, 2000.
- *Weizsäcker*, Carl Friedrich: Aufbau der Physik. Hanser 1985.
- *Wheeler*, John A.: Information, physics, quantum. in Zurek, W.H.: Complexity, Entropy, and the Physics of Information. Addison-Wesley 1990.
- *Wiener*, Norbert: Kybernetik. Econ 1963.
- *Wolfram*, Stephen: A New Kind of Science. <https://www.wolframscience.com> 2002.